

## Tierra Armada®, el valor de la experiencia



LAV Rin-Ródano (Francia)

Cuando se inventó hace casi 50 años, nadie podía prever el gran éxito de la técnica Tierra Armada®. Hoy en día está considerada como una de las principales innovaciones en el campo de la ingeniería civil. Tierra Armada® ha ampliado de forma sustancial sus áreas de aplicación en los últimos 30 años, yendo más allá de su uso estricto en carreteras y demostrando sus ventajas en otros mercados. Las empresas que integran la red global de Terre Armée Internationale han diseñado y suministrado estructuras vinculadas a proyectos ferroviarios en los cinco continentes desde el año 1973.

**La técnica Tierra Armada® ofrece tanto a constructoras como a ingenieros y proyectistas ferroviarios una serie de ventajas clave exclusivas:**

- **Resistencia** - capacidad de carga significativa
- **Comportamiento Dinámico** - absorción efectiva de las vibraciones y una respuesta sísmica excepcional
- **Durabilidad** - materiales de alta calidad, registro de seguimiento contrastado y facilidad de inspección
- **Adaptabilidad** - a las condiciones geotécnicas, medioambientales y arquitectónicas del lugar del emplazamiento
- **Bajo impacto** - construcción rápida, uso limitado del terreno, sin interrupción del tráfico y reducción de la huella medioambiental



Muestras de durabilidad

**Optar por una solución con Tierra Armada® significa disfrutar de:**

- una vasta experiencia en el campo de las estructuras sobre terrenos estabilizados mecánicamente
- una red global de empresas innovadoras con un fuerte arraigo en sus mercados
- soluciones de ingeniería personalizadas y adaptadas a situaciones complejas
- la más amplia gama de materiales sostenibles y fiables con total independencia de los fabricantes



Pilbara (Australia)

**La técnica TechSpan® se basa en la misma filosofía y aporta como ventajas añadidas:**

- rellenos seleccionados
- componentes de construcción prefabricados



Nuestro objetivo es crear, diseñar y proporcionar tecnologías innovadoras a la industria de la ingeniería civil con un claro compromiso por alcanzar la excelencia en el diseño, el servicio y el interés público.

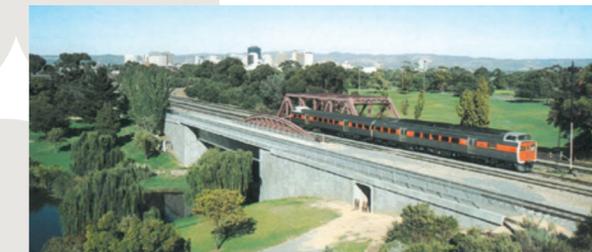
## Tecnología sostenible

# Obras ferroviarias

Estructuras de Tierra Armada® y TechSpan®



Shinkansen Ohmihachiman - Japón (1987)



Estridos de puente en Torrens River - Australia (1982)

**Tan sólo cinco años tras el lanzamiento de Tierra Armada®, esta técnica se utilizó por vez primera para construir estructuras próximas a las líneas ferroviarias.**

A mediados de los setenta, el sector de la ingeniería civil ya tenía una idea más clara de las posibilidades de este método de construcción exclusivo, en concreto, en lo referente a su capacidad de carga móvil y dinámica.

Los ingenieros y jefes de obra comenzaron a utilizar Tierra Armada® de forma exhaustiva para construir estructuras debajo de las líneas ferroviarias. Desde la construcción, en 1973, de los primeros muros de apoyo de una línea ferroviaria en EE. UU., se han diseñado y construido cientos de estructuras similares.

TechSpan®, un sistema de bóvedas prefabricadas desarrollado por Terre Armée Internationale a finales de los ochenta, también permite aplicaciones en proyectos ferroviarios.

**Tierra Armada® y TechSpan® dan respuesta a toda la problemática relacionada con la seguridad en materia de diseño y explotación ferroviaria.**

Las aplicaciones ferroviarias utilizan las mismas tecnologías que las empleadas en las carreteras. Sin embargo, se adapta el diseño para tener en cuenta los requisitos específicos relativos a sobrecargas o coeficientes de seguridad, sobre todo en los trenes de alta velocidad.

**Tierra Armada® y TechSpan® se utilizan en la construcción de una amplia gama de estructuras relacionadas con el ferrocarril...**

- muros de contención a lo largo de las vías férreas
- estridos de pasos superiores sobre ferrocarril
- muros de contención y estridos de ferrocarril
- túneles ferroviarios debajo de terraplenes
- pasos inferiores con bóvedas bajo ferrocarril
- pasos subterráneos y drenajes transversales bajo vía férrea
- terraplenes pronunciados como medida de protección frente al ruido y las colisiones

**... y para todo tipo de trenes**

- Trenes ligeros (LRT)
- Líneas de metro subterráneo (MRT)
- Trenes regionales
- Trenes de larga distancia
- Alta velocidad
- Trenes de mercancías



**TIERRA ARMADA**

www.terre-armee.com



**TIERRA ARMADA**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

## Muros de contención a lo largo de vías férreas



Santa Fé (EE. UU.)

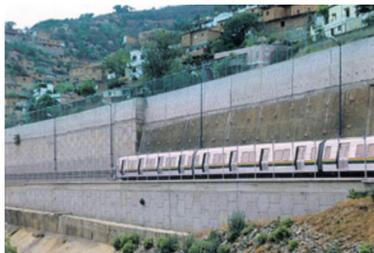
Además de las ventajas primordiales respecto a su capacidad de carga, resiliencia, velocidad de construcción y economía, las estructuras de Tierra Armada® precisan muy poco espacio. Este aspecto adquiere especial relevancia a la hora de construir muros paralelos a una vía férrea. Las estructuras carecen de cimientos profundos y no precisan cimentación por delante del paramento visto, lo que evita tener que realizar excavaciones en los asientos de las vías.

Los muros de Tierra Armada® se construyen enteramente a partir del relleno, sin necesidad de andamios, ni estructuras o equipamiento alguno delante del muro. Por lo tanto, se pueden colocar dejando un espacio de seguridad o un camino de servicio sin una interrupción importante del servicio ferroviario.

- Uso limitado del terreno
- Interrupción mínima del tráfico durante la construcción



Kyung Bu – Tren de alta velocidad (Corea del Sur)



Metro de Caracas (Venezuela)

## Muros de contención bajo cargas de ferrocarril



Gradiente de separación en Snider Diamond (Canadá)

Los muros de contención de Tierra Armada® se emplean en muchos países para soportar vías de alta velocidad para tráfico de mercancías, así como para líneas de metro y trenes ligeros.

La tecnología es similar a la de las aplicaciones en carretera, con la diferencia de que el diseño de las estructuras de contención se adapta para que cumpla con los requisitos en materia de seguridad, especialmente en el caso de líneas de alta velocidad. Las cargas en vías férreas difieren de las de las autopistas en cuanto a intensidad, frecuencia y vibraciones asociadas. Los 40 años de experiencia de las empresas Reinforced Earth a escala internacional ofrecen un rendimiento inigualable por lo que respecta a estructuras que soportan cargas elevadas. La rigidez de las armaduras de acero garantiza que las deformaciones bajo dichas cargas sean mínimas. De igual forma, los muros de Tierra Armada® están diseñados para resistir los elevados esfuerzos derivados del frenado del ferrocarril.

Por su propia naturaleza, las estructuras de Tierra Armada® absorben bien las vibraciones producidas por el paso de los trenes, a tenor de los resultados acreditados en numerosos ensayos realizados en EE. UU., Francia y Alemania.

Las estructuras de Tierra Armada® se emplean habitualmente para ensanchar terraplenes ferroviarios, sobre todo en Japón. Gracias a la versatilidad del sistema y a su construcción en capas sucesivas, la técnica Tierra Armada® resulta ideal para construir estructuras nuevas junto a terraplenes existentes o sobre los mismos.

- Absorción de vibraciones
- Deformaciones mínimas bajo cargas elevadas



Tren ligero en Charlotte (EE. UU.)

## Estribos de puentes de ferrocarril



Puerto deportivo de Whiskey Island (EE. UU.)



Gautrain-Gauteng (Sudáfrica)

Entre sus numerosas aplicaciones para la contención del terreno y el soporte de grandes cargas, Tierra Armada® goza de reconocimiento mundial como método de excelencia, desde un punto de vista económico y técnico, para la construcción de estribos de puentes. Los estribos de puentes construidos con el método Tierra Armada®, reducen la concentración de cargas transmitidas por la superestructura, a tensiones de cimentación aceptables y repartidas de manera uniforme, consiguiendo de esta manera prescindir de posibles pilotes o de formas de cimentación más costosas.

Los estribos de puentes de Tierra Armada® para ferrocarril se vienen construyendo desde 1975 en varios países. Estos estribos están concebidos para resistir tanto las cargas verticales como los esfuerzos de frenado transmitidos por el tablero. Todas las cargas provenientes del tablero son soportados por el macizo de relleno de Tierra Armada®, el cual debe ser compactado cuidadosamente y realizado a la vez que los terraplenes de acceso al mismo. De esta forma se garantiza la versatilidad del paramento incluso en suelos con poca capacidad portante.

- Gran capacidad de carga
- Presión de apoyo uniforme en los cimientos

## Túneles ferroviarios bajo terraplenes



Mandurah (Australia)



North Kiama (Australia)



Línea bajo el Canal de la Mancha (Reino Unido)

Las bóvedas TechSpan® se utilizan con frecuencia en la construcción de túneles ferroviarios bajo terraplenes de tierra. Su método de construcción entraña una fuerte interacción entre el relleno y la bóveda triarticulada debiéndose realizar una selección y compactación del material apropiadas. Las principales ventajas de la técnica TechSpan® radican en la calidad del material del prefabricado, la rapidez de montaje y la capacidad de adaptación a los requisitos específicos de cada proyecto.

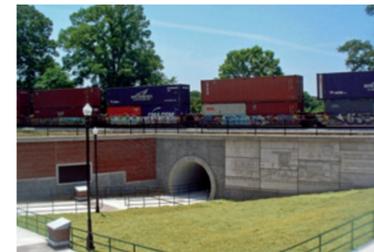
El método TechSpan® es especialmente eficaz a la hora de construir estructuras en plataformas existentes cuando se descarta la posibilidad de cortar la vía. Tierra Armada® es una técnica complementaria perfecta para la construcción de los tímpanos.

- Cubiertas de abertura optimizada para el tráfico
- Diseño a medida

## Capacidad de integración en el paisaje



Haan Gruiten (Alemania) – Muros de Tierra Armada con revestimiento absorbente del sonido



Kennesaw (EE. UU.)



Saint Etienne de Montluc (Francia)

Los mejores proyectos de ingeniería civil son aquellos que combinan un rendimiento excelente con un aspecto atractivo. Tanto a la propiedad como a los arquitectos, ingenieros y paisajistas les interesa demostrar sus habilidades profesionales, incluso en proyectos de menor envergadura, diseñando estructuras donde la estética quede integrada en el entorno y lo mejor. Las estructuras de Tierra Armada® ofrecen un sinfín de posibilidades estéticas, en la medida en que el método de construcción constituye una combinación única de ingeniería de alto nivel, diseño sencillo y versatilidad arquitectónica.

Para facilitar la integración de las vías férreas en zonas pobladas, se han construido las estructuras de Tierra Armada® con revestimientos absorbentes del sonido.

- Flexibilidad arquitectónica
- Aspecto atractivo combinado con rendimiento técnico



San Carlos, Raiston-Holly (EE. UU.)

## Terraplenes de protección

Tierra Armada® se puede utilizar para construir terraplenes a lo largo de las vías férreas y proporcionar así protección frente a las agresiones medioambientales, como la contaminación acústica o visual. Este tipo de estructura también puede constituir una barrera eficaz de seguridad contra colisiones, especialmente en casos de corredores donde se combinan vías de alta velocidad y autopistas, debido a la resiliencia inherente de la Tierra Armada®. Para optimizar el uso del terreno y el consumo de materiales, las superficies de los terraplenes pueden ser verticales o empinadas, y con paramentos minerales o vegetalizados.

- Capacidad de absorción de impactos
- Facilidad de construcción

## Estribos de pasos superiores sobre ferrocarril



Vierzon (Francia)

Las mismas ventajas de los muros de Tierra Armada® también se consiguen con la construcción de estribos de puentes de Tierra Armada® a ambos lados de las vías. Los estribos convencionales a menudo precisan cimentaciones relativamente profundas donde, para colocar la base, se debe proteger la excavación con apuntalamientos de acero. Esto tiene el inconveniente asociado de que los trenes que pasan por la excavación deben hacerlo a menor velocidad. Estas limitaciones todavía son más problemáticas cuando el proyecto se construye sobre pilotes, debido al espacio necesario para los equipos de perforación o de transporte. En cambio, un estribo de Tierra Armada®, incluso cuando se construye en un suelo relativamente pobre, se cimenta a escasa profundidad, lo que permite al contratista trabajar fuera de la zona afectada por la línea ferroviaria. Por consiguiente, la construcción de pasos elevados donde se combinan estribos de Tierra Armada® y tableros de vigas prefabricadas apenas supone inconvenientes para el tráfico ferroviario. En función de las condiciones del lugar del emplazamiento y de los requisitos de los propietarios, las estructuras de Tierra Armada® pueden ser estribos de carga puros o bien falsos estribos.

- Construcción rápida
- Ahorro en obras de cimentación



Daegu (Corea del Sur)



Bozuyuk-Mekece (Turquía)



Hörselgau (Alemania)