

Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para ferrocarriles

Introducción

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión¹. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial participan en un proyecto, estas guías sobre medio ambiente, salud y seguridad se aplican con arreglo a los requisitos de sus respectivas políticas y normas. Las presentes Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria deben usarse junto con el documento que contiene las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrece orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. En el caso de proyectos complejos, es probable que deban usarse las guías aplicables a varios sectores industriales, cuya lista completa se publica en el siguiente sitio web:

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>.

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología

existente y a costos razonables. En lo que respecta a la posibilidad de aplicar estas guías a instalaciones ya existentes, podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas.

La aplicación de las guías debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia.

En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las guías, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. Si corresponde utilizar niveles o indicadores menos rigurosos en vista de las circunstancias específicas del proyecto, debe incluirse como parte de la evaluación ambiental del emplazamiento en cuestión una justificación completa y detallada de cualquier alternativa propuesta, en la que se ha de demostrar que el nivel de desempeño alternativo protege la salud humana y el medio ambiente.

Aplicabilidad

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para Ferrocarriles son aplicables a las actividades típicamente realizadas por los operadores de infraestructuras ferroviarias dedicados al transporte de pasajeros y mercancías. El documento está organizado en dos áreas principales:

¹ Definida como el ejercicio de la aptitud profesional, la diligencia, la prudencia y la previsión que podrían esperarse razonablemente de profesionales idóneos y con experiencia que realizan el mismo tipo de actividades en circunstancias iguales o semejantes en el ámbito mundial. Las circunstancias que los profesionales idóneos y con experiencia pueden encontrar al evaluar el amplio espectro de técnicas de prevención y control de la contaminación a disposición de un proyecto pueden incluir, sin que la mención sea limitativa, diversos grados de degradación ambiental y de capacidad de asimilación del medio ambiente, así como diversos niveles de factibilidad financiera y técnica.

operaciones ferroviarias, que cubre la construcción y mantenimiento de la infraestructura ferroviaria y la operación del material rodante (como locomotoras y vagones), y actividades de mantenimiento de locomotoras, incluyendo el mantenimiento de motores y otras reparaciones mecánicas y de mantenimiento de locomotoras y vagones. Este documento está dividido en las siguientes secciones:

Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria

Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño

Sección 3.0: Referencias

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas a los ferrocarriles que pueden tener lugar durante la fase operacional y de construcción, así como recomendaciones para su manejo. Por otra parte, en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen orientaciones generales para la fase de desmantelamiento en este sector.

1.1 Medio ambiente

1.1.1 Operaciones ferroviarias

Las cuestiones ambientales asociadas con la construcción y el mantenimiento de la infraestructura ferroviaria, así como con la operación del material rodante (por ejemplo locomotoras y vagones), pueden incluir las siguientes:

- Alteración y fragmentación del hábitat
- Emisiones a la atmósfera
- Manejo de combustible
- Aguas residuales
- Residuos
- Ruido

Alteración y fragmentación del hábitat

La construcción y mantenimiento del trazado ferroviario puede provocar la alteración o perturbación de hábitats terrestres y acuáticos.

Construcción del derecho de paso ferroviaria²

Las actividades de construcción del trazado del ferrocarril pueden afectar negativamente los hábitats naturales

dependiendo de las características de la vegetación existente, las propiedades topográficas y las vías navegables. La alteración del hábitat puede incluir la fragmentación de zonas forestales; la pérdida de lugares de nidificación y otros hábitats naturales mediante la eliminación de matorrales; la interrupción de los cursos de agua; el establecimiento de especies vegetales invasivas no autóctonas; la creación de barreras al movimiento de la fauna; y perturbaciones visuales y auditivas debidas a la presencia de maquinaria, trabajadores de construcción y equipos asociados. Además, el sedimento y la erosión provocados por la construcción y por la escorrentía de aguas pluviales pueden incrementar la turbidez de las aguas superficiales.

Las medidas recomendadas para prevenir y controlar los impactos sobre los hábitats naturales durante la construcción del derecho de paso incluyen:

- Evitar la fragmentación o destrucción de hábitat esenciales terrestres y acuáticos³ mediante la ubicación de ferrocarriles, patios ferroviarios, instalaciones auxiliares y carreteras de mantenimiento para evitar estos lugares o empleando los corredores de transporte siempre que sea posible. En caso de que no pueda evitarse la fragmentación de hábitats esenciales, se maximizará la disponibilidad de pasos para animales (por ejemplo puentes, canales y pasos elevados) y se proporcionarán cámaras de enlace para facilitar la huida de animales pequeños de la zona de ferrocarriles.
- Cuando sea inevitable el cruce de las vías del ferrocarril por cursos de agua, se mantendrá el flujo del agua y el acceso de los peces utilizando puentes de luz libre,

² También conocido como 'trazado' o 'servidumbre' en algunos países, pero llamado en estas guías 'derecho de paso'.

³ El término "hábitats esenciales" se define en la Norma de Desempeño 6 de la IFC: Conservación de la biodiversidad y gestión de recursos naturales (Biodiversity Conservation and Natural Resource Management), junto con otra

canales abiertos en la cara inferior y otros métodos pertinentes. Cuando el trazado del ferrocarril no pueda eludir los hábitats sensibles, se estudiará la posibilidad de construir puentes para cruzar las áreas en riesgo (por ejemplo humedales).

- Minimizar la eliminación de la vegetación ribereña durante la construcción
- Evitar las actividades de construcción durante la temporada de cría y otras estaciones o momentos del día sensibles, especialmente cuando puedan afectar a especies en peligro de extinción o amenazadas
- Evitar la introducción de especies invasivas durante las actividades de reposición, preferentemente mediante el uso de especies vegetales autóctonas y, cuando sea posible, eliminar las especies invasivas durante el mantenimiento rutinario de la vegetación (ver la sección sobre 'Mantenimiento de derechos de paso' a continuación)
- Al adquirir las traviesas para la construcción de la línea de ferrocarril, se tendrá en cuenta su origen para garantizar que no provengan de cosechas no sostenibles de productos forestales en un hábitat crítico.
- Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** ofrecen recomendaciones adicionales para el manejo del área de construcción.

Mantenimiento del derecho de paso

Es necesario llevar a cabo un mantenimiento periódico de la vegetación en los derechos de paso de las vías del ferrocarril para evitar la interferencia con las operaciones de los trenes y el mantenimiento de las vías. El crecimiento no controlado de árboles y plantas puede acabar cubriendo las señales, caer en las vías y en las líneas aéreas del tendido eléctrico, e impedir el acceso de los trabajadores a las zonas de seguridad durante el

terminología relacionada con la preservación de la biodiversidad. Disponible

paso de trenes. El mantenimiento periódico de los derechos de paso para controlar la vegetación puede implicar el uso de métodos mecánicos (por ejemplo la siega), métodos manuales (por ejemplo la poda a mano) y el uso de herbicidas. El mantenimiento excesivo de la vegetación podría eliminar cantidades innecesarias de vegetación, lo que resultaría en la constante sustitución de especies serales y en mayores probabilidades de establecimiento de especies invasivas.

Las medidas recomendadas para prevenir y controlar los impactos derivados del mantenimiento de la vegetación en el trazado ferroviario incluyen:

- Implementar un enfoque integrado de manejo de la vegetación (IVM). La zona de las vías se mantendrá totalmente limpia de vegetación. Desde los límites de la zona de vías hasta la frontera de los derechos de paso, la vegetación puede estructurarse con plantas de menor tamaño cerca de la vía y árboles de mayor envergadura lejos de la misma para proporcionar hábitats a una amplia variedad de plantas y animales⁴.
- Plantar especies autóctonas, eliminando las especies vegetales invasivas⁵

en: www.ifc.org/envsocstandards

4 La siega puede emplearse para controlar el crecimiento de la cubierta vegetal, minimizar la propagación de las plantas en la zona de vías e impedir el establecimiento de árboles y arbustos en los derechos de paso. Los herbicidas en combinación con la siega sirven para controlar las hierbas de rápido crecimiento que pueden madurar a alturas superiores a las permitidas en los derechos de paso. El desrame y la poda pueden utilizarse en los límites de los derechos de paso para mantener la anchura del corredor y prevenir la invasión de las ramas de árboles. La remoción manual de la vegetación, aunque intensiva en mano de obra, puede emplearse en la proximidad de estructuras, corrientes, verjas y otros obstáculos que puedan dificultar o hacer peligroso el uso de maquinaria.

5 Los arbustos densos y espinosos autóctonos pueden servir para disuadir a los intrusos. Las plantas autóctonas también pueden contribuir a estabilizar los suelos arcillosos, reduciendo la necesidad de mantenimiento del balasto. Las hojas de ciertas especies arbóreas con sistemas de raíces invasivos pueden provocar problemas de tracción a las ruedas de los trenes. Por consiguiente, a menudo se eliminan estos árboles, aunque sean autóctonos de la zona. Se eliminarán los residuos procedentes de la eliminación de especies invasivas (por ejemplo mediante la incineración o en vertederos) para evitar la propagación accidental de hierbas a nuevos emplazamientos.

- Diseñar y mantener los ferrocarriles para impedir el crecimiento de plantas en la zona de las vías (por ejemplo proporcionando barreras laterales contra la migración de plantas y garantizando un rápido drenaje de la zona de vías)
- Adoptar medidas biológicas, mecánicas y térmicas de control de la vegetación siempre que sea posible, y evitar el empleo de herbicidas químicos en el talud situado fuera de la zona de transición (aproximadamente a 5 metros de las vías)
- Evitar o minimizar el desmonte de mantenimiento en las zonas ribereñas.

Un enfoque integrado para el manejo de la vegetación puede optar por el uso de herbicidas para controlar la vegetación de crecimiento rápido dentro de los derechos de paso del ferrocarril. En este caso, las precauciones recomendadas incluyen:

- Formar al personal en la aplicación de herbicidas, incluida la certificación pertinente o la formación equivalente en caso de no exigirse tal certificación⁶
- Evitar el uso de herbicidas comprendidos o listados en:
 - La clasificación recomendada por la Organización Mundial de la Salud para los plaguicidas en las Clases de peligro 1a y 1b
 - Evitar el uso de plaguicidas incluidos en la Clase II (según su grado de peligro) de la Clasificación Recomendada de los Plaguicidas de la Organización Mundial de la Salud en caso de que el país donde se lleve a cabo el proyecto careciera de restricciones

⁶ En EE.UU., la Agencia de Protección Ambiental (EPA) (2006) proporciona ejemplos de programas de certificación. Esta entidad define los plaguicidas como "no clasificados" o "restringidos" y exige que los empleados responsables de la aplicación de plaguicidas no clasificados estén capacitados según las Normas de Protección para el Trabajador (Parte 170 del Título 40 del Código de Reglamentos Federales) sobre Plaguicidas Agrícolas. Además, establece que

relativas a la distribución y uso de estas sustancias químicas, o si éstas pudieran estar al alcance de personal sin la formación, equipo e instalaciones adecuados para almacenar, aplicar y eliminar adecuadamente estos productos

- Los anexos A y B de la Convención de Estocolmo, salvo en las condiciones mencionadas en la misma⁷
- Utilizar exclusivamente aquellos plaguicidas fabricados con licencia y registrados y aprobados por las autoridades pertinentes y de conformidad con el Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)⁸
- Utilizar exclusivamente los plaguicidas etiquetados según las normas y reglamentos internacionales, como las Directrices revisadas para el etiquetado correcto de los plaguicidas elaboradas por la FAO⁹
- Los usuarios revisarán las especificaciones del fabricante sobre la dosis o tratamiento máximo recomendado, así como los informes publicados sobre el empleo de la dosis mínima de plaguicida sin pérdida de efectividad¹⁰ y aplicar estas dosis mínimas efectivas
- La aplicación de herbicida atenderá a ciertos criterios (por ejemplo observaciones de campo, datos climatológicos, momento del tratamiento y dosificación) con el uso de un registro de plaguicidas para anotar los datos
- Las prácticas de aplicación se diseñarán para reducir el arrastre o la escorrentía no intencionados

los plaguicidas restringidos sean aplicados por una persona certificada para ello o bien en presencia de la misma.

⁷ Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (2001).

⁸ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2002).

⁹ FAO (2002).

¹⁰ Danish Agricultural Advisory Service (Servicio de Asesoría Agrícola Danés) (DAAS), 2000.

- Los equipos de aplicación de herbicidas se mantendrán y calibrarán de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes
- Establecer zonas o franjas de protección sin tratar en la proximidad de fuentes de agua, ríos, arroyos, estanques, lagos y zanjas para proteger los recursos hídricos
- Para evitar la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas o superficiales debido al vertido accidental durante el traslado, la mezcla y el almacenamiento de los herbicidas se deberán seguir las recomendaciones relativas al almacenamiento y manipulación de materiales peligrosos formuladas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Incendios forestales

En caso de desatenderse el crecimiento de la vegetación o la acumulación de restos de corta procedentes de las labores rutinarias de mantenimiento dentro de los derechos de paso, puede acumularse suficiente combustible para provocar incendios forestales. Las medidas recomendadas para prevenir y controlar los riesgos de incendios forestales incluyen:

- Supervisar la vegetación presente en los derechos de paso en base al riesgo de incendios;
- Eliminar el agua de purga y otras acumulaciones de combustible de alto riesgo
- Programar el desrame, el desbroce y otras actividades de mantenimiento para evitar las temporadas de mayor riesgo de incendios forestales
- Eliminar la broza de mantenimiento o la gestión mediante la quema controlada¹¹. La quema controlada se realizará de acuerdo con las regulaciones aplicables sobre quema y

¹¹ La quema controlada se realizará una vez analizados los posibles impactos en la calidad del aire y de acuerdo con los requisitos locales de manejo de la calidad del aire.

los requisitos de extinción de incendios, y bajo la supervisión de un vigilante de incendios

- Sembrar y manejar especies resistentes al fuego (por ejemplo las maderas de frondosas) dentro de los derechos de paso y en las zonas adyacentes a las mismas

Emisiones a la atmósfera

Los motores de locomotora pueden contribuir cantidades significativas de contaminación en el aire en las zonas urbanas, especialmente en la proximidad de los patios ferroviarios. Aproximadamente un 60 por ciento de los trenes de pasajeros del mundo y un de 80 por ciento de los trenes de mercancías funcionan con locomotoras de diesel que emiten productos de combustión, incluidos óxidos de nitrógeno (NO_x) y material particulado (PM), que contribuyen a la aparición de problemas de salud pública, y dióxido de carbono (CO₂), un gas de efecto invernadero¹². El transporte y transferencia de materiales granulados secos (por ejemplo, minerales y grano) puede ocasionar emisiones de polvo, mientras que el almacenamiento y la transferencia de combustibles o sustancias químicas volátiles pueden generar emisiones fugitivas. Las medidas recomendadas para prevenir, minimizar y controlar las emisiones a la atmósfera incluyen:

- Reducir el consumo de combustible / aumentar la eficiencia energética mediante:
 - Utilizar locomotoras modernas, de bajo consumo de combustible y bajas emisiones o la sustitución programada o reactivación de las flotas existentes
 - Maximizar el aprovechamiento del espacio en los vagones de mercancías y pasajeros ajustándose a las normas de seguridad para minimizar el consumo específico de combustible

¹² La generación de electricidad también provoca emisiones de NO_x, MP y otros contaminantes del aire; así pues, los trenes eléctricos generan emisiones indirectas a la atmósfera.

- Reducir la resistencia al viento (por ejemplo agrupando las cargas intermodales con vagones de altura similar a la de los contenedores y llenando los huecos vacíos con contenedores vacíos, cubriendo los vagones de mercancías vacíos¹³, instalando carenados en los bogies (también conocidos como vagones) de los trenes de alta velocidad y adquirir nuevo material rodante con una reducida resistencia al viento
- Optimizar la eficacia de las funciones de confort de los pasajeros durante el servicio y el estacionamiento (por ejemplo instalando controles de ventilación orientados a la demanda y el control automático de las funciones de confort en los trenes estacionados)
- Mejorar la conducción económica mediante la formación del personal, los programas de incentivos, los sistemas de asesoramiento durante la conducción y un mejor flujo del tráfico para minimizar la aceleración y desaceleración innecesarias
- En las locomotoras eléctricas, el uso de sistemas de frenado regenerativo para reciclar la energía para su uso por parte de otras locomotoras
- Dependiendo del impacto potencial de la operación en hangares móviles ya degradados, estudiar la posibilidad de reducir y controlar las emisiones de las fuentes de combustión mediante:
 - La utilización o adopción de combustibles alternativos (por ejemplo, el diesel con bajo contenido en azufre, biodiesel)
 - Programas de reactivación de locomotoras
 - La instalación de sistemas de control catalítico de emisiones de escape de alta eficacia¹⁴
- El empleo de fuentes de energía alternativas para las locomotoras en ralentí¹⁵
- Mejoras en las flotas de vehículos de servicios en tierra y operaciones de campo tal y como describen las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**
- Dependiendo del impacto potencial de la operación en hangares móviles ya degradados, se considerará la posibilidad de reducir y controlar las emisiones fugitivas mediante:
 - Emplear vagones cerrados o la cobertura de vagones abiertos para transportar minerales y grano y reducir las emisiones fugitivas de polvo
 - Implementar las medidas enumeradas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** para minimizar las emisiones fugitivas a la atmósfera durante las actividades de almacenamiento o manejo del diesel y otros combustibles

Manejo de combustible

Las operaciones ferroviarias con motores diesel de locomotora dependen de las estaciones de combustible estratégicamente situadas a lo largo de la red ferroviaria. Las estaciones de combustible suelen consistir en tanques de almacenamiento en superficie, tuberías y equipos de carga que puedan contaminar los recursos del suelo y el agua a causa de fugas y vertidos. Las aguas pluviales que caigan sobre las áreas de llenado de combustible y los sistemas de contención secundaria pueden contener residuos oleosos procedentes de vertidos accidentales.

Además de las recomendaciones relacionadas con los materiales peligrosos y el manejo de petróleo contenidas en las

¹³ Incluso a las velocidades relativamente bajas alcanzadas por los trenes de mercancías, una locomotora que arrastre vagones abiertos y vacíos sobre un terreno nivelado consume más energía que otra que arrastre una carga pesada.

¹⁴ La US EPA considera la posibilidad de requerir tales controles de emisiones para las nuevas locomotoras de diesel. Ver la 69 FR 39276 – 39289.

¹⁵ Guidance for Quantifying and Using Long Duration Switch Yard Locomotive Idling Emission Reductions in State Implementation Plans. EPA 20-B-04-002. Oficina de Transporte y Calidad del Aire, US EPA (2004).

Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad, algunas de las medidas para manejar este tipo de peligros son:

- Los tanques de almacenamiento y los componentes deben respetar las normas internacionales relativas a la integridad del diseño estructural y al desempeño operativo para evitar fallos catastróficos en condiciones de operación normales y durante la exposición a riesgos naturales, así como para prevenir incendios y explosiones¹⁶.
- Los tanques de almacenamiento deben disponer de un sistema de contención secundaria adecuado, tal y como se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, incluyendo procedimientos para el manejo de los sistemas de contención.
- La contención secundaria en las zonas de llenado de combustible de los trenes se ajustará al tamaño de los vehículos, nivelándose, conteniéndose y drenando hacia un colector conectado con una zona de contención de vertidos. La zona de contención de vertidos se equipará también con un separador de aceite / agua que permita la descarga rutinaria de las aguas pluviales recogidas¹⁷
- Las instalaciones dedicadas al llenado de combustible deben elaborar un plan de prevención y control de vertidos que tenga en cuenta posibles situaciones y la magnitud de los vertidos. El plan contará con los recursos y la formación necesarios para su implementación. Los equipos de respuesta a vertidos estarán preparados para hacer frente a todo tipo de vertidos, incluidos los de menor magnitud.

¹⁶ Algunos ejemplos son la Norma 620 del American Petroleum Institute (API): Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks (2002); la Norma 650 del API: Welded Steel Tanks for Oil Storage (1998) y la Norma Europea (NE) 12285-2:2005 de la Unión Europea (UE): Tanques de acero fabricados en taller para el almacenamiento enterrado de líquidos inflamables y no inflamables contaminantes del agua (2005).

¹⁷ Norma 2610 del API: Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal & Tank Facilities (2005).

Aguas residuales

Las operaciones ferroviarias pueden generar aguas residuales sanitarias procedentes de las terminales de pasajeros y del servicio de trenes de pasajeros. Las aguas residuales procedentes de todo tipo de fuentes deben ser manejadas de acuerdo con las recomendaciones descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Residuos

Dependiendo del número de pasajeros implicado y de los servicios provistos, los trenes y las terminales de trenes de pasajeros pueden generar residuos alimentarios sólidos, no peligrosos, procedentes de los establecimientos de comida, además de envases procedentes de los establecimientos comerciales minoristas, papeles, periódicos y una amplia gama de contenedores de comida desechables procedentes de los trenes y de zonas comunes de pasajeros. El mantenimiento y mejora de la infraestructura ferroviaria también pueden generar residuos peligrosos y no peligrosos, incluidos lubricantes de los equipos de mantenimiento de campo y acero y madera procedentes de vías y traviesas. Las estrategias recomendadas para el manejo de los residuos incluyen:

Residuos de los trenes y terminales de pasajeros

- Establecer un programa de reciclaje de los residuos sólidos, en función de la existencia de instalaciones locales, que incluya la instalación en las terminales de pasajeros de contenedores de residuos señalizados para metales, vidrio, papel y plásticos. Los establecimientos de comida deberían separar los residuos compostables y otros residuos alimentarios para su reciclaje como fertilizante agrícola o como alimento para el consumo animal.

- Deberá fomentarse entre los operadores ferroviarios y las empresas contratadas para la limpieza de aeronaves la segregación de residuos en los trenes mediante la separación de los periódicos/papeles recolectados, plásticos y contenedores metálicos.

Residuos de las operaciones sobre el terreno

- La generación y almacenamiento de residuos peligrosos en el emplazamiento y su posterior tratamiento y eliminación deberán gestionarse de acuerdo con las recomendaciones descritas en las **Guías Generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.
- Siempre que sea factible, se evitará el uso de traviesas tratadas con arseniato de cobre cromado y se considerará la posibilidad de utilizar como sustituto para el tratamiento de la madera el ázoe de cobre, o se utilizará traviesas de hormigón.
- El reciclaje de las traviesas puede implicar la trituración para recuperar las barras de refuerzo de acero y utilizar el material triturado en la construcción de carreteras. Las traviesas de madera pueden astillarse para reutilizarse, quemarse o eliminarse en vertederos. Los vertederos deberían ser capaces de manejar residuos con propiedades químicas filtrantes. La eliminación de traviesas de madera mediante la incineración o el reciclaje tendrá en cuenta las emisiones a la atmósfera asociadas y los residuos de producto secundario de los sustancias preservantes químicas.

Ruido y vibraciones

El ruido asociado con los ferrocarriles procede de distintas fuentes, cada una de las cuales contribuye a la producción total de ruido. Las fuentes incluyen el ruido de balanceo generado por el contacto entre las ruedas y las vías durante el movimiento normal del tren y durante el frenado; el ruido aerodinámico generado por el empuje del aire del tren

(especialmente en los trenes de alta velocidad); y el ruido de tracción generado por el motor y por los ventiladores de refrigeración¹⁸. Las estrategias recomendadas para el manejo del ruido incluyen¹⁹:

- Implementar medidas de reducción o prevención del ruido en origen, incluyendo:
 - El uso de frenos modernos de disco no metálico, que pueden reducir el ruido de rodaje en 8-10 decibelios (dB) en comparación con los frenos de zapata de hierro fundido empleados en vehículos más antiguos (los frenos de disco no metálico también reducen el desgaste de ruedas y vías)
 - Reducir la rugosidad de las superficies de rodadura mediante el mantenimiento periódico de ruedas y vías, y estudiar la posibilidad de reemplazar las vías articuladas de forma tradicional con railes soldados de forma continua
- La instalación de controles de ruido en origen para mejorar la insonorización y otros elementos reductores de ruido (por ejemplo el cerramiento de motores y silenciadores de escape para los motores de diesel, y la protección de las ruedas con cubiertas acopladas a los vehículos)
- Dependiendo de la ubicación de las zonas sensibles a los ruidos, se tendrá en cuenta el ruido y las vibraciones en el diseño, la construcción y la operación de los ferrocarriles (por ejemplo, mediante la elección del trazado, la reubicación de edificios cercanos y la insonorización, como

¹⁸ La fuente más significativa de ruido es el ruido de rodaje generado por el contacto entre las ruedas y la vía (la fricción lateral y longitudinal de ruedas y vías por el deslizamiento lateral de las ruedas y el frenado respectivamente, incluyendo el ruido provocado por el contacto entre la zapata de freno y la rueda), seguida del ruido de motores y el ruido aerodinámico.

¹⁹ Para más información, ver Dittrich, Michael. 2003. Basic Targets and Conditions for European Railway Noise Abatement Strategies: Analysis of the Current Situation. Working Group (WG) on Railway Noise. Comisión Europea (CE). Asimismo, ver los documentos adicionales publicados por el WG sobre ruidos asociados con los ferrocarriles. Disponible en: http://ec.europa.eu/transport/rail/environment/noise_en.htm

las barreras acústicas a lo largo de los ferrocarriles o próximas a los edificios).

1.1.2 *Mantenimiento del material rodante*

Las principales cuestiones ambientales generalmente asociadas a las actividades de mantenimiento de locomotoras y vagones incluyen:

- Materiales peligrosos
- Aguas residuales
- Manejo de residuos

Materiales peligrosos

En las locomotoras y durante las operaciones de mantenimiento del material rodante pueden utilizarse materiales peligrosos tales como disolventes, refrigerantes, ácidos y álcalis. Los bifenilos policlorados (PCB) pueden estar presentes en los equipos eléctricos más antiguos (por ejemplo transformadores y condensadores), y el asbesto en piezas antiguas, como por ejemplo los cojinetes de ruedas y juntas de motores de vapor. Además de las orientaciones aplicables descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, las estrategias recomendadas de manejo de los materiales peligrosos incluyen:

- Utilizar soluciones de limpieza de detergentes acuosos o la limpieza con vapor, o bien emplear y reciclar los disolventes alifáticos de limpieza (por ejemplo disolvente 140), para eliminar los recubrimientos protectores del eje o limpiar los equipos de mayor envergadura
- Utilizar pinturas a base de agua
- Emplear esteras sobre las vías para retener la grasa y otros contaminantes del arcén
- Evitar la utilización de piezas nuevas o de sustitución hechas de materiales que contengan asbesto

Aguas residuales

El mantenimiento y reacondicionamiento de los vagones de tren suele consistir en un lavado con agua a alta presión que puede contener residuos procedentes de los materiales transportados, pintura, aceite y grasa, además de otros contaminantes. Para eliminar la grasa y la suciedad de los ejes y de otras piezas metálicas se emplean por lo general soluciones cáusticas. Las soluciones ácidas y cáusticas también pueden emplearse para la eliminación del óxido. Los refrigerantes de locomotora suelen ser de base acuosa con aditivos inhibidores de la corrosión. Los trenes de pasajeros también generan aguas residuales domésticas, que en ocasiones se vierten directamente sobre el suelo.

Las medidas recomendadas para prevenir, minimizar o controlar los efluentes de aguas residuales incluyen:

- Utilizar ultrafiltración para prolongar la vida de las soluciones de lavado para las piezas acuosas o utilizar alternativas a la limpieza con agua (por ejemplo la limpieza en seco mediante un cepillo metálico o un horno de cocción)
- Instalar conexiones entre los drenajes del suelo, si los hubiera, en las zonas de mantenimiento y el sistema de tratamiento y recolecciones de aguas residuales
- Prevenir la descarga de residuos industriales en sistemas sépticos, campos de drenaje, pozos secos, sumideros, fosos o drenajes y canalizaciones separadas para las aguas pluviales. Mantener las aguas residuales procedentes de los pasos para canalizaciones al margen de los drenajes mediante la construcción de bermas u otras barreras
- Dependiendo del volumen de contaminantes presente en las aguas residuales, y de si la instalación ferroviaria los vierte en un sistema municipal o directamente en aguas superficiales, puede ser necesario el pretratamiento de los

efluentes para reducir la concentración de sustancias contaminantes. Los sistemas de pretratamiento suelen consistir en separadores de aceite / agua, tratamientos biológicos y químicos y sistemas de carbón activado.

Manejo de residuos

La mayor parte de los residuos que generan las operaciones ferroviarias proceden del mantenimiento y reacondicionamiento de locomotoras y material rodante y, en menor medida, del mantenimiento de las vías. Estos residuos incluyen por lo general sólidos procedentes de la limpieza mecánica de los vagones; virutas de pintura y granalla de arenado; pinturas residuales; disolventes usados y lodos de disolventes (procedente de la pintura y la limpieza); lodos derivados de las operaciones de limpieza y del tratamiento de aguas residuales; aceites residuales, fluidos hidráulicos y otros fluidos derivados del petróleo; sólidos contaminados con petróleo (por ejemplo filtros de aceite y material absorbente de vertidos saturado); refrigerantes usados; cargas y desechos metálicos; baterías usadas de locomotoras y de señales; y zapatas de freno usadas. Estos materiales deben ser manejados en función de sus características (por ejemplo peligrosos o no peligrosos) tal y como se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

1.2 Higiene y seguridad en el trabajo

1.2.1 Operaciones ferroviarias

Los riesgos que la construcción de los sistemas ferroviarios entraña para la higiene y la seguridad en el trabajo son similares a los que se producen en la mayoría de las instalaciones industriales; su prevención y control se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Otras cuestiones relacionadas con la higiene y la seguridad específicas de las operaciones ferroviarias incluyen:

- Accidentes de trenes / trabajadores
- Ruido y vibraciones
- Gases de escape diesel
- Cansancio
- Riesgos de electrocución
- Campos eléctricos y magnéticos

Accidentes de trenes / trabajadores

Los trabajadores ferroviarios que trabajan en la proximidad de las líneas del ferrocarril están expuestos a los trenes en movimiento. Las estrategias de manejo recomendadas incluyen:

- Formar a los trabajadores en procedimientos de seguridad personal en las vías
- Bloquear el tráfico de trenes en las líneas donde se lleven a cabo labores de mantenimiento (“trabajo en zona verde”) o, en caso de no poder bloquear la línea, usar un sistema automático de alerta o, en última instancia, vigilantes
- Diseñar y construir las líneas del ferrocarril con espacios libres suficientes para los trabajadores
- Segregar las zonas de estacionamiento, clasificación y mantenimiento de las vías de circulación.

Ruido y vibraciones

Los miembros de la tripulación pueden estar expuestos al ruido de locomotoras, material rodante y maquinaria, además de repetidas y considerables sacudidas y / o vibraciones mecánicas²⁰. Las estrategias de manejo recomendadas incluyen:

- Utilizar sistemas de aire acondicionado para mantener la temperatura de la cabina y proporcionar aire fresco de modo que las ventanas puedan permanecer cerradas,

²⁰ Pueden consultarse las recomendaciones para evaluar las sacudidas y vibraciones mecánicas en la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) 2631-1:1997, Mechanical vibration and shock: Evaluation of human exposure to whole-body vibration—Part 1: General requirements.

limitando así el viento y los ruidos procedentes del exterior²¹

- Reducir el venteo interno de los frenos de aire a niveles que minimicen el ruido sin comprometer la capacidad de la tripulación para decidir sobre la operación de los frenos
- Instalar sistemas activos de cancelación de ruido
- Utilizar equipos de protección personal (EPP) en caso de que los controles de ingeniería no sean practicables o adecuados para reducir los niveles de ruido
- Utilizar amortiguadores en el asiento para reducir la vibración experimentada por los operadores²²
- Instalar los sistemas activos de control de vibraciones necesarios en la suspensión de las locomotoras, cabinas o asientos para cumplir las normas y guías aplicables internacionales y nacionales²³

Gases de escape diesel

Los trabajadores del sector ferroviario, incluidas las tripulaciones de las locomotoras y los trabajadores de las estaciones, patios ferroviarios y talleres de locomotoras y vagones pueden estar expuestos a las emisiones de las locomotoras diesel o de otros motores diesel. Los miembros de la tripulación que se encuentren inmediatamente detrás de los motores principales de los trenes (por ejemplo locomotoras remolcadas) y los trabajadores en las zonas de reacondicionamiento bajo techado donde suelen dejarse las locomotoras en funcionamiento, a veces durante períodos prolongados de tiempo, pueden estar expuestos a niveles particularmente elevados de diesel de escape.

²¹ El aislamiento del ruido exterior puede impedir oír algunas señales importantes (por ejemplo bocinas, torpedos). El uso de sensores externos y dispositivos de alocución internos para compensar esto.

²² El amortiguamiento de las vibraciones de los asientos puede crear una diferencia en la vibración relativa del operador y de los controles y pantallas. Si la diferencia es lo suficientemente grande, pueden producirse problemas operativos y de legibilidad.

²³ Ver Organización Internacional para la Estandarización (ISO) 2631-1:1997.

Las medidas para controlar las emisiones a la atmósfera procedentes de las locomotoras se describen en la Sección 1.1 anterior. Además, para prevenir, minimizar y controlar la exposición de los trabajadores a los gases de escape diesel se recomiendan las siguientes medidas:

- Limitar el tiempo durante el cual las locomotoras permanecen en funcionamiento bajo techo y utilizar vehículos de empuje para trasladar las locomotoras dentro y fuera de los talleres de mantenimiento
- Ventilar los talleres de locomotora y otras zonas cerradas donde puedan acumularse los gases de escape de diesel
- Filtrar el aire en la cabina de la tripulación del tren
- Utilizar EPP en caso de que los controles de ingeniería no sean suficientes para reducir la exposición a la contaminación a niveles aceptables (ver Sección 2.2).

Cansancio

Los ingenieros de locomotora y otros trabajadores ferroviarios deben trabajar a menudo en horarios irregulares, lo que puede provocar el cansancio. El cansancio puede verse afectado por la duración y la hora de los turnos (por ejemplo largos turnos nocturnos, hora de inicio del turno); la naturaleza de los cambios en los turnos (rotación de turnos); el equilibrio en la concentración y estimulación en las actividades laborales realizadas; insuficientes descansos; y la hora del día. El cansancio, especialmente entre conductores, señalizadores, trabajadores de mantenimiento y otros empleados cuya labor es crucial para la operación segura de los ferrocarriles puede plantear un grave riesgo para la seguridad de los trabajadores ferroviarios y el público en general²⁴.

En la medida de lo posible, los operadores ferroviarios deberán programar los períodos de descanso a intervalos periódicos y durante el horario de noche para maximizar la efectividad de los

²⁴ Office of Rail Regulation (Oficina de Regulación Ferroviaria).

descansos y de acuerdo con las normas y buenas prácticas internacionales relativas al horario de trabajo²⁵.

Riesgos de electrocución

Los ferrocarriles electrificados utilizan cables aéreos o un carril conductor (por ejemplo un carril de contacto) para transmitir electricidad a la locomotora o a las múltiples unidades del tren. Asimismo, puede haber líneas eléctricas aéreas cerca de las líneas no electrificadas de ferrocarril. Las medidas generales de seguridad eléctrica se describen en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Además, los trabajadores expuestos a riesgos de electrocución procedentes de los ferrocarriles electrificados se formarán en seguridad personal en las vías. Sólo se permitirá el acceso a estos sistemas de aquellos trabajadores que estén específicamente formados y preparados para trabajar con líneas aéreas y carriles de contacto.

Campos eléctricos y magnéticos

Los trabajadores ferroviarios en los sistemas de ferrocarriles eléctricos están más expuestos a los CEM que el público en general debido a su trabajo en las proximidades de las líneas eléctricas²⁶. La exposición en el trabajo a los CEM debe evitarse o minimizarse mediante la elaboración e implementación de un programa de seguridad de CEM que incluya los siguientes componentes:

²⁵ Por ejemplo, ver el Consejo de la Unión Europea, Directiva del Consejo 93/104/CE de 23 de noviembre de 1993, sobre ciertos aspectos de la organización del tiempo de trabajo, enmendado por la Directiva 2000/34/CE de 22 de junio de 2000 del Parlamento Europeo y del Consejo; y Transport Canada, *Work / Rest Rules for Railway Operating Employees* (2005).

²⁶ Los estudios exhaustivos sobre la exposición en el trabajo a los CEM en los Estados Unidos, Canadá, Francia, Reino Unido y varios países del norte de Europa no han establecido una vinculación o correlación concluyente entre la exposición normal ocupacional a CEM y efectos negativos para la salud. No obstante, algunos estudios han identificado la posible asociación entre la exposición ocupacional a CEM y el cáncer, como por ejemplo los tumores cerebrales (U.S. National Institute of Environmental Health Sciences, 2002), indicando que existen pruebas que merecen ciertas precauciones.

- Crear e identificar zonas de seguridad para diferenciar las áreas de trabajo en las que se prevé que los niveles de CEM serán elevados en comparación con los niveles aceptables de exposición para la población, y permitir el ingreso de trabajadores con adecuada capacitación únicamente
- Implementar planes de acción para abordar los niveles de exposición tanto potenciales como confirmados que excedan los niveles de referencia para exposición ocupacional establecidos por organizaciones internacionales tales como la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP), y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)²⁷.

1.2.2 Mantenimiento del material rodante

Los riesgos ocupacionales normalmente asociados con las actividades de mantenimiento de locomotoras y vagones pueden incluir riesgos físicos, químicos y biológicos así como riesgos relacionados con la entrada en espacios cerrados. Los riesgos físicos pueden asociarse con el trabajo en las proximidades de equipos en movimiento (por ejemplo locomotoras y otros vehículos) y la seguridad de las máquinas, incluyendo herramientas portátiles de trabajo y cuestiones relativas a la seguridad eléctrica. Los riesgos químicos pueden incluir la exposición potencial a diversos materiales peligrosos (por ejemplo asbesto, PCB, pinturas tóxicas, metales pesados y COB, incluyendo aquéllos procedentes del uso de pinturas derivadas de disolventes y disolventes de limpieza en espacios cerrados). Otros riesgos de origen químico pueden consistir en la probabilidad de que se produzcan incendios y explosiones durante la realización de trabajos de riesgo en los sistemas de tanques de almacenamiento. Los riesgos biológicos pueden incluir la exposición potencial a patógenos presentes en los

compartimentos de almacenamiento de aguas residuales. Los espacios cerrados pueden consistir en el acceso a los vagones cisterna y vagones de grano durante la reparación y el mantenimiento. El manejo de todos estos riesgos para la higiene y la seguridad en el trabajo se basará en las recomendaciones descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

1.3 Higiene y seguridad en la comunidad

Los impactos en la higiene y seguridad de la comunidad durante la construcción, rehabilitación y mantenimiento de las líneas de ferrocarril son comunes a los de la mayoría de los demás proyectos de infraestructura o construcción de grandes instalaciones industriales y se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Estos impactos incluyen, entre otros, polvo, ruido y vibraciones generados por el tránsito de vehículos de construcción y enfermedades contagiosas asociadas con la afluencia de trabajadores temporales de la construcción.

Las cuestiones relativas a la higiene y la seguridad específicas de las operaciones ferroviarias incluyen:

- Seguridad general operativa ferroviaria
- Transporte de mercancías peligrosas
- Seguridad de los pasos a nivel
- Seguridad de los peatones

Seguridad general operativa ferroviaria

En términos de seguridad, el problema más significativo, tanto para la tripulación como para los pasajeros, es la posibilidad de que se produzcan graves lesiones o la posible pérdida de vidas

²⁷ Las recomendaciones de la Comisión Internacional para la Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) para la exposición en el trabajo se enumeran en la Sección 2.2 de esta guía.

debido a la colisión de unos trenes con otros o con vehículos por carretera, así como la posibilidad de descarrilamiento debido a estas colisiones y otras causas de carácter operativo. Las prácticas recomendadas para gestionar estas situaciones incluyen:

- Implementar procedimientos de seguridad operativa ferroviaria dirigidos a reducir las probabilidades de colisión de trenes, como por ejemplo un sistema positivo de control de trenes (PTC). En caso de que un sistema completo de PTC no resultara práctico, se instalarán interruptores automáticos o, cuando existan interruptores manuales, se documentará el cambio de un interruptor manual en un terreno sin señalizar de la vía principal a una vía secundaria y la vuelta a la posición normal para los movimientos en la vía principal. Esta información se notificará a todos los miembros de la tripulación y al programador de salidas²⁸
- Inspeccionar y mantener de forma periódica las líneas de ferrocarril e instalaciones ferroviarias para garantizar la estabilidad e integridad de las vías de acuerdo con las normas nacionales e internacionales de seguridad en las vías²⁹
- Implementar un plan general de manejo de la seguridad que sea equivalente a los programas reconocidos internacionalmente de seguridad ferroviaria³⁰

²⁸ El PTC facilita la coordinación de la información para garantizar los movimientos adecuados de los trenes.

²⁹ Ver el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (U.S. Department of Transportation). Administración de los Ferrocarriles Federales. Track Safety Standards, Final Rule, 49 CFR Parte 213 (1998)

³⁰ Los ejemplos son elementos de un sistema de manejo de la seguridad específicamente aplicables a los ferrocarriles, como los proporcionados por la Directiva sobre la seguridad de los ferrocarriles comunitarios de la Unión Europea (Directiva 2004/49/CE) o las Directrices del sistema de gestión de la seguridad de los ferrocarriles, publicadas por el grupo de Gestión de la seguridad en los ferrocarriles (SAMRAIL) de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC).

Transporte de mercancías peligrosas

Las mercancías peligrosas se transportan por ferrocarril a menudo a granel o envasadas, lo que representa un riesgo potencial de vertido en el medio ambiente en caso de accidente y por otras causas³¹. Los ejemplos son las fugas en válvulas o los vertidos de las válvulas de seguridad de vagones cisterna presurizados y de servicio general y otros contenedores de materiales peligrosos (por ejemplo tolvas cubiertas, remolques y contenedores intermodales o tanques portátiles). En los contenedores intermodales, los vertidos y las fugas pueden darse como consecuencia de un envasado indebido y el resultante deslizamiento de la carga durante el transporte. Además, existe la posibilidad de que se produzcan vertidos de diesel durante las operaciones de llenado de combustible³².

Además de las orientaciones sobre el manejo de materiales peligrosos contenidas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, las medidas recomendadas para prevenir, minimizar y controlar las descargas de materiales peligrosos durante el transporte y uso de trenes incluyen las siguientes:

- Implementar un sistema adecuado para la selección, aceptación y transporte de mercancías peligrosas. Dado que estos materiales pueden ser suministrados por terceros, el proceso de selección y aceptación debe confirmar que se cumplen las normas internacionales relativas al envasado, marcado y etiquetado de los contenedores (o fijación de carteles), así como los certificados y manifiestos necesarios por parte del transportista³³.

- Utilizar vagones cisterna y otros materiales rodantes que cumplan las normas nacionales e internacionales (por ejemplo la protección térmica y la resistencia a los pinchazos) adecuadas a la mercancía transportada³⁴ e implementar un programa preventivo de mantenimiento
- Elaborar planes de prevención y control de vertidos y de preparación y respuesta de emergencia, en base a un análisis de riesgos que tenga en cuenta la naturaleza, consecuencias y probabilidad de los accidentes. En base a los resultados del análisis de riesgos, la implementación de medidas de prevención y control puede consistir en:
 - La programación de unas vías y un calendario de transporte que minimicen el riesgo para la comunidad (por ejemplo restringiendo el transporte de materiales peligrosos a ciertas rutas)
 - La limitación de la velocidad de los trenes en las áreas urbanizadas
 - La construcción de barreras protectoras y otras medidas técnicas (por ejemplo disposiciones sobre drenaje / colectores) en ubicaciones sensibles (por ejemplo recursos hídricos y asentamientos)
- Difundir información sobre preparación y respuesta de emergencia entre las comunidades potencialmente afectadas (por ejemplo sistemas de notificación de emergencia y procedimientos de evacuación)
- Implementar un plan de seguridad de materiales peligrosos y capacitar en educación en materia de seguridad, incluyendo disposiciones para la seguridad del personal, la prevención de accesos no autorizados y medidas para

³¹ Aunque los materiales peligrosos se transportan en distintas clases de vagones (por ejemplo vagones cisterna, tolvas cubiertas, vagones cubiertos, equipos intermodales), son los vagones cisterna los que se encargan de la mayor parte del tráfico.

³² Por lo general, las operaciones ferroviarias utilizan un volumen limitado de gasolina.

³³ Un ejemplo de normas internacionales es el Convenio relativo a los transportes internacionales por ferrocarril (COTIF). El transporte de mercancías

peligrosas se trata en el Reglamento relativo al transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID). La versión más reciente de este Reglamento (RID, 2006) entró en vigor el 1 de enero de 2007. Departamento de Transporte del Reino Unido. Statutory Instrument No. 568. The Carriage of Dangerous Goods and Use of Transportable Pressure Equipment Regulations (2004).

³⁴ Ver, por ejemplo, el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (US Department of Transportation), Regulations on Use of Tank Cars, 49 CFR 173.31.

reducir los riesgos durante el almacenamiento y transporte de materiales peligrosos³⁵

- Emplear un sistema normalizado de prevención de vertidos de combustible para combustible de locomotora, incluyendo sistemas de cierre automático³⁶

Seguridad de los pasos a nivel

Los pasos a nivel (en carreteras / intersecciones de vías) constituyen ubicaciones con alto riesgo de accidente para los ferrocarriles. En líneas férreas con escaso tráfico, podrá recurrirse a un abanderado para detener todo el tráfico en la intersección y despejar las vías antes de aproximarse un tren. Suelen utilizarse luces y campanas automáticas de aviso y/o compuertas de cierre para bloquear la carretera. Las compuertas hacen las veces de barreras completas frente a la intrusión de cualquier tráfico rodado en las líneas férreas. Las intersecciones sin compuertas representan el mayor riesgo potencial. Las recomendaciones para prevenir, minimizar y controlar los riesgos asociados con los pasos a nivel incluyen:

- Utilizar puentes o túneles en lugar de pasos a nivel. La eliminación de estos pasos también puede mejorar el rendimiento de los trenes, ya que la mayoría de ellos imponen límites de velocidad bajos para minimizar los riesgos del tráfico por carretera
- Instalar barreras automáticas en todos los pasos a nivel, y llevar a cabo inspecciones/tareas de mantenimiento periódicas para garantizar su buen funcionamiento

Seguridad de los peatones

Los intrusos en las líneas e instalaciones ferroviarias pueden plantear riesgos asociados con los trenes en movimiento, cables y equipos eléctricos y sustancias peligrosas entre otros.

³⁵ Ver el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (U.S. Department of Transportation), Planes de seguridad, 49 CFR Parte 172, Subparte I.

Las medidas para minimizar, prevenir o controlar las intrusiones incluyen:

- Colocar señales de advertencia claras y prominentes en los posibles puntos de entrada a las zonas de vías (por ejemplo estaciones y pasos a nivel)
- Instalar vallas u otras barreras al final de las estaciones y otras ubicaciones para impedir el acceso a las vías por parte de personas no autorizadas
- Educar a nivel local, especialmente a los jóvenes, sobre los peligros que suponen las intrusiones
- Diseñar las estaciones para asegurar que la ruta autorizada es segura, se halla claramente señalizada y es fácil de usar
- Utilizar circuitos cerrados de televisión para vigilar las estaciones de tren y otras áreas donde se registren intrusiones con frecuencia, con un sistema de alarma por voz para disuadir a los intrusos.

2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño

2.1 Medio ambiente

Guía sobre emisiones y efluentes

Las emisiones procedentes de los motores nuevos empleados para la propulsión de locomotoras y automotores se ajustará a los límites de emisiones reconocidos internacionalmente para los óxidos de nitrógeno (NOx), el material particulado (MP), el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos totales (THC)³⁷. Las operaciones ferroviarias también perseguirán mejorar el

³⁶ Ver la Association of American Railroads, 2002. Manual of Standards and Recommended Practices Section M—Locomotives and Locomotive Interchange Equipment: RP-5503—Locomotive Fueling Interface.

³⁷ Los valores internacionalmente reconocidos para las emisiones incluyen las normas de nivel III/IV de la UE para las emisiones procedentes de los motores no de carretera (Directiva 2004/26/CE) y las normas de Nivel 3 / 4 de los Estados Unidos (U.S. EPA 40 CFR Parte 92). La consecución de los valores más estrictos de NOx y MP pueden exigir el uso de controles secundarios.

uso eficiente de energía para contribuir a la reducción global de las emisiones contaminantes³⁸.

Los efluentes procedentes de instalaciones de mantenimiento deberían tratarse de acuerdo con los niveles establecidos por los requisitos operativos de la red local de alcantarillado y, en caso de verterse en aguas superficiales, cumplir los valores de referencia definidos en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad para la fabricación de productos de metal, plástico y caucho** que determinan los valores de referencia para los efluentes tratados aplicables a los procesos de mecanizado, limpieza, revestimiento y acabado de metales, incluida la pintura. Los niveles de vertido específicos del emplazamiento pueden establecerse para los efluentes de alcantarillado y de proceso procedentes instalaciones y terminales de mantenimiento basándose en los requisitos definidos para los sistemas de tratamiento y recolección de aguas de alcantarillado público o, en caso de descargarse directamente en aguas superficiales, basándose en la clasificación del uso del agua receptora que describen las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Las guías sobre emisiones procedentes de la combustión relacionadas con centrales de generación de vapor y energía a partir de fuentes con una capacidad igual o inferior a 50 MW se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, y las guías sobre emisiones procedentes de centrales de mayor capacidad se analizan en las **Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para centrales térmicas**. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se proporciona orientación acerca de

consideraciones ambientales basadas en la carga total de emisiones.

Seguimiento ambiental

Se llevarán a cabo programas de seguimiento ambiental para este sector en todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto significativo en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Las actividades de seguimiento ambiental se basarán en indicadores directos e indirectos de emisiones, efluentes y uso de recursos aplicables al proyecto concreto. La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. El seguimiento deberá recaer en individuos formados, quienes deberán aplicar los procedimientos de seguimiento y registro y utilizar un equipo adecuadamente calibrado y mantenido. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas necesarias. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los métodos de muestreo y análisis de emisiones y efluentes.

2.2 Higiene y seguridad en el trabajo

Guías sobre higiene y seguridad en el trabajo

Para evaluar el desempeño en materia de higiene y seguridad en el trabajo deben utilizarse las guías sobre la materia que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: guías sobre la concentración máxima admisible de exposición profesional (TLV®) y los índices biológicos de exposición (BEIs®) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)³⁹, la Guía de bolsillo sobre riesgos químicos publicada por el Instituto Nacional de Higiene

³⁸ Con fines comparativos, el uso promedio de energía por parte de los grandes trenes de mercancías en los Estados Unidos en 2004 (el año más reciente para el que se dispone de datos) fue de 245 kilojulios por tonelada/kilómetro de carga de pago (Departamento de Transporte de los Estados Unidos, Oficina de Estadística sobre Transportes. 2006. Estadísticas Nacionales sobre Transporte, Cuadro 4-25M).

y Seguridad en el Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH)⁴⁰, los límites permisibles de exposición publicados por la Administración de Seguridad e Higiene en el Trabajo de los Estados Unidos (OSHA)⁴¹, los valores límite indicativos de exposición profesional publicados por los Estados miembros de la Unión Europea⁴² u otras fuentes similares.

Tasas de accidentes y letalidad

Deben adoptarse medidas para reducir a cero el número de accidentes entre los trabajadores del proyecto (ya sean empleados directos o personal subcontratado), especialmente los accidentes que pueden causar la pérdida de horas de trabajo, diversos niveles de discapacidad e incluso la muerte. Como punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)⁴³.

Seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el entorno laboral del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y realizadas por profesionales acreditados⁴⁴ como parte de un programa de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo. En las instalaciones, además, debe llevarse un registro de los accidentes y enfermedades laborales, así como de los

sucesos y accidentes peligrosos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los programas de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo.

³⁹ Disponibles en: <http://www.acgih.org/TLV/> y <http://www.acgih.org/store/>.

⁴⁰ Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>.

⁴¹ Disponibles en: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992.

⁴² Disponibles en: http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/.

⁴³ Disponibles en: <http://www.bls.gov/iif/> y <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

⁴⁴ Los profesionales acreditados pueden incluir a higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.

3.0 Referencias y fuentes adicionales

Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA). 1998: Spatial and Ecological Assessment of the TEN – demonstration of indicators and GIS methods. Copenhagen: EEA.

Agencia Ferroviaria Europea,
http://europa.eu/agencies/community_agencies/era/index_es.htm

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 2006. 40 CFR Part 170. Worker Protection Standard for Agricultural Pesticides. Disponible en: <http://www.epa.gov/pesticides/safety/workers/PART170.htm>

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 2004. Control of Emissions of Air Pollution From New Locomotive Engines and New Marine Compression-Ignition Engines Less Than 30 Liters per Cylinder. Federal Register. Volume 69. FR 39276 – 39289.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 2004. Guidance for Quantifying and Using Long Duration Switch Yard Locomotive Idling Emission Reductions in State Implementation Plans. EPA 20-B-04-002. Office of Transportation and Air Quality. Washington, DC: EPA.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 1998. 40 CFR Part 92. Control of Air Pollution from Locomotives and Locomotive Engines. Washington, DC: US EPA. Disponible en: <http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=0bb02055c8481ac812626434d55696a2&rgn=div5&view=text&node=40:20.0.1.1.6&idno=40>

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 1997. Industry Notebook: Profile of the Ground Transportation Industry - Railroad, Trucking and Pipeline. Washington, DC: EPA.

American Petroleum Institute (API). 2005. Standard 2610: Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal & Tank Facilities. Washington, DC: API.

API. 2002. Standard 620: Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks. Washington, D.C.: API.

API. 1998. Standard 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage. Washington, D.C.: API.

Association of American Railroads (Asociación de Ferrocarriles Americanos), 2002. Manual of Standards and Recommended Practices. Section M—Locomotives and Locomotive Interchange Equipment: RP-5503—Locomotive Fueling Interface. Washington DC: Association of American Railroads.

Banverket/Räddningsverket. 2000. Ökad säkerhet för farligt gods på järnväg. (Autoridad de los Ferrocarriles de Suecia/Agencia Sueca de Servicios de Rescate). 2000. Increased Safety for Hazardous Goods by Rail)

Barkan, Christopher P.L., Dick C. Tyler y Anderson, R. 2003. Analysis of Railroad Derailment Factors Affecting Hazardous Materials Transportation Risk. Transportation Research Record; Journal of the Transportation Research Board 1825: 48-55.

Barkan, C.P.L. 2004. Cost Effectiveness of Railroad Fuel Spill Prevention Using a New Locomotive Refueling System. Transportation Research, Part D. Transport and Environment 9: 251-262.

Brooks, Kenneth M. 2001. Environmental Risks Associated with the Use of Pressure Treated Wood in Railway Rights-of-Way. Fayetteville, GA: Railway Tie Association (RTA).

Brooks, Kenneth M. 2004. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Migration from Creosote-Treated Railway Ties into Ballast and Adjacent Wetlands. Res. Pap. FPL-RP-617. Madison, Wisconsin: US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.

Cain, Groves J., JR. 2000. A Survey of Exposure to Diesel Engine Exhaust Emissions in The Workplace. The Annals of Occupational Hygiene. 2000 Sep;44(6):435-47.

Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). 1998. Guidelines for Limiting Exposure to Time-varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, Health Physics 74 (4): 494-522 (1998). Disponible en: <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>

Corporación Financiera Internacional (IFC). 2006. IFC Performance Standards 3: Pollution Prevention and Abatement and 6 – Biodiversity Conservation and Natural Resource Management. Washington, DC: IFC. Disponible en: www.ifc.org/envsocstandards

Danish Agricultural Advisory Service (DAAS). 2000. Manuals of Good Agricultural Practice from Denmark, Estonia, Latvia, and Lithuania. Aarhus, Dinamarca: DAAS.

Departamento de Transporte de Estados Unidos (US Department of Transportation). 2006. Bureau of Transportation Statistics (BTS). National Transportation Statistics, Table 4-25 - Energy Intensity of Class I Railroad Freight Service (Updated April 2006). Washington DC: BTS.

Departamento de Transporte de Estados Unidos. 2006. Regulations on Use of Tank Cars, 49 CFR 173.31. Washington, DC: DOT.

Departamento de Transporte de Estados Unidos. 2003. Security Plans. 49 CFR Part 172, Subpart I. Washington, DC: DOT.

Departamento de Transporte de Estados Unidos. 1998. Federal Railway Administration. Human Factors Guidelines for Locomotive Cabs. DOT-VNTSC-FRA-98-8; DOT/FRA/ORD-98/03. Springfield, VA: National Technical Information Service.

Departamento de Transporte de Estados Unidos. 1998. Federal Railroad Administration (FRA). Track Safety Standards, Final Rule, 49 CFR Part 213. Washington DC: FRA.

Departamento de Transporte del Reino Unido (UK) Department for Transport). Statutory Instrument No. 568. The Carriage of Dangerous Goods and Use of Transportable Pressure Equipment Regulations 2004. Disponible en: http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_freight/documents/page/dft_freight_612_382.pdf

Dittrich, M. 2003. Basic Targets and Conditions for European Railway Noise Abatement Strategies: Analysis of the Current Situation. Working Group (WG) on Railway Noise. European Commission (EC). Workshop Railway Noise Abatement in Europe, October 29, 2003. Disponible en: <http://ec.europa.eu/transport/rail/environment/doc/noise-8.pdf>

Garshick, Eric, Laden, Francine, Hart, Jaime E., Rosner, Bernard, Smith, Thomas J., Dockery, Douglas W. y Speizer, Frank E. 2004. Lung Cancer in Railroad Workers Exposed to Diesel Exhaust. Environmental Health Perspectives, Volumen 112, número 15, noviembre de 2004.

International Agency for Research on Cancer (IARC). 1989. Diesel and Gasoline Exhausts and Some Nitroarenes, IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 46. Lyon: IARC.

Institute of Electronics and Electrical Engineers IEEE. 2005. Standard C95.1-2005: IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3kHz to 300GHz.

Lai, Yung-Cheng (Rex) y Barkan, Christopher P. L. 2005. Options for Improving the Energy Efficiency of Intermodal Freight Trains. Transportation Research Record - Journal of the Transportation Research Board 1916: 47–55.

Naciones Unidas (UN). 2005. Recomendaciones de UN relativas al transporte de mercancías peligrosas. Reglamento Modelo. Nueva York, NY: NU

Pooja, Anand, Barkan, C. P. L., Schaeffer, David J., Werth, Charles J. y Minsker, Barbara S. 2005. Environmental Risk Analysis of Chemicals Transported in Railroad Tank Cars. In Proceedings of the 8th International Heavy Haul Conference, Rio de Janeiro, junio de 2005, pp. 395-403.

Organización Internacional para la Estandarización (ISO). 1997. 2631-1:1997. Mechanical Vibration and Shock: Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration—Part 1: General Requirements. Ginebra: ISO. Disponible en:

Organización Internacional del Trabajo (OIT). 1977. Convenio sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo. Convenio C148.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2004. Desarrollo de indicadores sobre medio ambiente y salud para los países de la Unión Europea ECOEHIS. Informe final. Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud WHO. Bonn: WHO

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2002. Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas. Roma: FAO.

Organización para el Transporte Internacional por Ferrocarril (OTIF). 2006. Reglamento relativo al transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID). Berna: OTIF.

Transport Canada. 2005. Work/Rest Rules for Railway Operating Employees. Ottawa, Ontario: Transport Canada. Disponible en: http://www.tc.gc.ca/railway/Rules/TC_O_0_50.htm

UK Health & Safety Executive (HSE). 2005. HM Railway Inspectorate. 2005. Railway Safety Principles and Guidance (RSPG). Londres: HSE.

UK Office of Rail Regulation. Disponible en: <http://www.rail-reg.gov.uk/>

UK Rail Safety and Standards Board (RSSB). 2006. Railway Group Standards. Londres: RSSB.

UK Rail Safety and Standards Board (RSSB). 2005. Trespass and Access via the Platform End, Final Report, T322. Londres: RSSB.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2002. Industry as a Partner for Sustainable Development. Sectoral Reports: Railways. UK: International Union of Railways (UIC)/PNUMA.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2001. Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes. Disponible en: <http://www.pops.int/>

Unión Europea (EU). 2005. Norma europea (NE) 12285-2:2005. Tanques de acero fabricados en taller para el almacenamiento enterrado de líquidos inflamables y no inflamables contaminantes del agua.

UE Sitio web, Transporte y energía, Transporte ferroviario: http://europa.eu.int/comm/transport/rail/index_en.html

UE. 2004. Directiva 2004/26/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, por la que se modifica la Directiva 97/68/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera.

UE. 2004. Directiva 2004/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre la seguridad de los ferrocarriles comunitarios y por la que se modifican la Directiva 95/18/CE del Consejo sobre concesión de licencias a las empresas ferroviarias y la Directiva 2001/14/CE relativa a la adjudicación de la capacidad de infraestructura ferroviaria, aplicación de cánones por su utilización y certificación de la seguridad. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:220:0016:0039:ES:PDF>

UE. 2004. Directiva 2004/26/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, por la que se modifica la Directiva 97/68/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera. Disponible en: http://europa.eu.int/eur-lex/pri/es/oj/dat/2004/l_225/l_22520040625en00030107.pdf

UE. 2002. Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y el Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

UE. 2000. Consejo de la Unión Europea. Directiva 93/104/CE del Consejo, de 23 de noviembre de 1993, relativa a determinados aspectos de la ordenación del tiempo de trabajo, modificada por la Directiva 2000/34/CE de 22 de junio de 2000 del Parlamento Europeo y el Consejo. Disponible en: http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=es&numdoc=31993L0104&model=guichett

Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC). 2004. Railways and the Environment. París: UIC. Disponible en: <http://www.uic.asso.fr/>

Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC). 2003. Environmental Guideline for the Procurement of New Rolling Stock. París: UIC. Disponible en: <http://www.uic.asso.fr/>

Verma, Dave K., Finkelstein, Murray M., Kurtz, Lawrence, Smolyne, Kathy and Eyre, Susan. 2003. Diesel Exhaust Exposure in the Canadian Railroad Work Environment. Applied Occupational and Environmental Hygiene. Volume 18(1): 25–34.

Woskie S.R., Smith T.J., Hammond S.K., Schenker M.B., Garshick E., Speizer F.E. 1988. Estimation of the diesel exhaust exposures of railroad workers: I. Current exposures. American Journal of Industrial Medicine. 1988;13(3):381-94.

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

Los componentes típicamente asociados con los ferrocarriles incluyen locomotoras y vagones, conocidos como material rodante, además de la infraestructura fija, incluidos vías, estaciones, instalaciones de suministro de combustible e instalaciones de mantenimiento y reparación.

El establecimiento de vías e infraestructura ferroviarias incluye la ubicación de los correspondientes derechos de paso. Los requisitos básicos en términos de superficie para los derechos de paso ferroviarias son de aproximadamente 2,5 – 3,0 hectáreas de terreno por kilómetro de vía. Los sistemas ferroviarios de pasajeros puede requerir tres veces esta superficie de tierra en caso de incluir usos indirectos del suelo como son las estaciones y zonas de estacionamiento. Los requisitos de suelo por unidad de transporte (por ejemplo pasajero-km y tonelada-km) son alrededor de 3,5 veces menos para el ferrocarril que para los automóviles⁴⁵.

Las actividades de urbanización y construcción de proyectos suelen incluir la construcción o renovación de las carreteras de acceso, la preparación y urbanización del emplazamiento (por ejemplo la construcción de puentes y túneles), la eliminación de ciertas especies vegetales cuando corresponda y la nivelación y excavación de suelos para la instalación de las bases estructurales de vías y servicios auxiliares, como por ejemplo estaciones, talleres y áreas de mantenimiento / almacenes ferroviarios, sistemas de señalización, suministros de electricidad e instalaciones de llenado de combustible.

Material rodante

Locomotoras

Las locomotoras de diesel suelen arrastrar o empujar los vagones de transporte de pasajeros y de mercancías. Las locomotoras eléctricas se utilizan en líneas férreas dotadas de electricidad suministrada mediante líneas aéreas o un tercer carril conductor. Los sistemas ferroviarios modernos electrificados operan con corriente alterna, aunque siguen empleándose sistemas de corriente continua (CC) en todo el mundo. El voltaje operativo para los sistemas de CC suele oscilar entre los 750 y 3000 voltios (V), mientras que los sistemas de CA se sitúan entre los 15 y los 25 kilovoltios (kV). Las locomotoras se subdividen a menudo en base a su uso, a saber, en locomotoras de pasajeros, de mercancías y de maniobra (o remolque). Estas categorías dependen principalmente de la maniobrabilidad, la potencia de tracción y la velocidad. Las locomotoras eléctricas pueden estar equipadas con sistemas de frenado regenerativo que recuperan parte de la energía cinética que de otro modo se perdería como calor al frenar, transmitiéndola a un cable aéreo para uso de otras locomotoras. Las locomotoras proporcionan electricidad para mover una serie de vagones conectados de pasajeros o mercancías, y esta unidad se conoce colectivamente como "tren".

Vagones de pasajeros

La mayor parte de los vagones de pasajeros están hechos de acero y pueden consistir en plataformas dobles para acomodar a los pasajeros. Los vagones de pasajeros pueden desempeñar múltiples funciones, incluyendo el servicio de restaurante y el almacenamiento de equipaje. Las instalaciones sanitarias para los vagones de pasajeros pueden depositar los residuos

⁴⁵ Agencia Europea de Medio Ambiente, Spatial and Ecological Assessment of the TEN – demonstration of indicators and GIS methods, 1998.

directamente en las vías o utilizar tanques de retención que se vacían en las estaciones.

Vagones de mercancías / carga

Existen varios tipos de vagones de mercancías diseñados para desempeñar funciones específicas. Los más usuales son:

- *Coches*: vagones no cubiertos con cubas basculantes, empleados a menudo para el transporte de mena o minerales
- *Vagones cubiertos*: vagones cerrados con puertas laterales empleados para la mayor parte de las mercancías
- *Vagones frigoríficos*: vagones cubiertos refrigerados para el transporte de productos alimenticios
- *Vagones descubiertos*: vagones no cubiertos, con laterales y extremos cerrados, empleados para materias primas y otros productos a granel
- *Vagones plataformas*: vagones abiertos para el transporte de contenedores estándar y semirremolques
- *Vagones cisterna*: tanques para el transporte de líquidos

Vías ferroviarias

La vía férrea se construye con dos raíles de acero paralelos sujetos a traviesas perpendiculares hechas de madera, hormigón o acero. Las traviesas se montan sobre un lecho de balasto, con un lecho de balasto subyacente y una base de plataforma de grano fino. Tradicionalmente se empleaban juntas empernadas de raíl para todas las líneas férreas. Sin embargo, los raíles de soldadura continua se instalan actualmente al construir nuevas vías o al reemplazar los raíles durante el mantenimiento de las vías. Las traviesas de madera son resistentes y facilitan una rodadura suave, pero requieren un tratamiento químico inicial para impedir que se pudran y no son aptas para las vías modernas de alta velocidad. El balasto consiste normalmente en una capa de piedra triturada para

alcanzar un tamaño de 40-65 mm y situada a una profundidad de 150-225 milímetros (mm) que constituye el soporte de las traviesas y facilita el drenaje.

Operaciones ferroviarias

Las actividades operativas del material rodante incluyen todos los aspectos del movimiento de locomotoras y vagones en un trayecto de vía, incluido el transporte de pasajeros y mercancías, la carga y descarga de mercancías en las estaciones, y el repostaje de las locomotoras. La mayoría de los ferrocarriles modernos utilizan sistemas automáticos para supervisar la ubicación de los trenes y para hacer funcionar la infraestructura de señalización / conmutación⁴⁶. Las actividades operativas y de mantenimiento asociadas con la infraestructura ferroviaria incluyen el mantenimiento y despeje de las vías, sistemas de señalización y redes de conmutación, así como las carreteras, túneles, puentes y edificios asociados.

Actividades de mantenimiento

Además del mantenimiento de las vías y de sus derechos de paso, las actividades de mantenimiento pueden consistir en el mantenimiento rutinario o las labores de mantenimiento mecánico pesado. Las actividades de mantenimiento rutinarias incluyen cambios de aceite lubricante e inspecciones de seguridad mecánica, la limpieza exterior de locomotoras y vagones, y la limpieza interior de los vagones cisterna.

El mantenimiento mecánico pesado puede incluir la sustitución de materiales rodantes y componentes del motor, la revisión de motores, las pruebas y los ajustes mecánicos entre otros. También puede abarcar el mecanizado, soldadura, limpieza

⁴⁶ El flujo del tráfico de trenes se rige por un sistema de controles de señales de ubicación y movimiento mecánicos o electrónicos, que implican el uso de horarios, señales, luces de colores y equipos de conmutación de vías. Este sistema informa a los operadores de tren sobre el estado de la línea férrea y sirve para prevenir las colisiones.

(incluyendo el desengrasado) de piezas y otras clases de actividades que suelen llevarse a cabo en los talleres mecánicos metálicos. Los vagones de pasajeros y mercancías también pueden limpiarse y pintarse, incluida la pintura de retoque, durante el mantenimiento pesado.