SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ARTF-2019, Sistema ferroviario-Seguridad-Clasificación y especificaciones de vía.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- COMUNICACIONES.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.- Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ARTF-2019, "SISTEMA FERROVIARIO-SEGURIDAD-CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE VÍA."

ALEJANDRO ÁLVAREZ REYES, Titular de la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Ferroviario (CCNN-TF), con fundamento en los artículos 36 fracciones I, VII, y XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracción I, II, XVI y XVIIII; 41, 43, 47 fracción II, III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 28 y 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; CUARTO Transitorio de la Ley de Infraestructura de la Calidad; 2 fracción V, 6 Bis fracciones I y 28 de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario; 2 fracciones X, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85 y 222, 223 del Reglamento del Servicio Ferroviario; 40 del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y Segundo del Decreto por el que se crea la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario, como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 18 de septiembre de 2018 el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Ferroviario, aprobó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-003-ARTF-2018, "SISTEMA FERROVIARIO- SEGURIDAD - CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE VÍA.", la cual se realizó en el Diario Oficial de la Federación el 9 de noviembre de 2018, con objeto de que los interesados presentaran sus comentarios;

Que durante el plazo de 60 días naturales contados a partir del día siguiente de la fecha de publicación de dicho proyecto de norma oficial mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización estuvo a disposición del público en general para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron comentarios sobre el contenido del citado proyecto de Norma Oficial Mexicana, mismos que fueron analizados por el CCNN-TF, realizándose las modificaciones conducentes al proyecto de norma.

Que con fecha 7 de marzo de 2019, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Ferroviario aprobó la norma referida;

Que para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 78 de la Ley General de Mejora Regulatoria, deben considerarse las derogaciones efectuadas mediante la emisión de la NOM-002-ARTF-2019, en términos del Anexo de Calidad Regulatoria correspondiente.

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las Normas Oficiales Mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la protección de los intereses del consumidor, expide la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-003-ARTF-2019, "SISTEMA FERROVIARIO-SEGURIDAD-CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE VÍA.",". SINEC-20190307122025200.

Ciudad de México, a 18 de diciembre de 2020.- El Titular de la Agencia Reguladora de Transporte Ferroviario y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Ferroviario, **Alejandro Álvarez Reyes**.- Rúbrica.

Prefacio

La elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana es competencia del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Ferroviario (CCNN-TF) integrado por:

- Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).
- Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF).
- Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED).
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).

- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH).
- Comisión Nacional de Seguridad (CNS).
- Comisión Reguladora de Energía (CRE).
- Policía Federal.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER).
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU).
- Secretaría de Economía (SE).
- Secretaría de Energía (SENER).
- Secretaría de Gobernación (SEGOB).
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).
- Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Secretaría de Salud (SALUD).
- Secretaría de Turismo (SECTUR).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).
- Servicio de Administración Tributaria (SAT).
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC).
- Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (CONCAMIN).
- Asociación Mexicana de Agentes de Carga (AMACARGA).
- Asociación Mexicana de Distribuidores de Gas Licuado y Empresas Conexas, A.C. (AMEXGAS).
- Asociación Mexicana del Gas Natural, A.C. (AMGN).
- Asociación Mexicana de Ferrocarriles, A.C. (AMF).
- Asociación Mexicana del Transporte Intermodal.
- Asociación Nacional de Transporte Privado (ANTP).
- Asociación Nacional de Importadores y Exportadores de la República Mexicana (ANIERM).
- Consejo Nacional Agropecuario (CNA).
- Centro Nacional de Metrología (CENAM).
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT).
- Instituto Politécnico Nacional (IPN).
- Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Universidad Autónoma del Estado de México.
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Universidad Tecnológica de San Juan del Río.
- Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.
- Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO).
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA).
- Asociación de Normalización y Certificación, A.C.
- Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ).
- Cámara de la Industria de Transformación de Nuevo León.
- Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO).

- Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo (CANIMOLT).
- Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (CONAMER).
- Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER).
- Coordinación General de los Centros SCT.
- Dirección General de Desarrollo Ferroviario y Multimodal de la SCT.
- Dirección General de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte de la SCT.
- Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.
- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. (IMNC).
- Normalización y Certificación NYCE, S.C.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE).
- Petróleos Mexicanos (PEMEX).

Con objeto de elaborar la presente Norma Oficial Mexicana, se constituyó un Grupo de Trabajo con la participación voluntaria de los siguientes actores:

- Administradora de la vía corta Tijuana-Tecate.
- Alstom, Transport México, S.A. de C.V.
- Asociación Mexicana de Ferrocarriles, A.C.
- Cal y Mayor y Asociados, S.C.
- Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec, S.A. de C.V.
- Ferrocarril Mexicano, S.A. de C.V.
- Ferrocarril y Terminal del Valle de México, S.A. de C.V.
- Ferrocarriles Suburbanos S.A. de C.V.
- Ferrosur, S.A. de C.V.
- Impulsora Tlaxcalteca de Industrias, S.A. de C.V.
- Inversiones Ferroviarias de México S.A. de C.V.
- Kansas City Southern de México, S.A. de C.V.
- Línea Coahuila Durango, S.A. de C.V.
- Proyectos y Estudios Ferroviarios, S.A. de C.V.
- SEMEX, S.A de C.V.
- Universidad Tecnológica de San Juan del Río.

Índice del contenido

1. Objetivo y campo de aplicación

2. Referencias Normativas

3 Definiciones y abreviaturas

4 Seguridad de vía, clasificación y especificaciones.

5 Inspecciones

6 Vigilancia

7 Concordancia con normas internacionales

8 Bibliografía

TRANSITORIO

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ARTF-2019, SISTEMA FERROVIARIO-SEGURIDAD-CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE VÍA.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

La presente Norma Oficial Mexicana establece la clasificación y los requerimientos mínimos que debe cumplir cada clase de vía para garantizar la seguridad del tráfico de trenes en el sistema ferroviario mexicano, así como incorporar mejoras a la vía de acuerdo con los avances tecnológicos.

1.2 Campo de aplicación

La presente Norma Oficial Mexicana es aplicable a las vías generales de comunicación ferroviaria ubicadas dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos.

Los sujetos obligados a su cumplimiento son los concesionarios y asignatarios que presten el servicio público de transporte ferroviario.

Las vías en el interior de una instalación que no son parte del sistema de las vías generales de comunicación o aquellas que se utilizan exclusivamente para operaciones de tránsito rápido en un área urbana que no están conectadas con dicho sistema, quedan excluidas del ámbito de aplicación la presente Norma Oficial Mexicana.

2. Referencias Normativas

Los siguientes documentos vigentes o los que los sustituyan, son indispensables para la aplicación de esta Norma Oficial Mexicana:

2.1. NOM-050-SCT2-2017. "Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas." Publicada el 11 de julio de 2017 en el Diario Oficial de la Federación.

2.2. NOM-055-SCT2-2016, "Para vía continua, unión de rieles mediante soldadura." Publicada el 26 de mayo de 2017 en el Diario Oficial de la Federación.

2.3. NOM-056-SCT2-2016, "Para durmientes de madera." Publicada el 26 de mayo de 2017 en el Diario Oficial de la Federación.

3. Definiciones y abreviaturas

Para efectos de la aplicación e interpretación de la presente Norma Oficial Mexicana, se aplican las definiciones y abreviaturas siguientes:

3.1 aguja de cambio

Componente móvil de un herraje de cambio que tiene un extremo en punta que se ajusta contra el riel de apoyo para desviar el equipo rodante de una vía a otra. Su movimiento puede ser manual, automático o semiautomático.

3.2 alabeo

Diferencia de nivel en una longitud determinada de vía, o variación de la elevación transversal en situación diagonal en uno de los dos rieles medido en mm, y que produce un efecto de torsión en el bogie (truck) o bogies de los carros que conforman un tren.

3.3 alcantarilla

Estructura hidráulica con claro menor de 6m que permite el drenaje transversal bajo la vía.

3.4 alineamiento

Localización horizontal de una vía para describir curvas y tangentes.

3.5 ancla de riel

Accesorio de vía que se sujeta en el patín del riel y se ajusta contra el durmiente con el propósito de evitar que el riel se mueva longitudinalmente y que el durmiente se abanique por efecto del tráfico o de la temperatura.

3.6 árbol de cambio

Dispositivo para la operación manual de las agujas de un cambio de vía.

3.7 balasto

Material pétreo seleccionado, producto de la trituración de piedra, que se coloca sobre el sub-balasto, debajo de los durmientes y entre ellos, cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitirlas a la terracería, distribuyéndolas en las formas que no se produzcan deformaciones perjudiciales en éstas.

3.8 boca del sapo

Extremo del sapo del lado de la punta, es la parte del sapo más cercana a las agujas.

3.9 cambio de vía

Mecanismo de vía que permite direccionar al equipo ferroviario de una vía a otra.

3.10 cambios hidráulicos (Hydraswitch)

Aparato con sistema hidráulico para mover las agujas de cambio, que se opera a modo vía radio, local (botones) y control remoto.

3.11 canal de cejas

Abertura a través de una estructura o elemento de la vía para guiar la ceja de la rueda a través de ella.

3.12 candado de cambio

Accesorio que se coloca en la palanca del árbol de cambio para impedir el movimiento de las agujas.

3.13 ceja de la rueda

Porción de la rueda que sobresale de la pisada para guiar al equipo rodante a lo largo de la vía.

3.14 chicoteo de vía

Desalineamiento de la vía causado por excesivas fuerzas de compresión en el riel debido al incremento de temperatura.

3.15 clase de vía

Vía categorizada en seis diferentes clases segregadas por límites de velocidad máxima de operación. De esta manera se establecen los requerimientos mínimos de mantenimiento y conservación que deben cumplirse en cada una de ellas.

3.16 clavo de vía

Pieza alargada con cabeza, de sección cuadrada y un extremo cortante, usado para sujetar los rieles y otros componentes de la vía.

3.17 confiabilidad de vía

Es la probabilidad de que las partes y componentes de la vía, cumplan cabalmente a un nivel de confianza con la velocidad con que fue diseñada.

3.18 contrarriel

Riel u otra barra de sección especial colocado en forma paralela a los rieles de la vía para evitar que las ruedas se descarrilen o para mantener las ruedas alineadas para prevenir que las cejas golpeen las puntas de las agujas o las puntas de sapo.

3.19 corrimiento de riel

Deslizamiento longitudinal de los rieles en la vía bajo tráfico o por cambio de temperatura.

3.20 cortavía

Una combinación de dos cambios que conectan dos vías adyacentes.

3.21 crucero ferroviario

Una estructura que permite que se intersecten dos vías a nivel.

3.22 cuneta

Canal abierto construido lateralmente a lo largo de la vía con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales procedentes del terraplén, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura de la vía.

3.23 curva

Configuración del alineamiento de la vía que permite cambiar de dirección por medio de un arco del mismo radio.

3.24 desbalance

Inclinación normal, negativa a positiva del riel; expresada en radio de inclinación.

3.25 descarrilamiento

Evento que se produce cuando cualquier rueda del equipo rodante se sale del hongo del riel.

3.26 deslave de vía

Una erosión de la capa de balasto o del terraplén originado por escurrimientos derivados de precipitaciones extraordinarias.

3.27 división

Una de las partes territoriales en que se divide el sistema ferroviario de una empresa ferroviaria para su operación y administración.

3.28 durmiente

Componente de la vía donde se apoyan los rieles, que sirve para mantener el escantillón de la vía y para trasmitir las cargas de los trenes al balasto y de éste al lecho de la vía. Los durmientes pueden ser de madera, concreto, acero u otros materiales.

3.29 equipo ferroviario

Los vehículos tractivos, de arrastre o de trabajo que circulan en las vías férreas.

3.30 escantillón abierto

Cualquier escantillón mayor al estándar causado por deterioro de la vía o por instalación incorrecta.

3.31 escantillón de la vía

Distancia entre las caras internas del hongo de los rieles de la vía, medido en el plano a 15.8 mm (5/8") abajo de la banda de rodamiento en ángulo recto. El escantillón estándar de la vía es 1435 mm (56 ½").

3.32 escantillón del contrarriel

Distancia entre la línea de escantillón del sapo y la cara exterior del contrarriel medido en ángulo recto.

3.33 escape o ladero

Vía férrea auxiliar conectada por ambos extremos para evitar el encuentro en la misma vía y permitir el paso de trenes, o para almacenar equipo ferroviario.

3.34 espiral

Transición de la vía entre una tangente y una curva con incremento gradual y uniforme de curvatura.

3.35 fijación

Dispositivo mediante el cual el riel se sujeta al durmiente, Planchuelas, tornillos, clips y clavos.

3.36 geometría de la vía

Serie de requerimientos que se utilizan en el diseño de construcción y mantenimiento de la vía férrea tales como el ancho de la vía o escantillón, alineamiento, nivelación, elevación de los rieles exteriores en curvas, superficie de rodamiento de los rieles y los límites de velocidad.

3.37 golpe de vía

Variación de nivel o línea en una misma sección transversal de la vía.

3.38 grado de curvatura

Ángulo que subtiende una cuerda de 20 m.

3.39 hachazuelear

Emparejar la superficie de los durmientes de madera en la zona de la placa de asiento, cortando con una hachazuela para que la placa de asiento quede a nivel y sobre una superficie plana y uniforme.

3.40 hombro

Es la porción del balasto entre los extremos del durmiente y el inicio de la pendiente del balasto. También el tope levantado en una placa de asiento en la línea del clavo.

3.41 inclinación de riel

Posición de diseño del riel en la vía de 1:40 proporcionada por la superficie de apoyo del durmiente o de la placa de asiento.

3.42 inserto acero manganeso para cruceros

Un crucero ferroviario en el cual se inserta un colado de acero manganeso en cada una de las intersecciones formando los diamantes y las alas del crucero.

3.43 inserto de la aguja

Aditamento intercambiable de acero manganeso que se ensambla por medio de tornillos al riel de la aguja para formar su punta a fin de proporcionar mayor duración en su uso.

3.44 junta de riel

Unión de los extremos entre dos rieles asegurada ya sea con planchuelas atornilladas o con soldadura.

3.45 junta suspendida

Unión de dos rieles situada entre dos durmientes consecutivos con la separación reglamentaria.

3.46 lecho de la vía

Base sobre la que se coloca el balasto, los durmientes y el riel de una vía férrea.

3.47 línea de escantillón

Línea paralela al riel por el lado interior de la vía a 15.9 mm (5/8”) abajo de la superficie del hongo del riel.

3.48 línea

Trazo de la vía en distancias cortas para definir tangentes o curvas.

3.49 máquina de cambio

Aparato usado para mover las agujas del cambio. Puede operar a control remoto a través del controlador o en forma manual.

3.50 metros

m

3.51 mm

milímetros

3.52 MTB

Millones de toneladas brutas.

3.53 número del cambio

Corresponde al número del sapo en un cambio de vía.

3.54 número del sapo

Es el cociente de dividir la longitud de la punta teórica a una sección cualquiera del sapo entre el ancho del sapo en esa sección. Es la cotangente del ángulo del sapo (½ cot ø/2).

3.55 paso a nivel

Es un cruce o intersección al mismo nivel entre una vía férrea y una carretera o camino.

3.56 patio

Sistema de vías férreas conformado por vías principales y auxiliares para la recepción, formación y despacho de trenes y, en general para apoyar la prestación del servicio público de transporte ferroviario y los servicios de Interconexión y los servicios auxiliares.

3.57 pendiente:

Tangente del ángulo que forma el plano de la vía respecto al plano horizontal; es el cambio gradual de elevación o descenso de la vía medido en por ciento.

3.58 pisada

Porción de la rueda que hace contacto con la parte superior del hongo del riel o banda de rodamiento.

3.59 placa de asiento

Placa que se coloca entre el riel y el durmiente.

3.60 placas del cambio

Conjunto de placas especialmente diseñadas para usarse en el área del cambio.

3.61 planchuela

Una barra de acero que se usa en pares en una junta para unir los extremos de dos rieles para proporcionar continuidad a la vía.

3.62 planchuela de compromiso

Par de barras de acero al alto carbón especialmente roladas para unir los extremos de dos rieles de diferente calibre y sección.

3.63 profundidad del canal de la ceja

Distancia vertical libre en el canal de cejas para el paso de las ruedas con seguridad.

3.64 protector de agujas tipo contrarriel

Dispositivo conformado con riel u otro perfil colocado paralelamente al riel de apoyo delante de la punta de la aguja, formando un canal de cejas con el riel de apoyo, para mantener las cejas de las ruedas en su correcto alineamiento cuando se aproximan al cambio. El protector puede ser ajustable para mantener la separación con el riel de apoyo.

3.65 puente

Estructura elevada con claro de 6 m o mayor que se construye para salvar un obstáculo natural o artificial y darle continuidad a la vía férrea.

3.66 punta de agujas

Extremo de la aguja donde se inicia el herraje de cambio.

3.67 riel de apoyo

Riel de la vía contra el que se ajusta la aguja en un cambio.

3.68 riel soldado continuo (RSC)

Riel sin juntas emplanchueladas que se extiende entre estaciones o laderos.

3.69 riel

Uno de los elementos que forman la superestructura de un sistema de vía férrea, fabricado con una aleación de acero con otros metales, bajo especificaciones de metalurgia, geometría, resistencia, durabilidad y sección, que permitan el rodamiento cómodo y seguro del equipo, transmitiendo los esfuerzos a la subestructura de la vía.

3.70 Secretaría

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

3.71 sapo

Componente de un cambio de vía utilizado en la intersección de dos vías para proporcionar soporte a las ruedas y guiar las cejas a través de sus alas, permitiendo así que las ruedas crucen de una vía a otra.

3.72 sobreelevación

Elevación que se le da al riel exterior de una curva con respecto al riel interior, para que el equipo ferroviario transite en forma segura a la velocidad establecida.

3.73 sub-balasto

Capa de material graduado que se coloca sobre la superficie terminada de la rasante del terraplén y debajo del balasto para proporcionar mejor drenaje y distribución de la carga al lecho de la vía.

3.74 tangente:

Tramo de vía recto entre dos curvas.

3.75 tirafondo

Un perno con punta y cuerda que se coloca con herramienta especial en taladros practicados en el durmiente para asegurar el riel o las placas de asiento.

3.76 tramo de vía

Límite de la jurisdicción del ingeniero de vía.

3.77 vía clásica

Vía construida con rieles unidos con planchuelas y tornillos, fijados a durmientes de madera por medio de la placa de asiento y clavos.

3.78 vía de excepción

Es aquella que la empresa ferroviaria ha identificado en el horario reglamentario, instrucciones especiales, órdenes generales o en cualquier otro registro apropiado. Que no esté localizada a menos de 9 m. de una vía adyacente que pueda estar en uso simultáneo a velocidades superiores a 20 km/h, la velocidad máxima permisible es de 15 km/h (9.5 millas/h) para trenes de carga, ni a 30m de un puente o un cruce a nivel. No se permite la operación para trenes de pasajeros, excepto vacíos.

3.79 vía elástica

Vía construida con largo riel soldado y fijado a durmientes de concreto o de madera con fijación elástica.

3.80 vía principal

Una vía que se extiende a través de patios y entre estaciones que no debe ser ocupada sin autorización del controlador o protección.

3.81 vía

Estructura compuesta de diferentes elementos que sirven de soporte y guía para el movimiento de equipo rodante.

3.82 vías industriales (Espuela)

Vías particulares de las industrias. Vía férrea de propiedad particular conectada por un solo extremo a una vía auxiliar o la vía principal para conectarse a una vía general de comunicación ferroviaria.

4. Seguridad de vía, clasificación y especificaciones.

4.1 Clasificación de la vía.

El sistema de clasificación de vías se divide en seis categorías de acuerdo con la velocidad permisible de operación. Debe tomarse en cuenta para cada una de las líneas, la velocidad máxima de operación de los trenes consignada en los horarios, ver Tabla 1.

Clasificación de la vía	**Velocidad máxima de operación de trenes de carga** km/h	**Velocidad máxima de operación de trenes de pasajeros** km/h
Vía de excepción	15	No aplica
Vía clase 1	15	25
Vía clase 2	40	45
Vía clase 3	65	95
Vía clase 4	95	125
Vía clase 5	125	145

Tabla 1-Velocidad máxima de operación de los trenes

4.1.1. Escantillón.

El escantillón se mide entre la cara interna por debajo de la parte superior del hongo del riel en un ángulo recto en un plano de 15 mm (5/8”). El escantillón estará dentro de los límites establecidos de acuerdo con la Tabla 2.

Clase de la vía	**Medida mínima** mm (in)	**Medida máxima** mm (in)
Vía de excepción	No aplica	1,479 (58 1/4)
Vía clase 1	1,422 (56)	1,473.2 (58)
Vías clase 2 y 3	1,422 (56)	1,466.9 (57 3/4)
Vías clase 4 y 5	1,422 (56).	1,460.5 (57 1/2)

Tabla 2. Medidas del escantillón según tipo de vía

El alineamiento de la vía no puede desviarse de la uniformidad por arriba de la cantidad prescrita, ver Tabla 3.

Clase de la vía	Tangente	Curva	
	Desviación máxima de las flechas en cuerdas de 20 m [1] mm(in)	**Desviación máxima de las flechas en cuerdas de 10 m [2]** mm(in)	**Desviación máxima de las flechas en cuerdas de 20 m [2]** mm(in)
Vía clase 1.	127 (5)	[3]N/A	127 (5)
Vía clase 2	76 (3)	[3]N/A	76 (3)
Vía clase 3	45 (1-3/4)	32 (1-1/4)	45 (1-3/4)
Vía clase 4	38 (1-1/2)	25 (1)	38 (1-1/2)
Vía clase 5	19 (3/4)	13 (1/2)	16 (5/8)

1 - Los extremos de la línea estarán en puntos sobre el lado del escantillón de la línea del riel, 15 mm (5/8 in) por debajo de la parte superior del hongo del riel. Cualquiera de los rieles puede ser utilizado como la línea de riel; sin embargo, el mismo riel se utiliza para toda la longitud de ese segmento tangencial de la vía.

2 - Los extremos de la cuerda estarán en puntos sobre el lado del escantillón del riel exterior, 15 mm (5/8 in) por debajo de la parte superior del hongo del riel.

3 - N/A-No aplica.

Tabla 3-Alineamiento

4.1.2. Curvas: Sobreelevación y velocidad máxima.

Los trenes no operan siempre con la misma velocidad al pasar una curva, los trenes cargados y de subida llevan una velocidad menor que los trenes ligeros y de bajada. Lo anterior afecta la sobreelevación y velocidad máxima que se calculan de la siguiente manera:

(a) La sobreelevación se fija con la condición de equilibrio (igual reacción sobre ambos rieles para evitar el desgaste excesivo de los rieles) para los trenes lentos de acuerdo con la velocidad a la que pueden operar (velocidad real) considerando la fórmula:

$$e = 0.0004V^2G \text{ ------- (1)}$$

En donde:

e = Sobreelevación en pulgadas

V = Velocidad de los trenes (velocidad real) en km/h.

G = Grado de curvatura métrico (con cuerdas de 20m)

La máxima elevación del riel exterior en una curva no puede ser mayor a 152 mm (6 in) para ninguna clase de vía indicada en el inciso secundario 5.1.1. Con excepción en lo dispuesto en ver Figura 7 patrón 1.

(b) 5.1.5, el riel exterior de una curva no puede estar por debajo del nivel del riel interior.

(c) La sobreelevación superior a 152 mm (6 in) requiere de autorización especial.

(d) La máxima velocidad de operación permitida para los trenes se obtiene aplicando la fórmula:

$$V_{max} = \sqrt{\frac{e + E_u}{0.0004G}} \text{ ------ (2)}$$

Donde:

V_{max} = Velocidad máxima de operación permitida de acuerdo con el Horario establecido en km/h

e = Sobreelevación en pulgadas

G = Grado de curvatura métrico (con cuerdas de 20m)

E_u = 38 mm a 76 mm (1.5 in a 3 in)

(e) Los ferrocarriles utilizarán el sub-balanceo que se ajuste más a su operación, geometría de vía y pendiente desde 38 mm a 76 mm (1.5 in a 3 in).

(f) Todos los vehículos son considerados calificados para operar en la vía con un desbalance E_u sin exceder de 3 pulgadas. Las velocidades son calculadas de acuerdo a la fórmula: V = ?((Ea+Eu) / (0.0004xG)), ver Tabla 4, cuando E_u es para varios desbalances y grados de curvatura.

Los valores resultantes de esta fórmula para diferentes valores de Eu se muestran en la siguiente tabla de valores Eu y e.

VELOCIDADES MÁXIMAS EN CURVAS (km/h)																		
GRADO DE CURVATURA (G)		DESBALANCE (in)	SOBREELEVACIÓN (in) (Ea) V = ?((Ea+Eu) / (0.0004xG))															
°	min		0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4	4.25	4.5
0	30	1.5	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	150	155	160	165	165	170
		2	115	120	125	130	135	140	145	150	150	155	160	165	165	170	175	180
		3	135	140	145	150	150	155	160	165	165	170	175	180	180	185	190	190
0	45	1.5	85	90	95	100	100	105	110	115	115	120	125	125	130	135	135	140
		2	95	100	100	105	110	115	115	120	125	125	130	135	135	140	140	145
		3	110	115	115	120	125	125	130	135	135	140	140	145	150	150	155	155
1	0	1.5	75	75	80	85	90	90	95	100	100	105	105	110	110	115	115	120
		2	80	85	90	90	95	100	100	105	105	110	110	115	115	120	125	125
		3	95	100	100	105	105	110	110	115	115	120	125	125	125	130	130	135
1	15	1.5	65	70	70	75	80	80	85	85	90	90	95	100	100	100	105	105
		2	70	75	80	80	85	85	90	90	95	100	100	100	105	105	110	110
		3	85	85	90	90	95	100	100	100	105	105	110	110	115	115	120	120
1	30	1.5	60	60	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100
		2	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100
		3	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	105	105	105	110
1	45	1.5	55	55	60	65	65	70	70	75	75	80	80	80	85	85	90	90
		2	60	65	65	70	70	75	75	80	80	80	85	85	90	90	90	95
		3	70	75	75	80	80	80	85	85	90	90	90	95	95	100	100	100
2	0	1.5	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	80	85
		2	55	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	90
		3	65	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	90	90	90	95	95
2	15	1.5	50	50	55	55	60	60	60	65	65	70	70	70	75	75	75	80
		2	55	55	60	60	60	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80
		3	60	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90
2	30	1.5	45	50	50	50	55	55	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75
		2	50	50	55	55	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80
		3	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85
2	45	1.5	45	45	50	50	50	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70
		2	50	50	50	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75
		3	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	75	80	80
3	0	1.5	40	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70
		2	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70
		3	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	75
3	15	1.5	40	40	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65
		2	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	65	70
		3	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	65	70	70	70	70	75
3	30	1.5	40	40	40	45	45	50	50	50	55	55	55	55	60	60	60	65
		2	40	45	45	50	50	50	55	55	55	55	60	60	60	65	65	65
		3	50	50	55	55	55	55	60	60	60	65	65	65	65	70	70	70
3	45	1.5	35	40	40	40	45	45	50	50	50	50	55	55	55	60	60	60
		2	40	40	45	45	50	50	50	50	55	55	55	60	60	60	60	65
		3	50	50	50	50	55	55	55	60	60	60	60	65	65	65	65	70
4	0	1.5	35	35	40	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55	60
		2	40	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55	60	60	60
		3	45	50	50	50	50	55	55	55	55	60	60	60	60	65	65	65
4	15	1.5	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55
		2	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55	60	60
		3	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55	60	60	60	60	65	65
4	30	1.5	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55
		2	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55	60
		3	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55	60	60	60	60	60
4	45	1.5	30	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55
		2	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55
		3	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55	55	60	60	60
5	0	1.5	30	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	50
		2	35	35	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	50	55	55
		3	40	40	45	45	45	50	50	50	50	50	55	55	55	55	60	60

Tabla 4-Velocidad máxima para diferentes valores de Eu y e (1 de 4)

VELOCIDADES MÁXIMAS EN CURVAS (km/h)																		
GRADO DE CURVATURA (G)		DESBALANCE in	SOBREELEVACIÓN (in) (Ea) V = ?((Ea+Eu) / (0.0004xG))															
°	min		0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4	4.25	4.5
5	15	1.5	30	30	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50
		2	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	50	55
		3	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55
5	30	1.5	30	30	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50
		2	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50	50	50
		3	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50	50	50	55	55	55	55
5	45	1.5	30	30	30	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	45	50	50
		2	30	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50	50
		3	40	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50	50	50	55	55	55
6	0	1.5	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	45	50
		2	30	35	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50
		3	35	40	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50	50	50	50	55
6	15	1.5	30	30	30	30	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45
		2	30	30	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45	50	50
		3	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50	50	50	50
6	30	1.5	25	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45
		2	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45	50
		3	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50	50	50
6	45	1.5	25	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45
		2	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	45	45
		3	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	45	45	50	50	50	50
7	0	1.5	25	25	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45
		2	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45
		3	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45	45	50	50	50
7	15	1.5	25	25	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45
		2	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45
		3	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45	45	50	50
7	30	1.5	25	25	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40
		2	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45
		3	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45	45	50
7	45	1.5	25	25	25	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	40
		2	25	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	45
		3	30	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	45	45	45	45	45
8	0	1.5	25	25	25	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40
		2	25	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45
		3	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45	45
8	15	1.5	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40
		2	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40
		3	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	45	45	45	45
8	30	1.5	25	25	25	25	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40
		2	25	25	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40
		3	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	45	45	45
8	45	1.5	25	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40
		2	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40
		3	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	45	45
9	0	1.5	25	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40
		2	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40	40
		3	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	45
9	15	1.5	20	25	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40
		2	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40
		3	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	45
9	30	1.5	20	25	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35
		2	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40
		3	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40
9	45	1.5	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35
		2	25	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40
		3	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40

Tabla 4-Velocidad máxima para diferentes valores de Eu y e (2 de 4)

VELOCIDADES MÁXIMAS EN CURVAS (km/h)																		
GRADO DE CURVATURA (G)		DESBALANCE in	SOBREELEVACIÓN (in) (Ea) V = ?((Ea+Eu) / (0.0004xG))															
°	min		0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4	4.25	4.5
10	0	1.5	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35
		2	25	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40
		3	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40
10	15	1.5	20	20	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35
		2	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35
		3	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40
10	30	1.5	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35
		2	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35
		3	25	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40
10	45	1.5	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35
		2	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35
		3	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40	40
11	0	1.5	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35
		2	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35
		3	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	35	40	40
11	15	1.5	20	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35
		2	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35
		3	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40
11	30	1.5	20	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35
		2	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35
		3	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	35	40
11	45	1.5	20	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35
		2	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35
		3	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	35
12	0	1.5	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35
		2	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35
		3	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	35
12	15	1.5	20	20	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30
		2	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35
		3	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35
12	30	1.5	20	20	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30
		2	20	20	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35
		3	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35
12	45	1.5	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30
		2	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35
		3	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35
13	0	1.5	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30
		2	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35
		3	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35
13	15	1.5	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
		2	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35
		3	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35
13	30	1.5	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
		2	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30
		3	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35
13	45	1.5	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
		2	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30
		3	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35
14	0	1.5	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30
		2	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30
		3	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35
14	15	1.5	15	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30
		2	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30
		3	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35
14	30	1.5	15	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30
		2	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30

Tabla 4-Velocidad máxima para diferentes valores de Eu y e (3 de 4)

VELOCIDADES MÁXIMAS EN CURVAS (km/h)																		
GRADO DE CURVATURA (G)		DESBALANCE in	SOBREELEVACIÓN EN PULGADAS (Ea) V = ?((Ea+Eu) / (0.0004xG))															
°	min		0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4	4.25	4.5
14	45	1.5	15	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30
		2	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
		3	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	35	35
15	0	1.5	15	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30
		2	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
		3	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	35
15	15	1.5	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30
		2	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
		3	20	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	35
15	30	1.5	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30
		2	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30
		3	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30
15	45	1.5	15	15	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30
		2	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30
		3	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30
16	0	1.5	15	15	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30
		2	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30
		3	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30
16	15	1.5	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30
		2	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30
		3	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30
16	30	1.5	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30
		2	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30
		3	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30
16	45	1.5	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25
		2	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30
		3	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30
17	0	1.5	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25
		2	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30
		3	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30
17	15	1.5	15	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25
		2	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30
		3	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30
17	30	1.5	15	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25
		2	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30
		3	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
17	45	1.5	15	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25
		2	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30
		3	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
18	0	1.5	15	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25
		2	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30
		3	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30
18	15	1.5	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25
		2	15	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25
		3	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30
18	30	1.5	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25
		2	15	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25
		3	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30
18	45	1.5	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25
		2	15	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25
		3	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30

Tabla 4-Velocidad máxima para diferentes valores de Eu y e (4 de 4)

4.1.3. Remate de sobreelevación.

La elevación que debe darse al riel exterior de una curva y la proporción a la que se debe ir elevando o descendiendo de manera uniforme a la entrada y salida de esta, será fijada por un supervisor calificado, quien considerará cada curva por separado y guardará nota de ella.

(a) Las curvas que no tengan espirales, el remate de la sobreelevación del riel exterior se hará en las tangentes, en la proporción de 13 mm (1/2"), por cada 10m (33 pies), de manera que al comenzar la curva se tenga ya la sobreelevación completa.

(b) En las curvas reversas, cuando no exista tangente intermedia o cuando ésta no tenga la suficiente longitud para que se pueda rematar la elevación en la proporción indicada, se tomará la mitad de dicha tangente para comenzar en este punto a elevar el riel exterior de cada curva, en la proporción que resulte de manera que a la entrada de cada una de ellas se tenga ya la sobreelevación asignada a esa curva.

(c) Las marcas de sobreelevación, hechas de acuerdo con las normas reglamentarias se conservarán en los puntos donde empieza la sobreelevación, en los puntos donde ya se tenga completa y en los puntos intermedios, como está prescrito.

(d) La sobreelevación establecida y la longitud de la espiral de cualquier curva, no se cambiará sin instrucciones del Ingeniero de División.

4.1.4. Nivel de la vía.

Para conseguir que el movimiento de los trenes sobre la vía sea suave y cómodo se requiere que ésta esté correctamente alineada y nivelada. Para conservar la vía debidamente alineada y nivelada, se ejecutarán tres clases de trabajos, según convenga; estos trabajos son: reparación parcial o por tramos, reparación general o continua y reconstrucción y balastado. Antes de alinear la vía, deberá siempre nivelarse debidamente y tener el escantillón correcto.

Cada empresa ferroviaria concesionaria, mantendrá sus vías niveladas dentro de los límites establecidos, ver Tabla 5.

Nivelación de la vía	Clase de vía				
	1	2	3	4	5
	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)
El remate de la elevación máximo por cada 10 m al final de un levante es:	89 (3 ½)	76 (3)	51 (2)	38 (1 ½)	25 (1)
En uno u otro riel la desviación máxima de un perfil uniforme de la ordenada media de una cuerda de 20m es:	76 (3)	70 (2 ¾)	57 (2 ¼)	51 (2)	32 (1 ¼)
La desviación máxima de un nivel cero en cualquier punto de vía tangente o una elevación reversa de nivel en curvas es:	76 (3)	51 (2)	44 (1 ¾)	32 (1 ¼)	25 (1)
La diferencia máxima de niveles entre dos puntos separados menos de 20m es:	76 (3)	57 (2 ¼)	51 (2)	44 (1 ¾)	38 (1 ½)
Donde se determine por una decisión de ingeniería anterior a la promulgación de esta regla, a causa de restricciones físicas en la longitud de la espiral y practicas operativas y por experiencia, el cambio de nivel en espirales máximo a cada 31 pies es:	51 (2)	44 (1 ¾)	32 (1 ¼)	25 (1)	19 (¾)
1. Exceptuando la restricción del numeral 5.1.4 donde la elevación en cualquier punto de una curva iguala o excede 152.4 mm (6"), la diferencia de nivel entre ese punto y otro con mayor elevación comprendidos en un tramo de 20m no debe ser mayor de 38 mm (1 ½") 2. Sin embargo, para controlar movimientos armónicos en vías de clase 5 hasta clase 2 con juntas emplanchueladas y cuatrapeadas, las diferencias de nivel no excederán de 32 mm (1 ¼") en un total de 6 pares de juntas comprendidas dentro de 7 juntas bajas. Las vías con un cuatrapeo menor de 3.5 m (10 pies) no se considerarán como juntas cuatrapeadas. Las juntas comprendidas dentro de las 7 juntas bajas y que no cumplan con la distancia normal entre juntas no se consideran como juntas para los propósitos de esta nota.					

Tabla 5-Límites de nivelación

4.1.5. Remate al nivelar.

Cuando la vía se eleve para ser nivelada, el remate de la altura que se dé para ligarla con el resto de la vía que no se eleva, se hará teniendo en cuenta la velocidad de los trenes en ese tramo, para dar comodidad al pasaje y evitar accidentes. En ningún caso se excederán los valores fijados por la presente Norma Oficial Mexicana, ver Tabla 6.

Velocidad Máxima (km/h)	**Remate** mm (in) en m
150	25 mm (1 in) en cada 38 m
140	25 mm (1 in) en cada 35 m
130	25 mm (1 in) en cada 33 m
120	25 mm (1 in) en cada 30 m
110	25 mm (1 in) en cada 28 m
100	25 mm (1 in) en cada 25 m
90	25 mm (1 in) en cada 23 m
80	25 mm (1 in) en cada 20 m
70	25 mm (1 in) en cada 18 m
60	25 mm (1 in) en cada 15 m
50	25 mm (1 in) en cada 13 m
40	25 mm (1 in) en cada 10 m
30	25 mm (1 in) en cada 8 m
20	25 mm (1 in) en cada 5 m
10	25 mm (1 in) en cada 3 m

Tabla 6-Remate al nivelar

4.2 Calificación de la vía.

Se debe de buscar en todo momento que las condiciones geométricas y estructurales de las vías, estén acordes con la densidad de tráfico y la velocidad máxima especificada. Esto es, a mayor índice de densidad y velocidad debe corresponder un mayor índice de seguridad de la vía y por consecuencia, vías con una alta calidad de mantenimiento o de mayor tecnología.

Se establecen tolerancias máximas en sus parámetros más significativos, con objeto de garantizar una adecuada operación y evitar el deterioro prematuro de los componentes. Cuando las tolerancias son excedidas, corresponde al concesionario o asignatario decidir si se restringe la velocidad en el tramo afectado o bien se reclasifica la clase de la vía a otro nivel inferior.

Concepto	**UNIDAD**	**CLASE DE VÍA**					
		Excepción	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
El escantillón mínimo es:	mm	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422
	in.	56	56	56	56	56	56
El escantillón máximo es:	mm	1,479.50	1,473.2	1,466.9	1,466.9	1,460.5	1,460.5
	in.	58-1/4	58	57-3/4	57-3/4	57-1/2	57-1/2
En vía tangente, la desviación máxima de las flechas en cuerdas de 20 m es:	mm	-	127	76.2	44.5	38.1	19
	in.	-	5	3	1-3/4	1-1/2	3/4
En vía curva, la desviación máxima de las flechas en cuerdas de 10 m es:	mm	-	N/A	N/A	32	25	13
	in.	-	N/A	N/A	1-1/4	1	1/2
En vía curva, la desviación máxima de las flechas en cuerdas de 20 m es:	mm	-	127	76	45	38	16
	in.	-	5	3	1-3/4	1-1/2	5/8
El remate máximo de la elevación por cada 10 m al final de un levante es:	mm	-	89	76	51	38	25
	in.	-	3-1/2	3	2	1-1/2	1
En uno u otro riel la desviación máxima del perfil uniforme de la ordenada media de una cuerda de 20 m es:	mm	-	76	70	57	51	32
	in.	-	3	2-3/4	2-1/4	2	1-1/4
La desviación de un nivel cero en cualquier punto de vía en tangente o una elevación reversa de nivel en curvas no debe ser mayor que	mm	-	76	51	45	32	25
	in.	-	3	2	1-3/4	1-1/4	1
La diferencia máxima de niveles entre dos puntos separados menos de 20 m es:	mm	-	76	57	51	45	38
	in.	-	3	2-1/4	2	1-3/4	1-1/2

Donde se determina por decisión de Ingeniería anterior a la promulgación de esta regla, a causa de restricciones físicas en la longitud de la espiral y prácticas operativas y por experiencia, el cambio máximo de nivel en es pirales a cada 10 m es:	mm		51	45	32	25	19
	in.	-	2	1-3/4	1-1/4	1	3/4
Número mínimo de durmientes de madera que deben estar en buen estado en un tramo de 11.88 m (39 ft) en vía tangente y curvas = de 1.3 grado métrico es:	pieza	-	5	8	8	12	12
Número mínimo de durmientes de madera que deben estar en buen estado en un tramo de 11.88 m (39 ft) en cambios de vía y curvas =de 1.3 grado métrico es:	pieza	-	6	9	10	14	14
Una junta de riel debe estar soportada por al menos un durmiente en buen estado cuyo eje s e encuentre a no más de 61 cm (24 in) del centro de la junta	pieza	-	1	1	-	-	-
Una junta de riel debe estar soportada por al menos un durmiente en buen estado cuyo ejes e encuentre a no más de 46 cm (18 in) del centro de la junta	pieza	-	-	-	1	1	1
Una junta de riel debe estar soportada por dos durmientes en buen estado cuyos ejes s e encuentren a no más de 61 cm (24") del centro de la junta	pieza	-	-	-	1	1	1
Falta de paridad máxima en los rieles, en la banda de rodamiento de los extremos de los rieles en una junta es:	mm	-	6	6	5	3	3
	in.	-	1/4	1/4	3/16	1/8	1/8
Falta de paridad máxima en los rieles, en el lado de escantillón de los extremos de los rieles en una junta es:	mm	-	6	5	5	3	3
	in.	-	1/4	3/16	3/16	1/8	1/8
Desgaste vertical máximo en el hongo del riel de 90-100 lb/yd es:	mm	-	13	13	13	13	13
	in.	-	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Desgaste horizontal máximo en el hongo del riel de 90-100 lb/yd es:	mm	-	16	16	16	16	16
	in.	-	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8
Desgaste vertical máximo en el hongo del riel de 112-115 lb/yd es:	mm	-	14	14	14	14	14
	in.	-	9/16	9/16	9/16	9/16	9/16
Desgaste horizontal máximo en el hongo del riel de 112-115 lb/yd es:	mm	-	13	13	13	13	13
	in.	-	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Desgaste vertical máximo en el hongo del riel de 136 lb/yd es:	mm	-	22	22	22	22	22
	in.	-	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8
Desgaste horizontal máximo en el hongo del riel de 136 lb/yd es:	mm	-	22	22	22	22	22
	in.	-	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8
La medida mínima del escantillón de contrarriel a la cara interna del diamante del sapo es:	mm	-	1,375	1,378	1,381	1,381	1,384
	in.	-	54-1/8	54-1/4	54-3/8	54-3/8	54-1/2
La medida máxima del escantillón de contrarriel al cara interna a la del sapo es:	mm	-	1,353	1,349	1,349	1,349	1,346
	in.	-	53-1/4	53-1/8	53-1/8	53-1/8	53

Tabla 7-Requerimientos Mínimos

4.3 Requisitos mínimos para la conservación de la vía.

En el presente punto, se establecen los requisitos mínimos para la conservación de vías, lo cual permite que las empresas ferroviarias, programen los trabajos, en función del desgaste de cada uno de los componentes.

4.3.1. Rieles y accesorios.

El riel cumple sus funciones básicas: pista de rodadura, elemento soporte de la carga de las ruedas de los trenes y de guiado de las cejas de las ruedas. El riel es el componente principal de la vía, el más costoso y por lo mismo al que se le debe dedicar cuidados especiales para su conservación. Los rieles se marcan y estampan durante el proceso de fabricación con un sistema único de identificación, ver figuras 1 y 2.

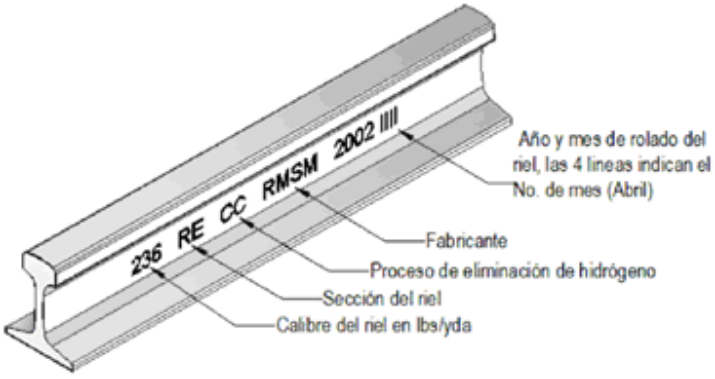


Figura 1-Marcado recomendable del lado exterior del riel.

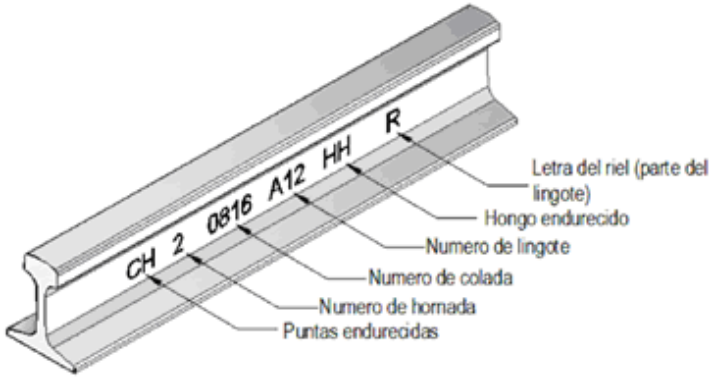


Figura 2-Marcado recomendable del lado interior del riel

La forma de la sección ha ido evolucionando con el tiempo hasta llegar a la sección “T” que se usa de manera general en todos los ferrocarriles del mundo. La sección “T” también se ha ido mejorando en Estados Unidos de América pasando por las que diseñaba cada Ferrocarril y posteriormente las secciones ASCE (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles), las secciones AAR (Asociación Americana de Ferrocarriles) y finalmente las secciones RE (Ingenieros de Ferrocarriles) actual AREMA.

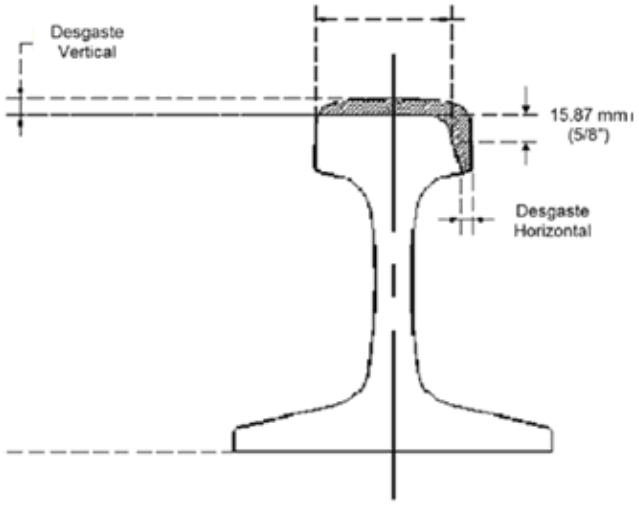


Figura 3-Criterio de condenación para rieles

Parámetros	55.55 - 57.05 kg/m (112 - 115 lbs/yd)				67.46 kg/m (136 lbs/yd)				44.64 - 49.60 kg/m (90 - 100 lbs/yd)			
	Desgaste Horizontal		Desgaste Horizontal		Desgaste Horizontal		Desgaste Horizontal		Desgaste Horizontal		Desgaste Horizontal	
Condena	14 mm	9/16 in	13 mm	½ in	22 mm	7/8 in	22 mm	7/8 in	13 mm	½ in	16 mm	5/8 in

Tabla 8-Límites de condenación

El calibre del riel se define por su peso por unidad de longitud, el calibre ha ido evolucionando de acuerdo con el crecimiento del peso del equipo rodante de los trenes. Actualmente se tienen, en operación rieles de 37.20 a 67.46 kg/m (75 a 136 lb/yd).

4.3.2. Fijaciones.

El sistema de fijación es el conjunto de elementos que sujetan el riel contra el durmiente para evitar desplazamientos laterales, longitudinales o verticales del riel, que afectan el alineamiento, el escantillón o la nivelación de la vía. Un buen sistema de fijación permite que la vía desarrolle su capacidad y pueda operar a la velocidad máxima.

La fijación puede ser directa o indirecta. Es directa cuando el mismo elemento que se fija al durmiente sujeta el riel, como el clavo de vía, ver Figura 4.

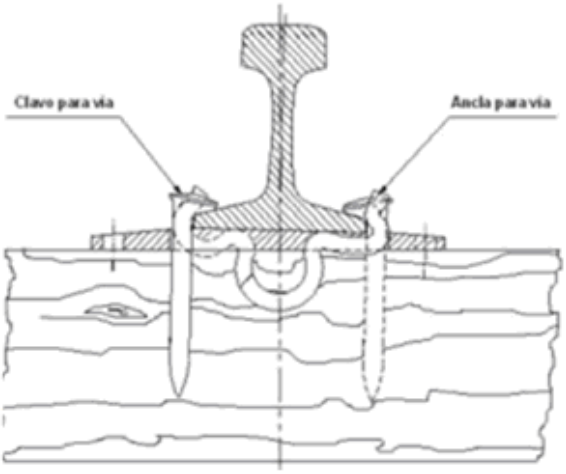


Figura 4-Sistema de fijación en vía clásica

Es indirecta cuando además del elemento que se fija al durmiente se requiere de otro para sujetar el riel, como ejemplo en la fijación RN y en general toda la fijación elástica, ver Figura 5.

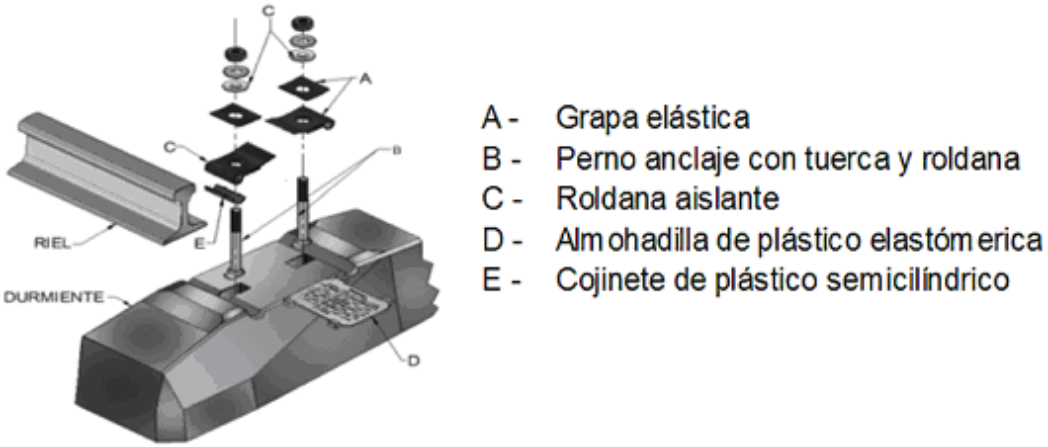


Figura 5-Sistema de fijación en vía elástica

4.3.3. Placa de asiento.

La placa de asiento tiene la función de distribuir la carga de la rueda a un área en la cara superior del durmiente para que la madera pueda resistir los esfuerzos de compresión perpendiculares a las fibras que en madera dura son del orden de 49 kg/cm2 (700 lb/in2) y en madera de pino son 35 kg/cm2 (500 lb/in2).

La fuerza que descarga una rueda para carros de 130 t es de 20,960 kg (46,600 lb), considerando la distribución de carga a través del riel de 0.43 y el impacto en el riel de 200%, por lo que se requiere de un área de 596 cm2 (92.4 in2).

Se recomienda un área de 700 cm2 (108.5 in2) que corresponde a una placa de 197x356 mm (7 ¾ x 14 in).

Cuando la vía se rehabilite y se construya con riel de 136 lb/yd, deberá incluirse placa de 197x406 mm (7 3/4 x 16 in).

La placa de asiento debe ser de acero rolado o cualquier otro material que resista la alta compresión y los esfuerzos cortantes y de flexión que se generan al asentar el riel. La placa debe tener una inclinación en el asiento del riel 1:40 limitado por dos hombros de 11 mm (7/16 in), de altura que mantengan al patín del riel en su posición. Debe tener 4 taladros cuadrados de 19 mm (3/4 in) de lado, llamados de línea, que alojan a los clavos de vía y mantienen alineado el patín del riel. Debe tener 2 o 4 taladros externos, la mitad del lado de campo y la mitad por el lado de escantillón que permiten en caso dado, fijar la placa al durmiente por medio de clavos de vía, ver Figura 6.

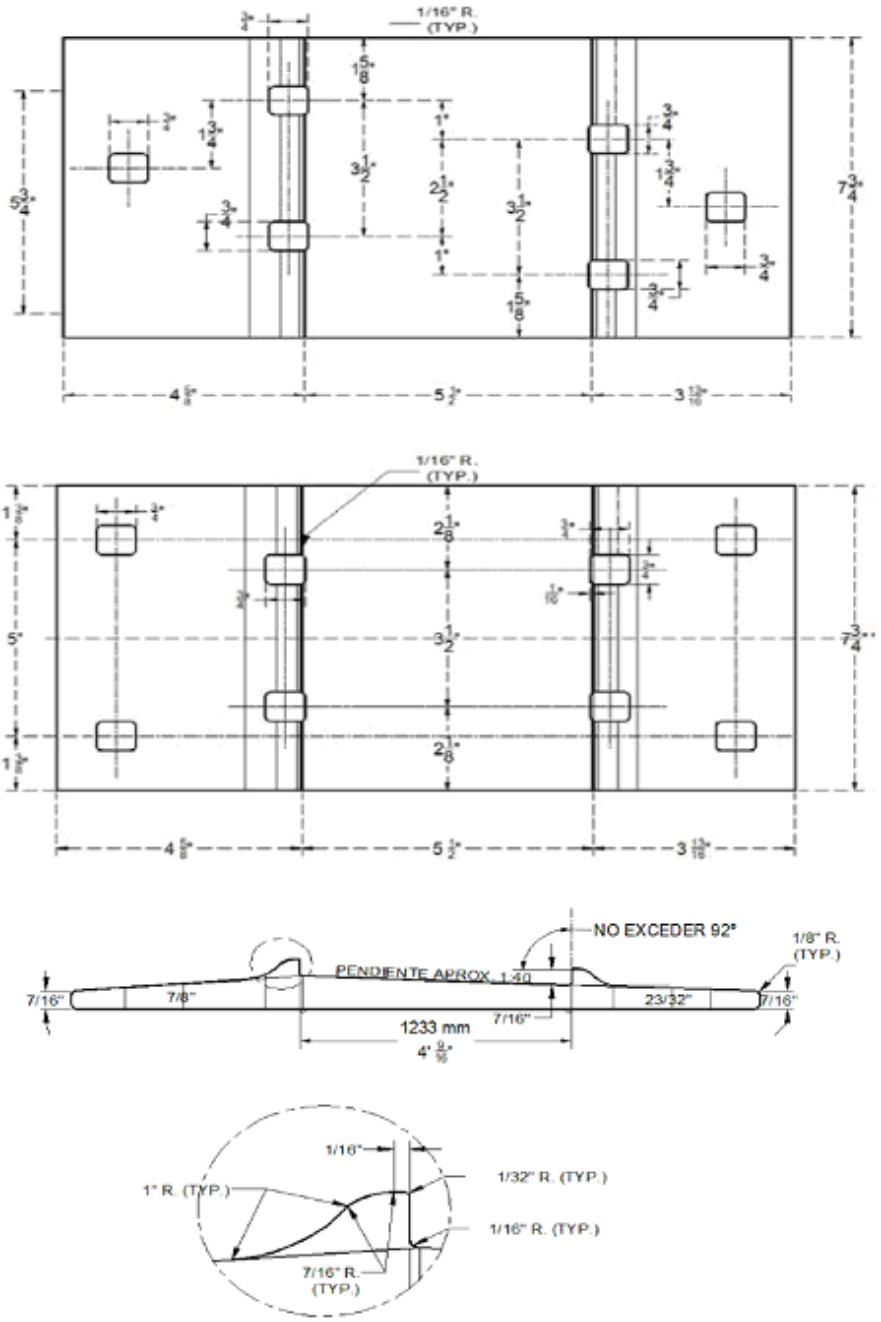


Figura 6-Placas de asiento

4.3.4. Clavos de vía.

El clavo de vía será de acero con un contenido mínimo de 0.06 de carbón y resistencia mínima a la ruptura por tensión de 3,865 kg/cm2 (55,000 lb/in2).

La sección de los clavos será cuadrada, de 16 mm (5/8 in) de lado y la longitud será de 152 mm (6 in) o de 140 mm (5 ½ in) para vía principal y secundaria respectivamente. La punta será en forma de cincel y la cabeza alargada con cortes transversales en los extremos con el lado más largo hacia el patín del riel, con la misma inclinación de 4:1.

El clavo no es una fijación eficiente para mantener el apriete de su cabeza contra el patín del riel, ya que su capacidad de extracción es limitada, 650 kg (1,400 lb), dependiendo del tipo de madera, del clima y de la edad del durmiente. La función principal del clavo es mantener el escantillón, evitando que los rieles se abran o que se viren. El movimiento vertical y la flexión negativa de los rieles rápidamente sacan a los clavos de su posición inicial, pero se mantiene su función si el clavo no está suelto.

4.3.5. Anclas de riel.

Las anclas de riel controlan el movimiento longitudinal del riel sobre los durmientes provocado por la variación de temperatura, tráfico, pendiente y frenado de los trenes.

Las anclas deben desarrollar una resistencia al corrimiento contra el patín del riel de cuando menos 1,800 kg (4,000 lb) que aplican contra la cara lateral del durmiente. Pueden ser de diferentes tipos: rígidas de sección canal o “T” y de resorte de sección rectangular. Existen diversos diseños y capacidades desde 2,270 kg (5,000 lb) al corrimiento, otras, con resistencia de 4,540 kg (10,000 lb) aproximadamente.

4.3.6. Patrón de anclaje.

Patrón de anclaje será como sigue:

a) En vía principal con riel soldado continuo y durmiente de concreto, no se requiere anclar la vía.

b) En vía principal con riel soldado continuo, durmiente de madera y fijación a base de clavo, se anclará un durmiente sí y uno no, ver Figura 7 patrón 2.

c) En puentes de cubierta abierta se anclarán 120 durmientes antes y 120 durmientes después al 100%, iniciando 2 durmientes antes del muro guarda tierra, ver Figura 7 patrón 1.

d) En vía principal con riel emplanchuelado y tonelaje anual mayor a 10 MTB, se anclará un durmiente sí y uno no, ver Figura 7 patrón 2.

e) En vía principal con riel emplanchuelado y tonelaje anual de 10 MTB o menor, se anclará un durmiente sí y tres no, ver Figura 7 patrón 4.

f) En patios y vías industriales se anclarán un durmiente sí y tres no ver Figura 7 patrón 4.

g) En los cambios de vía con riel soldado continuo, se anclarán 120 durmientes antes de la punta de agujas y 120 durmientes después de la última pieza del juego de madera de cambio, tanto por el ladero como por la vía principal al 100% , ver Figura 7 patrón 1.

h) En los cambios de vía con riel emplanchuelado se anclarán 48 durmientes antes de la punta de agujas y 48 durmientes después de la última pieza del juego de madera de cambio, tanto por el ladero como por la vía principal, al 100%, ver Figura 7 patrón 1.

i) En los cambios se anclará todo el juego de madera de cambio al 100%.

j) En vía principal en curvas de 3° o más con riel soldado continuo y durmiente de madera y fijación a base de clavo, se anclará toda la curva al 100% , ver Figura 7 patrón 1.

k) En los detectores de muñones calientes se anclarán 120 durmientes antes y 120 durmientes después al 100%, ver Figura 7 patrón 1.

l) En laderos con riel emplanchuelado se anclará un durmiente sí y dos no, ver Figura 7 patrón 3.

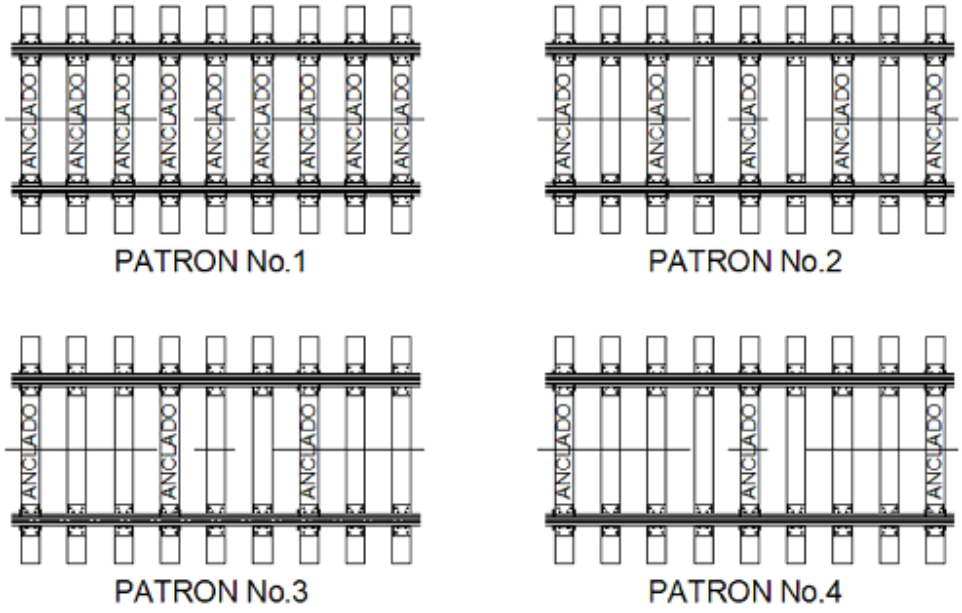


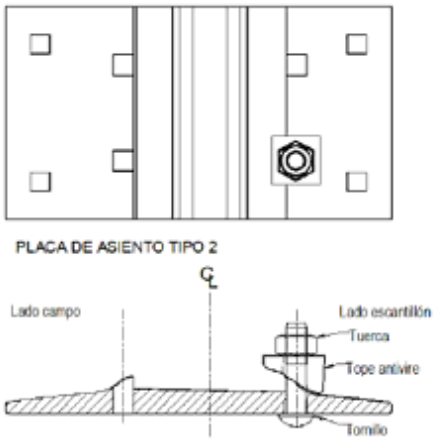
Figura 7-Patrones de anclaje

4.3.7. Dispositivos antivire (curve block).

Por lo que respecta a los dispositivos antivire (curve block), entendidos como topes instalados en la placa de asiento del riel por medio de un tornillo en uno de los agujeros de línea, del lado de escantillón, con su cabeza bajo la placa; la cabeza se incrusta en el durmiente de madera. El tope que es una pieza sólida de acero detiene al patín del riel para que no sea virado hacia afuera de la vía, ver Figura 7.

La placa se fija al durmiente con 4 clavos en los agujeros de anclaje. El dispositivo se instala en el mismo durmiente en ambos rieles. El espaciamiento será de acuerdo a la curvatura de la vía.

Grado de curvatura	Espaciamiento
2° a 4°	a cada 4 durmientes
>4°	a cada 3 durmientes



Notas:

- Normalmente se distribuirán topes antivire a cada 4 durmientes.
- Placas con antivire se usarán cada 4 durmientes en vías férreas de 3º y mayores, pudiéndole aumentar de acuerdo a necesidades de operación.
- A cada 3 durmientes a curvas mayores de 6°.
- La placa con el dispositivo debe conservar el patrón de clavado correspondiente.

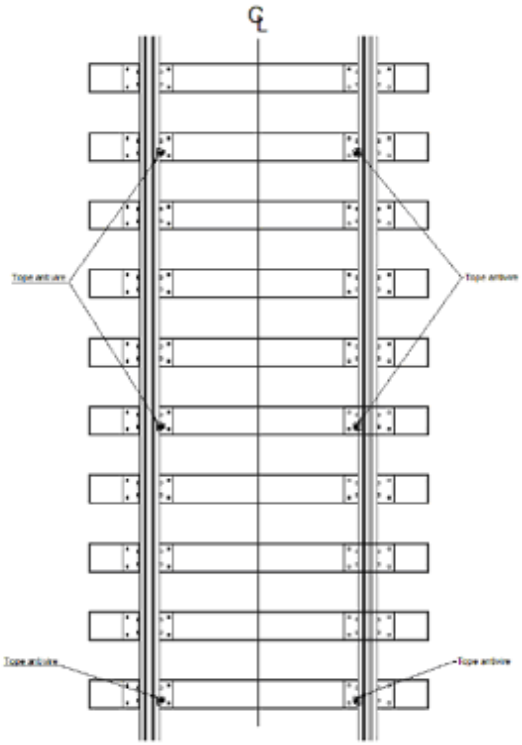


Figura 8-Dispositivos antivire

4.3.8. Fijaciones.

En el caso de las fijaciones indirectas y fijaciones elásticas para durmientes de madera, los componentes de la fijación elástica para durmientes de madera con la placa de asiento rolada con hombro integrado para el clip, los tirafondos para sujetar la placa y el clip E que presiona al patín del riel.

Se recomienda que la fijación elástica se use en vías de fuerte graduación mayor de 7° 30’ clase 4 y 3, en cambios de vías clase 4.

Para esta fijación se seguirán los siguientes requerimientos:

a) Se usarán tirafondos de 24 x 152 mm (15/16 x 6 in) o de 25 x 152 mm (1 x 6 in). De acero con resistencia a la tensión de 4,217 kg/cm^2 (60,000 lb/in^2).

b) Los tirafondos se aplicarán con perforación previa.

c) Los tirafondos se atornillarán hasta que su cabeza toque a la superficie de la placa de asiento pero sin sobreapretarlos.

d) No deben usarse clavos en placas de agujero redondo para tirafondos.

e) En todos los casos se usarán 4 tirafondos para sujetar la placa rolada.

Por lo que respecta a las fijaciones de los durmientes de concreto contra el riel han representado uno de los aspectos en que mayor cuidado deberán observar los ferrocarriles ya que de su efectividad depende la seguridad y el buen funcionamiento de la vía.

Las fijaciones en durmientes de concreto deben ser elásticas a base de grapa o de clip y con el riel asentado en una almohadilla de elastómero. En todos los casos son fijaciones indirectas ya que el clip o la grapa requieren de otro elemento para sujetar el durmiente que puede ser un hombro empotrado en el concreto o bien un perno de anclaje.

Existe un gran número de diseño de fijaciones, las más reconocidas y usadas son:

a) A base de grapa.

b) A base de Clip o Resorte:

4.3.9. Durmientes.

El durmiente es un elemento de apoyo del riel que se sitúa transversalmente al eje de la vía con separación uniforme, al cual se fija el riel para mantener el escantillón. Los durmientes se diseñan para distribuir la carga de las ruedas del tren a la capa de balasto y de ésta al lecho de la vía; al trabarse con el balasto previenen los movimientos laterales, longitudinales y verticales de la estructura de la vía.

Los durmientes representan uno de los componentes más importantes de la vía en el conjunto, por lo cual su duración es determinante en los costos de construcción y conservación de la vía. Los durmientes tradicionalmente han sido de madera, para considerar el alargue de su vida, se fabrican de concreto, acero y materiales plásticos.

La separación entre durmientes se establece como sigue:

Durmientes de madera	50 cm (19 11/16 in)1
Durmientes de concreto presforzado	50 a 70 cm (23 5/8 a 27 ½ in)
Durmientes de acero	50 cm 19 11/16 in
Durmientes de plástico	50 cm 19 11/16 in

La distancia entre durmientes se podrá aumentar o disminuir, donde el diseño de construcción y operación lo requiera.

4.3.10. Clasificación de durmientes.

Los durmientes se fabricarán de un material al que los rieles puedan sujetarse con seguridad. Cada segmento de vía de 11.89 m (39 ft) tendrá un número suficiente de durmientes que combinados proporcionen un soporte efectivo que:

a) Sujete el escantillón dentro de los límites especificados;

b) Mantenga la nivelación dentro de los límites prescritos, y

c) Conserve el alineamiento dentro de los límites establecidos.

La cantidad mínima y el tipo de durmientes especificados en los párrafos siguientes de esta sección, repartidos efectivamente para soportar el segmento completo y por lo menos un durmiente del tipo especificado en los párrafos (a) y (b) de esta sección y que se localiza en una junta según la posición indicada a lo largo de esta sección.

a) Cada segmento de vía de 11.89 m (39 pies) tendrá: 5 durmientes en vía clase 1; 8 durmientes en vía clase 2 y 3 y 12 durmientes en vía clase 4 y 5, que no estén:

Para durmientes de madera:

(1) Completamente rotos;

(2) Rajados o dañados a tal grado que el balasto penetre en los durmientes, que no retengan los clavos de vía o las fijaciones al riel;

(3) Tan deteriorados que la placa de asiento o el patín del riel se mueve lateralmente más de 12.7 mm (½") respecto a los durmientes o,

(4) Penetrados por la placa de asiento más del 40 % del espesor del durmiente.

Para durmientes de concreto:

(1) No deben presentar desgaste mayor de 25 mm (1") en la zona de asiento del riel que propicie que la fijación quede suelta;

(2) No deben tener roturas en el centro que dejen expuesto el acero de preesfuerzo o que ocasionen la pérdida del escantillón;

(3) No deben presentar roturas o daños que impidan el anclaje del sistema de fijación;

(4) No debe haber desprendimiento de concreto en los durmientes dañados por descarrilamiento en las cabezas y al centro de modo que descubran el acero de preesfuerzo o que dañen el anclaje de éste.

(5) No deben presentar abrasión de más de 25 mm (1") en la zona de apoyo del durmiente con el balasto ni debe estar descubierto el acero de preesfuerzo en la base del durmiente;

(6) No deben presentar vencimiento de la barra de acero del durmiente bi-block de tal manera que la vía no mantenga el escantillón.

b) Cada segmento de vía de 12 m tendrá la cantidad mínima y el tipo de durmientes que se indica, ver Tabla 9.

Clase de vía	Vía en tangente y en curvas ≤ 2° piezas	Cambios y vía en curvas > de 2° piezas
Vía clase 1.	5	6
Vía clase 2	8	9
Vía clase 3	8	10
Vías clase 4 y 5	12	14

Tabla 9-Cantidad mínima de durmientes

Las vías clases 1 y 2 tendrán un durmiente cuyo eje longitudinal esté ubicado dentro de 61 cm (24 in) medido desde el centro de la junta de riel y las vías 3 a 5 tendrán un durmiente cuyo eje longitudinal esté ubicado dentro de 46 cm (18 in) medido desde el centro de la junta de riel o dos durmientes cuyos ejes longitudinales estén ubicados dentro del espacio de 61 cm (24 in) a cada lado del centro de la junta de riel. La posición relativa de estos durmientes se describe en la presente Norma Oficial Mexicana, ver figuras 8, 9 y 10.

4.3.11. Juntas.

Una junta suspendida de riel en vías clases 1 y 2 estará apoyada, por lo menos sobre un durmiente cuyo eje longitudinal esté dentro del espacio de 122 cm (48 in), ver Figura 8.

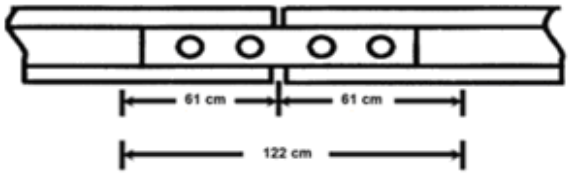


Figura 8-Junta de clase 1 y 2

Una junta suspendida de riel en vías clases 3 a 5 estará apoyada, por lo menos sobre un durmiente cuyo eje longitudinal esté dentro de una distancia de 92 cm (36 in), ver Figura 9.

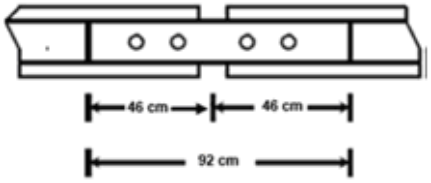


Figura 9-Junta de clase 3 a 5

Para el caso de dos durmientes, uno a cada lado de una junta suspendida de riel y cuyos ejes longitudinales está dentro de 61 cm (24 in) medido desde el eje de la junta, ver Figura 10.

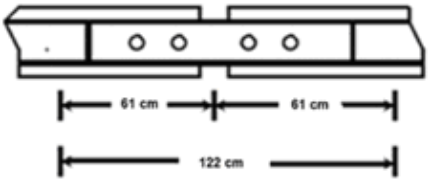


Figura 10-Junta de clase 3 a 5

Para vía construida sin durmientes, tal como losas de vía (vías ahogadas), vía conectada directamente a componentes estructurales de puentes y vía sobre fosas de servicios, la estructura de la vía debe cumplir los requisitos de numeral 5.3.2.4 (b) de esta sección.

4.3.12. Balasto.

A menos que esté apoyada estructuralmente de otra forma, toda la vía deberá estar soportada sobre material (balasto) que:

(a) Trasmita y distribuya la carga de la vía y el equipo rodante ferroviario al sub-balasto;

(b) Restrinja la vía lateral, longitudinal y verticalmente bajo las cargas dinámicas impuestas por el equipo rodante ferroviario y los esfuerzos térmicos ejercidos por los rieles;

(c) Proporcione un drenaje adecuado para la vía y;

(d) Mantenga en forma apropiada el nivel normal de la vía, el alineamiento y la nivelación.

(e) Reparta la presión bajo el durmiente para impedir que el subsuelo blando se dañe con el peso de los trenes (deformando con ello el trazado de la vía).

(f) Ofrezca una superficie sólida, pero con una cierta elasticidad que permite absorber las vibraciones.

El tamaño y especificaciones del balasto se encuentran referidos más adelante en la presente Norma Oficial Mexicana, ver Tablas 11 y 12, considerando el adecuado para que, bajo la presión de los trenes, estas piedras se ajusten unas con otras formando un armazón capaz de distribuir el peso hacia afuera y hacia abajo. Y para permitir un drenaje rápido de las aguas pluviales y la evaporación de la humedad del subsuelo y retardar el crecimiento de la vegetación.

Cada ferrocarril determinara los tamaños o números que se utilizan en las vías principales o de su clase.

El espesor de la capa de balasto depende del tipo de trenes que tengan que circular por la vía. Para trenes de alta velocidad, vía clase 4 y 5 se coloca una capa de 30 cm (12 in) mínima de espesor, pero en otros trenes de menor velocidad, vía clase 1, 2 y 3 el espesor es de 20 cm (8 in) como mínimo.

Se deberá mantener los hombros del balasto con el ancho especificado, ver Tabla 10, medido desde los extremos del durmiente.

Tipo de durmiente	Tipo de riel	Ancho de hombro mínimo recomendado cm (in)
Madera/plástico	Emplachuelado	23 (9)
Madera/plástico	RSC	30 (12)
Acero	RSC	30 (12)
Concreto	RSC	30 (12)

Tabla 10-Anchos de hombro mínimos recomendados

Para las propiedades, valores y límites recomendados para las pruebas de balasto, ver Tabla 11.

PROPIEDADES	PORCENTAJE DE MATERIALES QUE PUEDEN UTILIZARSE COMO BALASTO							
	GRANITO	BASALTO	CUARCITA	CALIZA	DOLOMITA	ESCORIA DE ALTO HORNO	ESCORIA DE HORNOS DE ACERACIÓN	PRUEBA A.S.T.M.
Porcentaje de material que pasa por la malla No. 200	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	C-117
Volumen específico gravitacional (ver nota 2)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.65	2.3	2.9	C-127
Porcentaje de absorción	1	1	1	2	2	5	2	C-127
Trozos de Arcilla y partículas desprendibles	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	C-142
Degradación (LAA)	35%	25%	30%	30%	30%	40%	30%	VER NOTA 1
Intemperismo acelerado (Sulfato de Sodio en 5 ciclos)	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	C-88
Partículas alargadas y/o planas	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	D-4791 Método A
Nota 1: Los materiales que al cribarse contienen partículas retenidas en la malla de 1" serán analizados con el método de prueba A.S.T.M. C-535. Los materiales que al cribarse pase el 100% a través de la malla de 1" serán analizados con el método de prueba A.S.T.M. C-131 **Nota 2:** Solamente el volumen específico gravitacional el valor límite s e tomará el mínimo y los límites para las demás pruebas se tomarán los valores máximos.								

Tabla 11-Valores recomendados para pruebas de balasto.

4.3.13. Granulometría.

En cuanto a la granulometría, las partículas de balasto deben ser aproximadamente cuboides, con aristas angulosas (no redondas). El tamaño de las partículas se apegará al uso indicado para vía principal y patios, ver Tabla 12.

Tamaño N°	Tamaño Nominal o Abertura de la malla mm (in)	Porcentaje que pasa									
		76 mm (3")	63 mm (2 ½")	51 mm (2")	38 mm (1 ½")	25.4 mm (1")	19 mm (¾")	12.7 mm (½")	9.5 mm (3/8")	N° 4	N° 8
24	63 - 19 (2 ½ – ¾)	100	90 – 100	-	25-60	-	0-10	0-5	-	-	-
25	63 - 10 (2 ½ – 3/8)	100	80-100	60-85	50-70	25-50	-	5-20	0-10	0-3	-
3	51 - 25 (2 – 1)	-	100	95-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-
4A	51 - 19 (2 – ¾)	-	100	90-100	60-90	10-35	0-10	-	0-3	-	-
4	38 - 19 (1 ½ – ¾)	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-
5	25 - 10 (1 – 3/8)	-	-	-	100	90-100	40-75	15-35	0-15	0-5	-
57	25 (1) N° 4	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5

Tabla 12-Granulometría recomendada

4.3.14. Drenaje.

Las especificaciones para los tipos de drenaje son las siguientes:

Drenaje superficial. Debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Evitar el encharcamiento del agua sobre el terraplén.
- Interceptar y desviar el agua superficial.
- Almacenar y canalizar las corrientes.
- Desalojar el agua de lluvia y de la nieve.

El drenaje superficial lo constituyen las alcantarillas que son las estructuras hidráulicas que cruzan por debajo de la vía; las cunetas que son zanjas superficiales a ambos lados de la vía; las contra cunetas, que son las zanjas que se construyen arriba de los cortes, paralelas a la vía y que evitan que los cortes se deslaven y que se inunde la vía.

Drenaje subterráneo. Debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Derivar y drenar las bolsas de agua y manantiales o brotes de agua.
- Intercepción de filtraciones y corrientes subterráneas.
- Secado de rellenos saturados.
- Abatimiento del nivel freático.
- Secado del balasto drenando el agua bajo los durmientes.

El sistema de drenaje subterráneo consiste en tubos longitudinales y transversales; tubos perforados; drenes franceses o zanjas rellenas de piedra; geoceldas y geotextiles. Son zanjas rellenas de material granular grueso que tienen por objetivo captar y conducir las aguas que escurren superficialmente.

4.3.15. Cambios de vía.

Como parte integral de la seguridad, los cambios de vía o juegos de cambio (herrajes), forman parte integral de la vía principal.

Es por ello por lo que éstos deberán ser considerados dentro de las normas y estándares de calidad para las vías según su clasificación.

Se debe verificar que todos los componentes del cambio estén completos, en buen estado, en posición correcta y funcionando de manera adecuada.

Los cambios pueden ser:

1) Cambio izquierdo cuando la vía divergente está hacia la izquierda.

2) Cambio derecho cuando la vía divergente está hacia la derecha.

3) Cambio equilátero cuando ambas vías divergen el mismo ángulo.

El número del cambio es definido por el número de sapo (que es el Ángulo tangente entre el cateto opuesto que mide el ancho de las piernas del sapo y el cateto adyacente que se mide desde donde se midió el cateto opuesto hasta la punta teórica del sapo).

Figura 11-Cambio izquierdo

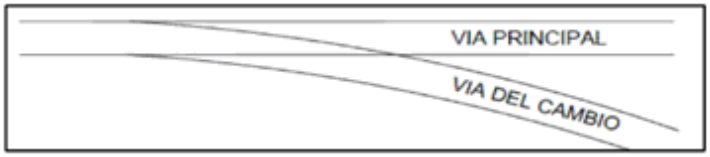


Figura 12-Cambio derecho

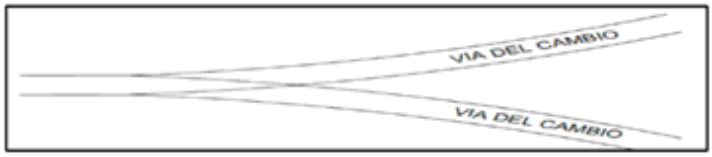


Figura 13-Cambio equilátero

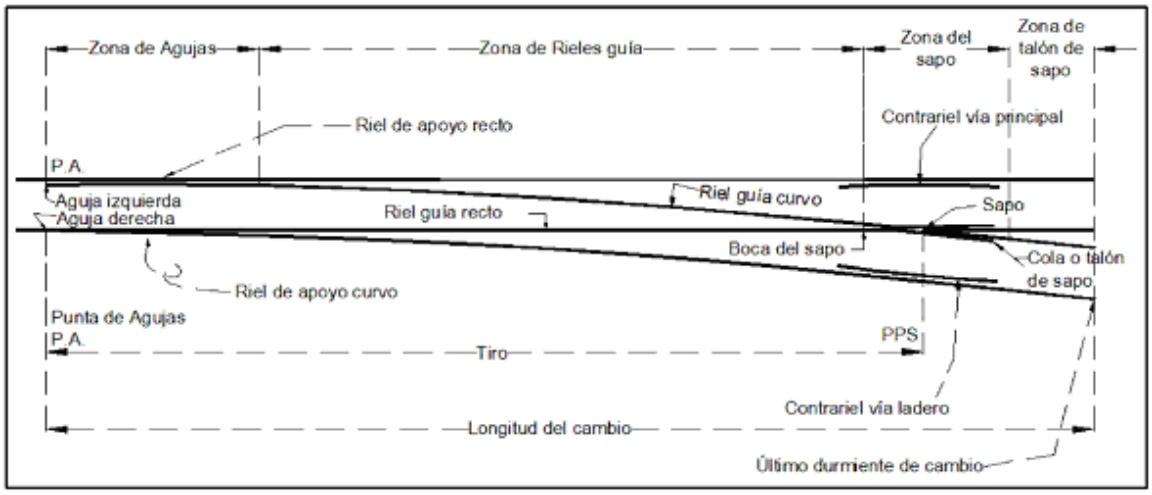


Figura 14-Nomenclatura de un cambio derecho

4.3.16. Cambios de doble control.

Cualquier máquina de cambio debe cumplir con los siguientes requisitos para garantizar las condiciones óptimas de operación:

a) Los durmientes pedestales deben estar en buenas condiciones físicas y correctamente calzados.

b) Detectar cualquier obstrucción que impida el movimiento libre de las agujas.

c) Revisar el estado de las agujas.

d) El sistema de fijación de la máquina de cambio al durmiente debe encontrarse completa y en buenas condiciones para evitar que exista movimiento por el aflojamiento de herrajes.

e) La máquina de cambio debe estar correctamente apoyada y alineada con la barra de operación.

f) Revisar el ajuste de las agujas con el riel de apoyo, no más de 1/8 in de calibración de la abertura de las agujas para que se active el controlador de sobrecarga y salga de control si no completa su carrera.

g) Verificar que la corriente del motor se encuentre dentro lo establecido por el fabricante.

4.3.17. Árboles de cambio.

Cada cambio incluye un árbol de cambio que debe cumplir con los siguientes requerimientos:

1) Debe estar firmemente fijado y asegurado a los durmientes pedestales del cambio.

2) Debe estar colocado del lado de la vía divergente del cambio (vía del ladero en su caso) o sea del lado del cierre del cambio para el ladero.

- Algunas aplicaciones en cortavías requieren que el árbol se sitúe del lado de la apertura del cambio cuando la separación de las vías por conectar es de 6.10 m (20') o menos.

3) Cuando las condiciones lo permiten, la instalación de árboles bajos, se hará con la palanca apuntando hacia el sapo cuando el alineamiento de las agujas está a la vía principal.

4) Los árboles de cambio recomendados para vía principal y ladero pueden usarse en cualquier otra vía.

5) El mantenimiento de los árboles operados manualmente es responsabilidad del área de Infraestructura. El área de Señales es responsable del mantenimiento de las máquinas de cambio e hidráulicos.

6) No instalar árboles automáticos trillables en ningún tipo de vía.

7) Posición de banderas de los árboles de cambio; las banderas deben exhibir el color rojo cuando no están alineadas en la dirección de los movimientos normales del tren. Cuando el cambio está alineado en la dirección correcta para el paso del tren las banderas deben presentar el canto de color blanco. En cambios de control dual no se requiere bandera.

4.3.18. Sapos.

Las características principales de los sapos deben ser:

1) La profundidad del canal de la ceja, medida a partir del plano de la superficie de contacto de la pisada de la rueda en el sapo en vías clase 1 no será menor de 1 3/8 in ni menos de 1 ½ in en vías clase 2 a 5.

2) Si la punta del sapo está desgranada, fracturada o desgastada más de cinco octavos de pulgada verticalmente y 6 in hacia atrás, la velocidad de operación sobre el sapo no será mayor de 15 km/h.

3) Si la porción de la rodada sobre el diamante de un sapo está desgastada verticalmente más de tres octavos de pulgada abajo del contorno original, la velocidad de operación sobre el sapo no será mayor de 15 km/h.

4) Cuando un sapo se diseña para soportar el peso de la ceja de la rueda, la profundidad del canal de la ceja debe ser menor que la señalada para la vía clase 1, si se operan velocidades de clase 1.

4.3.19. Sapos autorresguardados

Para el caso de sapos autorresguardados.

1) Los elevadores de protección en un sapo autorresguardado no tendrán un desgaste mayor de 9.5 mm (3/8 in).

2) Si se hacen reparaciones a un sapo autorresguardado sin removerlo del servicio, la cara de su guarda se restaurará antes de reconstruir la punta.

El escantillón de la cara del guarda del sapo y de contrarriel estará dentro de los límites prescritos en la siguiente tabla:

Clase de vía	**Escantillón del contrarriel.** La distancia mínima entre la línea del escantillón de un sapo[1] hacia el contrarriel o cara del contrarriel, medida en un ángulo recto a través de la vía con respecto a la línea del escantillón[2], es – Mm 8in)	**Escantillón de la cara del sapo.** La distancia entre las líneas del contrarriel [1], medida a través de un ángulo recto de la vía hacia el escantillón de la cara del sapo [2], no puede ser más que-
1	1374 (54 1/8)	1353 (53 1/4)
2	1377 (54 1/4)	1356 (53 1/8)
3 y 4	1381 (54 3/8)	1356 (53 1/8)
5	1384 (54 1/2)	1346 (53)
1 Una línea a lo largo de la cara de la guía de la ceja del sapo que está más cercano al centro de la vía y en la misma elevación que la línea del escantillón. 2 Una línea de 16 mm (5/8 in) por debajo de la parte superior del hongo del riel o de la superficie de la banda de rodadura de la estructura de la vía.		

Tabla 13-Escantillón de guarda del sapo y contrarriel

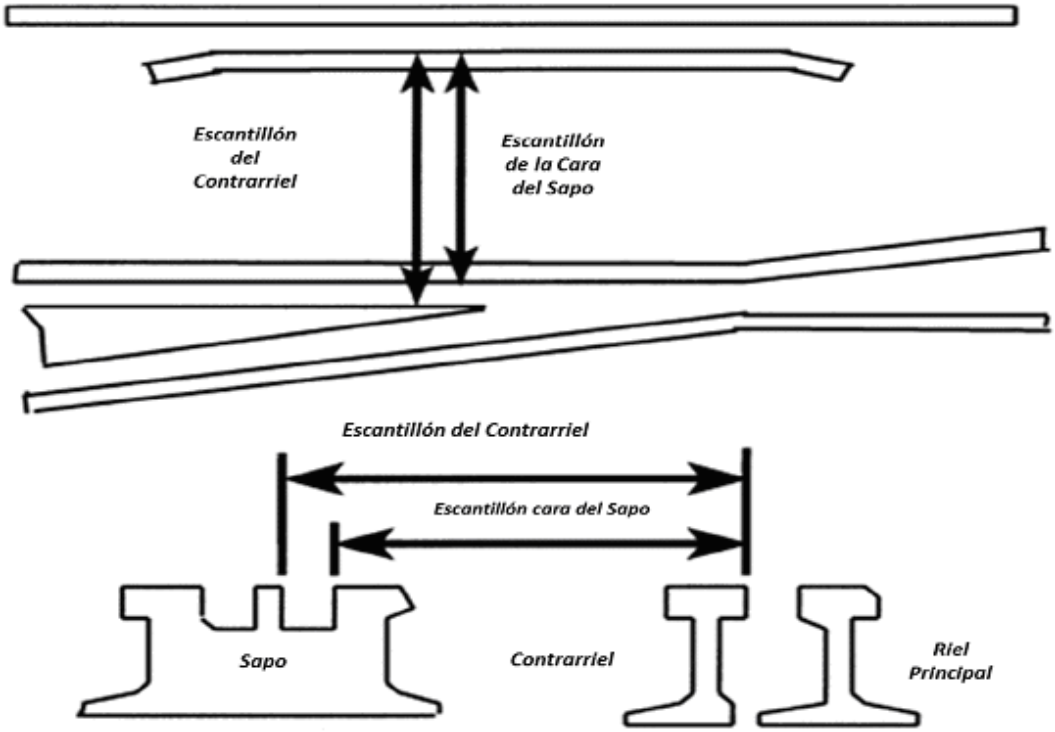


Figura 15-Escantillón de sapo y contrarriel

5. Inspecciones

Cada inspección se realizará a pie o viajando sobre la vía en un vehículo a una velocidad que permita a la persona que hace la inspección observar visualmente que la estructura de la vía cumpla con esta sección. Sin embargo, se pueden utilizar dispositivos mecánicos, eléctricos o de otro tipo para inspeccionar la vía como un suplemento a la inspección visual. Si se utiliza un vehículo para la inspección visual, su velocidad no será mayor de 8 km/h (5 millas/h) al pasar por cruceros y cambios de vía, fuera de eso, la velocidad de inspección del vehículo se sujetará a juicio del inspector, apoyado en las condiciones de la vía y los requisitos de la inspección. Al viajar en un vehículo sobre la vía, la inspección se sujetará a las siguientes condiciones:

Un inspector en un vehículo puede inspeccionar hasta dos vías al mismo tiempo, con tal que la visibilidad no se reduzca por impedimentos de cualquier causa y que la vía secundaria no esté centrada a más de 9 m de la vía en que viaja el inspector;

Dos inspectores en un vehículo pueden inspeccionar hasta cuatro vías a la vez, siempre que la visibilidad no se reduzca por impedimentos de cualquier causa y que cada vía que se inspecciona se encuentre centrada dentro de 12 m de la vía en que viajan los inspectores;

Cada vía principal se recorrerá en vehículo o se inspeccionará a pie por lo menos una vez cada dos semanas y cada vía del ladero se recorre realmente con el vehículo o se inspecciona a pie por lo menos una

vez al mes. En líneas ferroviarias con gran densidad de viajes diarios de ida y vuelta, donde el tiempo en la vía no permite una inspección en vehículo y en vías cuyos centros están a menos de 5 m, los requisitos de este párrafo no se aplican y;

Los registros de las inspecciones a las vías indicarán la(s) vía(s) que se recorrieron en vehículo o se inspeccionaron a pie según lo señalado en el párrafo 5.3.6.4 de esta sección.

Cada inspección a la vía se ejecutará de acuerdo con el programa, ver Tabla 14.

Clase de vía	**Tipo de vía**	**Frecuencia requerida**
Vía de excepción y vías clase 1, 2 y 3	Vía principal y en laderos	Por lo menos una vez a la semana, con un intervalo mínimo de 3 días entre inspecciones, si la vía se usa menos de una vez a la semana o dos veces al m es con un intervalo mínimo del día entre inspecciones, si en la vía se trasladan trenes de pasajeros o mueven más de 10 mtb durante el tráfico del año anterior. Cuando se requiere utilizar la vía de excepción, ésta deberá ser inspeccionada previamente por personal del departamento de infraestructura.
Vía de excepción y vías clase 1, 2 y 3	Otras que no son vía principal y en laderos	Por lo menos una vez al mes, con un intervalo mínimo de 20 días entre inspecciones.
Vías clase 4 y 5		Por lo menos dos veces a la semana con un intervalo mínimo de 1 día entre inspecciones.

Tabla 14-Frecuencia de las inspecciones

Si la persona que hace la inspección encuentra una discrepancia con los requisitos de esta sección, el inspector iniciará inmediatamente las acciones correctivas.

5.1. Requerimientos básicos para la inspección de la vía

Todas las vías, de acuerdo con su clase deben tener un mantenimiento adecuado para que puedan operar a la velocidad establecida para cada clase. El grado de mantenimiento está determinado por los requisitos de seguridad que debe cumplir cada vía, considerando la geometría y el estado físico de los componentes de la vía.

a) Balasto.

La propiedad del balasto y drenaje eficiente son necesarios para mantener la nivelación y alineamiento de la vía. Asegurarse de que las condiciones de vía con lodo o con agua estancada en la vía sean reportadas. Monitorear la cantidad de balasto existente en los hombros y en los cajones especialmente cuando existe un potencial problema de riel comprimido.

b) Drenaje.

El drenaje no debe ser descuidado ya que es un importante aspecto de la inspección de vía. Verificar cualquier condición que evite al agua que fluya en la vía. Los puentes, alcantarillas y cunetas necesitan ser inspeccionadas y los defectos reportados donde existan problemas. Tomar nota de aguas estancadas a lo largo de la vía ya que pueden indicar alcantarillas obstruidas.

c) Vegetación.

La presencia de vegetación ocurre con el tiempo y necesita ser medida antes de que se convierta en un peligro, tanto para los trabajadores como para los trenes. Si el problema de la vegetación se encuentra en los pasos peatonales se deben colocar indicaciones de peligro. Los métodos de corte e inhibición de maleza deberán hacerse en un periodo menor de 30 días. Es muy importante mantener la visibilidad en los cruzamientos a nivel.

d) Escantillón.

El escantillón abierto es condición inaceptable y es una de las causas de descarrilamiento más frecuentes. Los Inspectores deben revisar regularmente el escantillón en curvas, cambios y en las juntas. Sumar los movimientos laterales bajo carga a las medidas estáticas para determinar las acciones correctivas. Cuando se inspeccionen las vías de patio, accesos a industrias y vías industriales, poner la vía fuera de servicio si el escantillón alcanza 1,473 mm (58 1 ½ in abierto).

e) Geometría.

Los defectos de geometría incluyen alineamiento y nivelación, desalineamiento en curvas, perfil, nivel transversal y alabeo. Los defectos de geometría están clasificados en los parámetros de seguridad. Las mediciones exactas deben ser tomadas y registradas en los reportes, todas las mediciones deben incluir los movimientos de la vía bajo carga viva (dinámico).

f) Durmientes.

1. Revisar que los grupos de durmientes BO sean menores que los establecidos en los requisitos de seguridad; en caso negativo, aplicar las acciones correctivas correspondientes. Considerar los defectos geométricos provocados por los grupos de B.O.

2. En juntas suspendidas, como se especifica en los numerales 5.3.2.8; 5.3.2.9 y 5.3.2.10.

g) Defectos de riel.

Hay dos categorías principales de defectos de riel: transversales y longitudinales (longitud del defecto). Los defectos transversales son generalmente encontrados por los carros detectores. Los Inspectores deben buscar evidencias que demuestren posibles indicios o desarrollos de defectos, con base en los siguientes puntos:

1. Apariencia inusual en la banda de rodamiento del riel.

2. Sangrado y decoloración abajo del hongo del riel.

Las juntas tienden a presentar varios defectos de riel (grietas en el taladro, grietas entre hongo y el alma, separación horizontal del hongo).

Una fractura a través de la superficie de rodamiento requiere de acción correctiva. Esos rieles se deben reemplazar, cancelar el servicio o supervisar visualmente los movimientos sobre ellos.

h) Extremos disparejos de los rieles.

Se tienen extremos disparejos cuando se instala un riel nuevo junto a uno viejo que ya tiene desgaste. También se presentan en juntas de compromiso flojas o mal instaladas. Hay dos tipos de juntas disparejas de la pisada, (vertical) y de escantillón (lateral). La junta dispareja de escantillón representa un problema serio que puede provocar un descarrilamiento. Cuando el tropezón llegue a 6 mm (1/4 in) poner orden de precaución a 20 km/h.

i) Juntas de riel.

Las planchuelas deben llenar ciertos requisitos para operar a determinadas velocidades. Debido a la amplia variedad de defectos se debe tener especial cuidado al aplicar las acciones correctivas. Menos de 2 tornillos en un extremo de riel, si no se repara colocar orden de precaución a 15 km/h o poner a la vía fuera de servicio.

j) Inspección de juntas de compromiso.

Las juntas de compromiso deben inspeccionarse más frecuentemente que las planchuelas estándar. El Inspector de Vía debe registrar su ubicación y visualmente inspeccionarlas.

k) Corte del riel con soplete.

En cualquier vía está prohibido el corte con soplete de los extremos de los rieles o los taladros hechos con soplete. Sólo en casos de emergencia podrán aplicarse cortes con soplete, y en este caso colocar una orden de precaución a 30 km/h que permanecerá hasta que los rieles sean cambiados, lo cual deberá de ocurrir a la brevedad.

l) Placas de asiento.

Colocar una orden de precaución a 40 km/h en caso de que entre la placa de asiento y el patín del riel existan clavos de vía u otros objetos que causen concentración de la carga.

m) Fijaciones de riel.

Las fijaciones son los componentes que mantienen el escantillón (clavos, clips o grapas). Donde se encuentren tramos de escantillón abierto, la causa puede ser fijaciones defectuosas o insuficientes. Este defecto que no está clasificado específicamente será corregido por el personal de vía substituyendo la fijación dañada.

n) Curvas en vía principal.

Las inspecciones de vía deben realizarse con frecuencia a pie en las curvas de la línea principal. Seguir estos lineamientos:

1. Priorizar las curvas que deben ser caminadas usando el reporte del carro geométrico.

2. Documentar la caminata de las curvas.

3. Avisar al Ingeniero de Vía de todos los defectos graves encontrados que requieren acción correctiva urgente. Además, el Ingeniero de vía deberá caminar aleatoriamente algunas curvas por lo menos una vez por mes.

4. Inspeccionar los movimientos de la curva periódicamente, especialmente en los períodos de grandes cambios de temperatura. Donde la curva se mueva hacia adentro más de 51 mm (2 in) la curva debe ser alineada hacia afuera, antes de que la temperatura ambiente exceda de 30°C. Si la curva no es corregida en su alineamiento hacia afuera, o el riel liberado de esfuerzos, colocar una orden de precaución a 30 km/h y programar la liberación de riel.

o) Inspección de cambios.

Las inspecciones de cambios deben garantizar que la vía es segura para las velocidades autorizadas según su Clase de la vía. Todos los defectos deben ser registrados. Todas las condiciones inseguras deben ser corregidas de acuerdo a los requerimientos establecidos.

a) Árbol de cambio.
b) Barras de conexión.
c) Agujas de cambio.
d) Tiro o carrera de agujas.
e) Ajustes de las agujas.
f) Desgaste de las agujas.
g) Protectores de las agujas.
h) Rieles de apoyo.
i) Varillas de cambio.
j) Placas de cambio.
k) Talón de agujas.
l) Sapos.
m) Sapos autorresguardados.
n) Contrarrieles.
o) Escantillón.
p) Nivel transversal.
q) Nivelación a lo largo del cambio.
r) Alineamiento.
s) Inspección de los durmientes de cambio.
t) Rieles.
u) Anclas de riel.
v) Balasto.
w) Prioridades de los cambios según su estado físico.

5.2. Inspecciones especiales de la vía.

En caso de incendios, inundaciones, deslaves, tormentas severas, sismos u otros acontecimientos que pudieran haber dañado la estructura de la vía, es necesario realizar inspecciones especiales al tramo de vía afectado lo más rápido posible, inclusive antes de la operación de trenes en el tramo.

También en casos de deterioro acelerado o súbito de la vía, la Subdirección de Infraestructura de la empresa ferroviaria ordenará inspecciones especiales conjuntas.

Las inspecciones especiales se harán con personal técnico del área de Infraestructura

5.3. Defectos más comunes en la vía.

5.3.1. Defectos de los rieles.

Defectos internos. Estos defectos internos son visibles solamente después que llegan al hongo, alma o patín. Tales defectos progresan con el tráfico y aumentan su tamaño con mayor número de toneladas transportadas. La mayoría de los defectos internos solamente son detectados a través de ultrasonido.

Defectos externos. Los defectos externos son aquellos visibles, permitiendo observar el acompañamiento de su degradación a lo largo del tiempo.

Rieles defectuosos localizados por el carro detector de defectos de rieles. Los rieles defectuosos localizados por el carro detector cuando se disponga de éste deben ser protegidos inmediatamente después del paso del carro detector, aunque los defectos no sean visibles en la superficie del riel. Para las acciones correctivas, ver Tabla 15.

Los rieles localizados por el carro detector, que tengan grietas transversales, compuestas u otros defectos que los hagan impropios para usarse en cualquier vía deben marcarse con una faja ancha de pintura roja a lo largo del alma y del patín a cada lado del punto defectuoso. Estos rieles deben ser prontamente cambiados de la vía, cortados en pedazos no mayores de 2.44 m (8 ft) de largo y considerados de desecho.

Defecto	Longitud del defecto mm (in)		Porcentaje de área dañada en el hongo del riel por el defecto		Si el riel defectuoso no se reemplaza, ejecutar la acción correctiva en la nota:
	>	Pero no >	<	Pero no <	
Fisura transversal	---	---	70 100	5 70 100	B A2 A
Fisura compuesta	---	---	70 100	5 70 100	B A2 A
Fractura de detalle	---	---	25	5	C
Fractura por quemadura de locomotora	---	---	80	25	D
Soldadura defectuosa	---	---	100	80 100	[A2] o [E y H] [A] o [E y H]
Separación horizontal del hongo	25 (1)	51 (2)	---	---	H y F
Separación vertical del hongo	51 (2)	102 (4)	---	---	I y G
Grieta en el alma	102 (4)	---	---	---	B
Riel entubado	([1])	([1])	---	---	A
Separación del alma y el hongo del riel					
Grieta en el taladro de tornillo	13 (1/2) 25 (1) 38 (1 1/2) ([1])	25(1) 38 (1 1/2) --- ([1])	--- --- --- ([1])	--- --- --- ---	H y F H y G B A
Patín roto	25 (1) 152 (6)	152 (6) ---	--- ---	--- ---	D [A] o [E e I]
Quebradura ordinaria	---	---	---	---	A o E
Riel dañado	---	---	---	---	D
Riel aplanado	Profundidad ≤ 10 (3/8) y largo ≤ 203 (8)	---	---	---	H

(1) Grietas en el hongo del riel

Notas:

A) Asignar una persona calificada para realizar una inspección visual. Después de la inspección visual, esta persona puede autorizar que prosiga la operación, sin inspección visual continua, a una velocidad máxima de 15 km/h (10 millas/h) por un lapso no mayor de 24 horas antes de otra inspección visual o el reemplazo o la reparación del riel defectuoso.

B) Limitar la velocidad de operación por encima del riel defectuoso a la que autorice la persona designada. La velocidad de operación no puede ser mayor de 50 km/h (30 millas/h) o la velocidad máxima permisible por la persona designada para la clase de vía afectada, la que sea menor.

C) Colocar planchuelas, atornilladas únicamente en los agujeros más alejados del defecto, durante un lapso no mayor de 20 días de que se determinó continuar con la vía en uso. En el caso de vías clase 5 a 3, limitar la velocidad de operación sobre el riel defectuoso a 50 km/h (30 millas /h) hasta que se coloquen las planchuelas; después de eso limitar la velocidad a 80 km/h (50 millas/h) o a la velocidad máxima permisible según la 5.1 para la clase de vía considerada, la que sea menor. Cuando se lleva a cabo una detección de defectos internos en el riel se descubren defectos en vías clases 2 a 4 que requieren una acción correctiva tipo C, la velocidad de operación se limitará a 80 km/h (50 millas/h) o a la velocidad máxima permisible según la 5.1 para la clase de vía considerada, la que sea menor, por un periodo que no exceda de 4 días. Si el riel defectuoso no ha sido removido de la vía o no se ha llevado a cabo una reparación definitiva dentro de los 4 días desde que se descubrió el defecto, limítese la velocidad de operación sobre el riel defectuoso a 50 km/h (30 millas/h) hasta que se coloquen las planchuelas, después de eso limitar la velocidad a 80 km/h (50 millas/h) o a la velocidad máxima permisible según la 5.1 para la clase de vía considerada, la que sea menor.

D) Colocar planchuelas, atornilladas únicamente en los agujeros más alejados del defecto, durante un lapso no mayor de 10 días desde que se determinó continuar con la vía en uso. En el caso de vías clase 3 a 5, limitar la velocidad de operación sobre el riel defectuoso a 50 km/h (30 millas/h) o menos según lo autorice una persona calificada y quien tiene por lo menos un año de experiencia en mantenimiento de vías férreas, hasta que se coloquen las planchuelas; después de eso limitar la velocidad a 80 km/h (50 millas/h) o a la velocidad máxima permisible según la 5.1 para la clase de vía considerada, la que sea menor.

E) Colocar planchuelas en el defecto y atornillar con un mínimo de 4 tornillos.

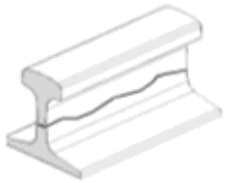
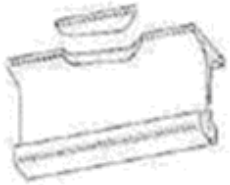
F) Inspeccionar el riel 90 días después que se determinó que la vía continuara en uso

G) Inspeccionar el riel 30 días después que se determinó que la vía continuara en uso.

H) Limitar la velocidad de operación sobre el riel defectuoso a 80 km/h (50 millas/h) o a la velocidad máxima permisible según 5.1 para la clase de vía considerada, la que sea menor.

I) Limitar la velocidad de operación sobre el riel defectuoso a 50 km/h (30 millas/h) o a la velocidad máxima permisible según 5.1 para la clase de vía considerada, la que sea menor.

Tabla 15-Acciones correctivas

Imagen	*Defecto*	*Descripción*
	Fisura transversal	Es una fractura transversal progresiva que comienza en un centro cristalino o núcleo al interior del hongo desde donde se propaga al exterior como una superficie pulida, clara u oscura, redonda u ovalada, prácticamente en ángulo recto con la longitud del riel. Los rasgos que distinguen a una fisura transversal de otros tipos de fisuras o defectos son el centro cristalino o núcleo y la superficie casi pulida del daño que la rodea.
	Fisura compuesta	Es una fractura progresiva que comienza en una grieta horizontal que sigue su curso hacia arriba o hacia abajo del hongo con una superficie pareja, brillante u oscura, y sigue avanzando hasta formar un ángulo recto con la longitud del riel. Las fisuras compuestas requieren la inspección de ambos lados de la fractura para localizar la grieta horizontal superior desde la cual inicia.
	Separación horizontal del hongo	Se refiere a un defecto horizontal progresivo que se inicia al interior del hongo, generalmente ubicado a un ¼" o más debajo de la superficie de rodadura y que avanza horizontalmente en todas las direcciones, por lo general, acompañada de una zona aplastada en la superficie de rodadura. El defecto aparece como una rajadura longitudinal del riel cuando alcanza la cara lateral del hongo.
	Separación vertical del hongo	Se refiere a una grieta vertical a través de o cerca de la mitad del hongo, y que se extiende dentro o a través de ella. Una grieta o línea de oxidase puede observar bajo el hongo cerca del alma, o algunas piezas pueden incluso desprenderse del lado del hongo.
	Grieta en el alma	Es una rajadura a lo largo del costado del alma que se extiende dentro o a través de ella.
	Riel entubado	Es una grieta vertical en el riel, generalmente en el alma, debido a una falla de las caras de contracción del lingote, unidas durante el rolado.
	Patín roto	Significa cualquier rotura en el patín del riel.
	Fractura de detalle	Se refiere a una fractura progresiva que se origina en o cerca de la superficie del hongo del riel. Estas fracturas no deben confundirse con fisuras transversales, fisuras compuestas, ni otros defectos de origen interno. Las fracturas de detalle normalmente se originan con manchas de shelly, agrietado o con desconchaduras en la superficie del hongo del riel.

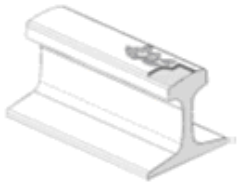
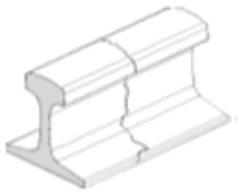
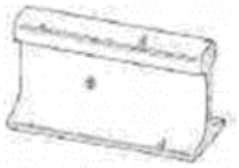
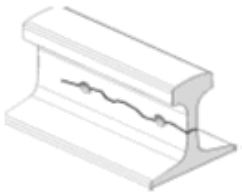
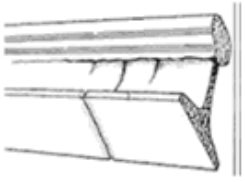
	Fractura por quemadura de locomotora	Se refiere a una fractura progresiva que inicia en las manchas donde las ruedas motrices han resbalado o patinado sobre la superficie de la rodadura del riel. Al desarrollarse hacia abajo, las fracturas por quemadura se parecen a las fisuras compuestas e incluso a las fisuras transversales con las cuales no se deben confundir o clasificar.
	Quebradura ordinaria	Se refiere a una rotura parcial o total donde no hay indicios de una fisura, y en la cual no se encuentran ninguno de los defectos descritos en esta tabla.
	Riel dañado	Se refiere a cualquier riel roto o averiado debido a destrozos, ruedas aplanadas o desbalanceadas, al patinado o causas similares.
	Riel aplanado	Se refiere a una longitud corta de riel, no ubicado en una junta o maestra, que se ha aplanado en el ancho del hongo a una profundidad de 3/8 “ o más por debajo del resto del riel. Esta falla no se repite con regularidad por lo tanto no incluye las corrugaciones, y no tienen una causa determinada como las quemaduras ocasionadas por las ruedas o soldaduras. Su largo individual es relativamente corto, cuando se le compara con el desgaste que sufre el hongo en las
	Grieta en el taladro de tornillo	Se refiere a una fisura a través del alma, originado en un barreno para el perno, que progresa en una línea inclinada hacia arriba o hacia el hongo, o hacia abajo en dirección al patín del riel. Las roturas totales en el agujero del perno pueden continuar horizontalmente sobre el alma/hongo, o alma/patín, o pueden progresar a través de la base o cabeza hasta separar un pedazo del riel. Roturas múltiples que ocurren en un extremo del riel deben ser considerados
	Soldadura defectuosa	Se refiere a una soldadura efectuada en el campo o en las instalaciones fijas que contiene interrupciones o lagunas que individualmente exceden del 5 por ciento del hongo, o en combinación exceden del 10 por ciento del hongo, dentro o cerca del plano transversal, causada por una penetración incompleta del metal de la soldadura en los extremos del riel, una falta de fusión entre la soldadura y el extremo del riel, arrastre de escoria o arena, rebaba inferior
	Separación del alma y el hongo del riel	Se refiere a una fractura progresiva, que separa longitudinalmente el hongo del riel y el alma en el área del filete del hongo del riel, y que se extiende hacia el interior o a través del alma del riel.

Tabla 16-Defectos de los rieles.

5.3.2. Juntas de riel disparejas.

Cualquier falta de semejanza de los rieles en una junta no debe exceder las prescritas, ver Tabla 17.

Clase de vía	**En la banda de rodadura de los extremos de los rieles** mm (in)	**En el lado del escantillón de los extremos de los rieles** mm (in)
1	6 (1/4)	6 (1/4)
2	6 (1/4)	5 (3/16)
3	5 (3/16)	5 (3/16)
4 y 5	3 (1/8)	3 (1/8)

Tabla 17-Juntas de riel disparejas

5.3.3. Defectos de las fijaciones.

La vía se fijará por medio de un sistema de componentes que mantengan eficientemente el escantillón dentro de los límites prescritos en el Numeral 5.3.1.5 Cada componente de cada sistema debe ser evaluado, por la empresa Ferroviaria, para determinar si efectivamente el escantillón está siendo mantenido.

Los elementos de fijación no deberán estar con:

- Partes vencidas, rotas, desgastadas, faltantes o inoperantes, material impropio.
- Evidencia de reciente deterioro rápido del escantillón con probable deterioro continuo.
- Evidencia de recientes daños significativos a los elementos de fijación de los rieles donde sea evidente el ensanchamiento del escantillón de la vía.
- Evidencia de trabajos de mantenimiento recientes realizados incorrectamente, resultando en la falta de componentes de fijación, suficientes para evitar que el escantillón de la vía se abra.

5.3.4. Defectos de los durmientes.

Un atributo único de los durmientes de concreto es la abrasión que puede ocurrir entre la base del riel y el asiento del riel en el durmiente, un componente del sistema de fijación del riel. Una variedad de diseños de almohadillas y materiales se colocan entre el riel y los durmientes para mitigar la abrasión.

Sin embargo, la abrasión desigual o "calzamiento" del asiento del riel puede ser problemática para un entorno operativo de alta velocidad o alto tonelaje que puede causar que las fijaciones del riel se aflojen bajo carga o en casos extremos causen inclinación o despliegue del riel, ver figura 16.

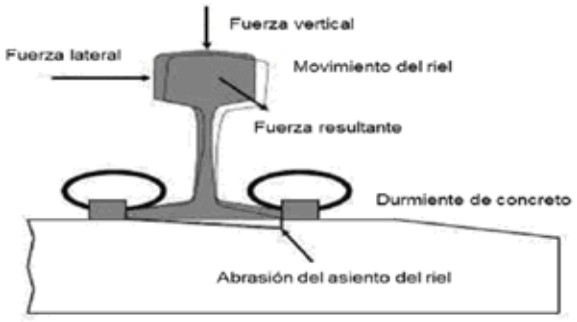


Figura 16-Desgaste de durmiente.

En consecuencia, los inspectores deben buscar el despliegue del riel debido a la abrasión del asiento del riel en los durmientes de concreto, particularmente en territorio con niveles de tráfico pesado y curvatura moderada. La mecánica de esta condición en los durmientes de concreto incluye los siguientes elementos:

- Desgaste de concreto o abrasión resultado de clips de riel flojos, aisladores y almohadillas del riel sueltos.
- Los componentes sueltos permiten que más humedad y abrasión entren en el asiento del riel.
- Una vez que la almohadilla se desgaste en el lado de campo y la base del riel del durmiente de concreto entre en contacto con el asiento del riel, puede ocurrir un corte rápido en el interior del concreto (abrasión acelerada).

- Los signos y síntomas de la abrasión del asiento del riel del durmiente de concreto incluyen:
    - Almohadilla de durmiente machacada o triturada (mantener la integridad de la almohadilla es esencial).
    - Aisladores machacados, movidos de su lugar o faltantes.
    - Clips flojos que indican pérdida de presión en la base del riel (pérdida de fuerza de presión).
    - Movimiento longitudinal del riel.
    - Indicaciones de coloración de pasta de cemento pulverizado en el balasto por desgaste del asiento del riel.
    -

5.3.5. Defectos del balasto.

El balasto debe ser de piedra triturada de origen ígneo, de grano fino: basalto, riolita, andesita o granito, y forma parte integral de la estructura de la vía. El balasto, independientemente del material, debe cumplir con los requisitos establecidos en el inciso secundario 4.3.12.

Los inspectores deben considerar el estado general de una vía al referirse el balasto contaminado. Debido a que las condiciones de balasto pueden ser de naturaleza subjetiva, los inspectores también deben mirar otros indicadores, como la condición geométrica de la vía. Por ejemplo, un defecto por balasto contaminado sólo se reportará si modifica o altera su condición geométrica de acuerdo a los parámetros de su clase.

5.3.6. Defectos de los cambios.

El personal encargado de vía inspeccionará cuidadosamente los cambios con frecuencia; pero como mínimo una vez a la semana todos los de la vía principal, y una vez al mes todos los de las otras vías; pondrán especial atención al alineamiento, escantillón y desgaste de las agujas. Observarán si hay grietas o roturas en las varillas y orejas de las agujas y en las barras de conexión. Al hacer la inspección observarán que:

- Las agujas tengan la separación reglamentaria en su talón y punta.
- Ambas puntas de las agujas ajusten perfectamente contra los rieles respectivos.
- Los pernos y chavetas estén en su lugar, y que las chavetas tengan correctamente abiertas las piernas.
- Los árboles de cambio y las palancas de éste estén debidamente aseguradas y en posición correcta; así corno también si su movimiento es el correcto.
- Los contrarrieles estén debidamente asegurados, que la separación entre el contrarriel y el riel sea la reglamentaria y que estén a la distancia correcta del sapo.
- Los resortes de los sapos de resorte y de las agujas de los árboles automáticos tengan la tensión adecuada y funcionen correctamente, de acuerdo con las instrucciones correspondientes.
- Los rieles móviles de los sapos de resorte se muevan libremente.
- Todos los pernos y tuercas de los sapos estén completos y apretados.
- Las placas de asiento de los sapos y agujas estén en su lugar y en buenas condiciones.

Al inspeccionar los cambios, los voltearán y moverán con la palanca respectiva para darse cuenta si han perdido movimiento, y personalmente se asegurarán de que los cambios queden siempre cerrados con candado y alineados a la vía principal.

Inspección semestral en la zona de agujas, en los cambios de la vía principal se retirarán y revisarán cuidadosamente las varillas número uno, la barra de conexión y los pernos, limpiándolos para poder ver si tienen fisuras o roturas; si están oxidados o tienen otros defectos. Todas las piezas defectuosas, débiles o que pongan en peligro el uso correcto del cambio, deberán reponerse. Se aceitarán y engrasarán todas las piezas antes de volver a colocarlas en su lugar.

Se repondrá inmediatamente la barra de conexión en los cambios de la vía principal que haya sido averiada, por haber sido "pasado" el cambio; por piezas que arrastren de los carros o por descarrilamientos; si el daño no es muy serio, puede utilizarse dicha barra de conexión en cambios de vías secundarias.

Antes de quitar la barra de conexión, varillas, o desamar o quitar el árbol del cambio, se clavarán las agujas en la posición debida o se protegerá el cambio con abanderados mientras se colocan de nuevo en su lugar las piezas.

Al inspeccionar los cambios en territorios con señales eléctricas, los supervisores de vía examinarán la varilla y soportes que conectan las agujas al contacto que controla el circuito. Observarán que la varilla no esté doblada; que las orejas estén bien apernadas a las puntas de las agujas y que no estén dobladas o rotas; y que todas las chavetas y tuercas de seguridad estén en su lugar. Las varillas o conexiones defectuosas deben repararse o substituirse, y si no es esto posible se clavarán las agujas del cambio.

Antes de hacer esta inspección semestral de los cambios en territorios con señales eléctricas, deberá coordinarse con el área o departamento de señales.

6. Vigilancia

La vigilancia del cumplimiento de lo dispuesto por la presente Norma Oficial Mexicana está a cargo de la Agencia Reguladora de Transporte Ferroviario, conforme a sus respectivas atribuciones y bajo lo dispuesto en la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y el Reglamento del Servicio Ferroviario vigentes.

Asimismo, las sanciones que correspondan en caso de que los sujetos obligados incumplan lo estipulado por la presente Norma Oficial Mexicana serán aplicadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes conforme lo estipulado en el artículo 59 de la Ley Reglamentaria de Servicio Ferroviario, sin perjuicio de las que impongan otras autoridades en el ejercicio de sus atribuciones o de la responsabilidad penal que resulte.

7. Concordancia con normas internacionales

La presente Norma Oficial Mexicana no es equivalente (NEQ) con alguna Norma Internacional, por no existir esta última al momento de su elaboración.

8. Bibliografía

- American Railway Engineering and Maintenance of Way Association (AREMA), “Manual of Railway Engineering”. Enero de 2018.
- Federal Railroad Administration “Código Federal de Regulación No. 49, Parte 213”. Editado en E.U.A.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992 y sus reformas subsecuentes.
- Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de enero de 2000 y sus reformas subsecuentes.
- NMX-Z-013-SCFI-2015, "Guía para la Estructuración y Redacción de Normas". Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF), 18 de noviembre de 2015, así como su Aclaración correspondiente publicada el 16 de junio de 2016 en el DOF.
- NMX-Z-021/1-SCFI-2015, “Adopción de normas internacionales”. Declaratoria de vigencia publicada el 11 de enero de 2016 en el Diario Oficial de la Federación.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-008-SCFI-2002, “Sistema General de Unidades de Medida.”
- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999 y sus reformas subsecuentes.
- Reglamento del Servicio Ferroviario publicado en el Diario Oficial de la Federación 12 de mayo de 1995 y sus reformas subsecuentes.

TRANSITORIO

UNICO: La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 180 días naturales contados a partir del día natural inmediato siguiente al día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Ciudad de México, a 18 de diciembre 2020.- El Titular de la Agencia Reguladora de Transporte Ferroviario y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Ferroviario, **Alejandro Álvarez Reyes**.- Rúbrica.