

Tierra Armada



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	→	03
TECNOLOGÍAS	→	04
CAJONES	→	06
MUROS DE CONTRAFUERTE	→	07
TABLEROS Y ELEMENTOS PARA PUENTES	→	08
MEDIOAMBIENTE	→	09
TERRATEL	→	10
OBRAS DE CARRETERA	→	11
OBRAS PARA FERROCARRIL	→	12
OBRAS INDUSTRIALES Y DE PROTECCIÓN	→	13
OBRAS HIDRÁULICAS	→	14



LA TIERRA ARMADA UNA INNOVACIÓN CAPITAL

Reconocida como una innovación capital en el ámbito de la ingeniería civil, la Tierra Armada es actualmente muy valorada por directores de obra, proyectistas y empresas constructoras, para la realización de numerosas obras, bien se trate de muros de contención o de estribos de puentes.

Líder mundial del suelo reforzado, la sociedad Tierra Armada está presente en los cinco continentes y por ello se beneficia tanto de una experiencia local como de una vasta red de implantaciones en todo el mundo.

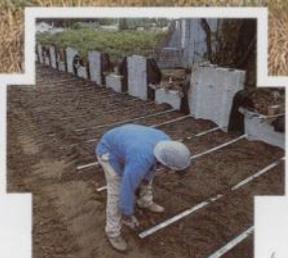
La integración en el grupo Freyssinet en 1998 ha ampliado los ámbitos de aplicación y los tipos de material de relleno utilizable gracias a la armadura sintética Freyssiisol.

Apoiada en su experiencia, la sociedad Tierra Armada ha desarrollado procedimientos que se benefician de ventajas comunes:

- fiabilidad y durabilidad de los materiales;
- ahorro de tiempo y medios;
- capacidad de adaptación en situaciones complejas;
- integración en el medio ambiente gracias principalmente a su diversidad de paramentos.

La técnica de la Tierra Armada ha revolucionado el arte de construir y se aplica en todo tipo de obras:

- de carreteras;
- de ferrocarril;
- marítimas y fluviales;
- industriales y de protección.



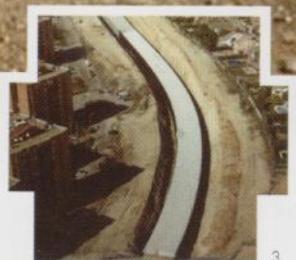
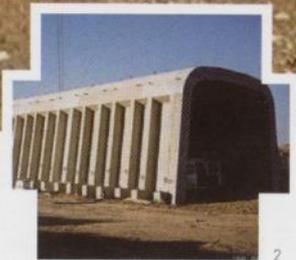
TECNOLOGIAS

EL SUELO REFORZADO

Siendo el ámbito de actividad original y principal de la sociedad Tierra Armada, la tecnología del suelo reforzado se sitúa en la frontera entre la geotecnia y las estructuras. Está basada en la asociación de un terraplén compactado y armaduras conectadas a un paramento. Las armaduras pueden ser metálicas (como las armaduras de alta adherencia en acero galvanizado) o sintéticas (como el Freyssisol, con una base de Poliester). Se obtiene de este modo un material compuesto cuyo comportamiento global ofrece:

- **FIABILIDAD**
La durabilidad de las obras y de los materiales así como la seguridad de las estructuras no tienen equivalente.
- **ECONOMÍA**
La simplicidad y la rapidez de construcción de las obras constituyen ventajas decisivas.
- **CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN**
La técnica permite resolver los problemas planteados en las situaciones complejas y se revela como la mejor solución ante configuraciones delicadas (espacios reducidos, pendientes inestables, asientos importantes). La diversidad de los paramentos permite además satisfacer las exigencias arquitectónicas.

1. Muro TerraTrel en Annecy, Francia.
2. Montaje de paramentos en Roissy-en-Brie, Francia.
3. Terraplén con armaduras geosintéticas Freyssisol.
4. Colocación de armaduras de acero en Portland, Estados Unidos.
5. Terraplén con armaduras de acero en Portland, Estados Unidos.



CAJONES

Son estructuras prefabricadas constituidas por elementos independientes, y cuyo conjunto, conectado de diversas maneras, permite la construcción de obras de fábrica, pasos inferiores bajo carretera o ferrocarril y obras hidráulicas.

Su campo de aplicación va desde un gálibo horizontal de 5 m hasta los 13 m, alturas entre 3 y 7 m y coberturas de tierra máximas de 3 m aproximadamente.

CAJON PRETASA

Tiene dos partes fundamentales: los hastiales verticales de contrafuertes, y el tablero de vigas

armadas o pretensadas, en las que apoyan unas losas prefabricadas. Integralmente prefabricado excepto la cimentación y unos pequeños cordones de remate.

CAJON LOECHES

Consiste en una estructura de 3 piezas. Dos hastiales, ligeramente inclinados respecto a la vertical y con una pequeña zona en voladizo, y una losa biapoyada en los hastiales.

Los hastiales están empotrados en la cimentación que se realiza "in situ" siendo el resto totalmente prefabricado.

1. Cajón Loeches con muros timpanos.
2. Cajón Loeches, variante de Fraga, España.
3. Cajón Pretasa para el metro de Rivas, España.
4. Cajón Loeches, tramo Desvío Larrabetxu, España.
5. FFCC, Rivas Argandas Cajón Pretasa.

TECNOLOGIAS

LAS BÓVEDAS PREFABRICADAS

6. Boquillas de túneles en Orte-a-Fiano, Italia.

7. Fabricación de bóvedas TechSpan, España.

8. Bóvedas TechSpan en el trazado del tren de alta velocidad en Torremocha, España.

9. TF-5 en Tenerife.

10. Construcción del CTRL (Channel Tunnel Rail Link), Reino Unido.

Concebidas y desarrolladas por la sociedad Tierra Armada, las bóvedas prefabricadas TechSpan asocian estructura y terraplén. Permiten la realización de obras subterráneas, hidráulicas, de carreteras y ferroviarias.

El montaje del sistema de bóvedas TechSpan se efectúa mediante el ensamblaje de semi-secciones prefabricadas de hormigón armado. Estas se montan sobre la cimentación, y se apoyan en la clave unas contra otras de forma habitualmente contrapeada, permitiendo así un montaje rápido con medios reducidos.

La forma de la bóveda, optimizada según criterios económicos y técnicos, se define específicamente para cada proyecto.

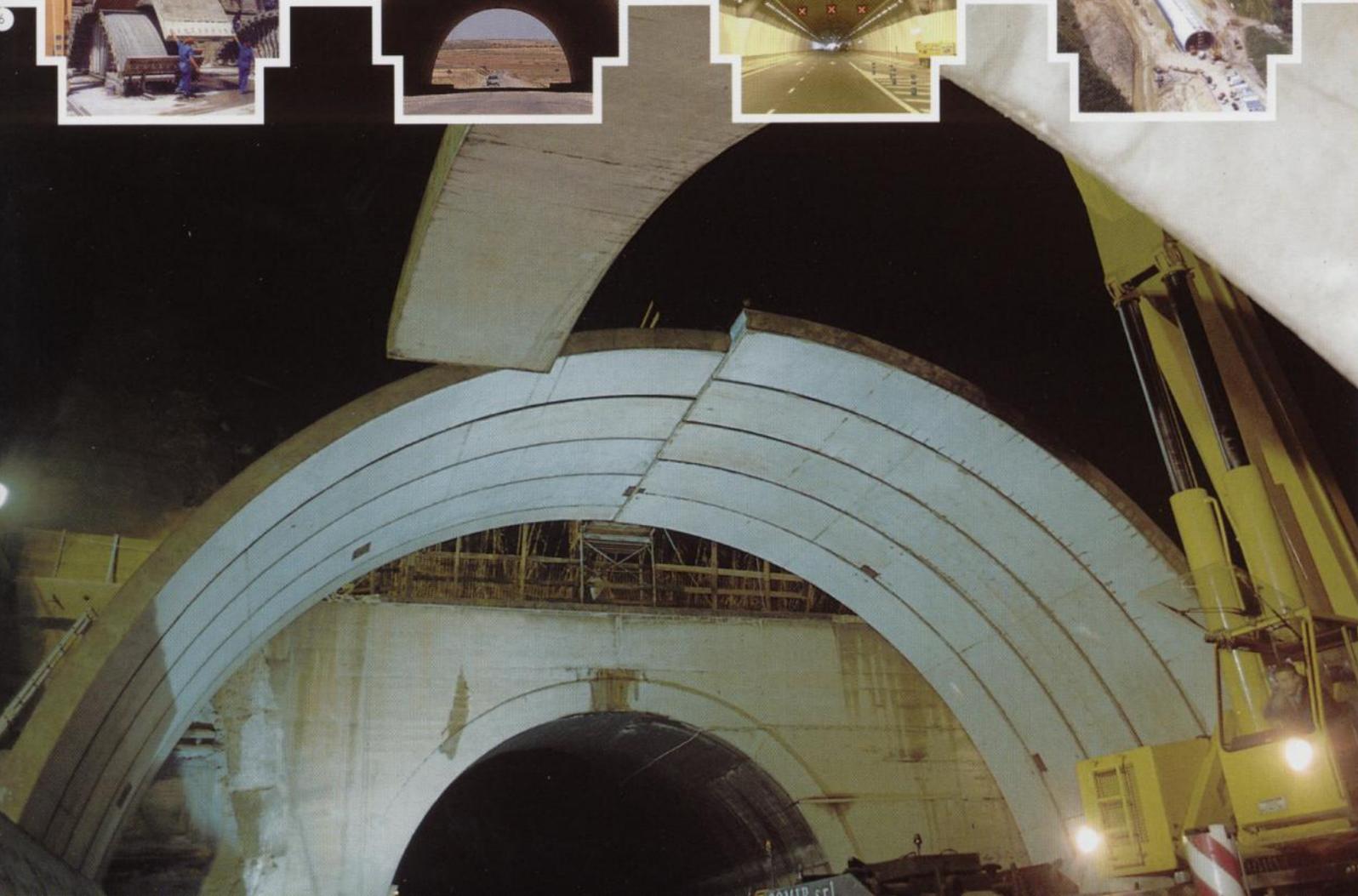
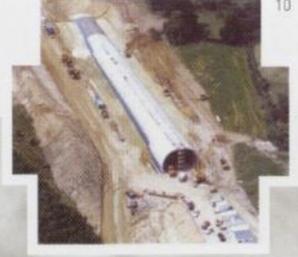
Las luces pueden sobrepasar los 20 m y las alturas de relleno sobre la clave pueden ser superiores a 30 m.

Se trate de suelo reforzado o de bóvedas prefabricadas, la sociedad Tierra Armada interviene en las diferentes fases del proyecto:

- estudios de viabilidad;
- concepción;
- suministro de elementos prefabricados, armaduras, accesorios;
- asistencia técnica durante la construcción.

El conjunto de los suministros es fabricado en las plantas de Tierra Armada o por colaboradores estrictamente seleccionados. Esta organización garantiza la realización de obras fiables y de alta calidad técnica.

La sociedad Tierra Armada ofrece localmente otros productos prefabricados.



MUROS DE CONTRAFUERTE

6. Puerto de Santa María
en Cádiz,
España.

7. Frontón Zaisa.

8. Supresión paso a nivel
la Eliana.

MURO PRETASA

Se trata de un muro de contrafuertes, prefabricado y conectado a una cimentación habitualmente realizada in situ.

Sus dimensiones más habituales van desde los 2 a 10 m de altura.

El campo de utilización más frecuente es la contención de tierras en carreteras y ferrocarriles. También se emplean en urbanizaciones, canalizaciones y cualquier tipo de situaciones en las que sea necesario limitar la ocupación de los rellenos.

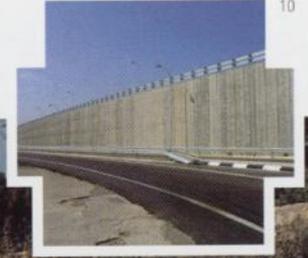


ESTRIBOS DE PUENTE PRETASA

De forma similar a los muros, consisten en pantallas y contrafuertes prefabricados y conectados a una cimentación in situ. Añaden a los muros normales de contención la posibilidad de apoyar tableros de puente en la parte superior de los contrafuertes por medio de una viga de apoyo.

Se emplean para todo tipo de obras de fábrica y viaductos, con alturas máximas del orden de los 10 m y luces de tablero sin limitación.

Es frecuente su utilización en obras de drenaje, pasos superiores e inferiores, etc.



3





1

2

3

4

5

TABLEROS Y ELEMENTOS PARA PUENTES

VIGAS PRETENSADAS

Son de los tipos conocidos como doble "T" y "Artesa". Para las primeras, la gama de vigas comprende desde los 0,60 m hasta los 2,60 m de canto, con luces hasta los 50 m. Para las segundas, los cantos oscilan de 0,80 m hasta 2,60 m con luces hasta 40 m y diferentes tipos de anchos.

Representan, por su economía, rapidez y facilidad de montaje, la solución más frecuente en todo tipo de tableros de puente, pudiendo ser estos tanto isostáticos como hiperestáticos.

PILAS DE PUENTE PREFABRICADAS

Pueden ser de geometría cuadrada o circular, y alturas habituales hasta 10 m.

Son un complemento de los tableros prefabricados, de forma que permiten la rápida ejecución de un puente de varios vanos suprimiendo prácticamente la necesidad de hormigón en obra, a excepción de las cimentaciones.

DINTELES DE PUENTE PREFABRICADOS

Se colocan de forma muy sencilla sobre las pilas prefabricadas por medio de alojamientos en los que insertan las armaduras que salen de estas.

Constituyen el último eslabón prefabricado antes de la colocación del tablero de vigas.

1. Viga Artesa en la autopista E-25, España.

2. Viaducto AVE de Moncejón, España.

3. Autopista E-51, Radial 2, Madrid-Guadalajara, España.

4. Tenagua Los Sauces, La Palma, España.

5. Zuera - Almudevar

MEDIOAMBIENTE

PANTALLAS ANTIRRUIDO

Su utilización experimenta un acusado crecimiento en los últimos años.

La tipología más frecuente es la de tipo "absorbente de sonido". Su capacidad de absorción se consigue con capas de hormigón sin finos, y una geometría ondulada en el exterior, o bien mediante el empleo de materiales específicos de alta absorción incluidos en alojamientos fabricados con GRC. Dicha cualidad ha sido ensayada y homologada en el Instituto de Acústica, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

El aspecto exterior puede completarse mediante dibujos o diferentes pigmentaciones de color en el hormigón.

MURO MODULAR AJARDINABLE

Se trata de una solución intermedia entre el paramento de hormigón y el vegetalizado.

Consiste en unos contrafuertes cimentados sobre zapatas de hormigón, que llevan intercaladas bandejas inclinadas, también de hormigón, y dejan ver una parte de su exterior como si fueran jardineras. Con esta solución se construyen muros de un aspecto menos agresivo que los de hormigón puro.

6. Autovía M-40 Pozuelo, Madrid, España.

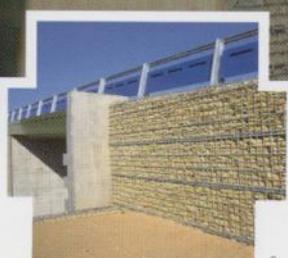
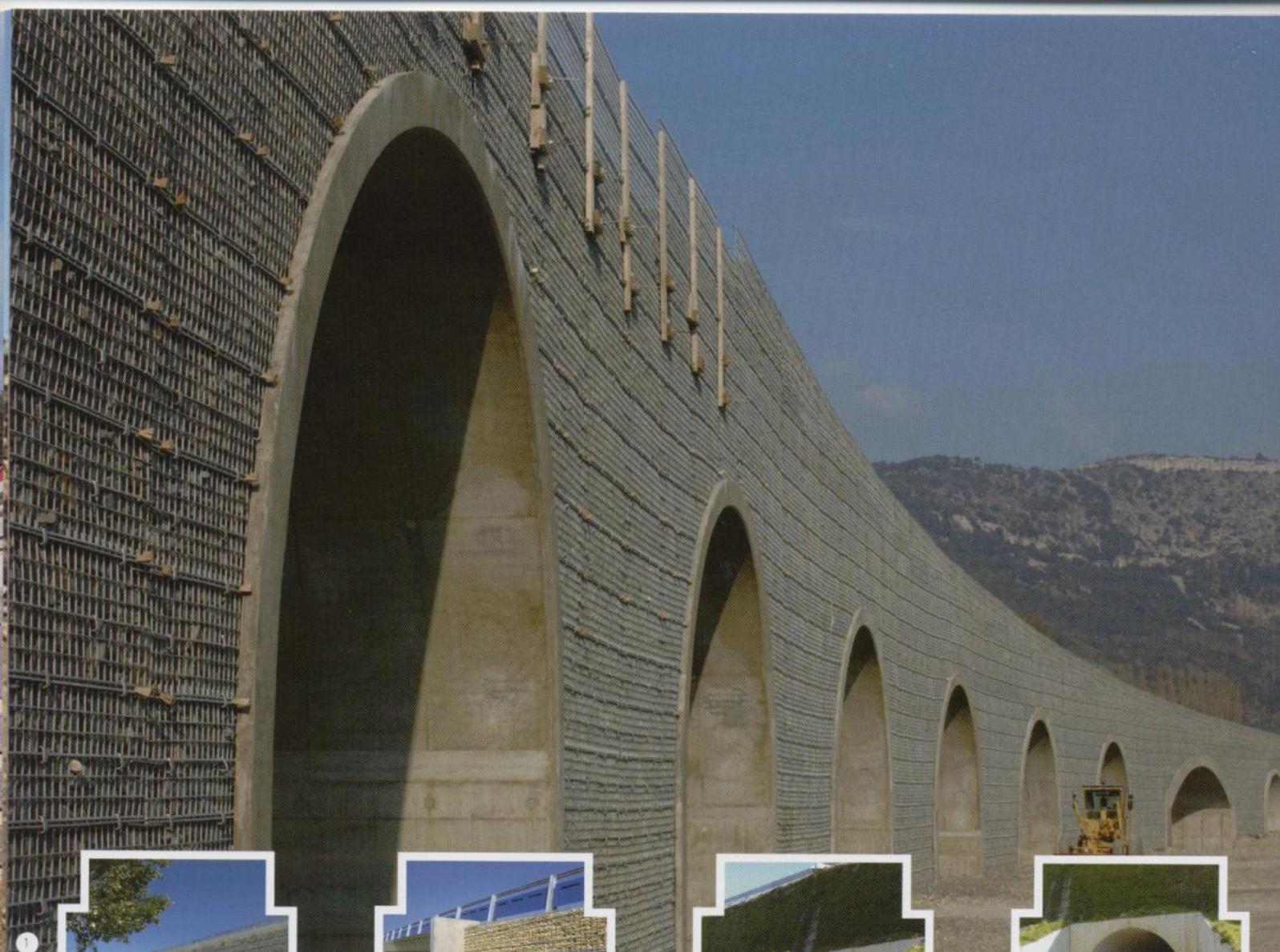
7. Autovía de Valencia-Requena, España.

8. Gasolinera Variante este de Ribba.

9. Aeropuerto de Madrid-Barajas, España.

10. Kadagua, muro verde modular.





TERRATEL

Es, en esencia, un muro de Tierra Armada, en el que se han sustituido las escamas de hormigón que constituyen el paramento por una malla metálica flexible. Dicha malla contiene una capa de geotextil o bien manta orgánica, tras la cual se coloca una zona de tierra vegetal. Con todo este dispositivo se logra que tras una hidrosiembra vegetal, el muro adquiera el aspecto de un terraplén vegetalizado.

Usualmente las pendientes exteriores son del orden de los 65° respecto a la horizontal, y con esta técnica se constituyen muros de alturas muy variables, pudiéndose alcanzar más de 30 m de altura total.

Existe una variante de terrateL, de paramento vertical en el que, en lugar de vegetalizar, se coloca algún tipo de mampostería, grava o materiales similares tras la malla metálica, al estilo de los clásicos gaviones.

1. Rampa de acceso del segundo puente sobre el Ródano en Valence, Francia.
2. Intercambiador Spook en Montpellier (Francia).
3. Desviación de Faulquemont, Francia.
4. TerraTrel vegetalizado.
5. TerraTrel vegetalizado.



OBRAS DE CARRETERA

6. Enlace de Chumbera TF-5 en Tenerife.

7. Periférico Este de Limoges, Francia.

8. Dinteles y vigas prefabricados en la autopista E-51 Madrid-Guadalajara, España.

9. Bóvedas en Villafranca del Bierzo, España.

10. Muro de contención en el Pas-de-l'Escalette, autopista A75, Francia.

Los procedimientos Tierra Armada se utilizan muy ampliamente en la realización de carreteras y autopistas.

La aplicación más frecuente es la construcción de muros de contención, que soportan la calzada, en laderas en pendiente o en emplazamientos urbanos.

La rapidez de la construcción típica en estos procedimientos, que no requieren más que un espacio mínimo, reduce considerablemente los cortes de circulación.

La flexibilidad de utilización permite una gran libertad de implantación. El paramento puede ser tratado con una gran variedad de acabados.

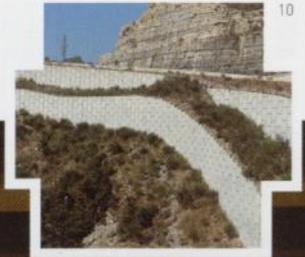
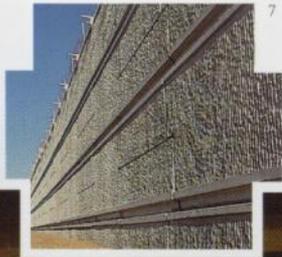
Las principales aplicaciones son:

- muros bajo calzadas, simples o escalonados;
- estribos de puente;
- estribos mixtos;
- muros de rampa;
- taludes inclinados;
- muros anti-ruído.

Las bóvedas prefabricadas TechSpan se utilizan para:

- pasos inferiores o superiores, de carretera, autopista o ferrocarril;
- obras de drenaje.

Estas estructuras están frecuentemente asociadas a muros tímpanos en Tierra Armada.



6

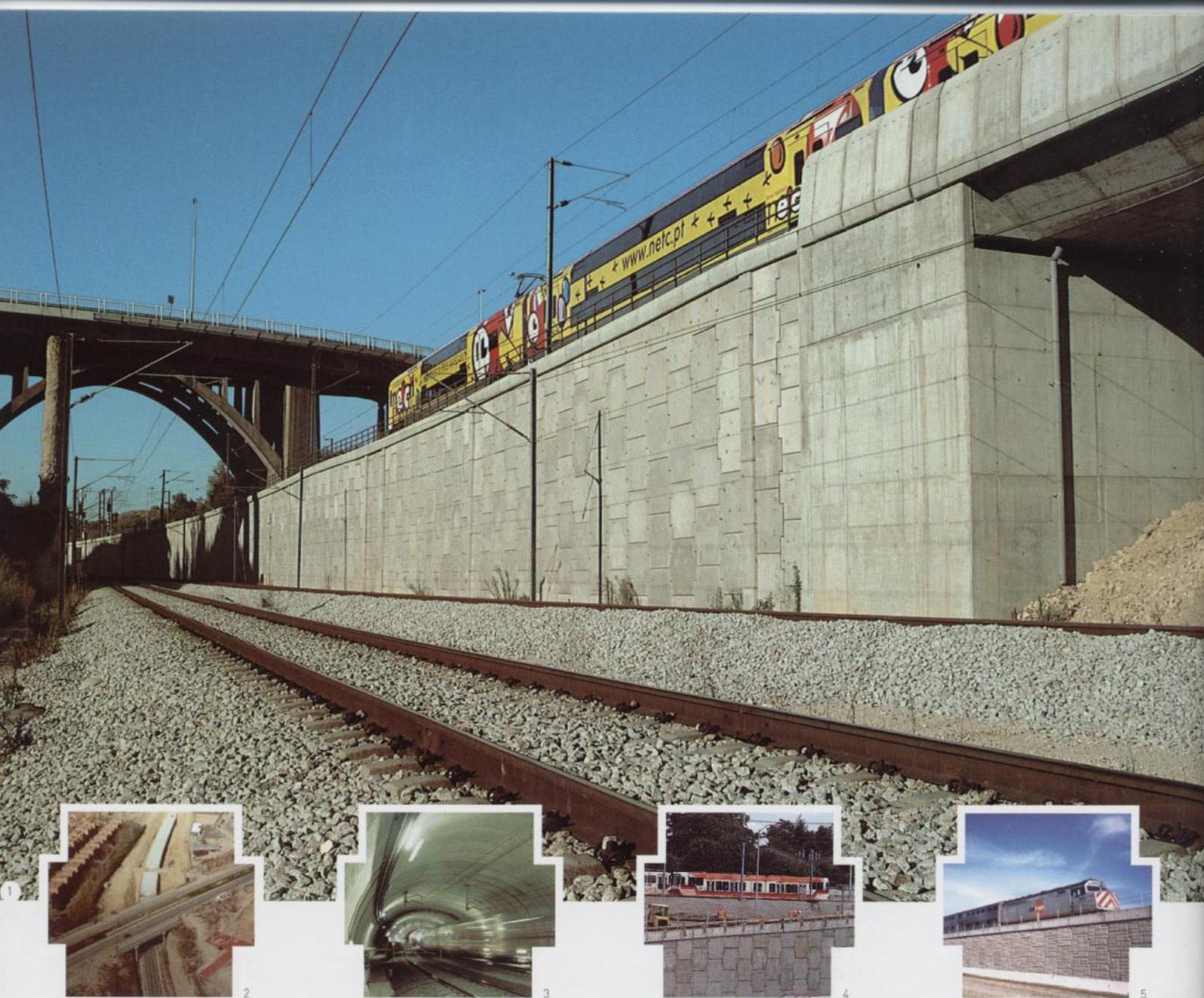
7

8

9

10





OBRAS PARA FERROCARRIL

Los macizos de contención en Tierra Armada son utilizados en numerosos países para el ferrocarril o el metro. Estas aplicaciones se basan en la misma tecnología que para infraestructuras de carreteras, a excepción de algunas disposiciones constructivas específicas.

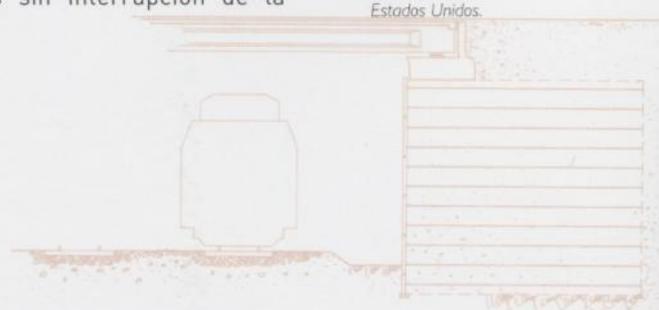
El dimensionamiento de las contenciones está adaptado para satisfacer las crecientes exigencias en cuanto a sobrecarga y nivel de seguridad, necesarias particularmente para las obras ferroviarias de las líneas de alta velocidad.

Las estructuras en Tierra Armada resisten extraordinariamente bien a las vibraciones creadas por el paso de los trenes.

La construcción de contenciones a lo largo de las vías férreas no necesita ni andamios ni cimentaciones en el exterior del paramento, y pueden por consiguiente, ser realizadas sin interrumpir la circulación

Las bóvedas TechSpan son, además, normalmente utilizadas para la realización de túneles ferroviarios bajo terraplén y permiten una cubrición de las vías sin interrupción de la circulación.

1. Obra ferroviaria en Lisboa, Portugal.
2. Cubierta con cajones de la línea 9 del metro de Rivas España.
3. Túnel de Homebush Bay, Australia.
4. Metro ligero de Portland, Estados Unidos.
5. Reacondicionamiento ferroviario de Raiston Holly Grade, Estados Unidos.



OBRAS INDUSTRIALES Y DE PROTECCIÓN

6. Mina de Moranci, Estados Unidos.
7. Muros TerraMet para la mina de Pilbara, Estados Unidos.
8. Silo de almacenaje, "Glory Hole", Canadá.
9. Depósito de Muskeg, Canadá.
10. Muro de protección anti-avalancha, Islandia.

Los métodos Tierra Armada se emplean desde su inicio para responder a las necesidades de acondicionamiento de los emplazamientos industriales. Además del muro de contención clásico para estabilizar terrenos, se han desarrollado soluciones específicas para la construcción de silos de almacenamiento de carbón o de minerales y muros de descarga para las instalaciones de machaqueo y cribado. Hoy contamos con más de un centenar de muros de descarga en servicio en el mundo entre las obras más altas en Tierra Armada.

Las aplicaciones industriales presentan varias características:

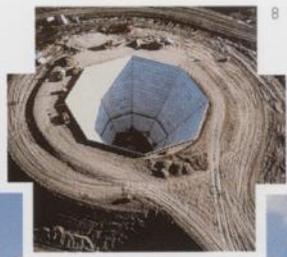
- capacidad de adaptación de la técnica que permite, sean cuales sean la altura y el aspecto exterior (escama de hormigón, piel metálica, paramento de mallazo) acomodarse a las

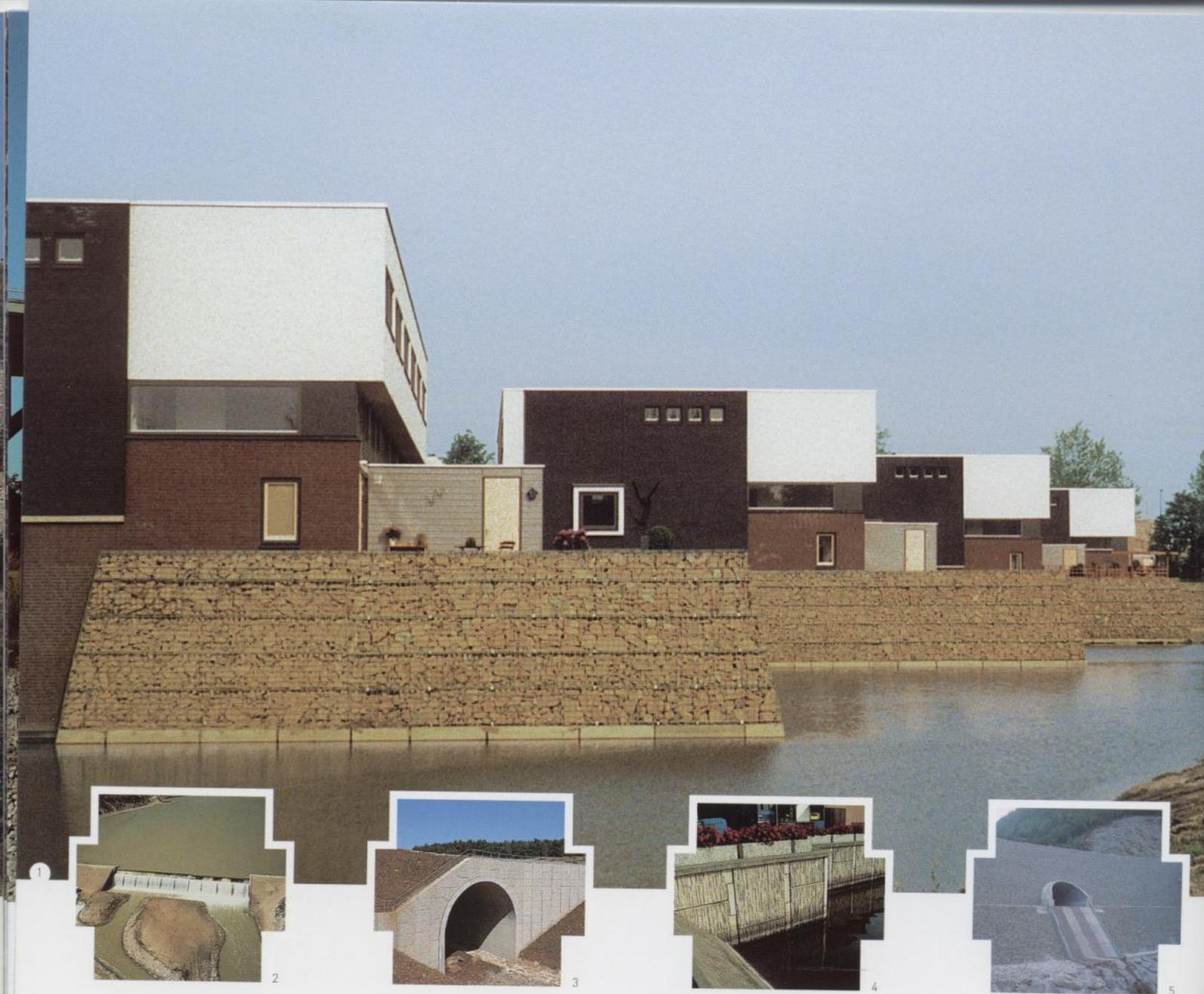
tensiones y geometrías exigidas (inclinación de paredes, forma rectilínea o circular);

- resistencia a las vibraciones (machaqueo y cribado);
- excelente resistencia a las variaciones térmicas.

La Tierra Armada es igualmente ideal para la realización de obras de protección civiles, militares o industriales. Las obras resisten particularmente bien a las explosiones, a los vertidos accidentales o a los incendios.

Las bóvedas TechSpan, capaces de soportar fuertes cargas y grandes alturas de tierras, se afirman como una solución fiable, rápida y económica para la construcción de refugios, de depósitos de almacenaje de explosivos o de túneles para transportadores mineros.





OBRAS HIDRAÚLICAS

Las aplicaciones en emplazamientos fluviales o marítimos son numerosas y muy variadas. En el origen de su elección por parte de directores de obra, se dan diversos factores:

- Resistencia a solicitaciones muy severas durante situaciones tales como las crecidas, fuertes mareas, oleajes, temporales, los esfuerzos debidos a heladas y los eventuales choques diversos (barcos, materiales);
- Rapidez de ejecución en particular para los trabajos efectuados en zona de subidas de marea, gracias a la ejecución simultánea de los terraplenes.

La construcción de muros de muelle en Tierra Armada efectuada por completo bajo el agua, es posible.

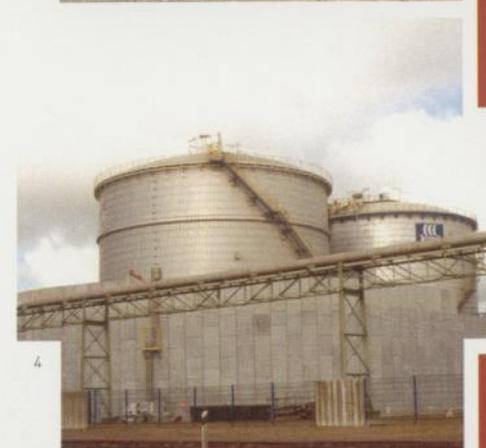
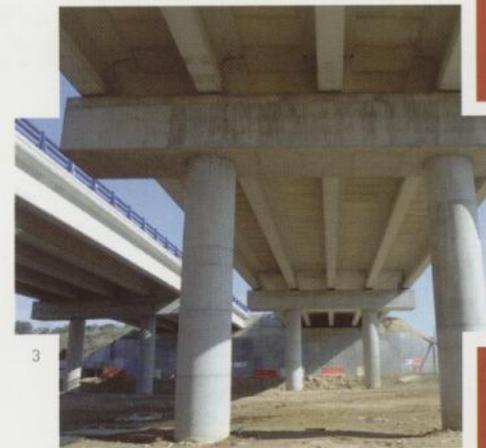
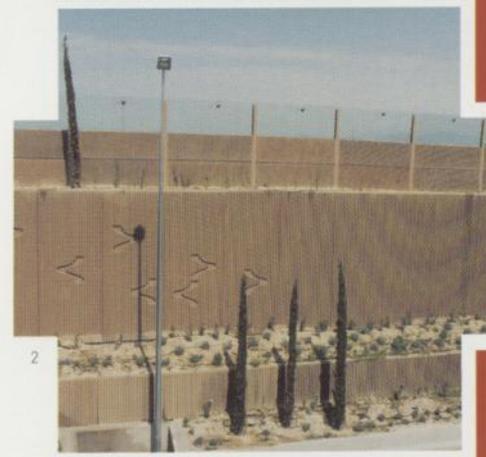
La técnica ya ha sido utilizada con éxito en diversos países (puertos náuticos, puertos de pesca).

La armadura Freyssisol se adapta especialmente bien a los medios marinos y salinos.

Una parte importante de los proyectos TechSpan se sitúa en el ámbito hidráulico. La adaptación de la forma de la bóveda permite optimizar la sección en función de los caudales esperados. Esta fuente de economía, unida a la posibilidad de construir la obra sin desviar el curso del agua, hace de TechSpan la solución óptima para este tipo de aplicación.

1. Muros de contención TerraTrel y TerraClass en Den Bosch, Países Bajos.
2. Presa Taylor Draw en Colorado, Estados Unidos.
3. Muros tímpano TerraSet para la desviación de Millau, Francia.
4. Muro de contención en Louvenciennes, Francia.
5. Bóveda TechSpan y muros TerraTrel sobre la N200, Pont de Valle, en Córcega, Francia.

1. Intercambiador de Springfield en Virginia, Estados Unidos.
2. Distribuidor Norte M-40 en Madrid, España.
3. Autopista E-51, Radial 2, Madrid-Guadalajara, España.
4. Muros de protección industrial en Montoir, Francia.
5. Enlace Chumberra TF5 Tenerife.



Fotografías:

Francis Vigouroux,
Claude Cieutat,
Fototeca Freyssinet y filiales.

Octubre de 2004.

Tierra Armada, TerraTrel,
Freyssisol, TechSpan,
TerraSet, TerraClass son
marcas del Grupo Freyssinet.



Tierra Armada



Tierra Armada

C/ Melchor Fernandez Almagro, 23
28029 Madrid - España

Tel. +34 91 323 9500 - Fax. +34 91 323 9551

www.terre-armee.com