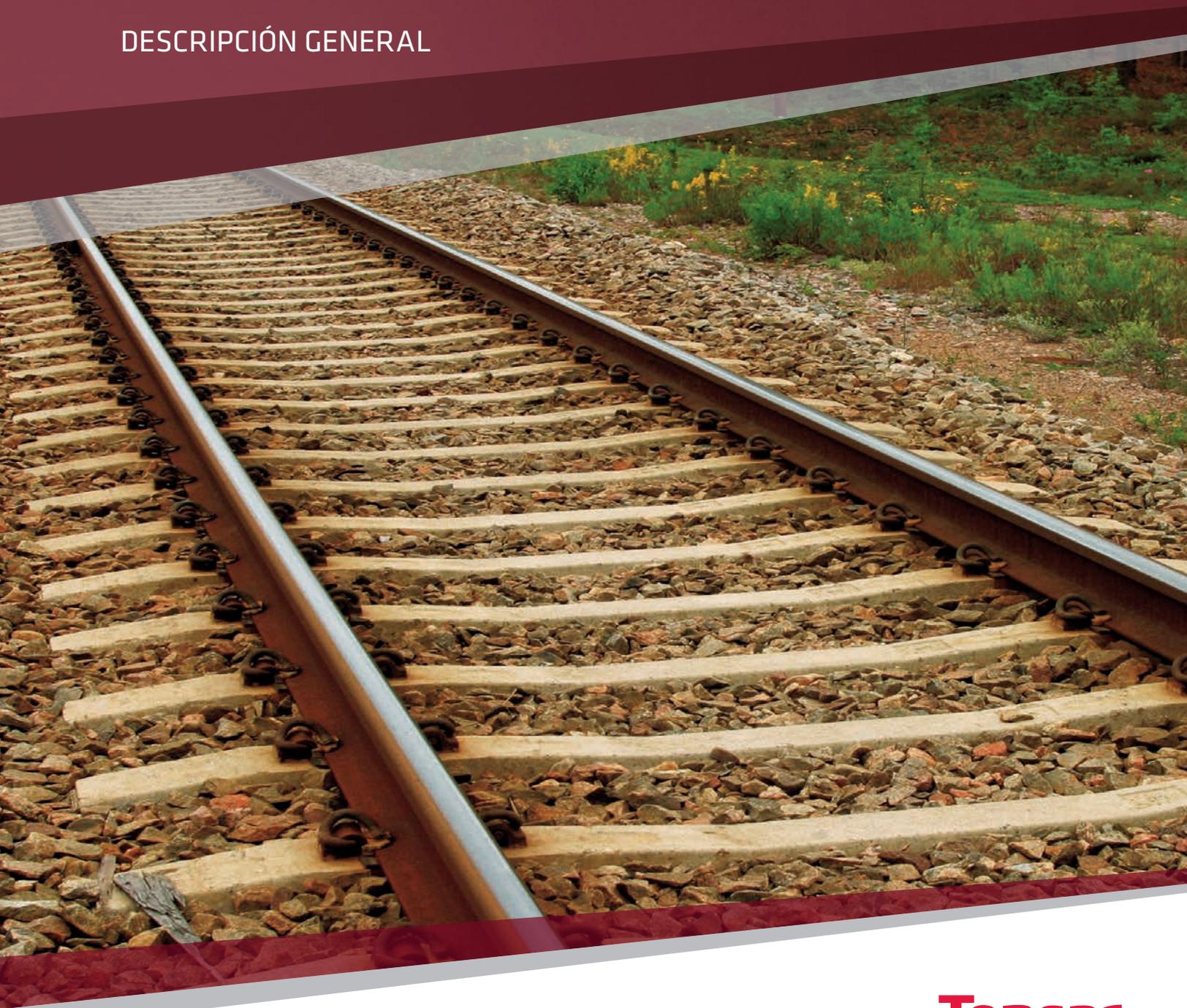
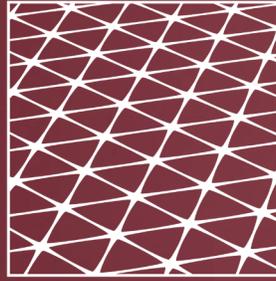


MEJORAMIENTO DE **VÍAS FÉRREAS**

DESCRIPCIÓN GENERAL



► El sistema de SpectraRail® proporciona una solución rentable y confiable para la estabilización de las capas de balasto y subbalasto.



GEOMALLAS TENSAR®

Las Geomallas TriAx® de Tensar® resisten el paso del tiempo y se desempeñan mejor que las geomallas biaxiales debido a una transferencia de esfuerzos más efectiva y una mejor capacidad de confinamiento. Para más información, visite www.tensarcorp.com/triAx.

Las Geomallas TriAx® de Tensar® mantienen un buen desempeño de la vías férreas

Durante más de dos décadas, las Geomallas Tensar® han estabilizado con éxito las capas de balasto y subbalasto bajo una amplia gama de condiciones de suelo y carga, desde el tren ligero hasta las estructuras pesadas de ferrocarril Clase 1. La Asociación Estadounidense de Ingeniería y Mantenimiento de Vías Ferroviarias (AREMA), principal autoridad de los Estados Unidos en las prácticas industriales del sector, ha reconocido el valor de la tecnología de geomallas para la estabilización de las vías férreas al incluir un capítulo sobre geomallas en su Manual de 2010 para Ingeniería Ferroviaria. Los beneficios del uso de geomallas sobre suelos blandos y firmes se han demostrado en varias pruebas de laboratorio y de campo, así como en cientos de instalaciones reales en todo el mundo.

Con su estructura triangular única, la Geomalla TriAx es lo último en tecnología de geomallas. Sus propiedades multidireccionales aprovechan su estructura geométrica triangular (una de las formas más estables en la construcción) para proporcionar la máxima rigidez en el plano y confinamiento del agregado. La estabilización mecánica con la Geomalla TriAx ofrece a la industria ferroviaria una mejor alternativa frente a materiales y prácticas convencionales. Como parte del Sistema de SpectraRail®, la Geomalla TriAx proporciona una solución rentable y confiable para la estabilización de las capas de balasto y subbalasto que incluye muchas ventajas:

- **Costos de construcción iniciales más bajos:** La estabilización mecánica de la capa de subbalasto reduce la cantidad de agregado requerida para obtener un factor de seguridad particular contra fallas por capacidad de carga. La experiencia demuestra, que se pueden lograr ahorros de aproximadamente \$18,000 dólares por kilómetro lineal de vía férrea.
- **Mayor velocidad de construcción:** Menos agregado significa menos tiempo de construcción.
- **Minimiza el asentamiento del balasto y la fluencia lateral:** El período entre los ciclos de mantenimiento puede disminuirse por un factor de 5 a 3 veces cuando se utiliza una Geomalla TriAx para estabilizar la capa de balasto.
- **Mantiene un drenaje efectivo de la vía férrea:** Las Geomallas TriAx ayudan a prevenir la contaminación del agregado y reducir la generación de finos como producto de la abrasión de las partículas.
- **Extiende la vida útil de los componentes mecánicos de la vía férrea (rieles, durmientes, juntas, etc.):** Una menor deformación vertical durante la carga resulta en un menor desgaste de los componentes mecánicos de la estructura del riel.
- **Mejora el desempeño y la productividad operativa:** Al eliminar la necesidad de restricciones de velocidad en secciones potencialmente problemáticas de la vía férrea.

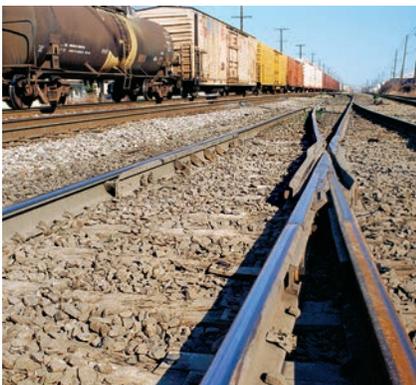




FIGURA 1

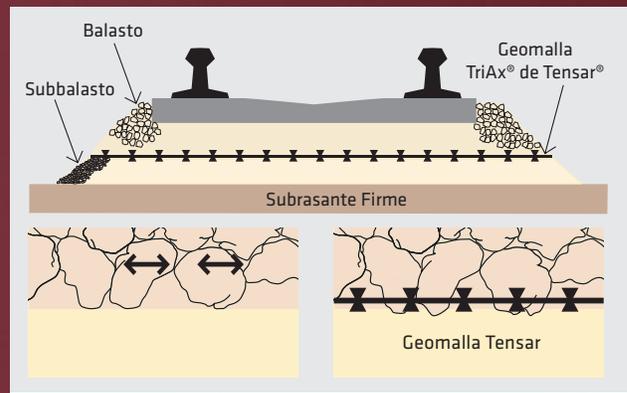


FIGURA 2

Cómo Funcionan las Geomallas TriAx®-Trabazón Mecánica

APLICACIONES

Las Geomallas TriAx® de Tensar® estabilizan las capas de balasto y subbalasto mediante el principio de trabazón mecánica. Cuando el agregado suelto se compacta sobre una geomalla, las partículas más gruesas penetran parcialmente a través de las aberturas de la geomalla y se confinan en dicha posición (Figura 1). A medida que la capa de agregado se compacta, se mejora la distribución de la carga sobre la subrasante, aumentando su capacidad de carga efectiva.

La capacidad de la geomalla para confinar partículas de agregados reduce significativamente el desplazamiento lateral de partículas granulares, una de las principales causas del asentamiento del balasto y subbalasto (Figura 2). Las Geomallas TriAx ofrecen resistencia a deformaciones en todas las direcciones, evitando grandes deformaciones en el agregado. Las aberturas triangulares rígidas de las Geomallas TriAx están diseñadas para interactuar con materiales típicos de balasto y subbalasto para garantizar una trabazón mecánica óptima. Las geomallas con aberturas más grandes (por ejemplo, Tensar® TX190L) se usan para estabilizar los agregados más gruesos que se usan típicamente para capas de balasto.

ESTABILIZACIÓN DE BALASTO Y SUBBALASTO

Las Geomallas TriAx de Tensar se utilizan para estabilizar la estructura de la vía férrea de dos maneras:

- ▶ Estabilización del subbalasto: instaladas en la parte inferior del subbalasto, las Geomallas TriAx ayudan a distribuir las cargas impuestas de manera más eficiente sobre la subrasante, lo que lleva a una reducción en el espesor requerido de la capa del subbalasto (Figura 3a).
- ▶ Estabilización de balasto: instalada entre las capas de balasto y subbalasto, las Geomallas TriAx limitan la migración lateral de partículas y, por lo tanto, minimizan el asentamiento de la vía. Esto ayuda a disminuir la frecuencia de ciclos de mantenimiento en una relación de 5 a 3 veces (Figura 3b).

FACILIDADES INTERMODALES

Las cargas impuestas en las áreas pavimentadas de carga/descarga de las facilidades contiguas a las líneas férreas generalmente exceden las aplicadas a las de las mismas vías. Estas estructuras de pavimento de tráfico pesado están diseñadas para soportar cargas no solo del tráfico de camiones, sino también de grúas y otros equipos pesados.

Además de las miles de instalaciones exitosas en vías férreas, las Geomallas Tensar® han proporcionado soluciones de estabilización para las estructuras de pavimento. Las Geomallas Tensar en muchas facilidades intermodales se han utilizado para:

- ▶ Minimizar el espesor de agregado requerido y el costo total de las estructuras de pavimento.
- ▶ Aumentar la velocidad de la construcción, reduciendo los costos de mano de obra y equipo.
- ▶ Reducir o eliminar la necesidad de sobreexcavación, eliminación y reemplazo de suelos de baja calidad.
- ▶ Eliminar la necesidad de tratamiento con cal o suelo cemento.
- ▶ Integrar prácticas de diseño líderes en la industria basadas en tecnología.
- ▶ Extender la vida útil de los pavimentos de tráfico pesado en un factor de 3 a 6 veces, lo que lleva a ahorros significativos en los costos del ciclo de vida.
- ▶ Proporcionar una solución sostenible y fácil de instalar que minimice el tráfico de camiones de construcción y el impacto en la infraestructura pública circundante.



Las Geomallas TriAx® de Tensar® ahorran costos a corto y largo plazo

COSTO - BENEFICIO

Las Geomallas TriAx® de Tensar® proporcionan ahorros de costos a corto plazo y durante todo su ciclo de vida. Al reducir significativamente el espesor requerido de la estructura de la vía férrea (Figura 4), las Geomallas TriAx de Tensar pueden ahorrar hasta \$18,000 dólares por kilómetro lineal de vía. La facilidad de instalación de la geomalla no sólo acelera los cronogramas de construcción, sino que también elimina el costo de mano de obra y equipos especiales. Con la opción de instalar las Geomallas TriAx de Tensar en condiciones húmedas, los contratistas pueden maximizar su productividad en condiciones climáticas adversas.

Dado que las Geomallas TriAx de Tensar se pueden instalar directamente sobre subrasantes débiles existentes, se pueden eliminar los costos asociados con la excavación subterránea, la eliminación y el reemplazo o tratamiento químico (junto con el tiempo de curado del tratamiento).

Con excavaciones menos profundas, los costos potenciales asociados con la reubicación de los servicios públicos a menudo también se pueden eliminar.

Dado que el mantenimiento de la vía férrea es un gasto significativo y continuo, el ahorro de costos del ciclo de vida es un beneficio adicional del uso de las Geomallas TriAx. Con el costo actual (y creciente) de mantenimiento, los propietarios de ferrocarriles deben buscar continuamente las soluciones de mantenimiento más rentables, a corto y largo plazo.

A largo plazo, las Geomallas TriAx de Tensar preservan la integridad de la estructura de la vía férrea al confinar las capas de balasto y subbalasto. Esto generalmente disminuye el período entre las operaciones de mantenimiento en un factor de 5 a 3 veces. La vida útil de los pavimentos de tráfico pesado en instalaciones intermodales se puede extender de 3 a 6 veces. Finalmente, al reducir los asentamientos de la vía férrea o estructura durante la carga, las Geomallas TriAx de Tensar extienden la vida útil de los componentes mecánicos de la vía mecánica, incluidos los rieles, durmientes y las juntas aisladas.

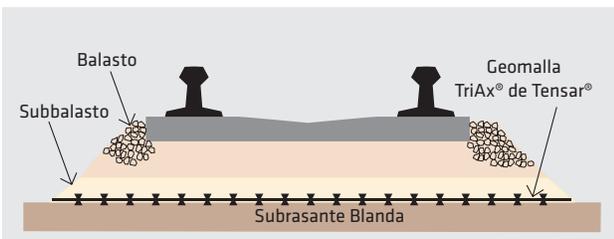


FIGURA 3a: La estabilización de subbalasto provee una capacidad portante mejorada.

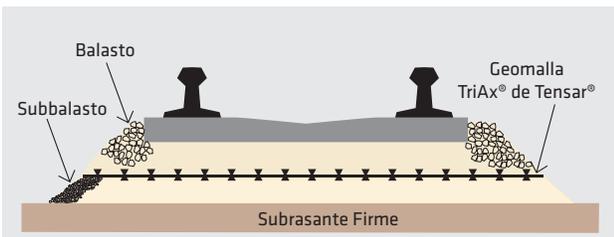


FIGURA 3b: La estabilización de balasto lleva a un incremento de los intervalos de mantenimiento.

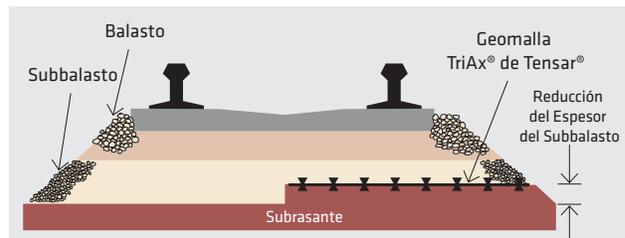


FIGURA 4: Reducción del espesor de la estructura.



IMAGEN A: Se observa la Geomalla TriAx TX190 L en buenas condiciones sin daños mientras continúa soportando el balasto en la superficie.



IMAGEN B: La Geomalla TriAx TX190 L puede resistir un proceso de instalación de balasto típico para vías férreas mientras reduce los intervalos de mantenimiento.

Resumen de Investigación

Tensor y otras autoridades independientes han estudiado ampliamente el uso de la Geomalla TriAx® en aplicaciones ferroviarias. A continuación se muestran algunos estudios de campo recientes que han cuantificado los beneficios del sistema SpectraRail:

EL ESTUDIO DE CAMPO DEL CENTRO DE TECNOLOGÍA DE TRANSPORTE MUESTRA INCREMENTO EN LOS INTERVALOS DE MANTENIMIENTO (CAPTINA, OHIO)

En un reciente estudio de campo realizado por el Centro de Tecnología de Transporte, Inc. (TTCI) en conjunto con Norfolk Southern y Tensor, se instaló una Geomalla TriAx® TX190L en una vía férrea con una larga historia de problemas de asentamientos. La estructura tenía más de 100 años y estaba construida sobre relleno de arcilla compactada, por lo que había sido necesario colocar balasto en esta sección de forma semanal o quincenal durante los últimos 30 años. Se instaló la Geomalla Tensor® TriAx® TX190L en el balasto y se excavaron zanjas laterales para mejorar el drenaje del sitio.

Después de cinco meses de uso de la vía férrea, se examinó el estado de la Geomalla TriAx TX190L. Como se muestra en las imágenes A y B, la Geomalla TX190L estaba en buenas condiciones sin daños visibles. Los resultados de las medidas de asentamientos de la vía férrea indicaron un aumento significativo en el módulo del suelo y la estabilidad de la estructura. En cuanto al mantenimiento de la misma, se redujo de intervalos semanales o quincenales a aproximadamente cada nueve meses. Este estudio de investigación demuestra que la Geomalla TX190L puede resistir un procedimiento típico de instalación de balasto de riel mientras que también reduce los intervalos de mantenimiento.

REDUCCIÓN DE ASENTAMIENTOS Y PRESIÓN SOBRE LA SUBRASANTE EN ESTRUCTURA ESTABILIZADA CON GEOMALLAS (WILSONVILLE, ALABAMA)

Con el fin de obtener datos de rendimiento de las geomallas, se realizó una investigación en 2011 en una nueva sección de una vía férrea en Wilsonville, AL. Se evaluó el desempeño de las vías férreas estabilizadas con geomalla y se comparó con una sección no estabilizada. El área de prueba se dividió en cuatro secciones; dos de las secciones se estabilizaron con Geomallas

Tensor® TriAx® (TX130s y TX160), una sección se estabilizó con Geomalla Tensor BX tipo 2 y una sección se dejó sin estabilizar para servir como sección de control. Todas las secciones consistían en 8" de subbalasto y 12" de balasto nuevo. La deformaciones verticales de la estructura y los esfuerzos en la parte superior de la subrasante se monitorearon con el tiempo.

Los resultados indicaron que las secciones que incorporan geomallas perforadas y estiradas experimentaron una reducción continua de los esfuerzos. Las mediciones de presión sobre la subrasante indicaron un desempeño aún mejor para las secciones que utilizan la Geomalla TriAx en comparación con la sección con Geomalla Biaxial®. Además, el coeficiente de variación de deflexiones disminuyó dentro de las secciones estabilizadas con geomalla durante los períodos de tiempo medidos, mientras que aumentó significativamente dentro de la sección de control no estabilizada con geomalla.

REDUCCIÓN DEL SUBBALASTO EN UN 50% (PIERRE, DAKOTA DEL SUR)

Debido a los bajos niveles de capacidad de carga, una sección de casi 10 kilómetros de largo cerca de Pierre, SD tenía una larga historia de problemas de asentamientos excesivos. Como resultado, la vía férrea fue sometida a una restricción permanente de velocidad de 8 km/h.

Con el fin de abordar los problemas de asentamientos en dos secciones diferentes, primero se propuso eliminar la estructura existente y la subrasante inestable e instalar 12" de balasto y 12" de subbalasto. Sin embargo, después de trabajar con Tensor, los ingenieros de diseño determinaron que una estructura estabilizada con la Geomalla Tensor® TX160 podría soportar el tráfico ferroviario con el espesor requerido del subbalasto reducido de 12" a 6". Después de la instalación, los resultados mostraron que los asentamientos de las estructuras se redujeron para ambas secciones. La Geomalla TriAx no solo redujo con éxito el espesor requerido del subbalasto, sino que también redujo la cantidad de excavación y el tiempo total de construcción.



IMAGEN C: Para estabilizar el subbalasto bajo una nueva vía férrea, las geomallas se desenrollan directamente sobre la subrasante preparada.



IMAGEN D: El riel existente se levanta para que la nueva geomalla y el balasto sean colocados.

Instalación

PREPARACIÓN DEL SITIO

La Geomalla TriAx® de Tensar® es rápida y fácil de instalar. Las superficies lisas y compactadas son ideales, pero si esto no es posible, cualquier objeto que sobresalga, incluidos raíces de árboles, ramas, rocas, etc., deben retirarse. Cualquier hueco resultado de las operaciones de extracción debe rellenarse. Siempre que sea posible, la superficie del subsuelo se debe alistar de tal forma que se construya una superficie de drenaje que extraiga la presencia de agua lejos del área de construcción.

COLOCACIÓN DE LAS GEOMALLAS

Existen distintos métodos para colocar geomallas en (1) la construcción de nuevas líneas férreas y (2) la rehabilitación de las líneas férreas existentes. Para estabilizar el subbalasto debajo de una nueva línea férrea, las geomallas simplemente se extienden directamente sobre la subrasante preparada (Imagen C). Se debe dejar un traslapo de 300 a 900 mm (1 ft a 3 ft) en la dirección del avance del relleno, esto será suficiente para garantizar la estabilidad en toda la instalación. La longitud de traslapo real y cualquier patrón de anclaje requerido dependen de la resistencia de la subrasante (cuanto más débil es la subrasante, mayor es el traslapo).

Se pueden utilizar múltiples métodos para rehabilitar una línea férrea existente. La vía férrea instalada y el balasto subyacente pueden eliminarse por completo, después de lo cual la geomalla se coloca de manera similar a la construcción de un nuevo riel. Alternativamente, los rieles existentes pueden elevarse y quitarse el balasto subyacente antes de la instalación de la geomalla (Imagen D). Luego se bajan los rieles, y una máquina de balasto montada sobre los mismos rieles lo coloca y compacta en la parte superior de la geomalla.

También se ha desarrollado recientemente un equipo especial de mantenimiento montado sobre rieles. Esta máquina levanta y limpia el balasto existente a medida que avanza por los rieles. Para proyectos que requieren la estabilización del balasto reciclado, la máquina se puede modificar para desplegar la geomalla durante las operaciones de mantenimiento de rutina sin una adición significativa de tiempo.

COMPACTACIÓN DE BALASTO

La compactación del balasto colocado se completa típicamente con una máquina apisonadora montada sobre rieles. Para evitar daños a la geomalla, se requiere un espacio libre mínimo de 4 pulg. (100 mm) entre el fondo de los dientes de compactación y la superficie de la geomalla.



Colocación y compactación de balasto en una vía estabilizada con TriAx

Tecnología de Diseño

SPECTRARAIL™ SOFTWARE

El software SpectraRail™ proporciona a los ingenieros geotécnicos la herramienta más poderosa disponible para evaluar las opciones de diseño y optimizar los sistemas ferroviarios utilizando Geomallas Tensar®.

Desarrollado específicamente para el sistema de mejoramiento de vías férreas, el software SpectraRail™ de Tensar® permite a los usuarios:

- ▶ Evaluar y comparar diseños para vías férreas no estabilizadas y estabilizadas mecánicamente con un análisis integral de costos para cada alternativa.
- ▶ Estimación del asentamiento de la vía férrea para un desempeño específico.

El Software SpectraRail™ es un software integral que ofrece todos los beneficios del conocimiento y la experiencia de Tensar en el análisis de aplicaciones de estabilización y optimización de balasto y subbalasto. Estas aplicaciones incorporan Geomallas TriAx® de Tensar®, componentes clave del sistema SpectraRail® (Imágenes E y F). Este software está disponible de forma gratuita. Para obtener más información sobre el software SpectraRail™, comuníquese con su representante local de Tensar llamando al +1 (770) 344-2090 o envíenos un correo electrónico a techsupport@tensarcorp.com

SOPORTE DE DISEÑO Y ASISTENCIA EN PROYECTOS

Como líder mundial en tecnología de geomallas y soporte de diseño, Tensar está comprometido con el éxito de su proyecto de estabilización de vías férreas. Nuestros productos y tecnologías están respaldados por las prácticas de garantía de calidad más exhaustivas de la industria. Ofrecemos un diseño integral y asistencia en el sitio para cada etapa de su proyecto. Le brindaremos asistencia para analizar las condiciones locales del suelo sin costo alguno. Este servicio ofrece una evaluación más precisa de los parámetros del suelo en el lugar, como la rigidez y la resistencia de los suelos cercanos a la superficie, lo que lleva a un diseño más confiable y económico.

Dadas las condiciones específicas de suelo y de carga, Tensar puede desarrollar una sección de diseño completa en conformidad con los requerimientos de AREMA. Las secciones de pavimento para instalaciones intermodales también se pueden desarrollar utilizando nuestro software de diseño de vanguardia. Además, podemos proporcionar estudios de casos, especificaciones del sistema, notas técnicas, instrucciones de instalación, presupuestos, así como documentación de respaldo adicional. En conjunto, los ingenieros y el personal de soporte técnico de Tensar, los gerentes regionales y la red de distribución en Latinoamérica se esfuerzan por mantener nuestros sistemas a la vanguardia de la tecnología de diseño actual para satisfacer las necesidades de los clientes. Confíe en la experiencia y los recursos que han establecido el estándar de la industria durante más de tres décadas. Para obtener más información sobre el sistema SpectraRail™, llame al +1 (770) 344-2090 o envíenos un correo electrónico a info@tensarcorp.com

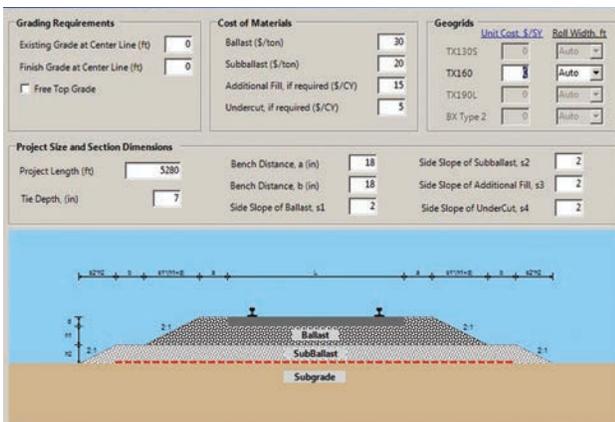


IMAGEN E: El software SpectraRail analiza la estabilización y optimización del balasto cuando se incorporan Geomallas TriAx a la estructura.

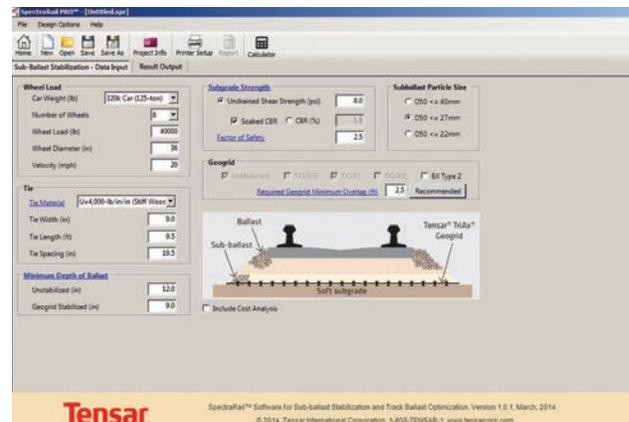


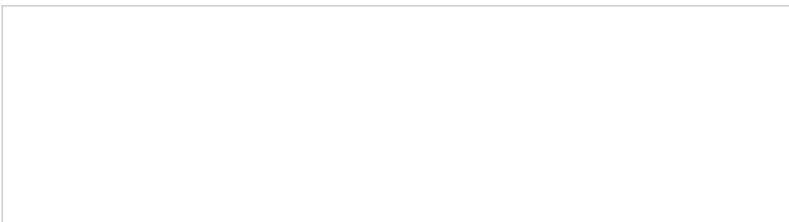
IMAGEN F: El software puede estimar los asentamientos en la vía para un nivel de desempeño específico.

Tensar®

Tensar International Corporation
2500 Northwinds Parkway, Suite 500
Alpharetta, Georgia 30009

TensarCorp.com
+1 (770) 344-2090

Distribuido por:



©2019, Tensar International Corporation. Ciertos productos y / o aplicaciones descritos o ilustrados en este documento están protegidos por una o más patentes de EE. UU. Otras patentes estadounidenses están pendientes, y también pueden existir ciertas patentes extranjeras y solicitudes de patentes. Los derechos de marca también se aplican como se indica en este documento. La determinación final de la idoneidad de cualquier información o material para el uso contemplado, y su forma de uso, es responsabilidad exclusiva del usuario.