 <p>Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles Comisión de Normalización</p>	<p>RIELES DE FONDO PLANO</p>	<p>ALAF 5-030</p> <p>Grupo: B</p> <p>TRAMITE : -----</p> <p>EMISIÓN: Agost 2002</p> <p>Cantidad de pág: 46</p>
---	-------------------------------------	---

(Documento realizado en base al Convenio de Cooperación ALAF-RENFE en Normalización Técnica)

INDICE	Pág.
1- Alcance.	2
2- Antecedentes.	2
3- Condiciones de manufactura.	2
3.1- Proceso de fabricación del acero.	2
3.2- Plantillas maestras y calibres de trabajo.	2
3.3- Manufactura de los rieles.	3
3.4- Marcado.	3
3.5- Liberación de los defectos.	5
3.6- Terminación.	5
3.7- Tolerancias.	5
4- Condiciones de aceptación.	10
4.1- Supervisión.	10
4.2- Condiciones previas a la aceptación.	10
4.3- Tipo de ensayos.	11
4.4- Muestras para ensayos.	12
4.5- Análisis químico.	12
4.6- Ensayo de peso caedizo.	15
4.7- Ensayo de tensión.	19
4.8- Ensayo macroscópico.	21
4.9- Ensayo de corte y rotura.	24
4.10- Ensayo de Dureza Brinell.	25
Anexo A Marcado de rieles	27
Anexo B Calibres para rieles de fondo plano	29
Anexo C Impresiones de Azufre Tipo Baumann	39

1- ALCANCE

Esta Norma especifica los requerimientos para la calidad y las condiciones de aceptación para los rieles de fondo plano y de rieles especiales para cambios y cruzamientos.

Se aplica a rieles de acero sin tratamiento térmico con una masa lineal de 35 Kg/m o más y a secciones especiales usados en asociación con estos rieles de fondo plano.

2- ANTECEDENTES

ISO /R 79, Ensayo de dureza Brinell para el acero

ISO 82, Acero – Ensayo de tensión

ISO 5003-1980 – Rieles de fondo Plano.

UIC 860 – Impresiones de Azufre Tipo Baumann

3- CONDICIONES DE MANUFACTURA

3.1- Proceso de fabricación del acero

El tipo de proceso de fabricación del acero será alguno de los indicados en el anexo A de esta Norma.

La naturaleza y principal característica del procedimiento usado, no podrá ser alterada durante el proceso de fabricación de los rieles.

3.2- Plantillas maestras y calibres de trabajo

La sección estándar del riel, todas las plantillas maestras y los calibres de trabajo requeridos para ensayos particulares serán provistos por el fabricante, a su propio costo, y serán presentados para la aprobación del comprador.

Antes de la manufactura, el fabricante presentará dos juegos de plantillas maestras, macho y hembra, conforme al perfil teórico de la sección del riel a ser manufacturado, junto con los dos juegos de calibres límites de trabajo pasa no - pasa incorporando las tolerancias sobre las dimensiones especificadas.

Las plantillas maestras y, si es requerido, los calibres de trabajo, serán sellados después de la aprobación del representante del comprador. Un juego de plantillas maestras y calibres de trabajo quedarán en poder del inspector receptor para el período del ensayo de aceptación.

Sólo estas plantillas maestras y calibres de trabajo serán válidos para los propósitos de chequeo.

3.3- Manufactura de los rieles

En todas las partes del proceso de manufactura, el fabricante deberá utilizar las mejores técnicas disponibles así como también los rieles reunirán los requerimientos de esta especificación. Coladas continuas de blooms pueden ser usadas además de los blooms hechos de los lingotes.

Serán tomadas precauciones para evitar la ocurrencia de hojuelas de hidrógeno en los grados de acero que son susceptibles a este defecto.

En todas las coladas de acero líquido que se utilicen en la fabricación de los rieles, el contenido de hidrógeno medido en partes por millón será menor o igual a 1,5.

3.4- Marcado

Las marcas sobre los rieles serán como sigue:

3.4.1- Marcado en caliente

Esta operación se llevará a cabo durante el proceso de laminación y por lo menos una vez cada 4 metros.

Las marcas estarán en relieve y claramente legibles. La altura de las letras / caracteres, será al menos de 20 mm y con un relieve de al menos 0.5 mm en un lado del alma. Las marcas son las siguientes:

- identificación del fabricante
- mes y los últimos dos dígitos del año de fabricación.
- una flecha señalando en la dirección de la cima del lingote o la cima de la parte de la colada continua
- el símbolo de la sección del riel o su masa por unidad de longitud, en kilogramos por metro
- el símbolo del proceso de fabricación del acero en acuerdo con el Anexo A

- el símbolo del grado de acero en acuerdo con el Anexo A

3.4.2 - Estampado en caliente

Esta operación se llevará a cabo por medio de máquina y tendrá lugar por lo menos una vez cada 5 metros, la profundidad del estampado estará comprendida entre 0,5 y 1 mm.

a) Para rieles producidos de lingotes: el alto de los caracteres será al menos de 15 mm, en el otro lado del alma del riel, donde aparecerán al menos una vez, cerca del extremo correspondiente a la cima del lingote y en el orden dado a continuación:

- número de identificación de la colada
- Las letras A, B,.....,Z, en orden desde la cima del lingote, la Z es reservada para el extremo inferior del riel.
- El número del lingote: 1, 2, 3.....

La cima y el fondo de los ejemplares de las barras laminadas para ensayo serán marcados con el número de colada y lingote y con las letras A o Z, según si la cima o el fondo está implicado.

b) Para rieles producidos por colada continua: el alto de los caracteres a opción del fabricante, será al menos 15 mm, en el otro lado del alma del riel, en el cual aparecerán por lo menos una vez, en una posición adecuada y en conformidad a un código numérico, alfabético o alfanumérico del cual pueda ser obtenida la siguiente información:

- el número de colada de la cual el riel fue laminado
- la posición del riel relativa a la cima del bloom o parte de colada continua
- Toda otra marca de la medida de la posición del riel en la colada.

Nota: en la eventualidad que cualquier marca sea removida durante el cortado, será re identificada.

3.4.3- Identificación

El fabricante asegurará que los rieles laminados de material de coladas continuas sean identificados separadamente de los rieles producidos de lingotes.

Para secuencias de colada continua, la colada será considerada como incluyendo todos los blooms hacia arriba, pero excluyendo el primer bloom conocido de la siguiente colada.

3.5- Liberación de los Defectos

Los rieles estarán libres de todos los defectos perjudiciales, internos y externos, por ejemplo aquellos que tienen efectos desfavorables en el comportamiento de los rieles en servicio.

El fabricante asegurará la ausencia de defectos internos dañinos a través del control durante la manufactura. Entonces, ensayo continuo y no destructivo, apropiado al proceso de manufactura y al grado del acero, por ejemplo el ensayo de ultrasonido, será aplicado.

El inspector puede hacer ensayos de defectos de superficie por medio de una herramienta, y decidirá si tales defectos tendrán un efecto adverso en el comportamiento del riel en servicio.

Cualquier operación llevada a cabo, tanto en estado caliente o frío con el objeto de ocultar un defecto, está estrictamente prohibida.

3.6- Terminación

En orden de salvaguardar la calidad intrínseca de los rieles, el enderezado en frío puede ser aplicado por medio de presión gradual sin impacto. Durante el enderezado, las marcas serán protegidas de las acciones de los rodillos.

Los rieles serán cortados al largo deseado cuando estén fríos por medio de una fresadora o por medio de una sierra, y las rebabas serán removidas sin un biselado perceptible de la sección.

En el caso del suministro de rieles con orificios, serán hechos por perforación, los lados serán completamente cilíndricos y lisos, sin rebabas y con bordes ligeramente biselados.

3.7- Tolerancias

3.7.1- Tolerancias Dimensionales

Los métodos y significados para el chequeado de las tolerancias para las principales dimensiones se dan en la tabla 1.

Se utilizarán los calibres indicados en el anexo B (Figura 1 a Figura 8).

Tabla 1 – Dimensiones Principales

Valores en milímetros

Características		Dimensiones	Tolerancias	Métodos de chequeo de acuerdo con Anexo
1	Altura (H) del riel (1)	$H < 165$ $165 \leq H < 180$ $180 \leq H < 190$ $190 \leq H$	± 0.5 ± 0.7 ± 0.8 ± 1.0	B - 1
2	Ancho (L) del patín	$L < 138$ $138 \leq L < 150$ $150 \leq L < 160$ $160 \leq L < 170$ $170 \leq L$	± 1.0 ± 1.1 $+ 1.1$ y -1.3 ± 1.3 ± 1.5	B - 2
3	Ancho nominal (C) de la cabeza del riel	$C < 72$ $72 \leq C < 74$ $74 \leq C$	± 0.5 ± 0.6 ± 0.8	B - 3
4	Asimetría (X) de la sección (2)	$L < 150$ $150 \leq L < 160$ $160 \leq L < 170$ $170 \leq L$	± 1.3 ± 1.5 ± 1.7 ± 2.0	B - 4
5	Perfil (excepto para rieles de vías Completamente soldadas). (2)	$H < 165$ $165 \leq H < 180$ $180 \leq H < 190$ $190 \leq H$	± 0.5 ± 0.7 ± 0.8 ± 1.0	B - 5

1) La altura del riel es la distancia entre la cara inferior y la tangente a la cabeza del riel paralela a la cara inferior.

2) En el caso de secciones asimétricas, los puntos 4 y 5 estarán sujetos a agregados particulares concernientes a las medidas de referencia

Nota - En el caso de vías de alta velocidad, la tolerancia estará sujeta a agregados especiales.

Tabla 2 – Tolerancias suplementarias para definir los calibres de trabajo y plantillas

Características	Tolerancias
Espesor del alma	+1 mm -0.5 mm
Inclinación de la superficie *	$\pm 3.6\%$
Otras dimensiones	misma tolerancia que <i>H</i>

* Para los rieles donde la sección tiene superficies planas, es obligatorio usar el calibre dado en el Anexo B- 5 para chequear la inclinación de las superficies; el calibre es también usado para chequear la altura del hueco

3.7.1.1- Secciones del Riel

Las tolerancias son las indicadas en la tabla 1.

3.7.1.2- Largo de los Rieles

Las tolerancias en el largo, dependen del método usado para colocar la vía (eclisada o soldada). A 15°C, las tolerancias para los rieles de fondo plano estarán dentro de los siguientes rangos:

Longitud de los rieles:

- Hasta 18 m inclusive: ± 2 mm
- Más de 18 hasta 24 m inclusive: ± 3 mm
- Más de 24 hasta 36 m inclusive para vía eclisada: ± 4 mm
- Más de 24 hasta 36 m inclusive para vía soldada: ± 6 mm
- Más de 36 m: ± 20 mm

3.7.1.3- Alineado Final

Tabla 3 – Alineado Final

Valores en milímetros

En el eje vertical	$H < 180$	0.6
	$180 \leq H < 190$	0.7
	$190 \leq H$	0.8
En la dirección horizontal	$L < 150$	0.5
	$150 \leq L < 160$	0.6
	$160 \leq L < 170$	0.7
	$170 \leq L$	0.8

3.7.1.4- Diámetro de los agujeros

Tabla 4 – Diámetros de los agujeros

$\Phi \leq 30 \text{ mm}$	$\Phi > 30 \text{ mm}$
$\pm 0.5 \text{ mm}$	$\pm 0.7 \text{ mm}$

3.7.1.5- La posición del centro de los agujeros relativos al borde y base del riel

Tabla 5 – Posición de los agujeros

$\Phi \leq 30 \text{ mm}$	$\Phi > 30 \text{ mm}$
$\pm 0.5 \text{ mm}$	$\pm 0.7 \text{ mm}$

Los diámetros y posición de los agujeros serán chequeados con calibres del tipo dado en los Anexos B - 6 y B - 7.

3.7.2- Tolerancia de Rectitud

La rectitud en los extremos será chequeada con un borde recto de longitud 1.5 m de acuerdo con el Anexo B - 8.

a) En el plano vertical

Cuando la desviación tiene el efecto de elevar el extremo, el máximo de alzamiento permitido es: 0.8 mm.

Cuando la desviación tiene el efecto de bajar el extremo, el máximo permitido es 0 mm.

b) En el plano horizontal, el máximo permitido de desviación es: 0.8 mm.

En todos los casos el máximo de desviación será lo más lejos posible de los extremos.

Entre los dos extremos la alineación será juzgada a simple vista.

Los rieles que muestren deflexiones en exceso en cualquiera de las tolerancias indicadas arriba, serán alineados por medio de prensa y luego re chequeados.

4- CONDICIONES DE ACEPTACION

4.1- Supervisión

El representante del comprador tendrá el derecho de observar el método de fabricación, estar presente en todos los ensayos relativos a las coladas designadas para su ferrocarril y examinar todos los resultados obtenidos de tales ensayos a través de los certificados técnicos que obligatoriamente le serán suministrados.

Él tendrá el derecho de llevar a cabo todos los chequeos necesarios para asegurar que la fabricación esté estrictamente en concordancia con las condiciones estipuladas.

La supervisión se llevará a cabo de tal manera que no interfiera con las operaciones de los trabajos.

El fabricante comunicará al comprador con la debida antelación, los planes de laminación.

4.2- Condiciones previas a la aceptación

En el caso de lingotes, el comprador (o su representante) indicará, antes de la laminación, los lingotes, de los cuales los ejemplares por colada serán tomados para el ensayo de aceptación. Estos ejemplares serán agrupados de acuerdo a la colada y estarán disponibles hasta completar las operaciones de los ensayos de aceptación de los rieles de las coladas correspondientes.

En el caso de material de colada continua, el fabricante avisará al comprador (o a su representante) de la posición en las coladas y partes de las cuales los ejemplares de ensayo han sido tomados.

Los procedimientos de aceptación no interferirán con la normal operación de los trabajos.

Si una colada es laminada en varios lotes, los ensayos llevados a cabo sobre la parte de la primer colada laminada pueden ser considerados como válidos para el resto de la colada.

4.3- Tipo de Ensayos

Aparte de la inspección de superficie a la cual los rieles serán sometidos, su calidad será determinada por varios ensayos según lo siguiente:

Tabla 6 - Ensayos

Ensayos obligatorios	Ensayos opcionales
Análisis químico Ensayo de tensión y de dureza Brinell Macroscópico Corte y rotura Ultrasonido	Peso caedizo

En el caso de lingotes, el ensayo de tensión será hecho sobre el fondo extremo del ejemplar.

En el caso de colada continua, la elección del lugar de muestreo en la colada y en la parte es una opción del fabricante.

De igual forma el lugar de los ejemplares de ensayo.

El material para el ensayo inicial de piezas y el contra ensayo de piezas no será seleccionado de material conocido por “solape” o “cambio”, donde está involucrada una secuencia de coladas continuas.

Los ejemplares para ensayos sólo serán tomados por “solape” o “cambio” de material para verificar este material, si una colada contigua o parte de una colada ha sido reservada porque falló al hacer frente a la especificación.

Los métodos de ensayo y las condiciones bajo las cuales se llevarán a cabo los ensayos, que hasta ahora no están definidos por esta Norma, corresponderán a las normas vigentes en el país de manufactura.

4.4- Muestras para Ensayo

Las muestras seleccionadas en concordancia con los puntos 4.2 y 4.3 proyectadas para la preparación de piezas de ensayo serán marcadas y estampadas bajo la supervisión del representante del comprador.

Sí, durante la preparación de las piezas de ensayo, alguna marca o estampa ha sido removida, ellas serán reemplazadas sobre las piezas de ensayo actual bajo el control de este representante.

Las piezas de ensayo serán maquinadas en estado frío y no serán sometidas a ninguna operación de martillado o deformación en frío o endurecimiento o templado.

La posición relativa de los ejemplares para varios ensayos en el lingote laminado está indicada en la figura 1.

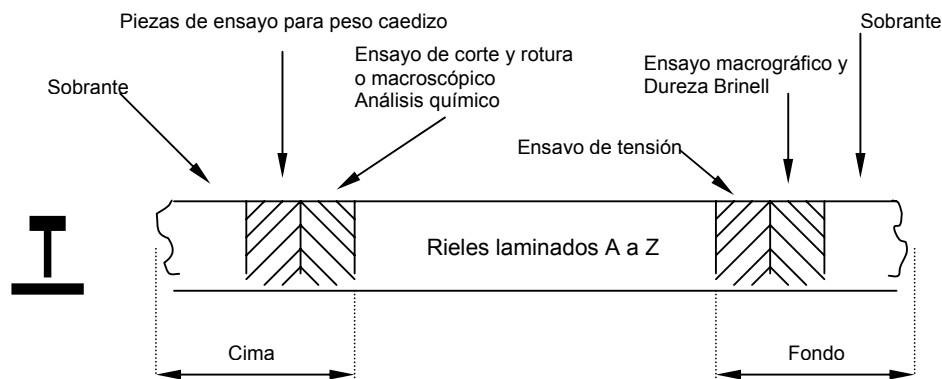


Figura 1 – Ubicación de las muestras

4.5- Análisis Químico

4.5.1- Tipo de Ensayos

Los resultados de los análisis llevados a cabo, por el fabricante para cada colada, serán entregados al inspector receptor permitiéndole verificar que la composición del acero conforma lo indicado en la tabla 7 en 4.5.3.

El inspector receptor podrá estar presente, cuando él considere que es necesario, en estos análisis llevados a cabo por el fabricante.

Si el comprador considera necesario llevar a cabo ensayos de chequeo, los ejemplares necesarios serán tomados, en presencia del inspector, del conjunto de ejemplares seleccionados por el último y, habiendo sido adecuadamente provistos con las marcas necesarias para su identificación, serán enviados sin demora al laboratorio en el país del fabricante o, si fuera estipulado en la invitación a ofertar, al laboratorio definido en esta.

4.5.2- Extensión de los Ensayos

El fabricante proveerá un certificado dando la composición química, de las muestras del conjunto, de cada colada que forme parte de la orden a ser ensayada.

Estos análisis incluirán los porcentajes de carbono, manganeso, silicio, fósforo y azufre.

El número de muestras del conjunto a ser analizadas es el siguiente:

- 1 por colada para coladas de ≤ 150 ton
- 2 por colada correspondiente al principio y al fin de la colada para coladas > 150 ton.

El comprador podrá chequear, cuando él lo considere necesario, la composición química a razón de un análisis por lote de 20 coladas para coladas ≤ 150 ton y un análisis por lote de 10 coladas para coladas > 150 ton.

4.5.3- Resultados a ser obtenidos

La composición química del acero, conjuntamente con los límites de C, Mn, Si, P y S, serán según dado en la tabla 7

Los análisis químicos son llevados a cabo en el conjunto de muestras.

Tabla 7 – Composición química y propiedades mecánicas

Calidad		Composición química					Propiedades mecánicas	
		C %	Mn %	Si %	P max. %	S max. %	R_m min. N/mm ²	A% * (mínimo)
1	A	0.50 a 0.70	0.60 a 1.00	0.07 a 0.35	0.05	0.05	680	10 para 5d
	B	0.40 a 0.60	0.80 a 1.25	0.05 a 0.35	0.05	0.05	680	14 para 5d
2	A	0.62 a 0.82	0.60 a 1.10	0.10 a 0.35	0.05	0.05	780	9 para 5d
	B	0.50 a 0.70	0.95 a 1.25	0.10 a 0.35	0.05	0.05	780	12 para 5d
3	A	0.60 a 0.80	0.80 a 1.30	0.10 a 0.50	0.05	0.05	880	8 para 5d
	B	0.55 a 0.75	1.30 a 1.70	0.10 a 0.50	0.05	0.05	880	10 para 5d

* Estos valores de elongación son aplicados cuando el ensayo es llevado a cabo

- a) Más de 48 horas después del maquinado de la pieza de ensayo; o
- b) Después de un tratamiento de expansión de la pieza de ensayo. En este caso se recomienda que el tratamiento sea llevado a cabo a una temperatura de 100° C por 1 hora.

4.5.4- Contra ensayos

Después de la verificación, si un resultado de chequeo del conjunto de análisis difiere de los requerimientos especificados, dos nuevos análisis de chequeo serán

llevados a cabo, por un laboratorio aprobado, serán hechos sobre dos cortes de secciones transversales completas del extremo superior de dos diferentes barras de riel, originales de la colada o parte de la colada correspondiente al conjunto de muestras chequeadas.

Si los resultados de estos dos nuevos análisis están de acuerdo con los valores dados en la tabla 7, la colada o parte de la colada es aceptada.

De otra manera la colada o parte de la colada es rechazada.

Para secuencia de coladas continuas, si una colada falla frente a los requerimientos de esta Norma, entonces el “solape” o “cambio” de material al final de la colada previa será rechazado en cualquiera de los dos casos o estará sujeto a contra ensayo.

4.6- Ensayo de peso caedizo

4.6.1- Tipo de ensayo

Este ensayo opcional es llevado a cabo en un trozo corto de un riel no mellado por medio de un guiado de peso caedizo con las siguientes características:

- Masa del peso caedizo: normalmente 1000 Kg; esta masa puede variar en conformidad con la fórmula (1);
- Altura de la caída: medida desde el nivel superior de la cabeza del riel variando de acuerdo con la fórmula (1);
- Ensayo de piezas de rieles: 1300 mm mínima longitud, sus bases descansadas simplemente en dos cojinetes;
- Distancia entre apoyos: 1000 mm de línea central a línea central de apoyo.

Las guías serán rígidas, niveladas, verticales y acondicionadas para asegurar que la fricción durante la caída del peso sea reducida al mínimo.

El peso caedizo será simétrico en masa y forma respecto del plano de las guías, su centro de gravedad será lo más bajo posible en este plano, y verticalmente exactamente centrado entre las dos guías.

El engranaje de liberación no causará ningún movimiento lateral del peso caedizo cuando se ponga en marcha.

La cara resaltada del peso será curvada como parte de un cilindro con el eje horizontal en el plano de las guías y la forma será como indicado en la figura 2, el ángulo de las superficies inclinadas es 90°.

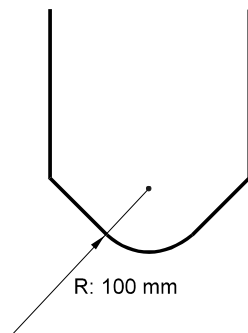


Figura 2

La masa del bloque yunque de metal no será menor de 10.000 Kg y la base de soporte será suficientemente rígida. Los apoyos diseñados para recibir las piezas de ensayo estarán firmemente fijados al bloque yunque y serán formados como indicado en la figura 3, el ángulo de las superficies inclinadas es 90°.

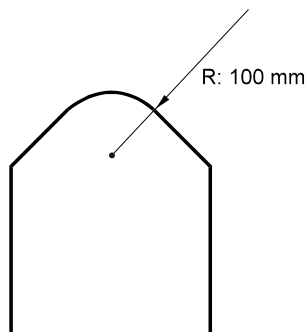


Figura 3

La cara resaltada del peso caedizo y la parte superior de los apoyos será reemplazada tan pronto como ellos se hayan deformado.

Para este ensayo las piezas a ensayar estarán a temperatura ambiente pero en ningún caso por debajo de 10° C.

Se usa un único golpe. Para rieles de fondo plano, la altura de caída H (expresada en metros) varía con la masa por unidad de longitud del riel Mr (expresada en kilogramos por metro) y la masa del peso caedizo Mm (expresada en kilogramos) conforme a la fórmula:

$$H * Mm = 150 Mr \quad (\text{fórmula 1})$$

Para perfiles especiales para agujas, la altura de caída del peso caedizo está definida por la fórmula:

$$H = 0.24 * \frac{Ix}{V^2}$$

Donde:

H = es la altura de caída, expresada en metros

I_x = es el momento de inercia respecto al eje horizontal x pasando a través de la fibra neutra, expresado en centímetros elevados a la cuarta potencia.

V = es la distancia entre el eje central y la fibra más lejana, expresada en centímetros.

Nota: si la altura calculada como indicado arriba es incompatible con el equipamiento disponible, la masa del peso caedizo será incrementada.

4.6.2- Extensión de los ensayos

Serán llevados a cabo ensayos de peso caedizo tomando trozos como especificado en 4.2, 4.3 y 4.4.

La frecuencia de ensayos podrá ser incrementada desde un ensayo por colada hasta un máximo de un ensayo por 50 t de muestreo de diferentes lingotes o partidas.

4.6.3- Resultados a ser obtenidos

Las piezas de ensayo resistirán, sin fractura o rotura, el ensayo especificado. La desviación obtenida podrá ser registrada para información.

4.6.4- Contra ensayos

Si un ensayo de peso caedizo da un resultado insatisfactorio, el procedimiento es como sigue:

4.6.4.1- En el caso de lingotes

4.6.4.1.1- Contra ensayos serán llevados a cabo:

- a) Sobre un trozo corto, cortado del mismo riel a una distancia desde la primera pieza de ensayo correspondiendo al menos a 300 Kg de metal.
- b) Sobre dos piezas de ensayo, ambas tomadas a opción del fabricante, cualquiera de las dos del extremo superior de las muestras o de la cima de los rieles (A) originales de los dos lingotes adyacentes al lingote del cual se obtuvieron los resultados insatisfactorios.

En el caso de lingotes de fondo vertido estos dos lingotes serán del mismo grupo de fondo vertido.

4.6.4.1.2- Si todos los contra ensayos son satisfactorios, el resto del lingote y la colada serán aceptados.

4.6.4.1.3- Si el contra ensayo especificado en 4.6.4.1.1(a) es satisfactorio, el resto del correspondiente lingote será aceptado.

4.6.4.1.4- Si sólo el contra ensayo especificado en 4.6.4.1.1(a) es insatisfactorio, un contra ensayo será hecho en una pieza de ensayo del mismo lingote cortado afuera a una distancia previa de la pieza de ensayo correspondiente al menos a 300 Kg de metal. Este segundo contra ensayo dará los resultados especificados, de otra manera todos los rieles de este lingote serán rechazados, el resto de la colada sería aceptada.

4.6.4.1.5- Si sólo uno o ambos de los contra ensayos especificados en 4.6.4.1.1 (b) es/son insatisfactorio/s, el siguiente procedimiento será llevado a cabo:

- a) En el caso de lingotes de cima vertida cada lingote con resultado insatisfactorio será contra ensayado en conformidad con el procedimiento especificado en 4.6.4.1.1 (a) y 4.6.4.1.4.
- b) En el caso de lingotes de fondo vertido, todos los lingotes serán ensayados y si algún lingote da resultado insatisfactorio será contra ensayado en conformidad con el procedimiento especificado en 4.6.4.1.1 (a) y en 4.6.4.1.4.

4.6.4.2- En el caso de colada continua

En el caso de falla en el ensayo de peso caedizo en material de colada continua, dos ejemplares ulteriores tomados de la misma partida serán ensayados.

Estos ejemplares serán tomados uno de cada lado del ejemplar original en posiciones decididas por el fabricante. Al menos uno de los dos contra ensayos será hecho en el mismo bloom como el ensayo que falló, y el material entre las dos posiciones de contra ensayo será rechazado. Si ambos contra ensayos son satisfactorios entonces todos los rieles restantes de la partida de esa colada serán aceptados.

4.7- Ensayo de tensión

4.7.1- Tipo de ensayo

Las piezas de ensayo serán cortadas en frío y tendrán sus centros en un punto O situado a $1/4$ del ancho y en la altura $2/5$ de la altura de la cabeza del riel como indicado en la figura 4.

Serán de forma cilíndrica de 10 mm de diámetro, con una sección transversal de 78.5 mm^2 . La longitud medida será 50 mm y la porción calibrada entre 60 y 70 mm.

El ensayo de tensión será llevado a cabo en conformidad con la **Norma ISO 82**.

Lo siguiente será registrado de cada pieza de ensayo:

- la carga de rotura
- El estiramiento después de la fractura.

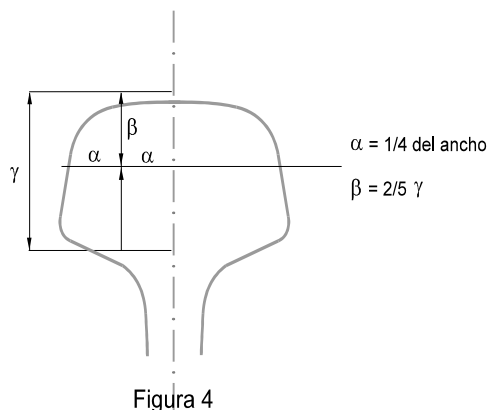


Figura 4

4.7.2- Alcance de los ensayos

Para coladas mayores de 50 t, un ensayo por colada será hecho, de igual forma se procederá con el ensayo de dureza Brinell.

Para coladas de 50 t o menos, un ensayo cada cuatro coladas será hecho, de igual forma se procederá con el ensayo de dureza Brinell.

4.7.3- Resultados a ser obtenidos

Los resultados a ser obtenidos estarán en conformidad con la Tabla 7 de 4.5.3.

4.7.4- Contra ensayo

4.7.4.1- En el caso de lingotes

En el caso de que un ensayo falle, dos ulteriores contra ensayos serán hechos en muestras seleccionadas a discreción del fabricante, del fondo extremo cortado de otros dos rieles Z de la misma colada.

Si uno de los ensayos no es satisfactorio, los rieles Z de la colada serán rechazados; el inspector recibidor seleccionará entonces dos de estos rieles Z y tomará del extremo superior de cada uno una ulterior pieza de ensayo de tensión. Si el resultado del ensayo de tensión sobre cualquiera de estas piezas de ensayo es insatisfactorio, la colada será rechazada.

Cuando el ensayo de tensión es hecho en una única colada por lote de cuatro y si este resultado no es satisfactorio, un ensayo será hecho bajo las mismas condiciones en cada una de las otras tres coladas del lote.

El procedimiento de contra ensayo será aplicado a cada colada para la cual el ensayo de tensión es insatisfactorio.

4.7.4.2- En el caso de material de colada continua

En el caso de un resultado insatisfactorio del ensayo inicial de tensión en rieles de colada continua, dos contra ensayos serán hechos.

El primer contra ensayo será hecho en rieles de la misma partida, y el segundo contra ensayo en rieles de otra partida de la misma colada.

El contra ensayo no será hecho en rieles laminados de cambio sobre blooms de secuencia de colada continua.

Si los dos contra ensayos son satisfactorios la colada será aceptada.

4.8- Ensayo macroscópico

4.8.1- Tipo de ensayo

El ensayo consiste en:

- a) Un examen a simple vista, de la superficie limpia cortada desde el extremo superior, con el fin de detectar la existencia de alguna cavidad de contracción;
- b) La toma de una impresión de azufre (método de Baumann) por la aplicación, a las superficies limpias extremas, superior e inferior, de bromuro o papel POP, previamente impregnado con una solución de ácido sulfúrico.

Las secciones a ser usadas para estos ensayos serán aserradas en frío desde los extremos superior e inferior. Estarán lo suficientemente limpias en una de sus superficies para obtener una impresión nítida.

En el caso de colada continua, la posición de muestreo dentro de cada partida y colada será a opción del fabricante.

Sin embargo, la posición de las piezas de ensayo podrá ser especificada por el comprador.

El inicio y las piezas de contra ensayo no serán seleccionados por conocimiento de zonas de “solape” o “cambio”, cuando una secuencia de colada está involucrada. Los ensayos serán hechos sólo en estas zonas si toda o parte de la colada contigua ha sido rechazada porque falló frente a los requerimientos de esta Norma.

4.8.2- Alcance de los ensayos

En el ensayo macrográfico requerido, el número de ensayos macroscópicos a llevarse a cabo será un mínimo de uno para 500 t de metal y un máximo de uno para el extremo superior y uno para el extremo inferior cada 100 t.

Cuando las coladas son de fondo vertido, ningún ensayo macrográfico es llevado a cabo sobre el extremo inferior.

Para material de coladas continuas el máximo es dos ensayos por colada.

4.8.3- Resultados a ser obtenidos

4.8.3.1- El examen de la cara limpia de la sección transversal no revelará ninguna cavidad abierta.

4.8.3.2- Las impresiones obtenidas no revelarán más defectos que los marcados en los diagramas mostrados (o equivalentes) en el álbum de impresiones de azufre de la Norma UIC – 860 (Anexo C).

La experiencia muestra que a pesar del método de trabajo indicado en 4.8.1(b) para obtener impresiones de azufre, el último cambio en intensidad de color, no podrá, por lo tanto, ser considerado como un criterio firme. Sólo apariciones de contraste en la misma impresión pueden ser consideradas como de valor.

Impresiones de azufre (Tipo Baumann) de rieles laminados de colada continua aparecen para dar diferentes indicaciones de esos rieles convencionales. Se adopta como álbum de diagramas normativos para rieles laminados de material de colada continua, el que se adjunta como Anexo C a la presente norma. Las desviaciones permitidas de los diagramas existentes para los rieles de lingote estarán sujetas a la negociación entre el fabricante y el comprador.

4.8.4- Contra ensayos

4.8.4.1- Examen a simple vista.

4.8.4.1.1. – En el caso de lingotes

Si el examen de una superficie limpia de una sección revela la existencia de una cavidad, un ensayo de chequeo será llevado a cabo en un banco de inspección, sobre los extremos de los rieles en cuestión.

Si el examen no revela cavidades, el riel es aceptado; si una cavidad es revelada, en la cima extrema de una pieza de riel (A) en cuestión será rechazado, correspondiendo al menos a 300 Kg de metal, y un contra ensayo será llevado a cabo en la cima extrema de la sección de los rieles (A) de otros dos lingotes de la misma colada seleccionada por el inspector.

Si ambos contra ensayos son satisfactorios, los rieles (A) de la colada son aceptados. De otra manera, será hecho un examen visual, en el banco de inspección, sobre los extremos de todos los rieles (A) en la colada y los rieles que muestren alguna cavidad serán rechazados.

4.8.4.1.2- En el caso de material de colada continua

En la eventualidad de falla de un examen macroscópico sobre material de colada continua llevado a cabo como en 4.8.3.1, dos ulteriores muestras tomadas de la misma partida serán ensayadas. Estas muestras serán tomadas una de cada lado de las muestras originales en posiciones decididas por el fabricante. Al menos uno de los dos contra ensayos será tomado del mismo bloom como en el ensayo fallado, y el material entre las dos posiciones de contra ensayo será rechazado. Si ambos contra ensayos son satisfactorios entonces todo el resto de rieles de esa partida de la colada será aceptado.

4.8.4.2- Impresiones de Azufre

4.8.4.2.1- En el caso de lingotes

Cuando una impresión en el extremo superior o inferior es insatisfactoria, una longitud del riel en cuestión (cima extrema o fondo extremo como apropiado) correspondiente al menos a 300 Kg de metal será rechazado y un contra ensayo será llevado a cabo en la sección extrema superior del riel (A) o en la sección extrema inferior del riel (Z) de otros dos lingotes seleccionados por el inspector en la misma colada.

Si los dos contra ensayos son satisfactorios, los rieles A o Z (como el caso pueda ser) de esa colada, serán aceptados. De otra forma, una longitud correspondiente a 300 Kg de metal será rechazada de cada barra de los rieles A o Z. En el último caso, dos nuevos contra ensayos serán llevados a cabo en la nueva sección superior de la barra de riel A o en la inferior del riel Z (como el caso pueda ser), de otros dos lingotes seleccionados de la misma colada por el inspector. Los dos contra ensayos serán satisfactorios, de otra forma todos los rieles de esa colada serán enteramente rechazados.

4.8.4.2.2- En el caso de material de colada continua

En el caso de un resultado insatisfactorio del examen inicial macroscópico llevado a cabo según 4.8.3.2, entonces dos contra ensayos serán llevados a cabo. El primer contra ensayo será hecho en rieles de la misma partida y el segundo contra ensayo en rieles de otra partida de la misma colada.

Los contra ensayos no serán hechos en rieles laminados de cambio de blooms de una secuencia de colada continua.

Si ambos contra ensayos son satisfactorios, la colada será aceptada.

4.9- Ensayo de corte y rotura

El siguiente procedimiento será aplicado:

4.9.1- Tipo de ensayos

Una longitud corta de riel puede ser tomada en condición caliente. La muestra será expuesta al aire completamente frío o al aire frío de aproximadamente 600° C (por debajo del punto de transformación) y entonces rápidamente enfriada. Alternativamente el ejemplar de ensayo puede ser obtenido de un riel frío.

Con el fin de romper el ejemplar de ensayo, una muesca aguda será hecha en el centro del ejemplar de ensayo, con una presión adecuada o con una máquina de impacto, una fuerza será entonces aplicada, con la muesca del lado de la tensión.

4.9.2- Alcance de los ensayos

4.9.2.1- En el caso de lingotes

Un mínimo de un ensayo por cada 500 ton. será llevado a cabo, con un máximo de un ensayo por 50 ton. Los ejemplares serán tomados de la posición especificada en 4.4.

4.9.2.2- En el caso de material de colada continua

La frecuencia de ensayo será como para material de lingote, y la posición del ejemplar como dada en 4.3 para material de colada continua.

4.9.3- Resultados a ser obtenidos

La fractura de la sección transversal de un ejemplar de riel será examinada visualmente. La fractura no mostrará ningún laminado, cordón filiforme, cavidades o gruesas inclusiones no metálicas.

4.9.4- Contra ensayos

4.9.4.1- En el caso de lingotes

Si el ensayo de corte y rotura muestra resultados insatisfactorios, entonces el extremo superior de la pieza del lingote en cuestión, correspondiente al menos a 300 Kg de metal, será rechazado y un ulterior ensayo será llevado a cabo en este riel. Además, contra ensayos serán llevados a cabo en la sección superior extrema de los rieles (A) de otros dos lingotes de la misma colada o parte de la colada representada por el ejemplar original.

Si todos los contra ensayos son satisfactorios, entonces todos los rieles (A) de la colada o parte de la colada serán aceptados.

Si uno de estos contra ensayos es insatisfactorio, entonces los extremos superiores de todos los rieles (A) en la colada, o parte de la colada, representada por el ejemplar original, serán contra ensayados y, si es necesario, serán divididos en intervalos al menos de 300 Kg de metal, hasta que sean obtenidos resultados satisfactorios.

4.9.4.2- En el caso de material de colada continua

Si el ensayo de corte y rotura muestra resultados insatisfactorios, entonces dos ulteriores ejemplares, tomados de la misma partida del ejemplar original, serán ensayados.

Estos ejemplares de chequeo, serán tomados uno de cada lado de la pieza de ensayo original, en posiciones elegidas por el fabricante. Al menos uno de los dos contra ensayos serán hechos en el mismo bloom que ha fallado en el ensayo y el material entre las dos posiciones de contra ensayo será rechazado. Si ambos contra ensayos son satisfactorios entonces todos los rieles restantes de esa partida serán aceptados.

4.10- Ensayo de Dureza Brinell

4.10.1- Tipo de ensayo

En el ensayo de Dureza Brinell, una impresión será hecha en la corona de la pieza de ensayo cortada como indicado en 4.4. El ensayo será llevado a cabo en conformidad con *ISO /R 79*.

Las condiciones de ensayo son las siguientes:

- Diámetro de la bola: 10 mm.
- Carga: 3.000 Kg
- Período de aplicación: 15 segundos

Los valores de Dureza Brinell deberán cumplir lo establecido en la tabla 8.

Tabla 8 – Calidad, resistencia y dureza

Calidad riel	R_m N/mm²	Dureza HB
1 A	680	220 ± 20
1 B	680	220 ± 20
2 A	780	240 ± 20
2 B	780	240 ± 20
3 A	880	280 ± 20
3 B	880	280 ± 20

4.10.2- Alcance de los ensayos

Un ensayo por colada mayor a 50 ton. y uno cada 4 coladas de 50 ton. o menos cada una, en las piezas de ensayo que han sido utilizadas para los ensayos macroscópicos.

A N E X O A

MARCADO DE RIELES

1 - Símbolos del proceso de fabricación del acero

Proceso Thomas



Proceso Básico Siemens - Martin



Proceso de arco eléctrico



Proceso de oxígeno básico



2 - Símbolos del grado del acero

Calidades	Símbolos
1 A B	} Sin símbolo
2 A B	} _____
3 A B	====_ =====

A N E X O B

CALIBRE PARA RIELES DE FONDO PLANO

Calibre para la altura

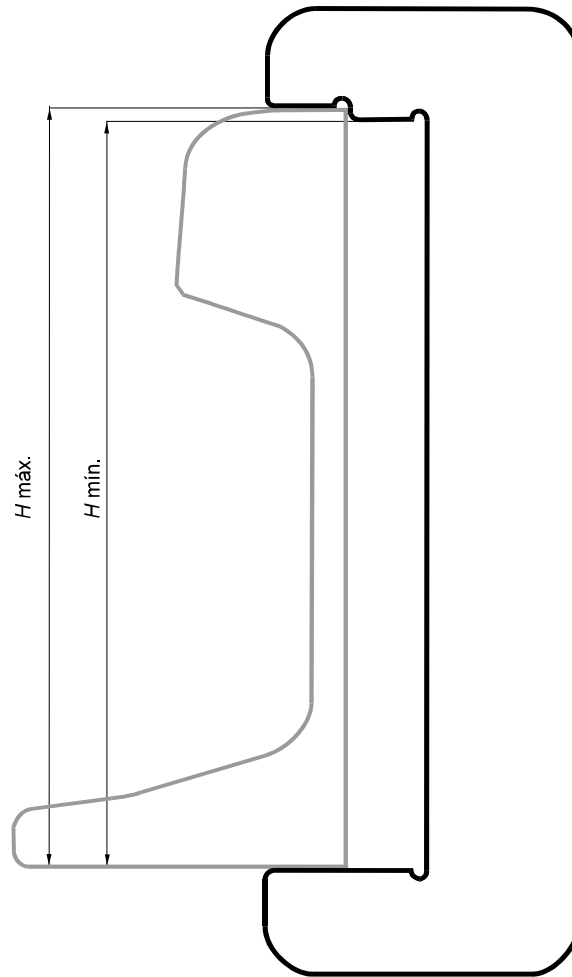


Figura 1 - Calibre para la altura (H)

Nota - Este calibre debe ser hecho de material resistente.

Calibre para el ancho del patín

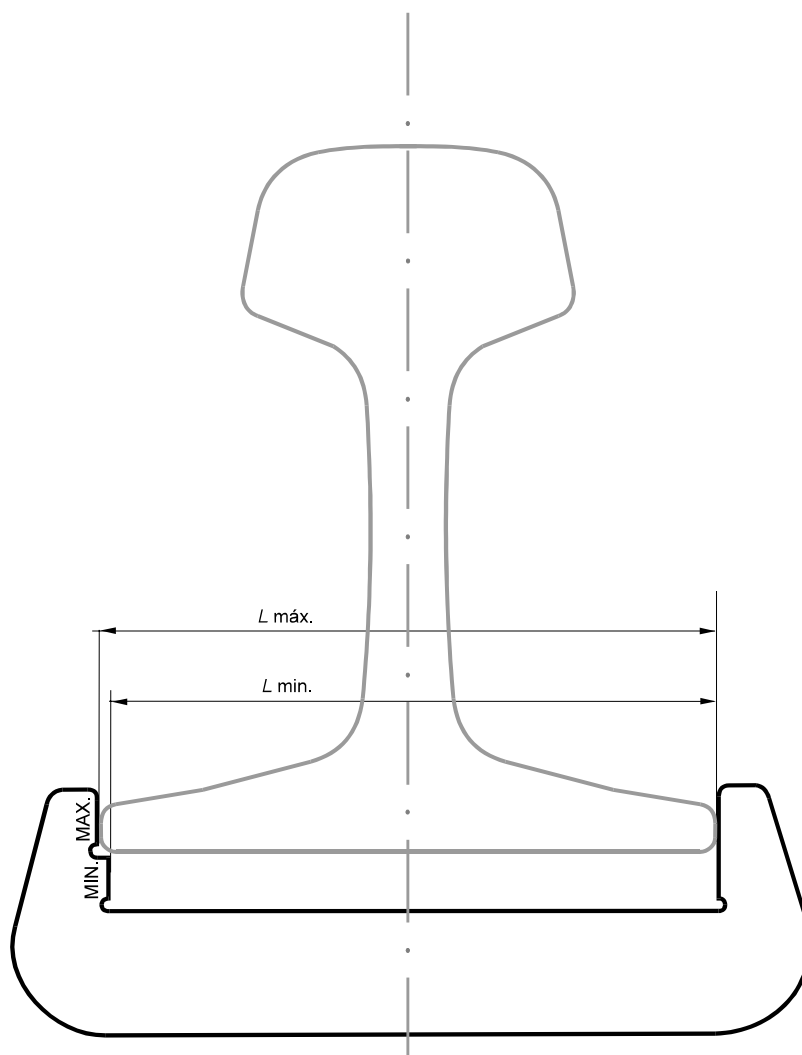
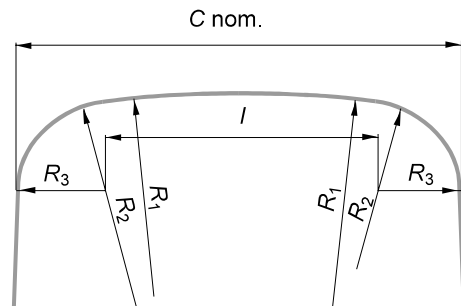


Figura 2 - Calibre para al ancho del patín

Nota: Este calibre debe ser hecho de material resistente.

Calibre para el ancho nominal de la cabeza



Cabeza teórica

$l =$ distancia nominal entre centros de radio de acordamiento

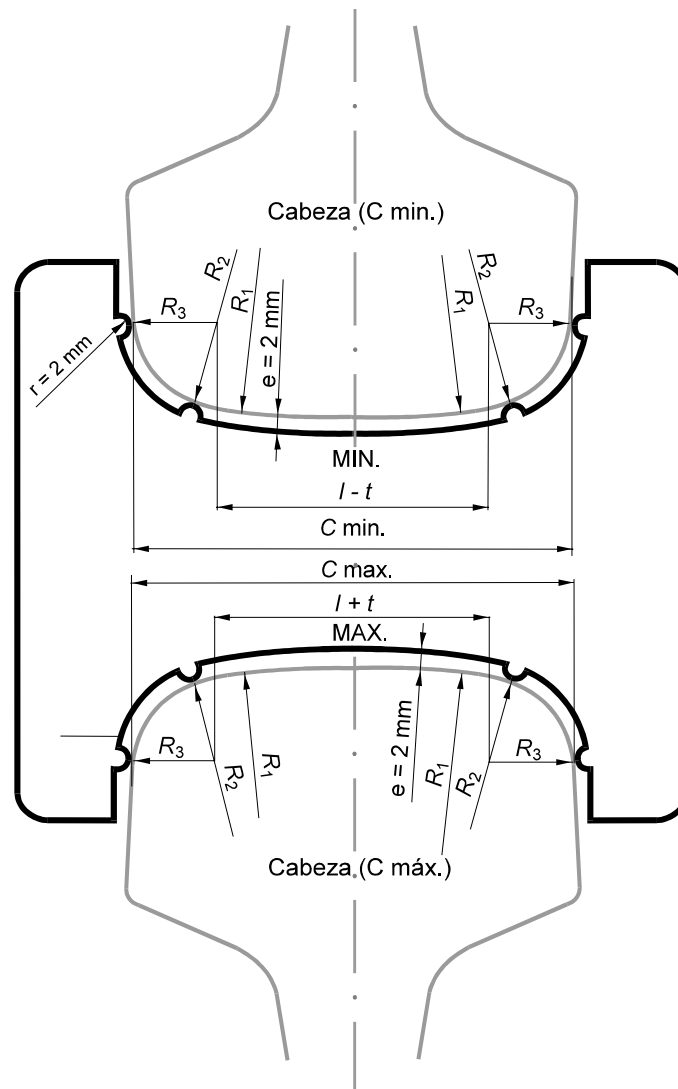
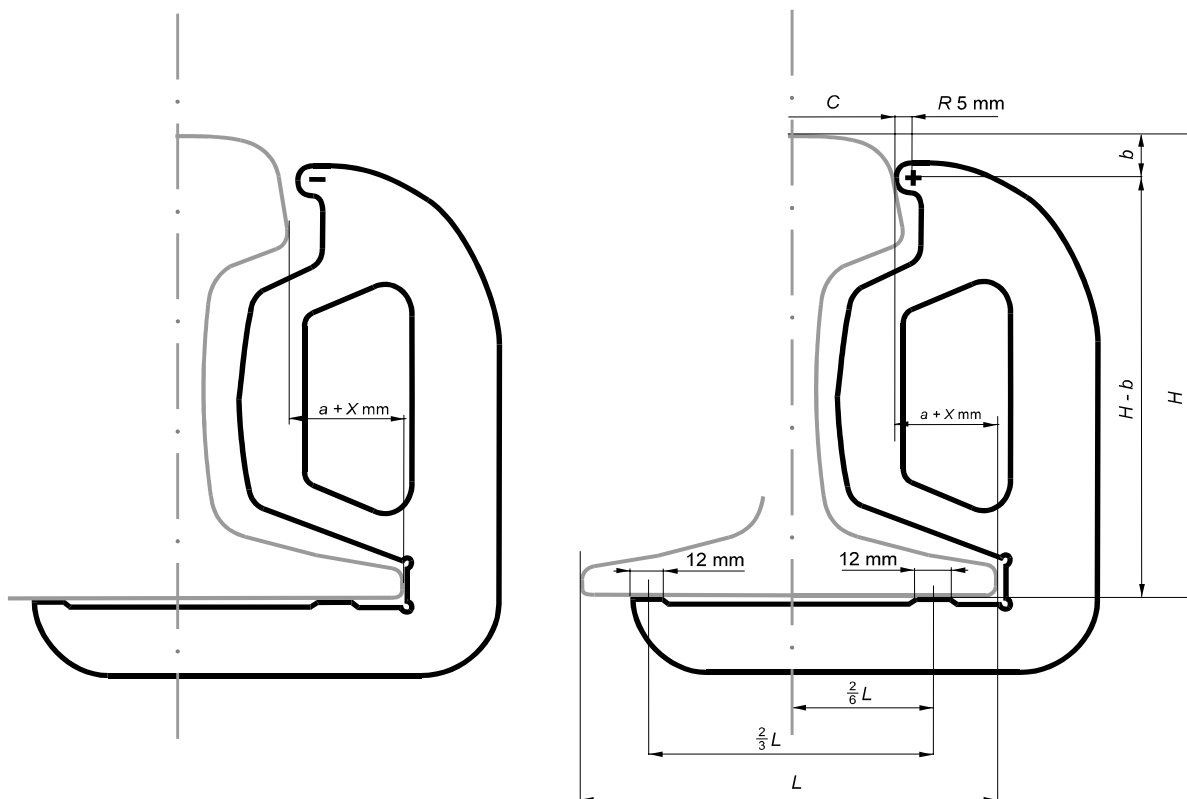


Figura 3 - Calibre para el ancho nominal de la cabeza

Calibre para asimetría



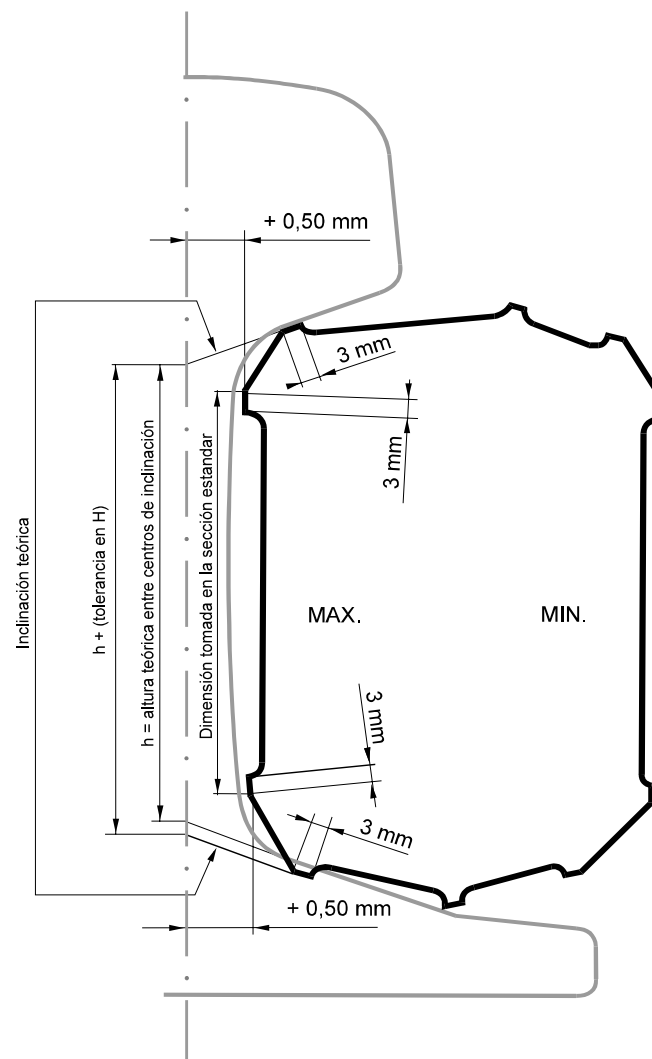
El calibre (-) aplicado contra el patín se empuja hacia el riel.
El tope (-) no debe tocar la cabeza

El calibre (+) aplicado contra el patín se empuja hacia el riel.
El tope (+) debe tocar la cabeza

H = altura del riel
 L = ancho del patín
 C = ancho nominal de la cabeza
 $a = (L - C) \times 1/2$
 X = la asimetría depende de la sección, de acuerdo con la tabla general de tolerancias, ver tabla 1, ítem 4.
 b = la altura en relación a la cima del riel, desde el radio inferior de la corona de la cabeza (en la fabricación de la plantilla $H - b$ se puede redondear al milímetro).

Figura 4 - Calibre para asimetría

Calibre para la inclinación y el alto

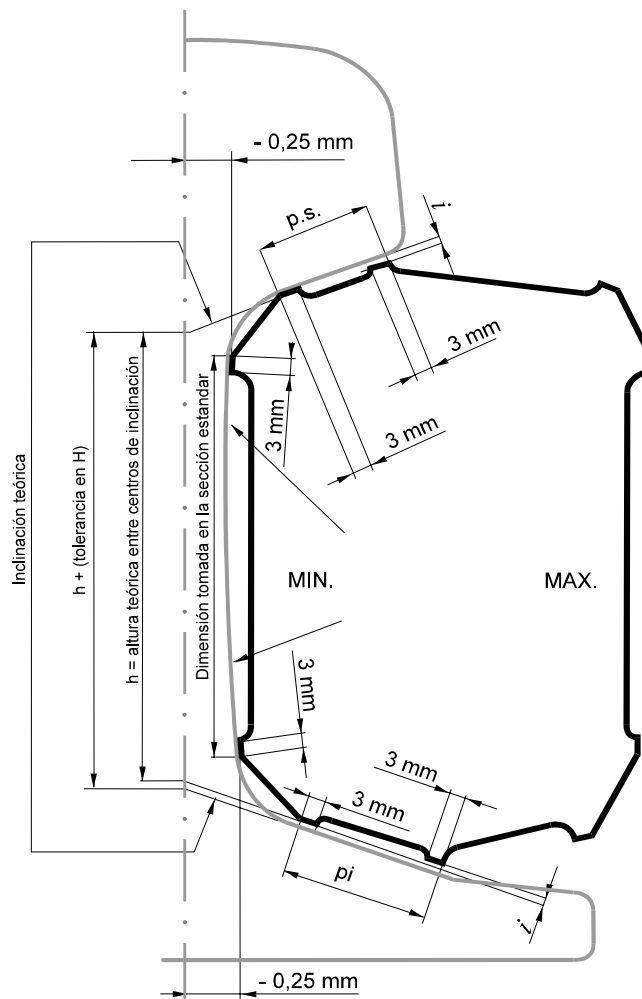


Para chequear altura:

- Un tope, a lo sumo, del calibre MAX deberá tocar el alma.
- Los dos topes del calibre MIN deben tocar el alma.

Figura 5-1 - Calibre para la inclinación y el alto

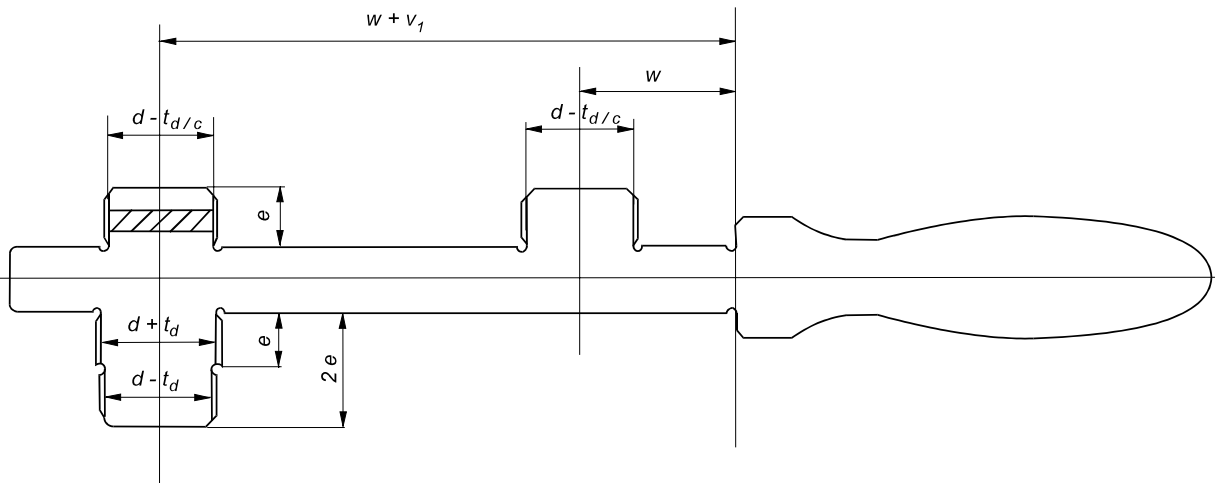
Calibre para la inclinación y el alto



- $i =$ en calibre: - 3.6 % de la superficie teórica.
 en el riel con calibre : de 0 a + 7.2 % de la superficie teórica.
 p.s. = superficie superior teórica.
 p.i. = superficie inferior teórica (para patines inclinados, mantener el valor de la superficie superior teórica).

Figura 5-2 - Calibre para la inclinación y el alto

Calibre para la distancia entre orificios y diámetro del orificio



e = espesor del alma

t_d = tolerancia para el diámetro de los orificios.

t_c = tolerancia para el centrado y posicionamiento de los orificios.

$t_{d/c}$ = tolerancia combinada para el diámetro de los orificios y el centrado de los orificios horizontalmente.

$$t_{d/c} = (t_c + t_{d/2}) \times 2$$

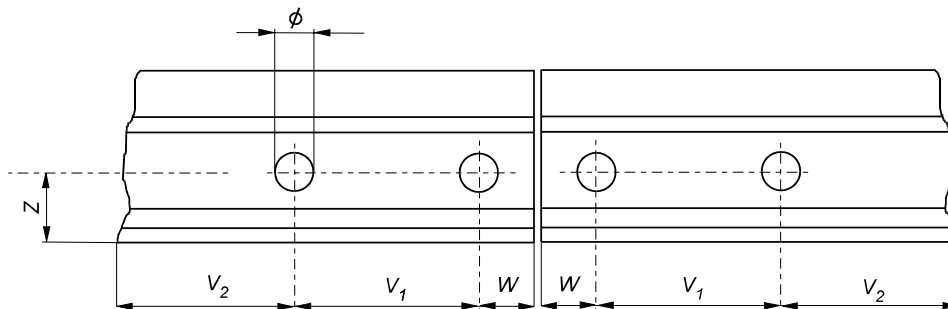
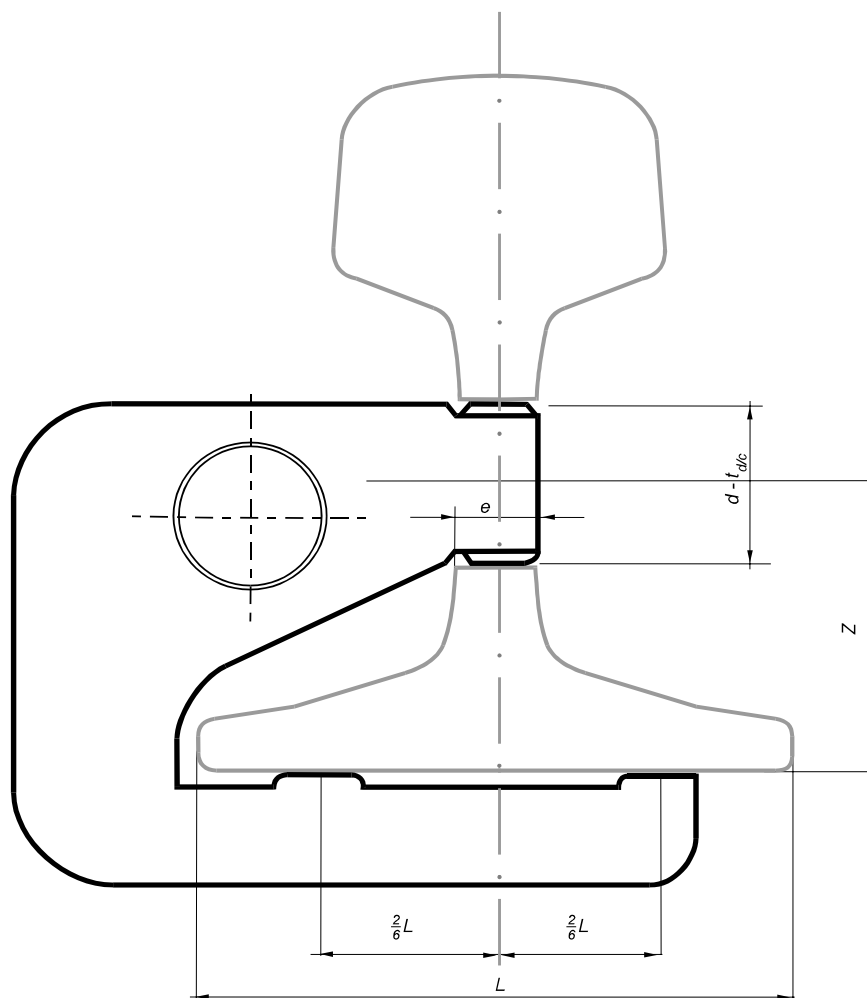


Figura 6 - Calibre para la distancia entre orificios y diámetro del orificio

Calibre para la distancia entre orificios y la base del riel



e = espesor del alma

z = distancia entre el centro del orificio y la base del patín

d = diámetro del orificio

t_d = tolerancia para el diámetro de los orificios

t_c = tolerancia para el centrado y posicionamiento de los orificios

$t_{d/c}$ = tolerancia combinada para el diámetro de los orificios y el centrado de los orificios horizontalmente

$$t_{d/c} = (t_c + t_{d/2}) \times 2$$

Figura 7 - Calibre para la distancia entre orificios y la base del riel

Chequeo en los extremos

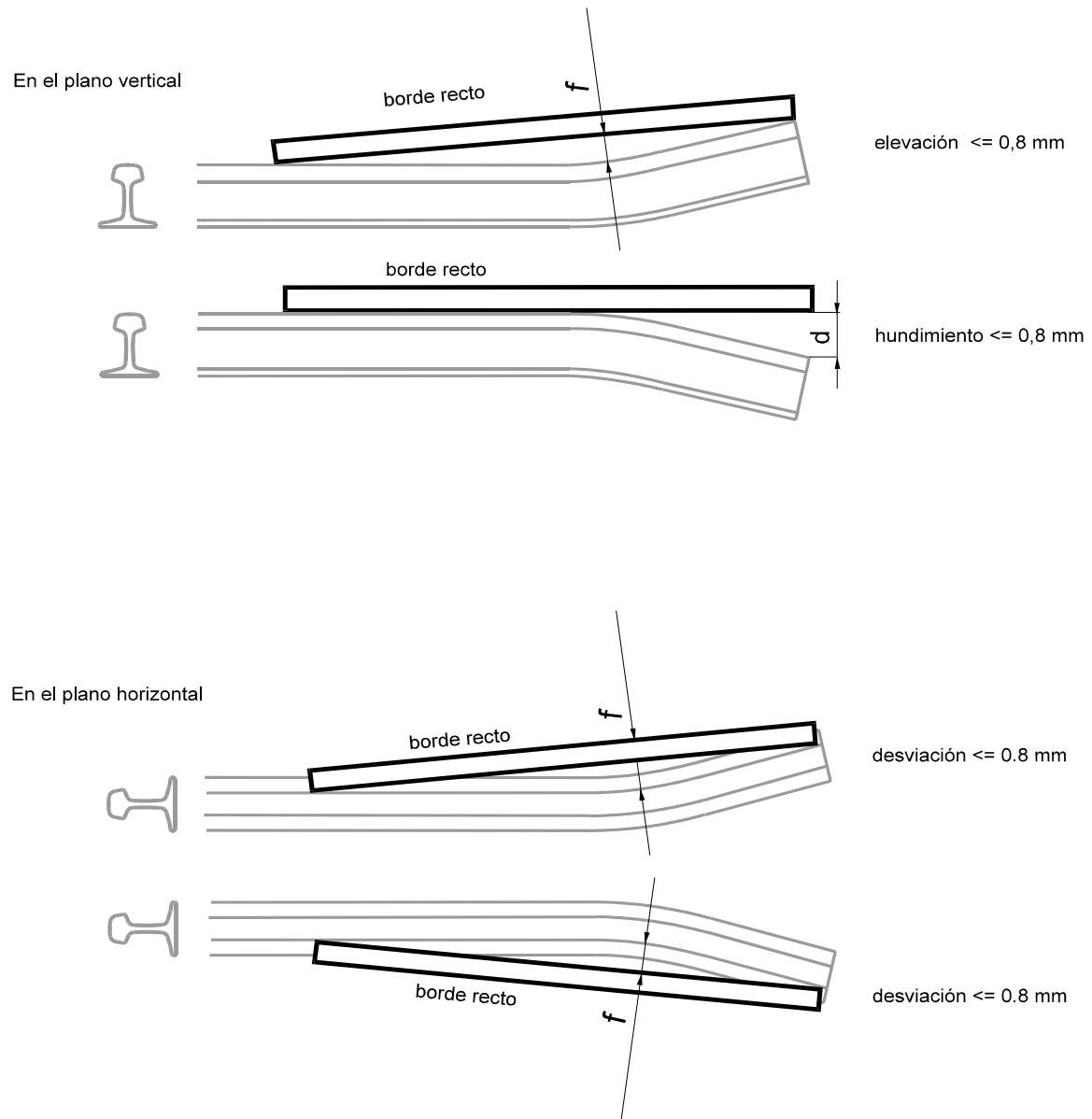


Figura 8 - Chequeo en los extremos

A N E X O C

**IMPRESIONES DE AZUFRE
TIPO BAUMANN**

ADVERTENCIA

Este Anexo contiene una selección de imágenes macrográficas típicas de la producción europea de laminado de rieles a partir del método de colada continua.

Comparando con la colada en lingotes estas imágenes muestran diferencias provenientes del proceso de elaboración como de las instalaciones de producción.

NOTA: Ante cualquier requerimiento sobre las impresiones Baumann, las mismas pueden ser solicitarlas en ALAF.

