



ET 03.360.161.8

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

CARRIL

3ª EDICIÓN: MAYO 2023

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
1	ED2 JULIO 2018	<p>Se modifica el título de la ET</p> <p>Se modifica el campo de aplicación</p> <p>En la tabla 2 se elimina la exigencia de realizar un ensayo cada 50 toneladas de acero recocido para el carril RN45</p> <p>Se modifican algunos aspectos de las tablas 11 y 12 homogeneizando conceptos con el resto de la ET</p> <p>En el apartado 7.13.2 de la calidad superficial se incluye la inspección de la cabeza del carril y se modifican las referencias a las tablas 9, 10 y 11</p> <p>En el apartado 8.2 de ensayos de recepción se incluyen los contratos de renovación y se modifica el título de la tabla 15</p> <p>Se modifican algunos aspectos sobre tolerancia y límites de la ficha: "control de calidad en la producción" (Anejo 2)</p> <p>Se incorpora un anejo en el que se relacionan los requisitos esenciales de la ETI con esta ET y los aspectos recogidos en la UNE EN 13674-1 con esta ET</p>	
2	ED2M1 JULIO 2020	<p>Adaptación del documento normativo al procedimiento vigente de <i>Validación de Productos Ferroviarios</i> (apartado "Validación" y "Lugar de los ensayos"), sin cambios en los requisitos técnicos requeridos en la especificación.</p> <p>Actualización del apartado "Normativa de Referencia y Bibliografía"</p>	6.3 14
3	ED3 JUNIO 2023	<p>Actualización del documento a los requisitos especificados por las normativas europeas UNE-EN 13674-4, para el uso de carril 45E3 y UNE-EN 13674-2, para carriles de desvíos, utilizados en el ámbito de la misma. Revisión de todo el documento. Se han actualizado referencias a la normativa europea, subsanado errores detectados e incluido el Anejo 1, que detalla el alcance del dossier a entregar en la validación.</p> <p>Actualización del contenido y referencias a la "Orden TMA/135/2023, de 15 de febrero".</p>	Todo el documento

EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-200. Carril y soldaduras.

<p>Propone:</p> <p>Grupo de trabajo GT-200 Fecha: 19 de mayo de 2023</p>	<p>Aprueba:</p> <p>Comité de Normativa Reunión de XX de XX de XXXX</p>
---	---

BORRADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

1.- OBJETO Y ALCANCE	6
2.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS	6
3.- LABORATORIOS DE ENSAYO	7
4.- DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO	8
4.1.-CALIDAD, GRADO DEL ACERO	8
4.2.-DIMENSIONES NOMINALES Y MASA LINEAL DEL CARRIL	8
4.3.-LONGITUDES	8
4.4.-IDENTIFICACIÓN.....	8
4.4.1.-MARCADO EN RELIEVE	8
4.4.2.-ESTAMPACIÓN EN CALIENTE	9
5.- FABRICACIÓN.....	9
5.1.-BLOOM.....	10
5.1.1.-ORIGEN DEL BLOOM.....	10
5.1.2.-CONDICIONES PARA LA FABRICACIÓN DE BLOOMS	10
5.2.-FABRICACIÓN DEL CARRIL	10
6.- VALIDACIÓN	11
6.1.-CONDICIONES GENERALES.....	11
6.2.-CRITERIOS DE SELECCIÓN Y MUESTRAS A ENSAYAR	11
6.3.-ENSAYOS PARA LA VALIDACIÓN.....	12
6.4.-DOCUMENTACIÓN A APORTAR PARA LA VALIDACIÓN	13
6.5.-AUDITORÍAS DE CONTROL DEL PROCESO.....	13
7.- DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS	14
7.1.-COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	14
7.1.1.-HIDRÓGENO	14
7.1.2.-DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO TOTAL DE OXÍGENO	15
7.2.-MICROESTRUCTURA.....	15
7.3.-DESCARBURACIÓN	16
7.4.-LIMPIEZA DE ÓXIDOS O PUREZA INCLUSIONARIA.....	16
7.5.-INSPECCIÓN MACROGRÁFICA.....	16
7.6.-DUREZA.....	17
7.6.1.-VARIACIÓN DE LA DUREZA EN EL EJE DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN CARRILES CON TRATAMIENTO TÉRMICO.....	17
7.7.-ENSAYOS DE TRACCIÓN	17
7.8.-RESISTENCIA A LA FISURACIÓN (K _{1c}).....	19
7.9.-VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE FISURAS POR FATIGA	19
7.10.- ENSAYO DE FATIGA	20
7.11.- TENSIONES RESIDUALES EN EL PATÍN DEL CARRIL	20
7.12.- TOLERANCIAS DIMENSIONALES	21
7.12.1.- PERFIL	21
7.12.2.- ALINEACIÓN, PLANITUD Y TORSIÓN	21

7.12.3.-	RECORTE Y TALADRADO	21
7.12.4.-	PLANTILLAS.....	22
7.13.-	REQUISITOS DE INSPECCIÓN / TOLERANCIA DE CALIDAD INTERNA Y CALIDAD SUPERFICIAL	22
7.13.1.-	CALIDAD INTERNA	22
7.13.2.-	CALIDAD SUPERFICIAL	23
8.-	CONDICIONES DE RECEPCIÓN.....	24
8.1.-	CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCCIÓN	25
8.2.-	ENSAYOS DE RECEPCIÓN.....	25
8.2.1.-	CONTRA-ENSAYOS	26
8.3.-	ENSAYOS DE CONTRASTE.....	26
9.-	CONDICIONES DE TRANSPORTE Y ACOPIO.....	27
9.1.-	TRANSPORTE Y ACOPIO	27
10.-	APERTURA DE NO CONFORMIDADES.....	28
11.-	GARANTÍA.....	28
12.-	NORMATIVA DEROGADA.....	28
13.-	DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR.....	28
14.-	NORMATIVA DE REFERENCIA	29
I.ANEJO 1.	Contenido del Dossier de Validación	31
II.ANEJO 2.	Control de calidad de producción	39
III.ANEJO 3.	Requisitos esenciales de la ETI en los que incide esta ET y otros aspectos no recogidos en la norma UNE-EN 13674	40

1.-OBJETO Y ALCANCE

La presente Especificación Técnica define las características técnicas y las condiciones de validación y recepción de los perfiles de carril utilizados por Adif y Adif AV (en adelante Adif).

En cuanto al alcance de la presente E.T. y en línea con lo establecido en la serie de normas europeas UNE-EN 13674, se prescriben los requisitos mínimos de diseño y fabricación que en base al estudio y la experiencia han demostrado asegurar la funcionalidad, resistencia y durabilidad de los carriles. En este sentido, dichos requisitos deberán acompañarse del conocimiento y la experiencia del fabricante aplicados al proceso productivo integral, siendo este el responsable de la calidad del producto desde los aspectos complementarios de su diseño y fabricación hasta, como mínimo, la finalización del periodo de garantía.

En cuanto al alcance de la presente E.T., comprende los perfiles de carril 45E3, 54E1 y 60E1, incluidos en las normas UNE-EN 13674-1 y UNE-EN 13674-4 respectivamente y cuyas secciones se recogen en los respectivos planos PAV de Adif, publicados en la web de Adif. Asimismo, comprende los carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2.

Los planos de aquellos perfiles no incluidos en los PAV se regirán por los planos P16 o bien por los planos detallados de fabricación aprobados por el departamento técnico responsable de Adif, y en todo caso se basarán en los perfiles del anexo A de las normas UNE-EN 13674-1 y UNE-EN 13674-4 respectivamente.

La presente E.T. es coherente con la serie de normas UNE-EN 13674 así como con la Especificación Técnica de Interoperabilidad (E.T.I.) del subsistema Infraestructura y la Orden TMA/135/2023 de 15 de febrero (para perfiles de carril sujeto a la UNE-EN 13674-1). En consecuencia, los productos conformes con la presente E.T. se presuponen conformes con dicha E.T.I. y con la Orden TMA especificada, si bien no es objeto de esta la evaluación de la conformidad del carril como componente de interoperabilidad.

Los grados de acero requeridos en los perfiles de carril empleados por Adif son R260, para los perfiles 45E3, 54 E1 y 60 E1 y R350HT, para los perfiles 54 E1 y 60 E1. En caso de que Adif considerara necesario utilizar grados superiores a éstos, se tomará como referencia lo indicado en la UNE EN 13674-1 con respecto a ensayos y control de calidad.

En relación con el carril 45E3, sólo se dispondrá en actuaciones que no requieran una nueva autorización de entrada en servicio en cumplimiento de la E.T.I Infraestructura (sustituciones en el marco de mantenimiento o renovaciones de vía que no tengan por objeto elevar el nivel de prestaciones preexistente).

2.-DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS

- **Arrabio:** es el producto intermedio del proceso de fundición de las menas de hierro tratadas con coque como combustible, y caliza, como fundente y catalizador.
- **Colada:** cantidad de acero líquido que sale de un convertidor u horno eléctrico de arco que incluye, después de la colada continua, un número dado de blooms o lingotes en relación al peso de la colada y al de la mezcla en la artesa.
- **Colada continua:** se produce cuando el acero líquido se vierte sobre un molde de fondo desplazable cuya sección tiene la forma deseada del producto final (cuadrados, redondos, triangulares, planchas...). Se le llama colada continua porque el producto sale sin parar hasta que se acaba el contenido de la cuchara.
- **Blooms o lingotes:** segmentos metálicos que se obtienen calentando la aleación por encima

de su punto de fusión y volcando el metal líquido dentro de moldes preparados al efecto. Los lingotes de metales primarios se utilizan luego en la industria para producir otras piezas metálicas, mediante fundición, extrusión o laminación.

- **Proceso de laminado o laminación:** consiste en calentar previamente los blooms o lingotes de acero fundido a una temperatura que permita la deformación del lingote por un proceso de estiramiento y desbaste que se produce en una cadena de cilindros a presión llamado tren de laminación. Estos cilindros van formando el perfil deseado hasta conseguir las medidas que se requieran.
- **Tren de laminación:** se trata de diversas unidades de rodillos que encadenadas unas detrás de otras forman la pieza final.
- **Siderurgia integral:** Proceso en el que se parte de mineral de hierro, carbón y fundentes y se transforman hasta su conversión en acero.
- **Barra elemental (BE):** es el carril obtenido directamente por laminación, sin ninguna soldadura. Sus longitudes pueden ser de 12m, 18 m, 36 m, 72 m, 90 m hasta 108 m.

3.-LABORATORIOS DE ENSAYO

Para cada uno de los ensayos recogidos en la E.T. se podrá establecer un nivel de exigencia diferente a los laboratorios de ensayos, siendo dichos niveles en orden descendente los que se definen a continuación:

- **Tipo A:** laboratorios acreditados por ENAC, u organismo estatal equivalente dentro del ámbito de la UE, para los ensayos concretos indicados en esta E.T.
- **Tipo B:** laboratorios acreditados por ENAC, u organismo estatal equivalente dentro del ámbito de la UE, para ensayos de similar naturaleza a los indicados en esta E.T.
- **Tipo C:** laboratorios no acreditados, pero de reconocido prestigio, siempre que cumplan al menos los requisitos de los apartados 6.4, 6.5, 6.6, 7.5 y 7.8 de la UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, y que cumpla los requisitos de la norma ISO-9001 asociados al laboratorio.
- **Tipo D:** laboratorios del fabricante, siempre que cumplan al menos los requisitos de los apartados 6.4, 6.5, 6.6, 7.5 y 7.8 de la UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, y que cumpla los requisitos de la norma ISO-9001 asociados al laboratorio.

En todos los casos, el personal que realice los ensayos no destructivos (END) deberá contar con una cualificación profesional mínima de nivel 1 con supervisión de personal de nivel 2, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 9712.

Dado que la presente E.T. prescribe ensayos a los carriles en las fases de validación, autocontrol de la calidad de fabricación y recepción, en cada uno de ellos se indicará el mínimo nivel de exigencia requerido en cada ensayo.

En caso de no existir laboratorios de las características que la Especificación Técnica prescribe para alguno de los ensayos, el solicitante de la validación lo comunicará a Adif para conjuntamente decidir un centro adecuado.

En los casos en los que lo considere necesario, Adif podrá requerir la presencia de una Entidad Técnica de Seguimiento, definiendo las exigencias a imponer a dicha entidad y detallando sus funciones, de acuerdo a lo especificado en el procedimiento de validación vigente.

4.-DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO

4.1.-CALIDAD, GRADO DEL ACERO

Se definen dos grados de acero perlítico: R260 (aceros al carbono-manganeso sin tratamiento térmico) y R350HT (aceros al carbono-manganeso con tratamiento térmico).

Los rangos de dureza de los grados del acero deben concordar con los dados en la Tabla 1

Las denominaciones de los grados del acero a las que se refiere esta norma son las definidas en las Normas Europeas UNE-EN 10027-1 y UNE-EN 10027-2.

Grado	Rango de dureza (HBW)	Descripción	Marcado en relieve
R260	260 a 300	Carbono – manganeso (C-Mn) Sin tratamiento térmico	_____ _____
R350HT	350 a 390	Carbono – manganeso (C-Mn) Con tratamiento térmico	_____ _____
Véase Tablas 3, 4 y 5 para composición química y propiedades mecánicas y las normas respectivas para los requisitos de dureza			

Tabla 1. Características según tipo de acero

4.2.-DIMENSIONES NOMINALES Y MASA LINEAL DEL CARRIL

Los perfiles de los carriles, sus dimensiones, propiedades y masas lineales se encuentran recogidos en los planos PAV de Adif, disponibles en la web de Adif.

Las masas lineales se calculan basándose en una densidad del acero de 7.850 kg/m³.

4.3.-LONGITUDES

La longitud mínima de la barra elemental será de 90 metros, para la conformación de la Barra Larga Soldada (BLS), no admitiéndose ningún carril con longitudes menores.

Para trabajos de mantenimiento se permite el suministro de carriles con longitudes nominales de 72 m, 36 m y 18 m.

4.4.-IDENTIFICACIÓN

4.4.1.-Marcado en relieve

Las marcas deben estar laminadas en relieve en un lado y a mitad del alma (véase planos PAV correspondientes) de cada carril, al menos, una vez cada 4 m. Las marcas en los carriles deben ser claramente legibles y tener de 20 mm a 25 mm de altura, y entre 0,6 mm y 1,3 mm de relieve.

La longitud de los trazos que indican el grado del acero debe ser de 50 mm para los largos y 25 mm para los cortos.

Las marcas en relieve deben incluir:

- a) la identificación del tren de laminación;
- b) el grado del acero según se muestra en la Tabla 1
- c) los dos últimos dígitos del año de fabricación;
- d) la identificación del perfil del carril, según se muestra en planos PAV.

EJEMPLO 1:

TREN DE LAMINACIÓN (fabricante)  17 60 E1

Carril de perfil 60 E1 laminado en 2017 y grado del acero R260.

EJEMPLO 2:

TREN DE LAMINACIÓN (fabricante)   16 60E1

Carril de perfil 60 E1 laminado en 2016 y grado del acero R350HT.

4.4.2.-Estampación en caliente

Además de los requisitos de marcado del apartado anterior, cada carril debe estar identificado por un sistema de código numérico, alfabético o por ambos, y estampado en caliente por una máquina sobre el lado sin marcas en relieve del alma del carril.

Cada carril debe llevar una estampación en caliente al menos cada 10 m, y si no fuera posible, por incidencia u omisión, se deberá marcar por abrasión rotativa.

Los recortes posteriores de una barra elemental dan lugar a cupones de diferente longitud con la misma marca de identificación.

Los números y letras utilizados deben ser conforme a las UNE-EN 13674-1, UNE-EN 13674-4 y UNE-EN 13674-2 respectivamente.

El sistema de identificación empleado establece una correspondencia entre el marcado estampado en caliente y:

- a) el número de la colada a partir de la cual se ha laminado el carril;
- b) el número del conducto y la posición del bloom;
- c) la posición del carril en el bloom (A, B ..., Y).

5.-FABRICACIÓN

Todos los carriles deben fabricarse en el marco de un sistema global de control de la producción en fábrica que debe garantizar la conformidad del producto acabado. Dicho sistema debe ser conforme con las UNE-EN 13674 partes 1, 2 y 4 respectivamente. -.

Los fabricantes tendrán un sistema de control de la producción en fábrica conforme con la norma EN ISO 9001 para satisfacer los requisitos mínimos exigidos por ADIF.

5.1.-BLOOM

5.1.1.-Origen del bloom

El fabricante dispondrá preferiblemente de una Siderurgia Integral. Las materias primas utilizadas para la fabricación del bloom son el arrabio, la chatarra y los aditivos.

La chatarra utilizada para la fabricación de los blooms tendrá una homogeneidad continua, preferiblemente la chatarra usada será del propio fabricante y en todos los casos estará certificada para controlar los residuales.

Se exigirá una trazabilidad de las materias primas empleadas así como de los procesos de transformación aplicados.

La producción del bloom se debe hacer preferiblemente en la planta del fabricante con material de la propia acería. En el caso excepcional en el que el fabricante esté obligado a utilizar blooms de distinto origen, facilitará toda la información de las razones que lo justifican, identificará con exactitud el origen de los blooms utilizados y requerirá la autorización de Adif.

5.1.2.-Condiciones para la fabricación de blooms

Para fabricar carriles se deben utilizar blooms de acero obtenido por colada continua al oxígeno o arco eléctrico, que haya sufrido un proceso de:

- Refinado y desgasificación al vacío (RH).
- Agitación magnética.

El fabricante debe describir cualquier proceso de enfriamiento lento o de tratamiento isotérmico de los blooms, que haya utilizado para demostrar la conformidad con los requisitos sobre la composición química y su contenido en hidrógeno.

En la colada continua se tomarán muestras para realizar análisis químicos en los bloques primarios definidos en el apartado 7.1 de la presente ET, con el fin de ajustar la proporción de los aditivos necesarios.

5.2.-FABRICACIÓN DEL CARRIL

El fabricante debe utilizar un procedimiento eficaz de eliminación de calamina durante los procesos de laminado y enderezado.

El área de la sección transversal del carril no debe exceder de la novena parte de la del bloom del que se haya laminado el carril.

Tras la fabricación del bloom, a unos 1200°C se llevará a cabo el laminado del carril mediante rodillos en el tren de laminación. El carril se endereza en torno a sus ejes XX e YY según se define en los perfiles incluidos en los planos PAV.

Durante el proceso de fabricación se tomarán los siguientes registros de forma automática:

- Defectos superficiales
- Control geométrico del cuerpo y extremos de carril
- Control por ultrasonidos

El fabricante deberá informar a Adif, con al menos 5 días de antelación, de la fecha prevista para

el comienzo de la laminación del carril.

Estos registros podrán ser solicitados por Adif para llevar a cabo Controles de Calidad de Producción.

6.-VALIDACIÓN

6.1.-CONDICIONES GENERALES

En los siguientes apartados se establece el conjunto de ensayos y pruebas convenidos por Adif para garantizar que los productos cumplen con los requerimientos técnico-funcionales mínimos especificados, con el objetivo de obtener la correspondiente validación de acuerdo al procedimiento de validación vigente.

Si en alguno de los ensayos de validación se obtuvieran resultados en desacuerdo con lo prescrito, Adif se reserva el derecho de interrumpir la serie de ensayos a efectuar para la validación, dando el producto por rechazado. Todos los gastos derivados de la realización de estos ensayos correrán por cuenta del fabricante o suministrador.

Completados los ensayos definidos en la presente E.T., se concederá la validación por un plazo de validez que será determinado de acuerdo a las normas en vigor en el momento de la misma. El cambio de la E.T., la sustitución de algún producto o elemento que sea considerado sustancial por Adif, o el cambio en el proceso o lugar de fabricación podrán dar lugar a nuevos ensayos de validación.

Toda la documentación se entregará, al menos, en castellano.

6.2.-CRITERIOS DE SELECCIÓN Y MUESTRAS A ENSAYAR

El fabricante debe describir cualquier proceso de enfriamiento lento o de tratamiento térmico de los blooms que haya utilizado para demostrar la conformidad con los requisitos de composición química reflejados más adelante.

El fabricante debe hacer ensayos sólo en el perfil 60 E1 o en la sección fabricada de mayor peso.

Los grados y perfiles de carril suministrados deben someterse a los criterios de validación especificados en el punto **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Las muestras deben tomarse de carriles terminados enderezados con rodillos. Estas muestras no deben estar sujetas a ningún otro tratamiento mecánico o térmico (aparte del tratamiento de envejecimiento de las probetas para ensayos de tracción, según se describe en el apartado 7.7).

Adif debe tener acceso a todos los registros, calibraciones y cálculos de los ensayos que contribuyan a los resultados finales y se le facilitarán copia de los mismos.

Todos los ensayos de validación especificados en el punto 6.4 a realizar en laboratorio acreditado deben realizarse al menos una vez cada 5 años, exceptuando la aprobación de la ecuación predictiva que se realiza en un proceso continuo (apartado 7.7).

La introducción de modificaciones en el producto, o en su proceso de producción, que sean consideradas significativas por Adif podrán dar lugar a la realización de nuevos ensayos de validación para todos los grados de acero. La modificación en el origen del bloom se considerará siempre un cambio significativo.

6.3.-ENSAYOS PARA LA VALIDACIÓN

Los ensayos a realizar para el proceso de validación serán los que figuran en la Tabla 2 y seguirán la metodología explicada en los puntos correspondientes.

Ensayo de laboratorio	Apartado	Grados del acero		Lugar de ensayo
		R260	R350HT	
Composición química	7.1	Uno por colada		Laboratorio tipo D
Hidrógeno	7.1.1	Uno por colada (dos de la primera colada de una secuencia)		
Oxígeno total	7.1.2	Uno por secuencia ^a		
Descarburación	7.3	Uno por 1000 toneladas o fracción ^{a,b}	Uno por 500 toneladas de acero recocido y de acero conformado en caliente ^{a,c}	
Limpieza de óxidos o pureza inclusionaria	7.4	Uno por secuencia ^{b o c}		
Inspección macrográficas (Segregación)	7.5	5 ensayos en 5 coladas (excepto para carril 45E3)		
Micrografía	7.2	-	Uno cada 100 toneladas de acero en caliente ^{a y c}	
Tracción	7.7	Un cálculo por colada/uno por 2000 toneladas ^{a, b}	Uno por 1000 toneladas ^{a, c}	
Dureza	7.6	Uno por colada ^{a, b}	Uno por 100 toneladas de acero conformado en caliente ^{a, c}	
Variación de la dureza en el eje de la superficie de rodadura	7.6.1	-	Una muestra de un metro en cada extremo y a intervalos de 20 m desde un extremo del carril (cada 5 años).	
Resistencia a la fisuración (K _{IC})	7.8	5 ensayos por cada una de las 3 muestras (cada 5 años)		
Velocidad de propagación de fisuras por fatiga	7.9	3 ensayos por cada una de las 3 muestras (cada 5 años)		
Ensayo de fatiga	7.10	3 ensayos en cada una de las 3 muestras (cada 5 años)		
Tensiones residuales en el patín del carril	7.11	1 ensayo en cada una de las 6 muestras (cada 5 años)		
^a Las muestras deben tomarse aleatoriamente, pero solo de carriles procedentes de blooms de la zona de mezclado entre coladas, en caso de coladas continuas en secuencia				
^b Las muestras deben cortarse después del laminado				
^c Las muestras deben cortarse en carriles con tratamiento térmico.				

Tabla 2. Ensayos para la validación

Las probetas para ensayos de resistencia a la fisuración, al igual que para los ensayos de velocidad de propagación de fisuras por fatiga y de fatiga (ver apartados 7.8, 7.9 y 7.10 respectivamente) deben tomarse de una muestra de tres carriles, a una distancia mínima de 3 m desde los extremos cortados del carril.

6.4.-DOCUMENTACIÓN A APORTAR PARA LA VALIDACIÓN

La documentación a presentar por el solicitante para la obtención de la validación contendrá como mínimo la descripción detallada del producto, de las instalaciones productivas y proceso de fabricación, de los autocontroles en proceso, así como los ensayos de validación descritos en el apartado 6.3. Todo ello compondrá el dossier técnico de validación, cuyo contenido se detalla en el Anejo 1 a la presente ET.

El fabricante debe proporcionar un conjunto completo de resultados para los ensayos de validación descritos en el apartado 6.3. Las muestras para los ensayos que se realicen en laboratorio externo se deben tomar de los carriles utilizados para los ensayos de validación según se describe en el punto 6.2.

Siempre que por disponibilidad de medios resulte posible, el departamento responsable de Adif visitará las instalaciones del fabricante durante el proceso productivo del lote a validar, para seleccionar la muestra y realizar una evaluación técnica completa, pudiendo efectuar cuantos controles y supervisiones considere oportunos durante la fabricación. Cuando dicha visita no se efectúe, la selección de las muestras a ensayar será realizada por personal designado por el departamento responsable de Adif.

Asimismo, se deberá aportar el valor del Coeficiente de Dilatación Térmico mediante el empleo de dilatómetros que cubran el rango mínimo de temperaturas entre -20 y 65 °C, realizado en un laboratorio cualificado.

6.5.-AUDITORÍAS DE CONTROL DEL PROCESO

Aquellos suministradores que no realicen directamente la fabricación del producto deberán garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente E.T. por parte de su fabricante asociado, mediante una auditoría semestral en la que se verificarán y documentarán los siguientes aspectos de la fabricación de productos validados por Adif, en el ámbito de la presente E.T.:

- Análisis y seguimiento de los resultados de los controles de calidad en fabricación. Verificación de la conformidad de los mismos con los requisitos establecidos en la presente E.T.
- Características de la materia prima, identificación del proveedor y documentación que acredite su conformidad con los requisitos de la presente E.T.
- Auditoría completa del proceso productivo: ajuste y calibración de la maquinaria empleada, trazabilidad de los materiales, seguimiento de los procedimientos de trabajo y análisis de las variaciones introducidas en el proceso.
- Auditoría del sistema de calidad del fabricante conforme a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 19011: supervisión y análisis de toda la documentación generada; seguimiento y estudio de no conformidades; verificación y control del cumplimiento efectivo del sistema de control de calidad definido, conforme a lo dispuesto en el apartado 4.16 del Anejo 1 a la presente E.T.

Los resultados de todas las auditorías realizadas deberán conservarse durante un período mínimo de 3 años y quedarán a disposición del departamento responsable de Adif, que podrá exigir la

documentación generada en las mismas cuando lo estime oportuno.

7.-DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS

7.1.-COMPOSICIÓN QUÍMICA

Se debe determinar la composición química del líquido de todas las coladas. Cuando la composición química se controla en la fase sólida, ésta se puede realizar en la posición de la probeta para el ensayo de tracción. Las composiciones químicas del líquido y el sólido deben estar conformes con los requisitos de la Tabla 3 y la Tabla 4.

Grado		% en masa									10 ⁻⁴ % (ppm) max en masa	
Acero	Muestra	C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr	Al max.	V max.	N max	O	H
R260	Líquido	0,62 a 0,80	0,15 a 0,58	0,70 a 1,20	0,025	0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	20 ⁽¹⁾	2,5
	Sólido	0,60 a 0,82	0,13 a 0,60	0,65 a 1,25	0,030	0,030	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	20 ⁽¹⁾	2,5
R350HT	Líquido	0,72 a 0,80	0,15 a 0,58	0,70 a 1,20	0,020	0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	20 ⁽¹⁾	2,5
	Sólido	0,70 a 0,82	0,13 a 0,60	0,65 a 1,25	0,025	0,030	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	20 ⁽¹⁾	2,5

Tabla 3. Composición química del acero.

(1) Valor no requerido en carril 45E3 según UNE-EN 13674-4.

	Mo	Ni	Cu	Sn	Sb	Ti	Nb	Cu y 10 Sn	Otros
R260	0,02	0,1	0,15	0,03	0,02	0,025	0,01	0,35	0,35 (Cr+Mo+Ni+Cu+V)
R350HT	0,02	0,1	0,15	0,03	0,02	0,025	0,04	0,35	0,25 (Cr+Mo+Ni+Cu+V)

Tabla 4. Máximos de elementos residuales.

7.1.1.-Hidrógeno

El contenido de hidrógeno del acero líquido debe medirse mediante la determinación de la presión del hidrógeno en el acero, utilizando un sistema de medida in situ con sonda sumergida.

Por lo menos se deben tomar dos muestras de líquido de la primera colada de cualquier secuencia que use una nueva artesa y una muestra de cada una de las coladas restantes, y analizar el contenido de hidrógeno de todas ellas (ver la Tabla 10). La primera muestra de la primera colada en una secuencia debe tomarse de la artesa en el momento de máxima concentración de hidrógeno.

Las coladas deben evaluarse según su contenido de hidrógeno de acuerdo con la Tabla 3.

Si el contenido de hidrógeno de las primeras muestras de una primera colada o de la muestra de una segunda colada o posterior no concuerdan con los de la Tabla 3 entonces los blooms realizados

antes de haber tomado estas muestras deben someterse a un enfriamiento lento o a un tratamiento isotérmico. Esto se aplica también a todos los blooms realizados antes de que el contenido de hidrógeno cumpla con los requisitos de la Tabla 3; en estos casos todas las coladas se deben ensayar por muestras del carril, o el fabricante debe calcular su contenido con un modelo documentado de difusión de hidrógeno considerando el tiempo y evolución de temperatura de los blooms durante el proceso de tratamiento isotérmico. En caso de controversia se debe comprobar el contenido de hidrógeno en el carril.

Cuando sea necesario hacer ensayos en los carriles, se deben tomar muestras de carril con sierra en caliente a una frecuencia de una muestra por colada, aleatoriamente. Sin embargo, en la primera colada de una secuencia, la muestra de carril debe ser tomada de la última parte de un primer bloom procedente de un canal cualquiera. La determinación del hidrógeno debe llevarse a cabo en muestras tomadas del centro de la cabeza del carril.

Si alguno de los resultados del ensayo no concuerda con los valores de la Tabla 3, se debe rechazar la colada.

Para carril 45E3 será de aplicación lo prescrito en la norma UNE-EN 13674-4 y para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo indicado en dicha norma.

7.1.2.-Determinación del contenido total de oxígeno

El contenido total de oxígeno debe determinarse sobre una muestra extraída del acero líquido que luego se solidifica o de la cabeza de carril sólida, en las posiciones mostradas en la Figura 4 de la norma UNE-EN 13674-1, y a la frecuencia que figura en la Tabla 10. Para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo prescrito en su punto 9.1.2.3.

Este ensayo no es requerido para carril 45E3, si el fabricante está validado según la Norma UNE EN 13674-1 (según apartado 8) para el carril 60E1 o el perfil más pesado producido para el mismo grado.

En pedidos que excedan las 5000 toneladas, al menos un 95% de las coladas deben tener un contenido total de oxígeno inferior a 20 ppm. Como máximo el 5% de las coladas podrán tener un contenido total de oxígeno entre 20 ppm y 30 ppm. Las coladas con un contenido de oxígeno superior a 30 ppm deben rechazarse.

En pedidos menores de 5.000 toneladas, se permite sólo una muestra con un contenido total de oxígeno mayor de 20 ppm, pero menor de 30 ppm. Las coladas con un contenido de oxígeno superior a 30 ppm deben rechazarse. Cuando haya una colada con contenido de oxígeno total superior a 20 ppm, es obligatorio que el resto de coladas subsiguientes se sometan a ensayo hasta lograr valores por debajo de 20 ppm.

El espesor del corte transversal del carril debe ser de 4 mm.

Las muestras deben prepararse de acuerdo con la Norma UNE-EN 10276-1.

La medición de oxígeno debe hacerse utilizando una máquina automática.

7.2.-MICROESTRUCTURA

La microestructura debe ser perlítica, sin martensita, bainita ni cementita en los bordes de los granos y debe verificarse para carriles con grado R350 HT, de acuerdo con los requisitos de la Tabla 10 y determinarse con una lupa de 500 aumentos.

La posición de ensayo en la cabeza del carril y el máximo permitido de ferrita en los bordes de los granos debe ser la que se muestra en la norma UNE-EN 13674-1 para carriles 54E1 y 60E1. Para

carril 45E3 será de aplicación lo prescrito en la norma UNE-EN 13674-4 y para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo indicado en dicha norma.

7.3.-DESCARBURACIÓN

La profundidad de descarburación se ha de evaluar mediante un ensayo de dureza con la frecuencia indicada en la Tabla 10. Después de una mínima preparación de la superficie del carril (pulido), en tres puntos se realizará un ensayo de dureza de acuerdo con el método indicado en el apartado 7.6. Ninguno de los resultados obtenidos debe ser inferior al valor mínimo especificado para el grado de acero en cuestión, reducido en 7 HBW (por ejemplo: 253HBW para el grado R260).

En ningún punto de la superficie de la cabeza del carril se debe observar red cerrada de ferrita por debajo de una profundidad de 0,5 mm para carriles 60E1 y 54E1 y 0,6 mm para el carril 45E3.

Como alternativa al ensayo de dureza, o en caso de que existiesen dudas en relación con la conformidad de los requisitos sobre descarburación, se deben llevar a cabo investigaciones metalográficas de acuerdo con la decisión del fabricante o a petición de Adif.

Las micrografías de la Figura 6 de la norma UNE-EN 13674-1 muestran la profundidad de descarburación permitida; la Figura 7 de la norma UNE-EN 13674-1, define la superficie de la cabeza del carril para los controles de descarburación. Para carril 45E3 será de aplicación lo prescrito en la norma UNE-EN 13674-4 y para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo indicado en dicha norma.

7.4.-LIMPIEZA DE ÓXIDOS O PUREZA INCLUSIONARIA

Las muestras deben prepararse y evaluarse de acuerdo con la Norma DIN 50602:1985. En pedidos de menos de 5.000 toneladas, sólo se permite una muestra con un K3 mayor de 10 y menor de 20. Las muestras deben tomarse de uno de los últimos blooms de la última colada de la secuencia, y se deben someter a ensayo 2 probetas de cada muestra.

Hay que aplicar los siguientes límites:

10 < K3 < 20 para un máximo del 5 % de las muestras.

Índice total

K3 < 10 para un mínimo del 95 % de las muestras.

La posición de ensayo en la cabeza del carril aparece en la Figura 8 de la norma UNE-EN 13674-1. Para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo indicado en dicha norma.

Este ensayo no es requerido para carril 45E3, si el fabricante está validado según la Norma UNE EN 13674-1 (según apartado 8) para el carril 60E1 o el perfil más pesado producido para el mismo grado.

7.5.-INSPECCIÓN MACROGRÁFICA

Las macrografías en las secciones transversales de carril deben prepararse de acuerdo con la Norma ISO 4968, según la frecuencia indicada en la Tabla 10.

Todas las muestras, incluidas las previstas para una repetición del ensayo, deben tomarse fuera de las zonas de mezclado de la colada. Cuando se determine la no conformidad de una parte o de toda la colada adyacente se deberán hacer ensayos en las zonas de mezclado para determinar los primeros blooms que sean conformes.

Las imágenes macrográficas deben satisfacer los requisitos del anexo D de la norma UNE-EN 13674-1. Para carril 45E3 será de aplicación lo prescrito en la norma UNE-EN 13674-4 y para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo indicado en dicha norma.

Para la Validación, se deben realizar las impresiones macroscópicas para cada línea desde el principio de cada colada excluyendo la zona de mezclado y en cinco coladas.

Para que se acepte el ensayo, todas las muestras deben ser clasificadas como aceptables.

7.6.-DUREZA

Los ensayos de dureza Brinell (HBW 2,5/187,5) deben llevarse a cabo de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6506-1 con la frecuencia indicada en la Tabla 2 de validación y en la Tabla 10 de autocontrol de producción.

Los requisitos y la metodología de ensayo serán los especificados en el punto 9.1.8 de la UNE-EN 13674-1 para carriles de 54E1 R260 y 60E1 R260 y R350HT, en el punto 9.1.5 de la UNE-EN 13674-4 para carril 45E3 R260 y para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo prescrito en su punto 9.1.7.

7.6.1.-Variación de la dureza en el eje de la superficie de rodadura en carriles con tratamiento térmico

Este apartado sólo es aplicable a carriles R350HT, como ensayo de la validación.

Para el carril de mayor longitud producido por el fabricante, se debe extraer un metro de longitud en cada extremo y a intervalos de 20 m desde un extremo del carril. Se someterán al ensayo de dureza de Brinell (HBW) de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6506-1 a intervalos de 25 mm sobre el eje de la superficie de rodadura después de haber eliminado por amolado un espesor de 0,5 mm. Los resultados de dureza no deben sobrepasar en ± 15 HBW al valor medio obtenido.

Este ensayo no es requerido para carril 45E3 ni para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, si el fabricante está validado según la Norma UNE-EN 13674-1 para el carril 60E1 o el perfil más pesado producido para el mismo grado

7.7.-ENSAYOS DE TRACCIÓN

El ensayo de tracción se debe realizar con la frecuencia especificada en la Tabla 10. Las muestras para el ensayo se deben obtener del carril según se indica en la figura 5 de la UNE-EN 13674-1. Los resultados obtenidos deben respetar los valores indicados en la Tabla 5.

Método de ensayo

El fabricante debe determinar las propiedades de tracción de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6892-1 utilizando una probeta de tracción cilíndrica con las siguientes dimensiones:

- diámetro: 10 mm;
- sección inicial: 78,5 mm²;
- longitud inicial entre referencias: 50 mm;
- longitud mínima de la parte calibrada: 55 mm.

Antes de realizar el ensayo, las probetas se someterán a una temperatura de 200 °C durante un periodo máximo de 6 h como tratamiento de envejecimiento.

Las ecuaciones predictivas que relacionan la resistencia a la tracción y el alargamiento con la composición química, deben calcularse con un análisis de regresión múltiple para todos los carriles producidos sin tratamiento térmico. Se debe seguir el procedimiento que a continuación se indica:

- Desarrollo de una ecuación predictiva;
- Confirmación de la ecuación predictiva;
- Actualización periódica de la ecuación predictiva;
- Acción correctora.

Los fabricantes deben calcular, utilizando análisis de regresión múltiple para todos los grados de acero naturalmente duros, ecuaciones predictivas que relacionen la resistencia a la tracción y el alargamiento con la composición química. Cada fabricante debe establecer sus propias ecuaciones predictivas.

Las ecuaciones predictivas deben obtenerse a partir de un número mínimo de 100 coladas y un número máximo de 200 coladas.

Las ecuaciones se harán realizando un ensayo de tracción válido por colada.

Las ecuaciones predictivas deben dar como resultado valores que estén dentro de una banda de dispersión regida por los siguientes límites:

- resistencia a la tracción: 12,5 MPa (1 de desviación típica);
- alargamiento: 1,0 % (1 de desviación típica).

Los resultados de las ecuaciones predictivas deben compararse con los resultados de la resistencia a la tracción y del alargamiento determinados de forma experimental según se describe en este apartado. Esta comparación se logrará realizando un ensayo de tracción válido cada 2.000 toneladas o, al menos, cada diez coladas.

Los resultados experimentales no deben diferir de los obtenidos con las ecuaciones predictivas más allá de ± 25 MPa para la resistencia a la tracción y de ± 2 % para el alargamiento.

Para actualizar las ecuaciones predictivas, se deben utilizar los resultados de los ensayos de resistencia a la tracción y de alargamiento obtenidos de los ensayos experimentales. Estos resultados se deben registrar y las ecuaciones se deben actualizar anualmente. Las ecuaciones actualizadas se deben basar en los últimos 100 resultados.

Si los resultados de las ecuaciones predictivas o los resultados experimentales estuvieran fuera de los límites establecidos anteriormente, entonces se deben realizar las acciones a), b) y c), y la acción d) cuando sea necesaria:

- a) el fabricante debe llevar a cabo una investigación;
- b) el problema lo debe resolver el fabricante, que realizará la acción correctora apropiada;
- c) el fabricante informará de los resultados obtenidos de a) y b) a Adif;
- d) si el problema no tuviera una solución satisfactoria para Adif, el fabricante o el fabricante potencial habrá incumplido los requisitos de aprobación especificados en este punto. Si los resultados de los ensayos satisfacen los requisitos de la Tabla 5 el producto es satisfactorio.

Grado del acero	Rango de dureza (HBW)	Resistencia a la tracción R_m mín Mpa	Alargamiento A mín %
R260	260 a 300	880	10
R350HT	350 a 390	1175	9

Tabla 5. Propiedades mecánicas.

Los requisitos y la metodología de ensayo, así como los contraensayos, serán los especificados en los apartados 9.1.6 y 9.1.7 de la UNE-EN 13674-4 para carril 45E3 R260 y para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo prescrito en sus puntos 9.1.8 y 9.1.9.

7.8.-RESISTENCIA A LA FISURACIÓN (K_{IC})

Los ensayos deben realizarse conforme al anexo B de la norma UNE-EN 13674-1. Los carriles de muestra deben ser de diferentes coladas y distintas líneas.

Se deben realizar un mínimo de tres ensayos en cada muestra.

Grado del acero	Valor individual mínimo K_{Ic} (Mpa·m ^{1/2})	Valor medio mínimo K_{Ic} (Mpa·m ^{1/2})
R260	26	29
R350HT	30	32

Tabla 6. Valores individuales mínimos y valores medios mínimos K_{IC}.

Este ensayo no es requerido para carril 45E3 ni para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, si el fabricante está validado según la Norma UNE-EN 13674-1 para el carril 60E1 o el perfil más pesado producido para el mismo grado.

7.9.-VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE FISURAS POR FATIGA

Los ensayos deben llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos generales de ISO 12108.

Debe utilizarse una probeta entallada para ensayo de flexión a tres puntos, cuyas dimensiones y posición en el carril se muestran en la Figura 2 de la UNE-EN 13674-1.

Se deben realizar un mínimo de tres ensayos en cada muestra y en las siguientes condiciones:

- la temperatura del ensayo debe estar entre +15 °C y 25 °C;
- $R = 0,5$ ($R =$ carga cíclica mínima / carga cíclica máxima);
- la distancia entre los 2 puntos extremos en el ensayo de flexión a tres puntos debe ser de 4 W (véase la Figura 2 de la UNE-EN 13674-1);
- la frecuencia de carga cíclica debe estar entre 15 Hz y 40 Hz;
- entorno: condiciones normales del laboratorio.

Las velocidades de propagación de fisuras por fatiga (m/Gc) no deben sobrepasar los valores dados en la Tabla 7.

$\Delta K = 10 \text{ MPa m}^{1/2}$	$\Delta K = 13,5 \text{ MPa m}^{1/2}$
17 m/Gc	55 m/Gc

Tabla 7. Velocidades de propagación de fisuras por fatiga.

Este ensayo no es requerido para carril 45E3 para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, si el fabricante está validado según la Norma UNE-EN 13674-1 para el carril 60E1 o el perfil más pesado producido para el mismo grado.

7.10.-ENSAYO DE FATIGA

Los ensayos de fatiga de amplitud constante se deben realizar de acuerdo con la Norma ISO 1099.

Las probetas deben mecanizarse a partir del carril de muestra, según se indica en la Figura 3 de la UNE-EN 13674-1.

Se deben someter a ensayo un mínimo de tres probetas de cada muestra y en las siguientes condiciones:

- la temperatura del ensayo debe estar entre +15 °C y +25 °C;
- la variable de control debe ser la amplitud de la deformación axial;
- el ciclo de deformación debe ser simétrico con respecto al estado inicial, de carga cero.

Para una amplitud de deformación total de 0,00135, la vida de cada probeta debe ser superior a 5×10^6 ciclos. La vida se define en relación con la ruptura completa de la probeta.

Este ensayo no es requerido para carril 45E3 ni para para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, si el fabricante está validado según la Norma UNE-EN 13674-1 para el carril 60E1 o el perfil más pesado producido para el mismo grado y siempre que este garantice que el acero componente soporta como mínimo 5×10^6 ciclos en la prueba de fatiga, según exigencia de la Especificación Técnica de Interoperabilidad (E.T.I.) del subsistema Infraestructura.

7.11.-TENSIONES RESIDUALES EN EL PATÍN DEL CARRIL

Las tensiones residuales en el patín del carril deben determinarse según lo señalado en el apartado correspondiente al Anexo C, de la norma UNE-EN 13674-1.

Para ensayos de tensiones residuales deben tomarse muestras de seis carriles. Las probetas de ensayo deben ser tomadas a 3 m como mínimo del extremo de cada carril.

Cada una de las seis probetas procedentes del cupón de carril debe medir 1 m de longitud y se deben tomar de un carril según se describe en el apartado 6.2.

Sólo se destruirá una pequeña parte de la probeta para medir la tensión residual; el resto puede utilizarse para otros ensayos de validación.

La determinación de las tensiones residuales longitudinales debe realizarse en el patín del carril de cada una de las 6 probetas, descritas en el párrafo anterior. La medida se tomará en el eje central del patín conforme a la Figura C.1 de la UNE-EN 13674-1.

La tensión residual longitudinal máxima en el patín debe ser de 250 MPa en todos los grados de

acero.

Este ensayo no es requerido para carril 45E3 para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, si el fabricante está validado según la Norma UNE-EN 13674-1 para el carril 60E1 o el perfil más pesado producido para el mismo grado.

7.12.-TOLERANCIAS DIMENSIONALES

7.12.1.-Perfil

Las diferencias entre las dimensiones nominales del perfil del carril (véase planos PAV) y las dimensiones reales en cualquier carril no deben sobrepasar las tolerancias de perfil dadas en las siguientes tablas:

- Tabla 7 de la norma UNE-EN 13674-1 para clase de perfil X, en carriles 54E1, 60E1,
- Tabla 6 de la norma UNE-EN 13674-2 para carriles utilizados en su ámbito de aplicación.
- Tabla 6 de la norma 13674-4, en carriles 45E3.

7.12.2.-Alineación, planitud y torsión

El enderezado del carril debe hacerse mediante un proceso en dos etapas por rodillos, que enderezan el carril en torno a sus ejes XX e YY, según se define en los perfiles de carril que se muestran en el anexo A de las normas UNE-EN 13674-1 y UNE-EN 13674-4 respectivamente.

El control de enderezado del carril debe realizarse de forma automática.

Las tolerancias de alineación, planitud de la superficie y torsión deben cumplir los requisitos dados en el punto 9.2.2 de la norma UNE-EN 13674-1 según clase A para los carriles de 54E1 y 60 E1. Para los carriles de perfil 45E3 se cumplirán las tolerancias especificadas en el apartado 9.2. de la norma UNE-EN 13674-4 y para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, serán de aplicación las prescritas en su punto 9.2.2. Los carriles que no los cumplan pueden someterse sólo a un nuevo enderezamiento por rodillos.

En caso de discrepancia sobre los resultados de la técnica automática, la planitud de la superficie del carril debe comprobarse utilizando una regla de verificación, según se muestra en dichas normas.

7.12.3.-Recorte y taladrado

Todos los carriles se suministrarán sin taladro para vía soldada.

Para vías no soldadas se considerará, bajo pedido, la realización del taladro de acuerdo a la Tabla 8. Los taladros irán situados en el centro del alma y serán perpendiculares a su plano de simetría.

Tipo de carril	Distancia taladro al extremo (mm)	Diametro del taladro (mm)	Distancia cabeza-patín (mm)
45E3	226	31	68,43
54E1	228	28	69,2
60E1	228	30	76,25

Tabla 8. Taladros.

El tamaño y la situación de los agujeros taladrados, el escuadrado de los extremos del carril y las longitudes del carril deben estar dentro de los límites de tolerancia dados el punto 9.2.3 de las

normas UNE-EN 13674-1 para los carriles de 54E1 y 60E1, de la norma UNE-EN 13674-4 para el perfil 45E3 y para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo indicado en dicha norma..

Los taladrados y los extremos del carril deben estar desbastados. Para los taladros que tengan que someterse a tratamientos especiales, las tolerancias y los tratamientos correspondientes se deben especificar según se indica en la serie de normas UNE-EN 13674.

7.12.4.-Plantillas

Las dimensiones necesarias para la fabricación de las plantillas se muestran en el anexo E de la norma UNE-EN 13674-1. Para los restantes carriles se acudirá a las normas de referencia de la serie UNE-EN 13674.

Si se usan técnicas de medición diferentes de las dadas en el anexo E, en caso de discrepancia, sólo se deben utilizar las que figuran en el anexo E.

7.13.-REQUISITOS DE INSPECCIÓN / TOLERANCIA DE CALIDAD INTERNA Y CALIDAD SUPERFICIAL

7.13.1.-Calidad interna

Todos los carriles deben someterse a ensayos de ultrasonidos mediante un proceso continuo que garantice la inspección del carril en toda su longitud del área especificada de la sección transversal.

La superficie mínima de la sección transversal examinada por la técnica de ultrasonidos debe ser:

- al menos el 70 % de la cabeza;
- al menos el 60 % del alma;
- el área del patín que debe someterse a ensayo debe ser como la que se muestra en la Fig. 15, de la norma UNE-EN 13674-1.

Convencionalmente, estas áreas se basan en la proyección de la dimensión nominal del cristal de la sonda. La cabeza debe someterse a ensayo desde ambos lados y desde la superficie de rodadura.

Los niveles de sensibilidad del equipo automático utilizado deben ser como mínimo 4 dB mayores que el nivel requerido para detectar los defectos artificiales que se indican para la cabeza, el alma y el patín del carril del perfil 60 E1 en las figuras 12, 13 14 y 15, respectivamente, de la norma UNE-EN 13674-1. Un eco que indique un posible defecto debe volverse a someter a ensayo, utilizando una sensibilidad incrementada en 6 dB, en vez de 4 dB. Un carril que dé un eco indicando un posible defecto debe separarse por medio de un nivel de alarma/inicio automático combinado con un sistema de clasificación y / o marcado. En caso de volverse a ensayar, se debe incrementar a 6 dB, en vez de 4 dB.

Los carriles que den señales superiores al umbral en el carril utilizando la sensibilidad aumentada se deben desechar o recortar para eliminar la parte defectuosa.

El sistema debe incorporar un registro continuo de señales de entrada e intermedias y una monitorización continua de las señales del interfaz y, si es su caso, de los ecos de fondo

Debe haber un carril de calibración por cada perfil sometido a ensayo de ultrasonidos. Las posiciones de los defectos artificiales se indican para la cabeza del carril, el alma y el patín del perfil 60 E1 en las figuras 12, 13 y 14 respectivamente de la norma UNE-EN 13674-1. Los carriles de calibración para otros perfiles deben basarse en el carril de calibración de 60 E1, y se deben poner planos detallados a disposición del Adif.

Se pueden utilizar otros métodos de calibración, pero deben ser equivalentes al descrito más arriba.

Para carril 45E3 será de aplicación lo prescrito en la norma UNE-EN 13674-4 y para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo indicado en dicha norma.

7.13.2.-Calidad superficial

Generalidades

Todos los carriles se deben inspeccionar visual o automáticamente por todas sus caras para detectar imperfecciones superficiales, siendo siempre necesario inspeccionar automáticamente la parte inferior del patín y la cabeza del carril.

Marcas en caliente, protuberancias y surcos

Se deben rectificar todas las protuberancias sobre la superficie de rodadura o en la superficie inferior del patín. Cualquier protuberancia que afecte al encaje de la brida, a una distancia inferior a 1 m del extremo del carril suministrado, será reacondicionada.

Las marcas existentes pueden tratarse de marcas longitudinales de guías de laminación, desgaste, arañazos en caliente, marcas de cascarilla incrustada, etc., según lo definido en EN 10163-1.

La profundidad de los defectos no deberá ser mayor de:

- 0,35 mm: en superficie de rodadura del carril
- 0,5 mm: en el resto del carril

En el caso de las marcas longitudinales producidas por las guías de laminación, se tolera un máximo de 2 marcas, con los límites de profundidad especificados, en cualquier punto sobre la longitud del carril, pero sólo se tolerará uno de estos defectos en la superficie de rodadura. Las marcas de guía recurrentes a lo largo del mismo eje se aceptan como una sola marca de guía.

El ancho máximo de las marcas de guía será de 4 mm. La relación ancho-profundidad de las marcas de guía aceptable será, como mínimo, de 3:1.

En el caso de marcas en caliente por la proximidad de los rodillos de laminación, aquellas que se repitan a lo largo del mismo eje, a una distancia igual a la de la circunferencia del cilindro, se deben contar como una única marca. Se pueden rectificar, salvo las marcas que estén en la cabeza del carril, donde se permite un máximo de 3 marcas por cada 40 m.

Marcas en frío

Las marcas en frío son huellas longitudinales o transversales formadas en frío. La profundidad de los defectos no deberá ser mayor de:

- 0,3 mm: en superficie de rodadura del carril y bajo el patín.
- 0,5 mm: en el resto del carril.

Se deben evitar en la zona inferior del patín marcas transversales en frío para evitar fisuras por fatiga.

Deterioro microestructural en superficie

Cualquier signo de deterioro microestructural que dé como resultado martensita o fase blanca debe

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
CARRIL	COMITÉ DE NORMATIVA
ET 03.360.161.8	3ª EDICIÓN
	MAYO 2023
	Pág. 23 de 43

rectificarse, o el carril será rechazado. La zona rectificada será comprobada con las pruebas de dureza correspondientes. La dureza no será superior en 50 HBW a la dureza del material colindante.

Comprobación y rectificación de defectos superficiales

Si resulta imposible medir la profundidad del defecto, se examinará con detenimiento y se acondicionará según el criterio indicado más abajo, utilizando una fresadora rotativa, un cepillo de púas o una banda abrasiva, siempre que la operación no altere la microestructura del carril y se homogeneice la zona acondicionada con el contorno.

La profundidad máxima de acondicionado no deberá ser mayor de:

- 0,35 mm: en superficie de rodadura del carril.
- 0,5 mm: en el resto del carril.

No debe de existir más de tres defectos por cada 10 m de carril ni, en toda su longitud, más de un defecto por cada 10 m de carril, que hayan sido rectificadas o comprobados. Tras la rectificación, las tolerancias del perfil y las tolerancias de planitud de la superficie, se deben ajustar a las especificadas en las respectivas normas.

Inspección automática

Se efectuará una inspección automática de la superficie inferior del patín y la cabeza del carril, a lo largo de su longitud.

El equipo utilizado debe ser capaz de detectar imperfecciones artificiales de las dimensiones que se indican en la Tabla 9, con una tolerancia de $\pm 0,1$ mm.

Profundidad defecto (mm)	Longitud defecto asociada (mm)	Ancho defecto (mm)
1,0	20	0,5
1,5	10	0,5

Tabla 9. Inspección de la superficie inferior del patín y la cabeza del carril.

Se admite que el aparato automático no controle una banda de 5 mm de la parte plana en el extremo del patín a cada lado.

Es conveniente que el equipo pueda autocalibrarse, y se debe efectuar una comprobación cada 8 horas con un carril de ensayo adecuado con defectos artificiales.

Para carril 45E3 será de aplicación lo prescrito en la norma UNE-EN 13674-4 y para carriles utilizados en el ámbito de la norma UNE-EN 13674-2, será de aplicación lo indicado en dicha norma.

8.-CONDICIONES DE RECEPCIÓN

La recepción de los carriles se realizará por el departamento responsable de Adif (o por los organismos internos o externos que éste designe).

Se podrán recepcionar carriles tanto en barra elemental como en barra larga soldada, en cuyo caso será necesario realizar los controles sobre la soldadura, tal y como se establece en la normativa de referencia UNE-EN-14587-1.

8.1.-CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCCIÓN

Se realizarán visitas a fábrica para constatar el control de calidad de la producción durante el proceso de fabricación, con una periodicidad acorde con el volumen a producir, según la demanda requerida por Adif. El departamento responsable de Adif deberá poder efectuar todas las verificaciones que le permitan asegurarse que se cumplen las condiciones exigidas por la presente Especificación Técnica.

El fabricante mostrará todos los documentos y/o registros que verifiquen que el proceso de fabricación se está llevando a cabo correctamente. Principalmente se verificarán aquellos registros obtenidos en el proceso de control automático establecido en el proceso de producción del carril: la medición de la sección y planitud, y las inspecciones determinadas en el apartado 7.13. En el documento "Control de Calidad de Producción" se reflejará un muestreo de las verificaciones de registros llevado a cabo.

En la mesa de inspección el personal designado por Adif podrá verificar el proceso de control dimensional (realizado mediante plantillas y reglas) e inspección visual que se esté llevando a cabo por el personal de la fábrica y/o control externo. También se comprobará que el marcado del carril (en relieve y estampación) está conforme a la normativa UNE-EN- 13674-1, UNE-EN 13674-2 y UNE-EN- 13674-4, permitiendo su adecuada trazabilidad. La verificación del carril se realizará siguiendo el documento situado en el Anejo 2. Control de calidad de producción.

El personal designado por Adif podrá presenciar los ensayos de control de producción que se realicen en el laboratorio de la fábrica y además deberá tener acceso a todos los resultados de los ensayos de control de producción vinculados al carril. Igualmente se reflejarán en el documento "Control de Calidad de Producción" los ensayos de control de producción presenciados en el laboratorio.

Será necesario que el fabricante proporcione a Adif el listado de coladas laminadas para comprobar el origen de los blooms y disponer de su trazabilidad.

Como parte del Control de Calidad de Producción se solicitará para su revisión: Plan de Aseguramiento de la Calidad, registro de las No Conformidades y Planes de Corrección y Mejora.

8.2.-ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Los ensayos y la trazabilidad del producto quedarán registrados en los certificados de calidad que el fabricante emitirá para todo carril que se suministre a Adif. Los certificados deberán ir asociados a contratos de obra de nueva construcción o para operaciones de mantenimiento y/o renovación de la red existente.

Los ensayos de laboratorio y controles que deben realizarse, durante la producción, así como su frecuencia estipuladas se reflejan en la Tabla 10. Se efectuarán en laboratorio como mínimo de tipo D.

Ensayo de laboratorio	Apartado	Grados del acero	
		R260	R350HT
Composición química	7.1	Uno por colada	
Hidrógeno	7.1.1	Uno por colada (dos de la primera colada de una secuencia)	
Oxígeno total	7.1.2	Uno por secuencia ^a	

Ensayo de laboratorio	Apartado	Grados del acero	
		R260	R350HT
Descarburación	7.3	Uno por 1000 toneladas o fracción ^{a,b}	Uno por 500 toneladas de acero conformado en caliente ^{a,c}
Limpieza de óxidos o pureza inclusionaria	7.4	Uno por secuencia ^{a, b o c}	
Imágenes macrográficas	7.5	Uno por 500 toneladas o fracción ^{a,b} excepto para carril 45E3	Uno por 500 toneladas o fracción ^{a, b o c}
Micrografía	7.2	-	Uno cada 100 toneladas ^c
Dureza	7.6	Uno por colada ^{a,b}	Uno por 100 toneladas de acero conformado en caliente ^{a,c}
Tracción	7.7	Un cálculo por colada/uno por 2000 toneladas ^{a, b}	Uno por 1000 toneladas ^{a,c}
Control Dimensional	7.12	Todos los carriles (100%)	
Calidad interna-superficial	7.13	Todos los carriles (100%)	
^a Las muestras deben tomarse aleatoriamente, pero solo de carriles procedentes de blooms de la zona de mezclado entre coladas, en caso de coladas continuas en secuencia ^b Las muestras deben cortarse después del laminado ^c Las muestras deben cortarse en carriles con tratamiento térmico.			

Tabla 10. Frecuencia de ensayos de recepción y autocontrol de producción.

8.2.1.-Contra-ensayos

Si el resultado de cualquiera de los ensayos no estuviera conforme con los requisitos dados en los apartados 7.1 al 7.7 (salvo el hidrógeno), entonces deberían hacerse dos ensayos sobre muestras tomadas de carriles fabricados anterior y/o posterior a la primera muestra ensayada. Si los nuevos ensayos fallaran, los carriles deberían someterse sucesivamente a ensayos hasta que se encontrara material aceptable. El material no satisfactorio debe eliminarse o, en el caso de material con tratamiento térmico, debe volverse a tratar y a someter a ensayo. Para los ensayos de hidrógeno y oxígeno hay que remitirse a los apartados 7.1.1 y 7.1.2 respectivamente.

Si los resultados de una investigación, realizada según se indica en el apartado 7.7, el procedimiento de validación o la ecuación predictiva, indican que ciertos carriles no están dentro de los valores especificados, entonces la aceptación de dichos carriles debe basarse en los resultados de los ensayos experimentales de tracción. En tales casos, se deben aplicar los valores mínimos de la Tabla 5.

8.3.-ENSAYOS DE CONTRASTE

Adicionalmente a los ensayos de control de producción que realiza la propia fábrica, y si así se considera por parte de Adif, se podrán tomar muestras de carril para realizar ensayos de contraste. Estos ensayos se realizarán cada 6.000 toneladas o cada 2 meses de producción y se llevarán a cabo en el laboratorio que Adif determine. Entre los ensayos de contraste a realizar, se considerarán como mínimo los ensayos de: descarburación, dureza Brinell y composición química.

También, si se considera necesario, se podrán solicitar los ensayos de: impresiones macrográficas y resistencia a tracción y elongación.

Todos los ensayos de contraste indicados han de ser realizados conforme a la Norma UNE-EN-13674-1, UNE-EN 13674-2 y UNE-EN- 13674-4, según corresponda y en caso de incumplimiento de cualquiera de éstos se abrirá una no conformidad.

9.-CONDICIONES DE TRANSPORTE Y ACOPIO

El fabricante estará obligado a almacenar, conservar y vigilar el material fabricado hasta el momento de su descarga en vía o en el punto de acopio designado, según cada tipo de suministro.

En el caso de que el suministro se realice en barra larga soldada, la responsabilidad del fabricante se mantendrá durante su acopio en la base de montaje o hasta el momento en el que comience la descarga en obra si se envía directamente Manipulación

El carril se deberá manipular, en el parque de la fábrica mediante pórticos grúas que dispongan de un sistema que evite flexiones excesivas que puedan dar origen a deformaciones permanentes.

9.1.-TRANSPORTE Y ACOPIO

El fabricante se responsabilizará de que el transporte se haga de la manera más adecuada, utilizando los vehículos y medios que garanticen que el carril no sufra deterioros durante el traslado. En caso contrario será responsabilidad del fabricante reemplazar las barras dañadas.

El carril se deberá acopiar, en fábrica u obra, en capas horizontales formadas a partir de carril colocado en su posición de "obra", es decir, con el patín en la parte inferior y de forma que los carriles que las integran tengan sus patines en contacto sin montar unos con otros . El número máximo de capas de carril a acopiar dependerá en cada caso de la capacidad portante de la losa o terreno preparado para tal fin, así como de la altura de las instalaciones de manipulación: pórtico, puente grúa o polipastos fijos, que se emplee.

Cada capa debe apoyarse sobre durmientes transversales y nivelados. Los durmientes correspondientes a las diferentes capas quedaran comprendidos en un mismo plano vertical. El apilado de barra elemental o primaria se realizará en forma prismática, sobre durmientes convenientemente nivelados y situados cada 1,25 m, y para su manipulación se podrá emplear puentes grúas o pórticos (ver Figura 1. Apilado de barra elemental o primaria).

En cuanto al apilado de barra larga soldada, se realizará en forma piramidal, sobre durmientes adecuadamente nivelados y situados cada 1,325 m, empleándose en este caso para su manipulación polipastos fijos (ver Figura 2. Apilado de barra larga soldada).

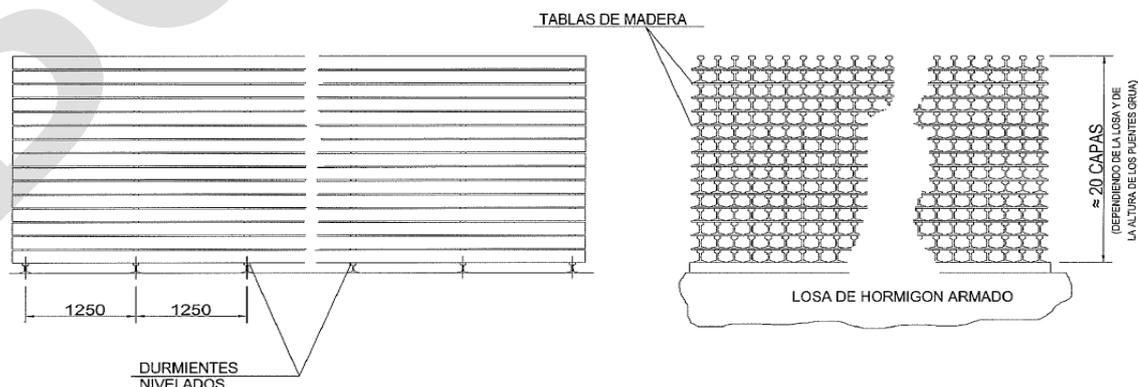


Figura 1. Apilado de barra elemental o primaria

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS		
CARRIL	COMITÉ DE NORMATIVA		
ET 03.360.161.8	3ª EDICIÓN	MAYO 2023	Pág. 27 de 43

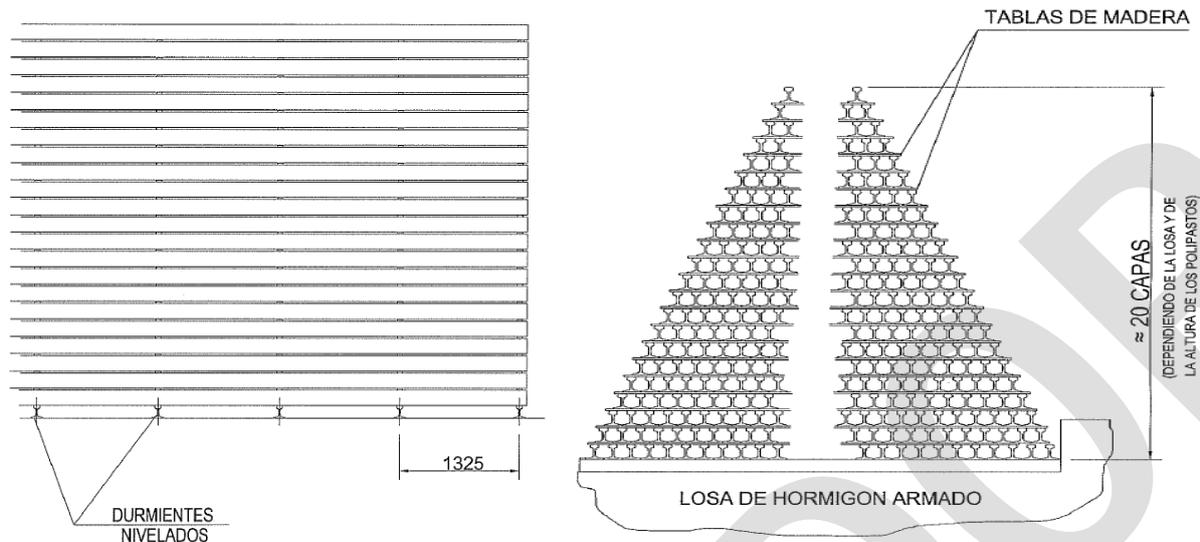


Figura 2. Apilado de barra larga soldada

10.-APERTURA DE NO CONFORMIDADES

En caso de detectarse un incumplimiento se abrirá una "no conformidad", dando lugar a una acción correctora por parte del fabricante de la que informará a Adif.

El personal designado por Adif, tras registrar la no conformidad en el Histórico de No Conformidades, estudiará las acciones correctoras llevadas a cabo por el fabricante y establecerá los oportunos contactos con el departamento de Adif responsable de la obra destinataria, redactará y comunicará al fabricante los pasos a seguir para certificar que el resultado no conforme localizado es puntual y no representativo del lote a recepcionar. Si el fallo identificase un problema del proceso de producción, se procedería al rechazo del material vinculado a dicha No Conformidad.

11.-GARANTÍA

Las garantías serán las establecidas en el contrato de obra y/o suministro correspondiente entre Adif y la empresa suministradora de carriles, y en todo caso cumplirá con la legislación vigente al respecto.

12.-NORMATIVA DEROGADA

Esta Especificación Técnica deroga y sustituye al siguiente documento:

- E.T. 03.360.161.8. Carril. 2ª Edición. Enero 2018 + M1. Julio 2020.

13.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR

La presente Especificación Técnica entrará en vigor en la fecha de su aprobación.

Los solicitantes que dispongan de validaciones basadas en versiones anteriores de la presente ET, podrán atenerse a lo dispuesto en el procedimiento de validación vigente para la renovación de las mismas.

14.-NORMATIVA DE REFERENCIA

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

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

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

- Reglamento (UE) nº 1299/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, relativo a las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema «infraestructura» en el sistema ferroviario de la Unión Europea. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2019/776 de la Comisión de 16 de mayo de 2019 que modifica los Reglamentos (UE) nº 321/2013, (UE) nº 1299/2014, (UE) nº 1301/2014, (UE) nº 1302/2014 y (UE) nº 1303/2014 y (UE) 2016/919 de la Comisión y la Decisión de Ejecución 2011/665/UE de la Comisión en lo que se refiere a la armonización con la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo y la implementación de los objetivos específicos establecidos en la Decisión Delegada (UE) 2017/1474 de la Comisión. 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. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.
- UNE-EN ISO 6892-1:2020. "Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente (ISO 6892-1:2019)". AENOR.
- UNE-EN ISO/IEC 17025, 2017: "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. (ISO/IEC17025:2017)". AENOR.
- UNE-EN ISO 19011, 2018: "Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión. (ISO 19011:2018)". AENOR.
- UNE-EN ISO 9001, 2015: "Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015)". AENOR.
- 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". AENOR.
- UNE-EN ISO 6506-1:2015. "Materiales metálicos. Ensayo de dureza Brinell. Parte 1: Método de ensayo (ISO 6506-1:2014)". AENOR.
- ISO 1099:2017. "Metallic materials-Fatigue testing-Axial force controlled method". ISO.
- ISO 4968: 2022. "Steel-Macrographic examination by sulphur print (Baumann method)". ISO.

- ISO 12108:2018. "Metallic materials–Fatigue testing–Fatigue crack growth method". ISO.
- UNE-EN 13674-1:2012+A1:2018. "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Carriles. Parte 1: Carriles Vignole de masa mayor o igual a 46 kg/m". AENOR.
- UNE-EN 13674-4:2019. "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Carriles. Parte 4: Carriles Vignole de masa comprendida entre 27 kg/m y 46 kg/m, excluyendo 46 kg/m". AENOR.
- UNE-EN 10027-1:2017. "Sistemas de designación de aceros. Parte 1: Designación simbólica". AENOR.
- UNE-EN 10027-2:2016. "Sistemas de designación de aceros. Parte 2: Designación numérica". AENOR.
- UNE-EN ISO 9712, 2023: "Ensayos no destructivos. Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos. (ISO 9712:2021)". AENOR.
- UNE-EN 13674-2:2020. "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Carriles. Parte 2: Carriles para desvíos y cruzamientos utilizados con carriles Vignole de masa mayor o igual a 46 kg/m". AENOR.

BORRADOR

I. ANEJO 1. Contenido del Dossier de Validación

ÍNDICE DE CONTENIDO	PÁGINA
1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO	32
2.- FORMATO DOCUMENTAL	32
3.- ACLARACIONES PRELIMINARES.....	33
4.- CONTENIDO DEL DOSIER	33
4.1.-PORTADA	33
4.2.-DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO OBJETO DE VALIDACIÓN	33
4.3.-PLANO	34
4.4.-GEOMETRÍA Y MARCAS	34
4.5.-DECLARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CARRIL.....	34
4.5.1.-GRADO DEL ACERO.....	34
4.5.2.-LONGITUDES	34
4.5.3.-IDENTIFICACIÓN	34
4.5.4.-MATERIA PRIMA	34
4.6.-TRAZABILIDAD	35
4.7.-INSTALACIÓN PRODUCTIVA	35
4.8.-ACOPIO DE MATERIAL, EMBALAJE Y ETIQUETADO	35
4.9.-LOGÍSTICA DE SUMINISTRO.....	35
4.10.- MÉTODO DE FABRICACIÓN	35
4.11.- TRATAMIENTO TÉRMICO.....	36
4.12.- AUTOCONTROLES EN PROCESO	36
4.13.- SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD	36
4.14.- COMPROMISO DE COMUNICACIÓN POR MODIFICACIÓN	37
4.15.- ENSAYOS DE VALIDACIÓN TÉCNICA	37
4.16.- AUDITORÍAS DE CONTROL DE PROCESO	37
5.- RESOLUCIÓN.....	37
6.- ANEXOS	38

1.-INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El capítulo 6. Validación de la ET de Adif 03.360.161.8 (en adelante E.T.), define y regula el proceso de validación, y entre su contenido se encuentra la relación simplificada de documentos a incluir en el dossier técnico, que el solicitante presentará para la superación del proceso.

El presente Anejo tiene por objeto definir pormenorizadamente la forma y contenido del referido dossier técnico a presentar, de manera que el proceso de validación resulte ágil y efectivo, tanto para el solicitante como para el departamento responsable de Adif. Se persiguen con ello tres objetivos:

- Garantizar que el solicitante presenta la información necesaria.
- Permitir al departamento de Adif una rápida, a la par que exhaustiva, revisión del documento.
- Construir un dossier completo y ordenado que puedan emplear los diferentes departamentos responsables de Adif, tanto de la recepción del material como del control o mantenimiento del mismo.

Cabe resaltar que el presente Anejo no incluye las pruebas en servicio, que se realizarán (si procede) con posterioridad a la aprobación por parte del departamento técnico de Adif de este dossier.

2.-FORMATO DOCUMENTAL

La documentación a presentar contendrá en todos los casos 16 apartados independientes, que se listan y describen en el siguiente epígrafe y conformarán el dossier técnico de validación.

El dossier se presentará en formato digital, firmado y en un único documento que contará con un índice detallado dotado de vínculos a los correspondientes apartados y marcadores que permitan el desplazamiento sencillo por el citado documento. Se deberá incluir la referencia a los anexos complementarios en el índice y establecerse los correspondientes vínculos en el texto.

Cabe recordar que la validación de una pieza lleva aparejada la combinación de las siguientes 4 variables, que definen biunívocamente el producto (ver definiciones en ET):

- Diseño (perfil, grado y longitud de la barra)
- Materia prima.
- Instalación productiva.
- Proceso/sistema de fabricación.

Así pues, con carácter general, se presentará un dossier completo e independiente para cada producto o combinación de variables.

En determinados casos y por simplicidad documental, o bien bajo petición del solicitante, el departamento de Adif responsable de validaciones aceptará la entrega de un único dossier que integre diferentes productos, siempre y cuando la información quede recogida de manera clara y resulte fácilmente trazable. En tal caso, en los apartados del dossier que proceda, habrán de quedar adecuadamente diferenciadas las variables en cuestión.

El contenido del dossier será tratado de forma confidencial por cualquier persona de Adif o que actúe en su nombre, salvo para aquellos aspectos que sean de dominio público.

3.-ACLARACIONES PRELIMINARES

La documentación a presentar en la validación permite garantizar que las variables antes citadas quedan adecuadamente definidas, y por tanto, el producto se diferencia de cualquier otro. Los siguientes apartados del dossier se corresponden con la definición de cada variable de la siguiente manera:

- Diseño: 4.3 y 4.4.
- Materia prima: 4.5.
- Instalación productiva: 4.6, 4.7, 4.8 y 4.9
- Sistema/proceso de fabricación: 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 y 4.14

El apartado 4.15 tiene por objeto requerir la documentación adicional que demuestre que las exigencias de la validación se han superado, y el 4.16 ofrece información sobre el control que el suministrador efectuará sobre el fabricante (cuando proceda).

Cabe resaltar que el producto que componga la muestra de validación será estrictamente el que se valide, y la descripción de la combinación de variables empleada en su fabricación será la que figure en el dossier a presentar.

4.-CONTENIDO DEL DOSSIER

A continuación, se relaciona el contenido mínimo del dossier, que el solicitante podrá ampliar en base a su criterio o a la necesidad de realizar aclaraciones adicionales.

4.1.-PORTADA

Ha de incluir al menos:

- Antetítulo: DOSSIER TÉCNICO DE VALIDACIÓN.
- Título: nombre del producto para el que se solicita la validación (perfil, grado y longitud de barra).
- Número de expediente asignado por Adif.
- Solicitante de la validación.
- ET de aplicación: ET 03.360.161.8.
- Fecha de redacción del dossier.

4.2.-DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO OBJETO DE VALIDACIÓN

Este apartado servirá de base para la acreditación, por lo que deberá incluir la información necesaria para la comprensión del resto de apartados. Presentará especial importancia cuando el informe integre diferentes combinaciones de variables (distinto origen del bloom, tipología de aceros, proceso de fabricación, longitud de la barra, perfil, grado...), o cuando incorpore ensayos realizados sobre diferentes coladas o en distintos laboratorios.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
CARRIL		COMITÉ DE NORMATIVA
ET 03.360.161.8	3ª EDICIÓN	MAYO 2023
		Pág. 33 de 43

La información requerida en los siguientes apartados se refiere a la producción en los turnos habituales de fabricación. Cuando el fabricante prevea incorporar turnos adicionales y ello conlleve modificaciones en alguno de los aspectos recogidos en el presente dossier, habrá de trasladar la información correspondiente al departamento responsable de Adif, para su incorporación a la documentación de validación.

4.3.-PLANO

Número de plano de la base de datos oficial de Adif correspondiente (en su defecto el plano de fabricación aprobado por Adif).

El plano se acompañará además como Anexo 3 independiente.

4.4.-GEOMETRÍA Y MARCAS

Este apartado tiene por objeto explicar la geometría, masa y marcas, cuando difieran de los planos o de los requisitos de la ET. En tal caso, deberán ser aprobadas por Adif.

- Se indicarán las cotas de la pieza, así como sus tolerancias en un listado o mediante croquis explicativo, siempre y cuando no figuren en el plano o este no exista.
- Se definirá en un esquema la posición y el contenido de las marcas de trazabilidad, cuando estas diverjan de las prescritas en la presente E.T.

4.5.-DECLARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CARRIL

En este apartado el dossier habrá de definir al menos:

4.5.1.-Grado del acero

Se definirá el grado del acero utilizado.

Los grados del acero serán conformes a los definidas en las Normas Europeas UNE-EN 10027-1 y UNE-EN 10027-2.

4.5.2.-Longitudes

Se definirá al menos todas las longitudes para las que se solicita la acreditación.

4.5.3.-Identificación

Identificación en relieve

Se definirán las marcas en relieve en un lado y a mitad del alma de cada carril.

Identificación . Estampación en caliente

Se definirá como debe estar identificado por un sistema de código numérico, alfabético o por ambos, y estampado en caliente por una máquina sobre el lado sin marcas en relieve del alma del carril.

4.5.4.-Materia prima

Definición clara del origen del bloom utilizado en la fabricación, con todas las evidencias documentales del sistema de control empleado en la producción del bloom que declare la conformidad con la ET. (Ver apartado 5 de la E.T.), teniendo especial interés cuando no se disponga

de siderurgia integral.

Se indicarán las materias primas utilizadas para la fabricación del bloom y sus respectivas procedencias.

Se presentará la certificación de la chatarra utilizada para controlar los residuales mediante Anexo 5.

Se exigirá una trazabilidad de las materias primas empleadas, así como de los procesos de transformación aplicados.

En el caso excepcional en el que el fabricante esté obligado a utilizar blooms de distinto origen, facilitará toda la información de las razones que lo justifican, identificará con exactitud el origen de los blooms utilizados y definirá cada detalle en este apartado para posterior análisis de Adif.

4.6.-TRAZABILIDAD

Diagrama del sistema de producción que garantice la trazabilidad de la materia prima y demás componentes a lo largo del proceso de fabricación.

4.7.-INSTALACIÓN PRODUCTIVA

Memoria descriptiva: ubicación, descripción general, características, lay-out del proceso, medios materiales y humanos, equipos y plan de calibración de estos, etc.

En concreto, en relación con los medios humanos, se demostrará la capacitación de los soldadores, así como la competencia del laboratorio empleado en el autocontrol para la realización de ensayos no destructivos (ver exigencias laboratorio, apartado 3 de la ET).

Cuando las distintas operaciones de fabricación de los carriles se lleven a cabo en diferentes plantas, se incluirá información de los distintos emplazamientos.

Indicación de la capacidad de producción estándar con relación al producto a validar.

Se describirán los útiles y maquinaria a emplear.

4.8.-ACOPIO DE MATERIAL, EMBALAJE Y ETIQUETADO

Descripción del sistema de almacenamiento empleado para la materia prima y el producto terminado (tipo, dimensiones, ubicación, capacidad, esquema...).

Descripción detallada de los dispositivos y medios de manipulación de los carriles en las diferentes fases de producción, así como del material de los durmientes y su disposición, lecho de soporte y modo de apilamiento en la zona de almacenamiento, para aprobación de Adif.

Indicación de los procedimientos de carga, descarga y transporte.

4.9.-LOGÍSTICA DE SUMINISTRO

Descripción del procedimiento de envío del producto, tanto a destino final como a planta fija de soldadura.

4.10.-MÉTODO DE FABRICACIÓN

Descripción general de las fases del proceso y de los medios empleados, incluyendo como mínimo la descripción del acopio de las materias primas, origen y fabricación de los blooms según apartado 5.1, el procedimiento de soldadura eléctrica y su monitorización (según UNE-EN 14587-1) en caso

de barra larga soldada.

Asimismo, se incluirán los controles tras cada fase del proceso, y todo esquema aclaratorio general resultará de gran utilidad y se incluirán las fichas de las instrucciones de trabajo en Anexo 10.1.

Adicionalmente, se incluirá en Anexo 10.2 la documentación de puesta a punto de la maquinaria utilizada, para cada máquina u operación específica, así como la siguiente información textual y gráfica a ser posible:

- Herramientas a utilizar y descripción del punto de trabajo.
- Actividades a realizar antes de comenzar el turno.
- Proceso de la actividad durante el turno.
- Actividades a realizar tras finalizar el turno.

4.11.-TRATAMIENTO TÉRMICO

Descripción del tratamiento térmico cuando proceda.

4.12.-AUTOCONTROLES EN PROCESO

Fichas de ejecución de los controles en proceso (en Anexo 12), así como los criterios de aceptación o rechazo, a saber:

- Defectos superficiales.
- Control geométrico del cuerpo y extremos de carril.
- Control por ultrasonidos.
- Otros controles adicionales (si los hubiera).

Para el control de la regularidad del cuerpo del carril, que ha de realizarse de forma automática, se especificará tipo de plantillas (u otros sistemas de medición) empleadas para las verificaciones. Se indicará para cada cota, el equipo o sistema empleado para su medición, así como sus características y calibración.

De igual manera, se describirá el procedimiento que se seguirá para garantizar el cumplimiento de los requisitos de calidad interna y superficial, el equipo o sistema empleado para su medición, así como sus características y calibración.

4.13.-SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

4.13.1.-Organización y certificados

El solicitante demostrará que dispone de una organización de métodos y medios materiales y humanos que le permitan garantizar la calidad de la fabricación, estando capacitado para realizar controles en todos los turnos de la misma.

Se comprometerá a cumplir con el conjunto de ensayos establecidos por la presente E.T. como controles de calidad del proceso de fabricación, así como a demostrar su ejecución mediante registros documentales que estarán a disposición de Adif. Deberá dejar constancia de este compromiso en el presente apartado.

Asimismo, acompañará una descripción general del Sistema de calidad: fecha de implantación y

normas de referencia; certificaciones ISO 9001 y 14001 (en Anexo 13.1); plan de auditorías internas y externas; relación de procedimientos específicos e instrucciones de trabajo.

El departamento responsable podrá solicitar procedimientos o instrucciones específicas si lo considera conveniente.

4.13.2.-Plan de calidad

Se entregará también, como Anexo 13.2 independiente, el Plan de Calidad de la fábrica, que demuestre la capacidad y el compromiso del solicitante de efectuar, como mínimo, los ensayos y controles que la E.T. establece al efecto para el autocontrol de la producción.

4.14.-COMPROMISO DE COMUNICACIÓN POR MODIFICACIÓN

El solicitante se comprometerá a comunicar por escrito al departamento responsable de Adif y con antelación, cualquier cambio en el proceso de producción ordinario declarado en este dossier, acompañando la documentación sustitutiva.

4.15.-ENSAYOS DE VALIDACIÓN TÉCNICA

El departamento responsable de Adif (o el solicitante si Adif así lo decide) seleccionará las muestras para ensayo, presentando un dossier que contendrá los siguientes apartados:

1. Laboratorio/s: nombre, localización y prueba de cumplimiento de los requisitos de la E.T. en cuanto a nivel de validación.
2. Índice de ensayos y fecha de fabricación de las muestras y de realización de los ensayos.
3. Tabla general de resultados incluyendo: número de muestras necesarias y ensayadas, valores de referencia de la E.T. y laboratorios de realización.
4. Listado de informes de laboratorio/s, indicando su código de referencia, y acompañándolos en el Anexo 15.

A fin de garantizar la trazabilidad del producto, se recomienda que los informes de laboratorio incorporen en su portada el número de expediente asignado por Adif para la validación del producto.

Cuando los ensayos se hayan realizado con anterioridad a la publicación de la E.T, deberá demostrarse su correlación con los requisitos de esta, bien en el cuerpo del dossier en el presente apartado, bien en anexo junto a los informes.

4.16.-AUDITORÍAS DE CONTROL DE PROCESO

Cuando el solicitante de la validación no sea fabricante del producto, tal como establece el apartado 6.5 de la presente E.T., entregará una planificación de auditorías al fabricante, así como la relación de aspectos a supervisar y controlar.

Tanto la planificación como el contenido de las auditorías serán aprobados por el departamento responsable de Adif, mediante la aceptación del presente dossier.

5.-RESOLUCIÓN

La documentación arriba referida será analizada por el departamento responsable de Adif que, siempre que disponga de medios, efectuará una visita a las instalaciones durante el proceso productivo de la muestra a validar, para completar la evaluación.

Si las conclusiones del análisis son adecuadas, se emitirá informe técnico favorable de validación. Dicho informe se acompañará de la evaluación de la conformidad del producto según la E.T.I. del subsistema Infraestructura (cuando proceda), para que la validación se haga efectiva en la forma recogida en el procedimiento de Adif al efecto.

6.-ANEXOS

ANEXO 3.-Plano.

ANEXO 5.- Certificación de la chatarra.

ANEXO 10.1.-Fichas de las instrucciones de trabajo.

ANEXO 10.2.-Puesta a punto de la maquinaria utilizada.

ANEXO 12.-Fichas de ejecución de los controles del proceso.

ANEXO 13.1.-Certificación ISO del sistema de control de calidad.

ANEXO 13.2.-PC de la fábrica.

ANEXO 15.- Informe/s de los ensayos de validación.

Nota: adicionalmente el solicitante podrá incorporar los anexos que considere necesarios para la compresión del dossier.

II. ANEJO 2. Control de calidad de producción

BORRADOR

FABRICANTE:	FECHA: dd/mm/aaaa
PERFIL:	FECHA LAMINACIÓN: dd/mm/aaaa a dd/mm/aaaa
CALIDAD:	Nº PARTE:
LONGITUD: (m)	Normas de referencia: UNE EN 13674-1 y UNE EN 13674-4

TOLERANCIAS DIMENSIONALES

Sección carril	APTO	NO APTO								
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<i>Altura (H)</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">54E1/60E1</td> <td style="width: 50%;">45E3 (RN45)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$\pm 0.5 / \pm 0.6$ mm</td> <td style="text-align: center;">+ 0.5 / - 1.0 mm</td> </tr> </table>	54E1/60E1	45E3 (RN45)	$\pm 0.5 / \pm 0.6$ mm	+ 0.5 / - 1.0 mm
54E1/60E1	45E3 (RN45)									
$\pm 0.5 / \pm 0.6$ mm	+ 0.5 / - 1.0 mm									
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<i>Ancho cabeza (WH)</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">± 0.5 mm</td> <td style="width: 50%;">+ 0.6 / - 0.5 mm</td> </tr> </table>	± 0.5 mm	+ 0.6 / - 0.5 mm		
± 0.5 mm	+ 0.6 / - 0.5 mm									
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<i>Ancho patín (WF)</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">± 1.0 mm</td> <td style="width: 50%;">+ 1.5 / - 1.0 mm</td> </tr> </table>	± 1.0 mm	+ 1.5 / - 1.0 mm		
± 1.0 mm	+ 1.5 / - 1.0 mm									
			Alineación recta vertical	Alineación recta horizontal						
Planitud carril (ondulómetro)	APTO	NO APTO								
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alineación recta vertical	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">54E1/60E1</td> <td style="width: 50%;">45E3 (RN45)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">< 0.2 mm (L=1 m)</td> <td style="text-align: center;">≤ 0.7 mm (L=1.5 m)</td> </tr> </table>	54E1/60E1	45E3 (RN45)	< 0.2 mm (L=1 m)	≤ 0.7 mm (L=1.5 m)
54E1/60E1	45E3 (RN45)									
< 0.2 mm (L=1 m)	≤ 0.7 mm (L=1.5 m)									
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alineación recta horizontal	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">< 0.45 mm (L=1.5 m)</td> <td style="width: 50%;">≤ 0.7 mm (L=1.5 m)</td> </tr> </table>	< 0.45 mm (L=1.5 m)	≤ 0.7 mm (L=1.5 m)		
< 0.45 mm (L=1.5 m)	≤ 0.7 mm (L=1.5 m)									
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Enderezado extremos (prensa)	APTO	NO APTO	Planitud vertical	Planitud horizontal						
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Planitud vertical</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">54E1/60E1</td> <td style="width: 50%;">45E3 (RN45)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">< 0.3 mm (L=1 m)</td> <td style="text-align: center;">≤ 1.5 mm (L=1.5 m)</td> </tr> </table>	54E1/60E1	45E3 (RN45)	< 0.3 mm (L=1 m)	≤ 1.5 mm (L=1.5 m)
54E1/60E1	45E3 (RN45)									
< 0.3 mm (L=1 m)	≤ 1.5 mm (L=1.5 m)									
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Planitud horizontal</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">< 0.4 mm (L=1 m)</td> <td style="width: 50%;">≤ 1.5 mm (L=1.5 m)</td> </tr> </table>	< 0.4 mm (L=1 m)	≤ 1.5 mm (L=1.5 m)		
< 0.4 mm (L=1 m)	≤ 1.5 mm (L=1.5 m)									
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

Observaciones:

INSPECCIONES CALIDAD CARRIL

Calidad Interna (Ultrasonidos)	APTO	NO APTO	
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observaciones:
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Calidad Externa (Corrientes inducidas)	APTO	NO APTO	
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observaciones:
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Identificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Se adjuntarán los registros que se puedan obtener en formato digital o papel.

SISTEMA GESTIÓN CALIDAD

	VERIFICADO	TOTALES	
Plan Aseguramiento Calidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observaciones:
Registro No Conformidades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Planes Corrección y Mejora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Respresentante Adif	Fabricante
Fdo.:	Fdo.:

III. ANEJO 3. Requisitos esenciales de la ETI en los que incide esta ET y otros aspectos no recogidos en la norma UNE-EN 13674

BORRADOR

AFECCIÓN SOBRE LOS REQUISITOS ESENCIALES

REQUISITOS ESENCIALES CON ALGÚN TIPO DE RELEVANCIA EN EL CARRIL			REQUISITO EN LA E.T.	PUNTO DE LA E.T.
4.2.4.5.	Conicidad equivalente	Cumplir con lo establecido en el punto 4.2.4.5 de la ETI	Cumple para los perfiles 54E1 y 60E1	1
			No cumpliría para el perfil 45E3, según la ETI de infraestructuras, pero se aclara en el punto 1 de la ET que el uso del 45E3 no se empleará en actuaciones que deban ser interoperables, según la ETI Infraestructura.	1
4.2.4.6.	Perfil de la cabeza de carril para vía corriente	Cumplir con lo establecido en el anexo A de la norma UNE-EN 13674-1, el anexo A de la UNE-EN 13674-4 o bien el punto 2 del apartado 4.2.4.6.	Los perfiles 54E1 y 60E1 cumplen con lo establecido en la norma UNE-EN 13674-1. El perfil 45E3 cumple lo establecido en la norma UNE-EN 13674-4.	1
			El perfil 45E3 no cumple lo establecido en el punto 2 del apartado 4.2.4.6 de la E.T.I. Infraestructura. Por ese motivo se aclara en el punto 1 de la ET que el uso del 45E3 no se empleará en actuaciones que deban ser interoperables según dicha ETI.	1

CARRIL COMO COMPONENTE DE INTEROPERABILIDAD

ESPECIFICACIÓN DEL COMPONENTE		REQUISITO ETI	REQUISITO EN LA E.T.	PUNTO DE LA E.T.
5.3.1.1.	Perfil de la cabeza de carril para vía corriente	Cumplir con lo establecido en el anexo A de la norma UNE-EN 13674-1, el anexo A de la UNE-EN 13674-4 o bien el punto 2 del apartado 4.2.4.6.	Los perfiles 54E1 y 60E1 cumplen con lo establecido en la norma EN 13674-1:2011	1
			El perfil 45E3 no cumple lo establecido en el punto 2 del apartado 4.2.4.6 de la E.T.I. Infraestructura. Por ese motivo se aclara en el punto 1 de la ET que el uso del 45E3 no se empleará en actuaciones que deban ser interoperables según dicha ETI.	1
5.3.1.2.	Acero de carriles			
5.3.1.2. - 1	Resistencia de la vía a las cargas aplicadas	Cumplir con lo establecido en el punto 4.2.6 de la ETI de Infraestructuras (Reglamento 1299/2014)	Los perfiles indicados en la E.T. cumplen con las exigencias del punto 4.2.6. de la ETI infraestructura, sin requisitos adicionales	1
5.3.1.2. - 2a	Dureza del carril	Mínimo 200 HBW	Rango de 260 a 300 HBW para acero R260 Rango de 350 a 390 HBW para acero R350HT	4.1 y 7.6
5.3.1.2. - 2b	La resistencia a la tracción	Mínimo 680 Mpa	Mínimo 880 Mpa	7.7
5.3.1.2. - 2c	Número mínimo de ciclos en la prueba de fatiga	Mínimo $5 \cdot 10^6$ ciclos	Mismo valor mínimo	7.10

