# Refuerzo y estabilización de suelos

## Necesidades y Soluciones

MACCAFERRI

Este catálogo hace parte de una serie de publicaciones, cuya finalidad es presentar las soluciones Maccaferri . Otra serie, ofrece a los interesados informaciones técnicas, métodos de cálculo y ejemplos prácticos para facilitar la utilización de tales soluciones.

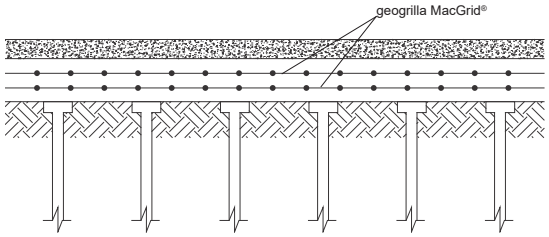
Todo conocimiento acumulado a lo largo de más de 125 años de experiencia, está a disposición del mercado a través de asesoría constante en las etapas de evaluación, definición, proyecto, y construcción de las obras que utilizan las tecnologías ofrecidas por Maccaferri.

Para obtener mayores informaciones sobre las soluciones presentadas en este catálogo, por favor, consultenos!

# Obras Realizadas

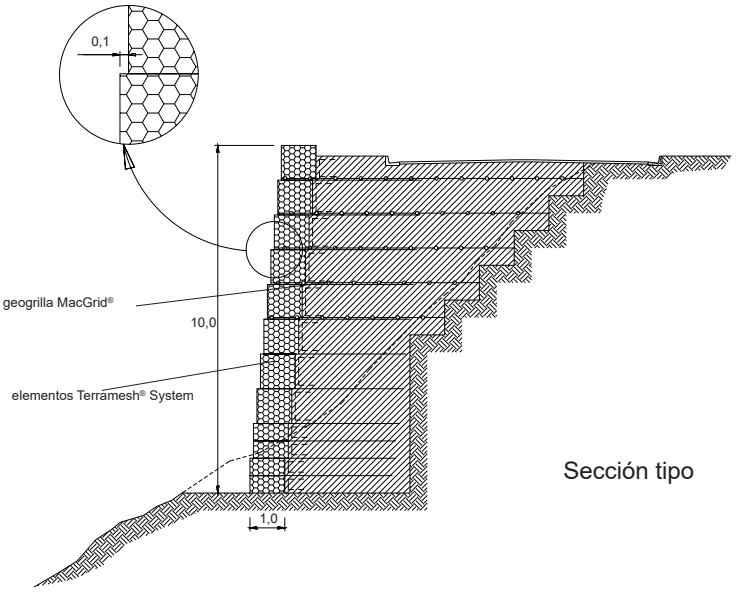
| | |
|---|---|
| Local | Maceió - AL - Brasil |
| Fecha | 1991 |
| Área | 2.000m² |
| Solución | Refuerzo de relleno sobre pilotes con geogrillas MacGrid® |

Sección tipo



# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | Golfo Papagayo - Guanacaste - Costa Rica 2002 |
| Fecha | |
| Extensión | 50m |
| Altura | 13m |
| Solución | Estructura de suelo reforzado en Terramesh® Grid |




Sección tipo

# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | Curitiba - PR - Brasil |
| Fecha | 2000 |
| Área | 13.000m² |
| Solución | Refuerzo de base de pavimento con geogrilla MacGrid® |

# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | Goianinha - RN - Brasil |
| Fecha | 2007 |
| Área | 50.000m² |
| Solución | Aceleración de consolidación con geocompuesto MacDrain® V y refuerzo de relleno sobre suelo blando con geogrilla MacGrid® |

# Refuerzo y estabilización de Suelos

El concepto de mejorar las características del suelo a través de la inserción de elementos resistentes a la tracción, no es reciente, por lo contrario, este fenómeno se daba antes de Cristo, cuando eran utilizados materiales vegetales para dar mayor resistencia a los ladrillos de arcilla.
Este concepto fue rescatado en la segunda mitad del siglo XX, con la utilización de tiras de acero interactuando con el suelo, en obras de contención.

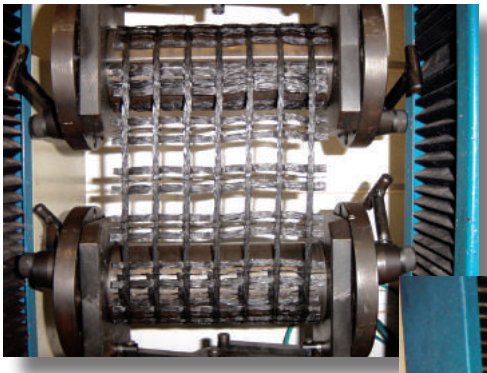
Actualmente, más alla de las tiras de acero, son utilizadas para el refuerzo de suelos las mallas de doble torsión, así como varios tipos de geosintéticos.

Sus aplicaciones van desde las clásicas estructuras de contención y estabilización de rellenos sobre suelos blandos pasando por el refuerzo de taludes, fundaciones, bases de pavimentos, etc.

Las obras construidas bajo el concepto de suelo reforzado, presentan ventajas técnicas, constructivas y económicas en comparación con los métodos tradicionales; es por esto que son cada vez más difundidas y utilizadas.

Maccaferri, con más de 125 años de tradición y experiencia además de ser empresa lider en soluciones para la ingeniería de infraestructura civil, pone a disposición en el mercado una serie de soluciones que utilizan el concepto de suelo reforzado.

“MÁS DE 125 AÑOS DE EXPERIÊNCIA Y PRESENCIA MUNDIAL”



Ensayo de tracción - Brasil

# Soluciones Maccaferri

Maccaferri pone a disposición soluciones en la mayoría de aplicaciones de suelo reforzado para la ingeniería de infraestructura.

Nuestra empresa, por poseer todo el proceso de producción de sus soluciones, puede ofrecer a sus clientes aquella que mejor atienda las necesidades técnicas, constructivas y económicas de cada situación.

Esta característica hace que Maccaferri sea un verdadero aliado para sus clientes, ya que puede atenderlos de manera diversificada y personalizada, con logística y calidad de alto nivel.

Las soluciones Maccaferri para refuerzo de suelos utilizan materiales resistentes como: redes metálicas en malla hexagonal de doble torsión, así como refuerzos geosintéticos tales como geogrillas y tiras sintéticas, entre otros.

En conjunto con otros elementos como bloques de concreto, biomantas, geomantas, geocompuestos para drenaje, etc., forman una amplia gama de opciones.

## REFUERZOS GEOSINTÉTICOS

La Geogrilla, refuerzo geosintético de alta resistencia, es utilizada en diversas obras geotécnicas, sus características principales son:

- alta resistencia a la tracción y bajas deformaciones;

- elevada resistência a los micro-organismos y elementos químicos presentes en el suelo, así como a la radiación UV y a los daños mecánicos de instalación;

- buena interacción con el suelo;

- flexibilidad poco peso y facilidad de instalación;

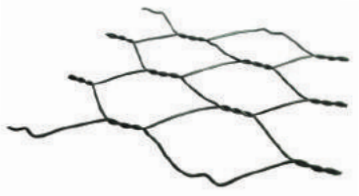
- amplia gama de resistencias longitudinales y transversales;

Otro geosintético muy utilizado como elemento de refuerzo es el geotextil MacTex, tejido o no tejido, que además de presentar varias resistencias, puede desempeñar funciones de refuerzo, filtración y separación al mismo tiempo

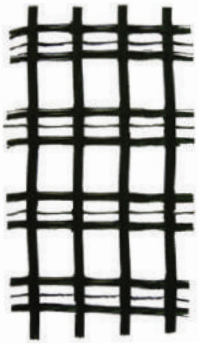
## ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

Dentro de las soluciones que contemplan el concepto de suelo reforzado están las estructuras en suelo reforzado, constituidas por un paramento frontal (cara externa del muro) y por um bloque de suelo reforzado con elementos resistentes a esfuerzos de tracción cuales: geogrillas, redes metálicas de doble torsión, geotiras o la combinación de más de un tipo de refuerzo.

Por cuestiones económicas, las recomendaciones en suelo reforzado, son utilizadas principalmente cuando se requiere conformar el macizo de suelo.



Malla hexagonal de doble torsión

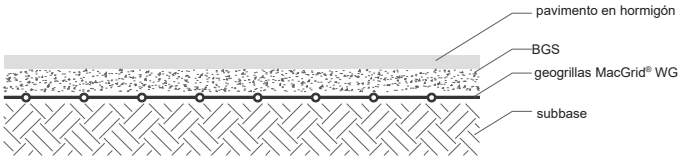


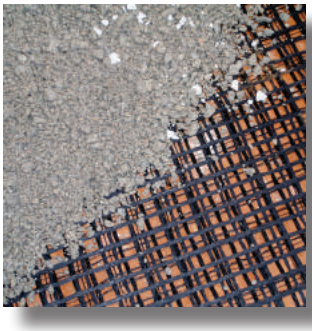
Geogrillas MacGrid® soldadas y tejidas.

Geotextil MacTex® no tejido.

# Obras Realizadas

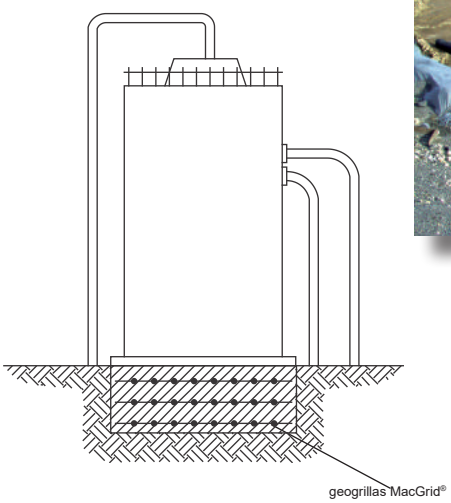
| | |
|---|---|
| Local | São Paulo - SP - Brasil |
| Fecha | 2006 |
| Área | 14.400m² |
| Solución | Refuerzo de base de piso industrial con geogrilla MacGrid® |





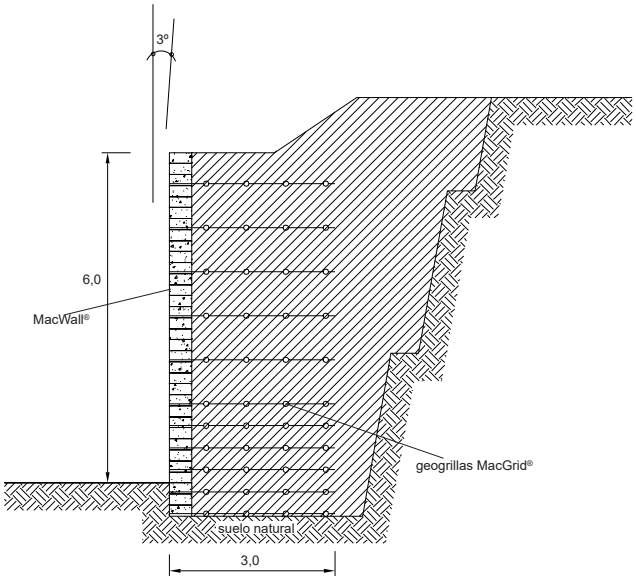
# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | Puntarenas - Costa Rica |
| Fecha | 2007 |
| Área | 13.000m² |
| Solución | Refuerzo de base de fundación con geogrilla MacGrid® |



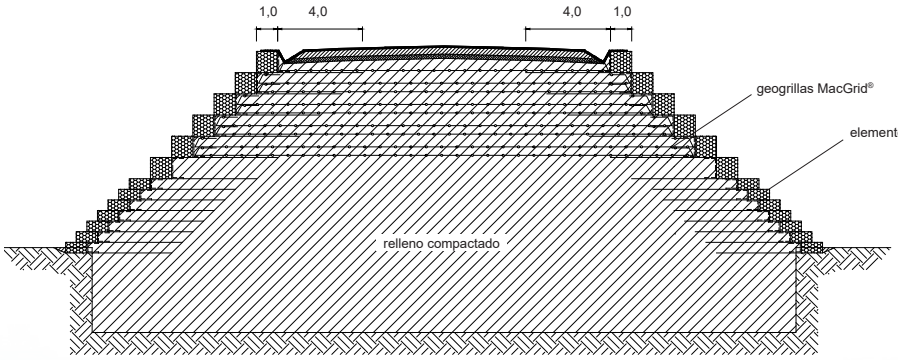
# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | São Paulo - SP - Brasil |
| Fecha | 2000 |
| Extensión | 10m |
| Altura | 6m |
| Solución | Estructura de suelo reforzado en MacWall® |




# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | Guanacaste - Costa Rica |
| Fecha | 2002 |
| Extensión | 140m |
| Altura | 10m |
| Solución | Estructura de suelo reforzado en Terramesh® Grid |



Maccaferri pone a disposición soluciones para suelo reforzado, tales como:

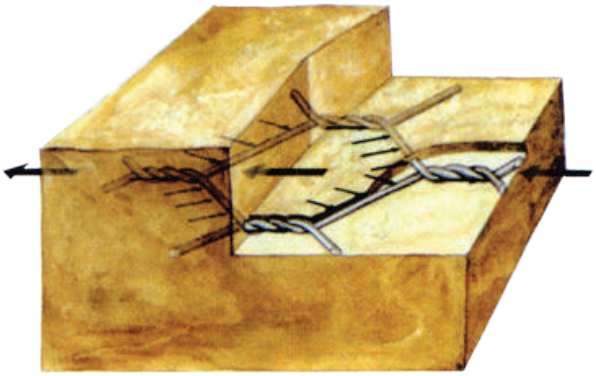
- Terramesh® System: estructuras paramento frontal formado por gaviones en malla hexagonal de doble torsión;

- Terramesh® Verde: estructuras con parametro frontal con cobertural vegetal, y refuerzos formados por redes metálicas hexagonales de doble torsión;

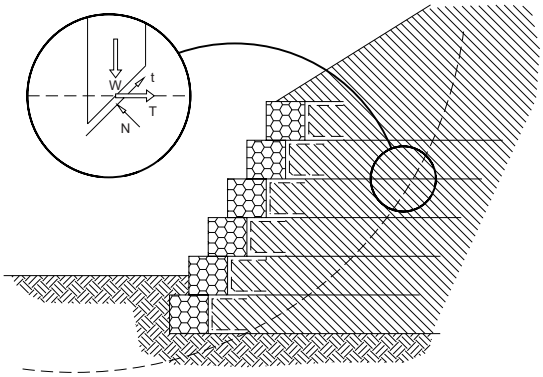
- Terramesh® Grid: estructuras formadas por elementos Terramesh® (System o Verde) asociadas a refuerzos en geogrillas;

- MacWall®: estructuras con paramento frontal formado por bloques de concreto interconectados, eventualmente asociadas a refuerzos de geogrillas MacGrid®;

- MacForce®: estructuras con paramento frontal totalmente vertical, formado por placas de concreto premoldeados y que utilizan geogrillas como elementos de refuerzo.



Trabamiento, fricción y corte.




Estructura Terramesh® System

PIONEIRISMO MACCAFERRI

Maccaferri inició su experiencia en suelos reforzados en 1979, cuando en una carretera en Malasia se utilizaron gaviones con tiras metálicas. Los resultados fueron tan buenos que este tipo de estructura fue utilizada nuevamente en varias situaciones en el mismo proyecto.

A partir de esta experiencia se comenzó a estudiar la posibilidad de utilizar como refuerzo la misma red de los gaviones; para esto se implementó un programa de ensayos y pruebas en nuestros laboratorios particulares, así como en laboratorios de renombre internacional (Australian Defence Force Academy- Canberra, Federal Highway Administration- EUA, ENEL- hydro - Bergamo - Italia y Royal Military College of Canada- Kingston-Ontario) para la verificación del uso de esta solución, así como del comportamiento de la malla al ser utilizada como anclaje y su interacción con el suelo.

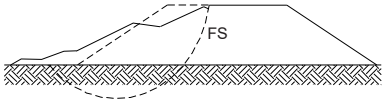
Malásia - 1979

# Características y Ventajas

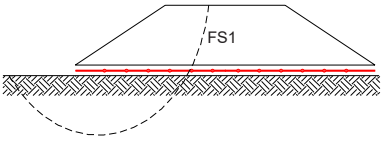
## Estructurales

La utilización de refuerzos en el macizo de suelo contribuye a la reducción de los efectos ocasionados por fuerzas desestabilizadoras.

Estos elementos proporcionan al macizo mejores características mecánicas de comportamiento.




Superfície de ruptura crítica y respectivo factor de seguridad (FS) sin refuerzo geosintetico.




Superfície de ruptura crítica y respectivo factor de seguridad (FS1) con refuerzo geosintetico.

Antes

Después

## Ambientales

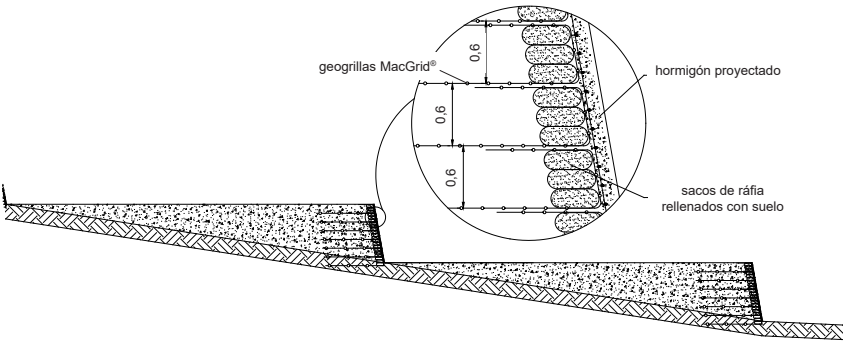
Nuestros refuerzos geosintéticos, así como el revestimiento del alambre de las redes en malla hexagonal de doble torsión son producidos a partir de polímeros altamente resistentes a las diversas reacciones quimicas, además de ser inertes a los ambientes previstos para su aplicación.

# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | Eseme - USAK - Canada |
| Fecha | 2005 |
| Extensión | 60m |
| Altura | 22m |
| Solución | Estructura de suelo reforzado en MacForce® |

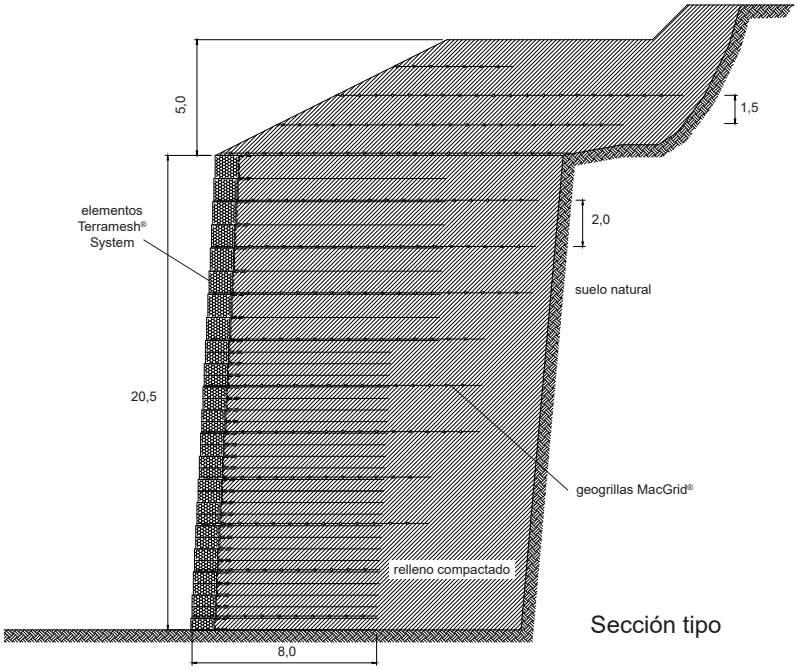
# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | São Paulo - SP - Brasil |
| Fecha | 2007 |
| Extensión | 100m |
| Altura | 5m |
| Solución | Estructura de suelo reforzado con geogrilla MacGrid® |



# Obras Realizadas

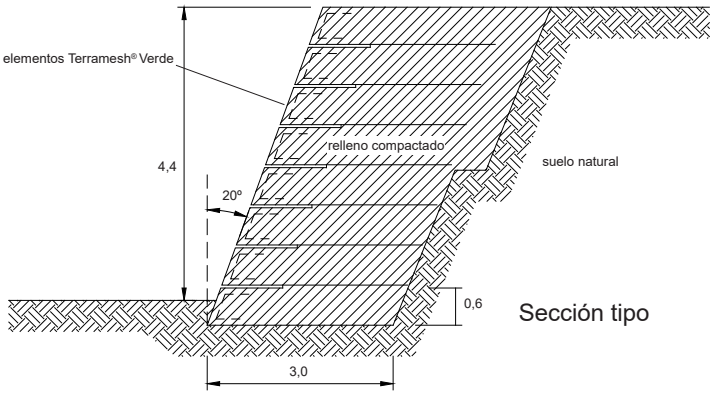
| | |
|---|---|
| Local | Alto Chicama - La Libertad - Peru |
| Fecha | 2005 |
| Extensión | 80m |
| Altura | 23m |
| Solución | Estructura de suelo reforzado en Terramesh® Grid |




Sección tipo

# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | São Paulo - SP - Brasil |
| Data | 2002 |
| Extensão | 300m |
| Altura | 5,40m |
| Solução | Estructura de suelo reforzado en Terramesh® Verde |




Sección tipo

Brasil

## Simplicidad constructiva

Todas las soluciones Maccaferri para refuerzo de suelo cuentan con la optimización de sus procesos constructivos, sin comprometer su eficacia estructural. Sin embargo cuidados especiales y procedimientos de ejecución propios de cada solución, deben estar previstos y consi-derados en cada proyecto y debidamente realizados.

La instalación del refuerzo en general es simple y rápida, no requiere de mano de obra especializada ni de equipos especiales. El proceso de instalación consiste básicamente en colocar el refuerzo de manera horizontal, sin ondulaciones o irregularidades en el suelo soportante, luego se procede a rellenar sobre el refuerzo sin moverlo de su posición original.

> “MAYOR VIABILIDAD ECONÓMICA EN LA OBRA”

## Económicas

La viabilidad económica de las soluciones Maccaferri se da principalmente por unir todas las caracteristicas presentadas anteriormente, a la experiencia centenaria de la empresa, disponibilizada al travéz de sus herramientas técnicas (softwares, manuales y literatura técnica) y servicios de soporte y asesoramiento.

Otro importante factor que contribuye con la optimización de los costos es la amplia gama de soluciones disponibles hoy en Maccaferri. Para cada circunstancia se puede optar por la que mejor se adecúe técnica y económicamente a la necesidad, permitiendo inclusive combinaciones entre soluciones.

Asesoramiento en proyectos

Software MacStars

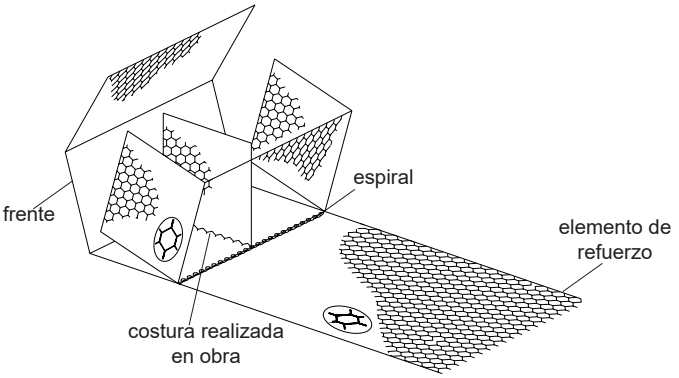
Catálogos y manuales

Charlas técnicas

Visitas técnicas en las obras

# Contención en Suelo reforzado

## Terramesh® System




elemento Terramesh® System

El Terramesh® System está formado por un paramento externo, de un metro de espesor, similar a un gavión caja, rellenado en sitio con piedras. En su paramento interno es colocado un geotextil cuya función és impedir la fuga de los finos del relleno estructural.

El elemento está compuesto por un paño continuo de malla hexagonal de doble torsión que forma la tapa, el paramento frontal, la base de la caja y el elemento de refuerzo cuya longitud debe ser especificada en el diseño.

El Terramesh® System permite la construcción de paramentos con escalones externos (levemente inclinados a 6°) o totalmente verticales.

La apariencia final de la estructura es de un muro de gaviones, lo cual permite el crecimiento de vegetación en su parte externa, además de mantener las propiedades drenantes de los mismos en todo el paramento frontal.

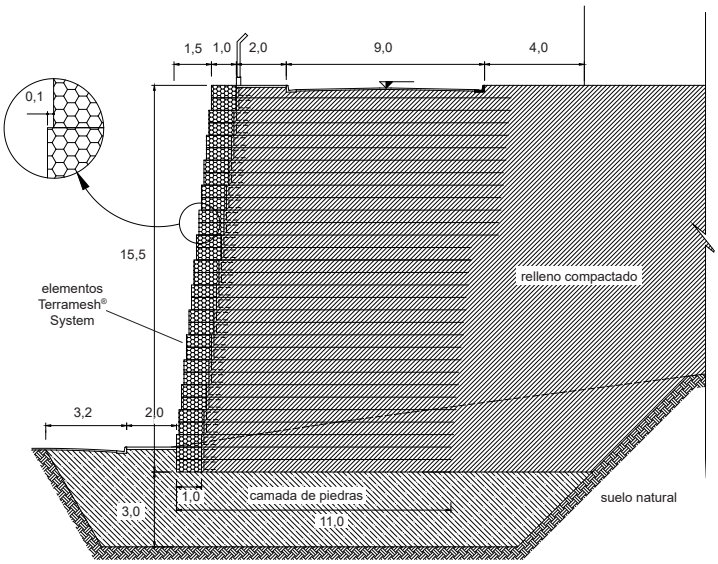
Brasil

Brasil

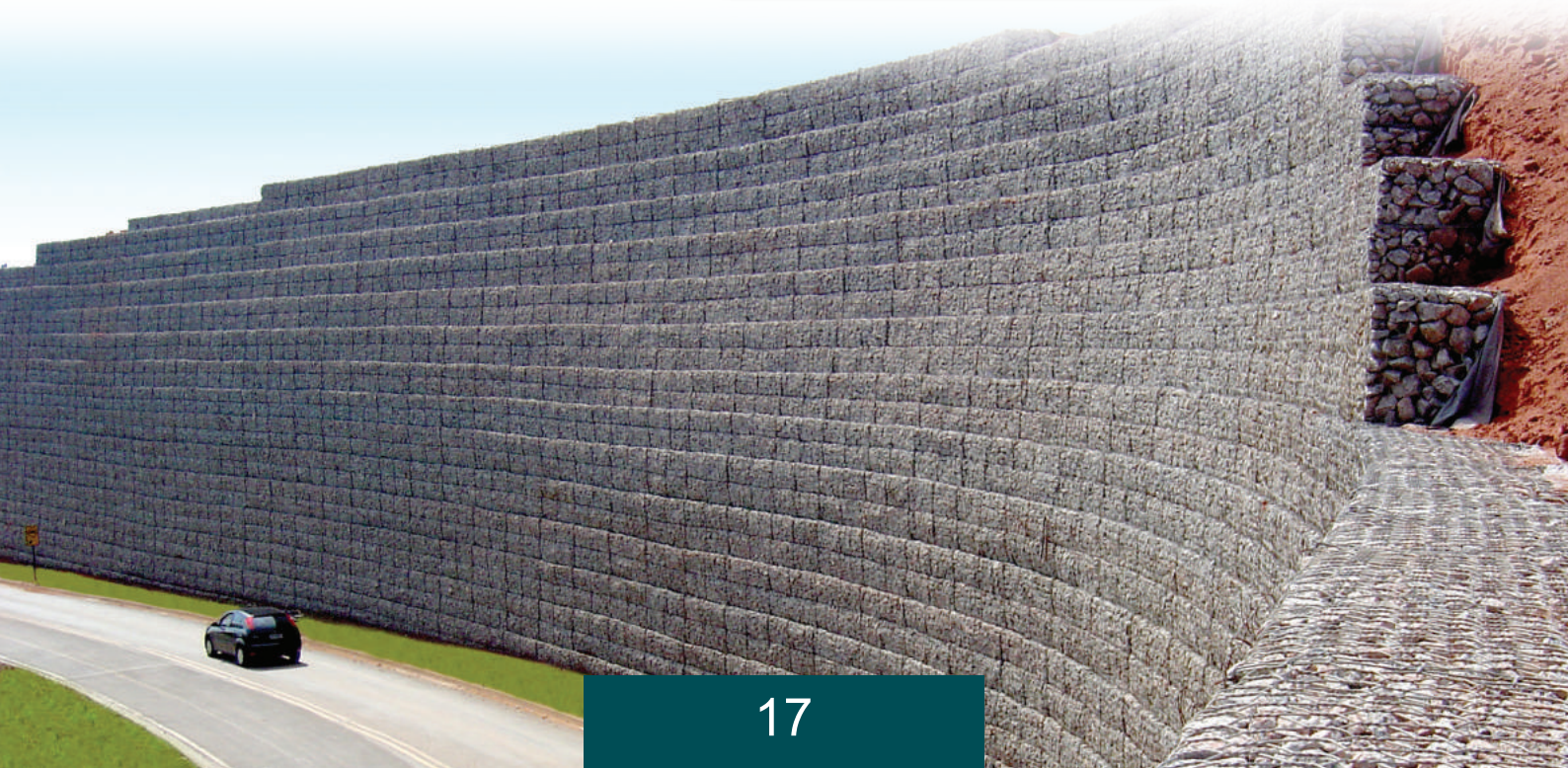
Argentina

# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | Sorocaba - SP - Brasil |
| Fecha | 2004 |
| Extensión | 144m |
| Altura | 15,50m |
| Solución | Estructura de suelo reforzado en Terramesh® System |

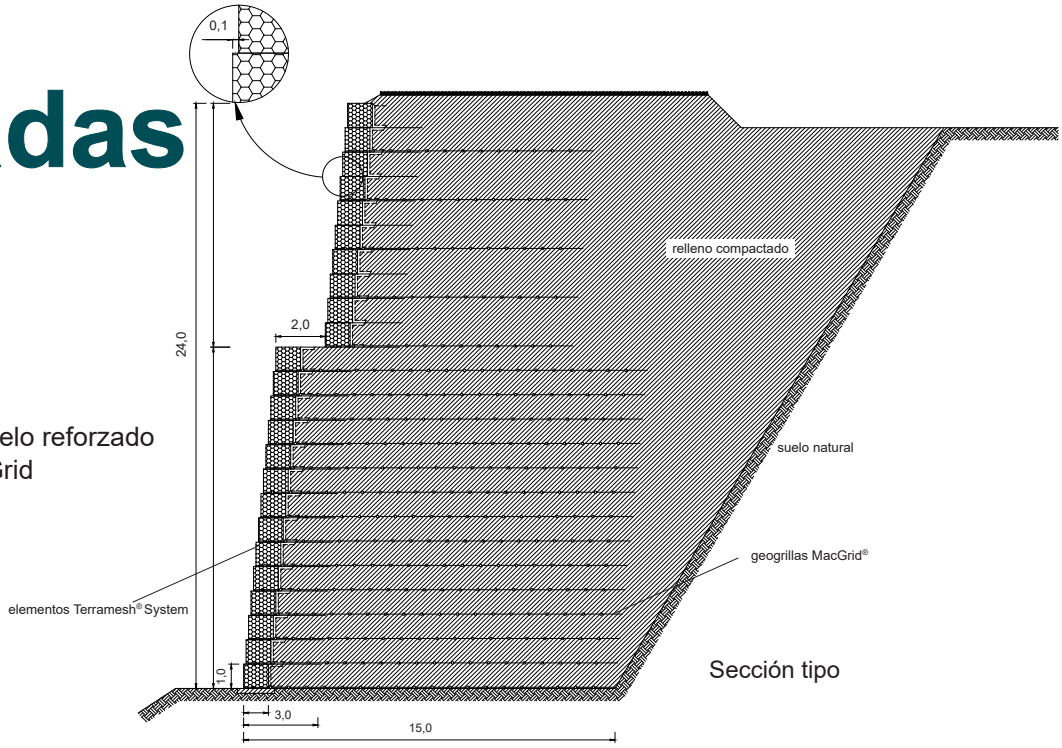



Sección tipo



# Obras Realizadas

| | |
|---|---|
| Local | Porto - Portugal |
| Fecha | 2003 |
| Extensión | 343m |
| Altura | 24m |
| Solución | Estructura de suelo reforzado en Terramesh® Grid |




Sección tipo

# Contención en Suelo reforzado

## Terramesh® Verde

Brasil

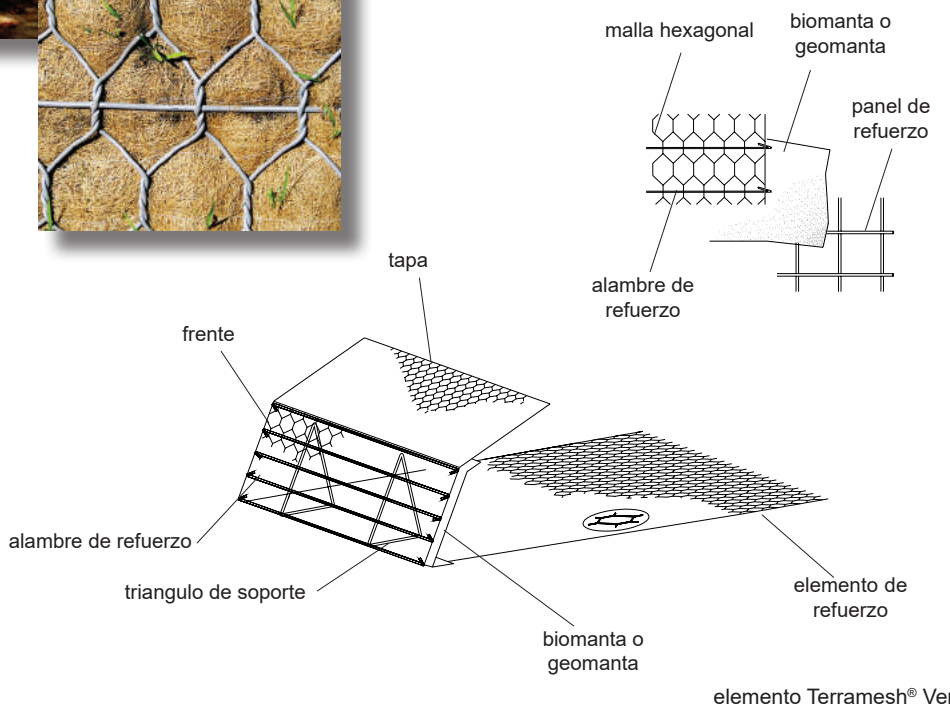
El Terramesh® Verde está formado por un paramento externo inclinado (geralmente 20°) para facilitar el crecimiento de la vegetación.

Su cara frontal está constituida, además de otros elementos, por: un panel de geomanta MacMat® (sintético) o biomanta BioMac® (biodegradable) para evitar la fuga de finos del suelo y al mismo tiempo ayudar al crecimiento de la vegetación.

Es indicado cuando se busca un mínimo impacto ambiental, también es utilizado cuando se desea un paramento externo con cobertura vegetal, muy semejante a un talud natural, incluso cuando hay escasez de piedras en el sitio.

Brasil

“MÍNIMO IMPACTO AMBIENTAL”

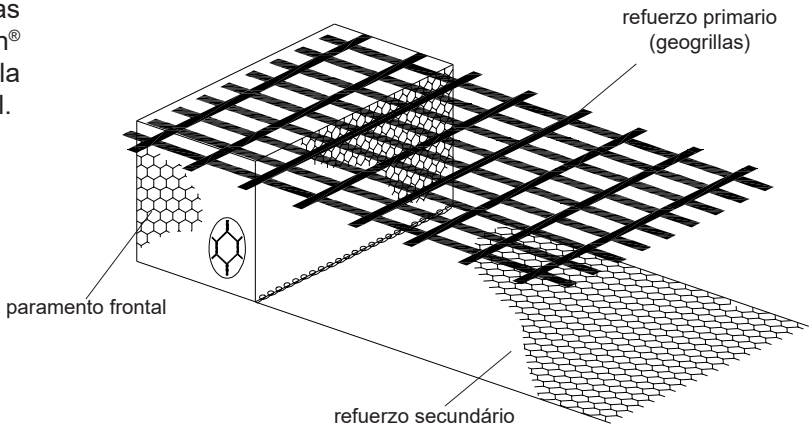



elemento Terramesh® Verde

# Contención en Suelo reforzado

## Terramesh® Grid

En caso de estructuras de mayor envergadura el Terramesh® Grid es una solución tecnicamente eficaz y económicamente viable, pues suma las ventajas del Terramesh® System y Terramesh® Verde al uso de geogrillas MacGrid®, que ejercen la función de refuerzo principal al macizo estructural.




sistema Terramesh® Grid

Brasil

“UNA AMPLIA GAMA DE SOLUCIONES”

Portugal

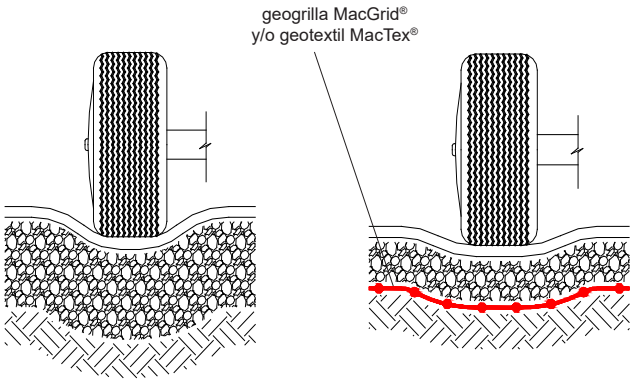
# Refuerzo de Base de pavimentos

## MacGrid® y MacTex®

El uso de refuerzos geosintétcos permite una significativa reducción en la base granular y evita eventuales deformaciones que puedan perjudicar el desempeño del pavimento.

Estos factores contribuyen a una considerable reducción de costos en la ejecución y manutención de la vía, siendo esta pavimentada o no.

En conjunto con el uso de refuerzos, es indicada la separación de las camadas de suelo utilizando el geotextil. Esta solución evita la contaminación entre diferentes tipos de suelo que pueden resultar en serios problemas estructurales para el pavimento.




Base de pavimento sin refuerzo.

Base de pavimento con refuerzo geosintético.

Brasil

Brasil

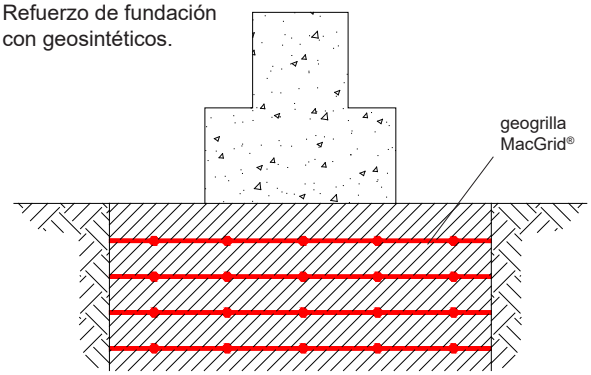
Nicarágua

# Refuerzo de Suelo Por debajo de Fundaciones MacGrid®

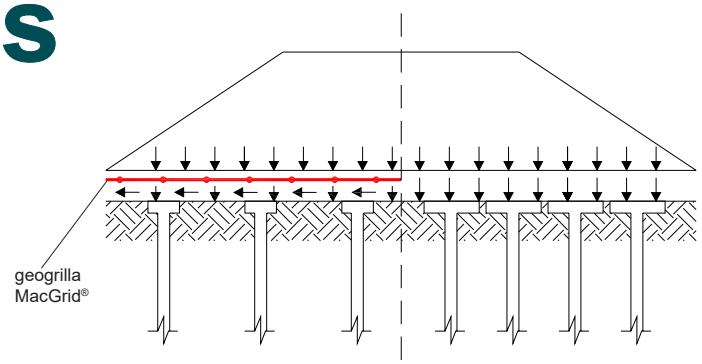
Para la ejecución de fundaciones sobre suelos con baja capacidad de soporte, se pueden mejorar las características del mismo a través del uso de geosintéticos, evitando la utilización de fundaciones profundas.

Esta técnica ofrece en la mayoría de los casos una significativa ganancia económica en función del tipo de fundación.

Refuerzo de fundación con geosintéticos.



# Relleno Sobre Pilotes

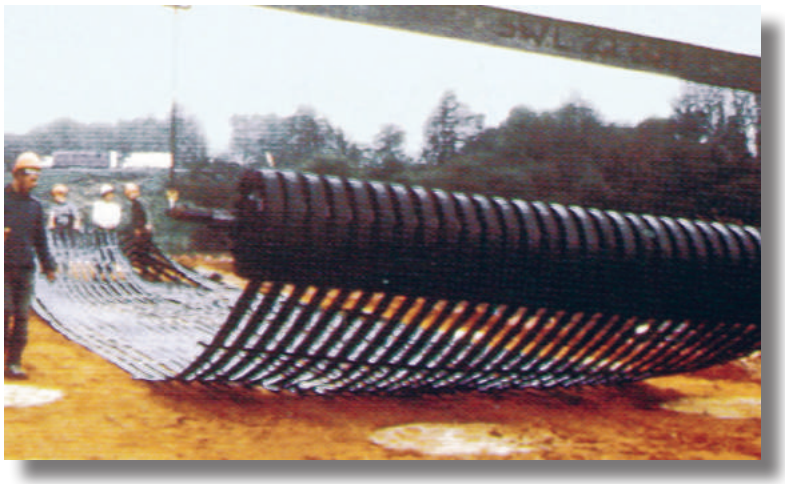



## MacGrid®

El uso de pilotes estabilizar rellenos el transferir la carga generada por los mismos a suelos porfundos de mayor resis-tencia.

El uso de refuerzos, como las geogrillas, promueve una optima transferencia de tensiones del relleno a los pilotes, permite la eliminación de asentamientos diferenciales y garantiza una mayor estabilidad del macizo.

Otro beneficio alcanzado con la correcta colocación del refuerzo geosintético, es el aumento de la distancia entre los pilotes y la consecuente disminución de la cantidad de estos, resultando así en una mayor economía.

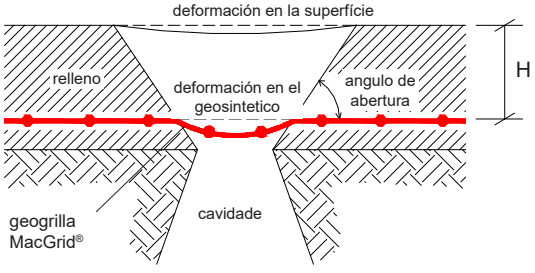


Inglaterra

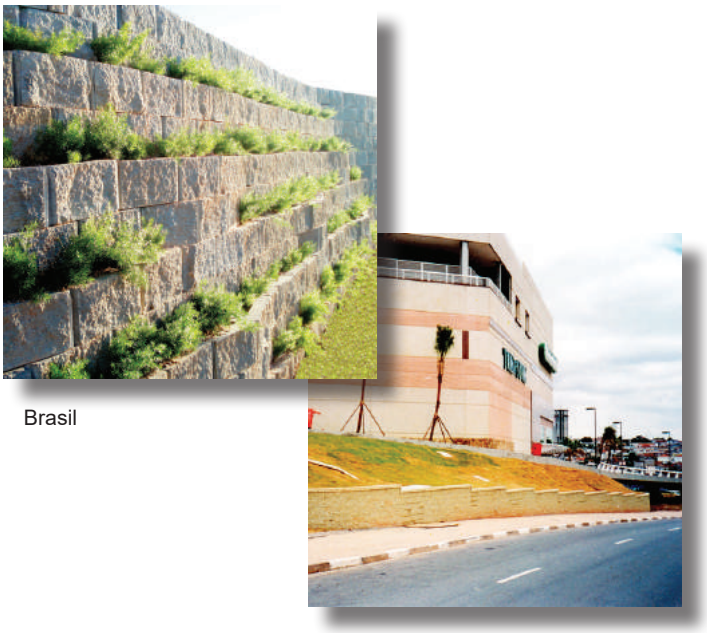
# Relleno sobre Cavidades

## MacGrid®

En el caso de rellenos realizados sobre áreas sujetas al fénomeno de la subsidencia (cavidades), por proceso de deterioración o sobrecarga, es posible usar geogrillas MacGrid® para evitar o atenuar los efectos de los asentamientos diferenciales y eventuales rupturas.



# Contención en Suelo reforzado



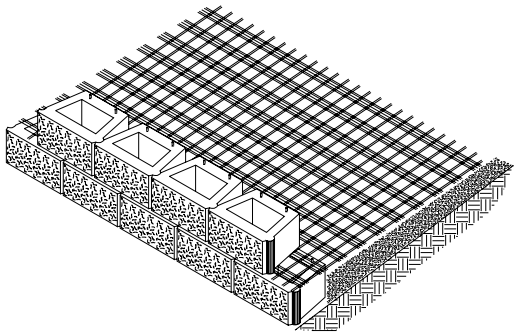
Brasil

## MacWall®

Este sistema está compuesto por bloques estructurales de concreto, interconectados (segmental blocks retaining walls),que aceptan cualquier tipo de cimentación. Esta estructura resulta una excelente alternativa arquitectónica.

Cuando el solo peso del muro de bloques no es suficiente para resistir a los esfuerzos generados por las sobrecargas, se deben adicionar camadas horizontales de refuerzo geosintético MacGrid®, en el suelo al tardoz del paramento de bloques.

Brasil



MacWall®

# Contención en Suelo reforzado

Itália

## MacForce®

El MacForce® es un sistema de contención en suelo reforzado compuesto por un paramento frontal totalmente vertical, formado por paneles de concreto prefabricado y, al tardoz, por un relleno reforzado con tiras sintéticas.

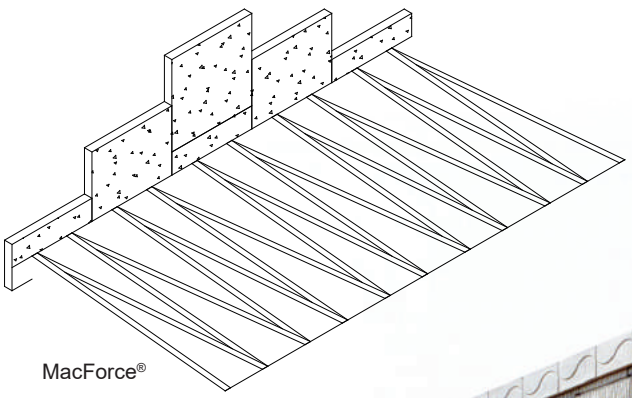
Las tiras sintéticas no son susceptibles a la corrosión y adicionan otras ventajas a la solución como rapidez y practicidad constructiva, además de una óptima interacción suelo/refuerzo.

Itália

Brasil

Índia

Itália



MacForce®

# Relleno sobre Suelo blando

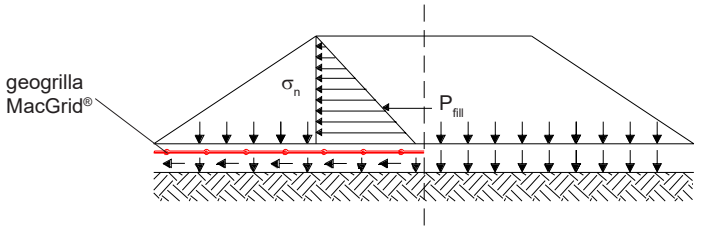
## MacGrid® y MacDrain® V

El uso de refuerzos geosintéticos en la construcción de rellenos sobre suelos con baja capacidad de soporte promueve la uniformidad de eventuales asentamientos

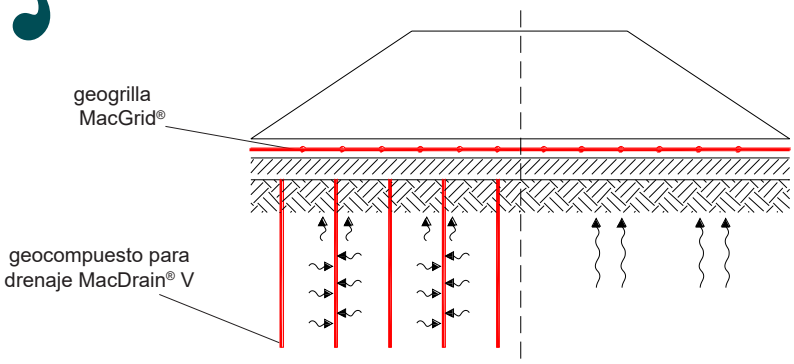
En este tipo de solución, en conjunto con el uso de los refuerzos, és común la necesidad de acelerar la compactación del suelo de fundación a través del uso de geocompuestos para drenaje vertical.

“CONFIANZA Y TECNOLOGIA INNOVADORA”

Brasil




Reducción de esfuerzos horizontales debido a la presencia de geogrilla MacGrid®.




Aceleración de la compactación del suelo debido a la presencia de geocompuestos para drenaje MacDrain® V.

IECA International Erosion Control Association CORPORATE MEMBER

IGS CORPORATE MEMBER

Sistema de Gestión de Calidad
Certificado de Conformidad con la Norma ISO 9001
ISO 9001

© Maccaferri do Brasil

MACCAFERRI
AMERICA LATINA

**Matriz.**
Av. José Benassi, 2601 - Distrito Industrial FazGran
CEP 13.213.085 - Jundiaí - SP - Brasil
T: +(55) 11 4525-5000
E: info.br@maccaferri.com
www.maccaferri.com/br

**Maccaferri de Argentina S.A.**
T: (+54) 3327 412201
E: info.ar@maccaferri.com

**Maccaferri de Bolivia Ltda.**
T: (+591) 3 322-8042
E: info.bo@maccaferri.com

**Maccaferri del Caribe.**
T: (+809) 472-3380
E: info.do@maccaferri.com

**Maccaferri de Centroamérica Ltda.**
T: (+506) 2244-6090
E: info.cr@maccaferri.com

**Maccaferri de Chile S.P.A.**
T: (+56) 2 2940-2347
E: info.cl@maccaferri.com

**Maccaferri de Colombia Ltda.**
T: (+57) 1 636 9230
E: info.co@maccaferri.com

**Maccaferri de Ecuador S.A.**
T: (+593) 2 3820-971
E: info.ec@maccaferri.com

**Maccaferri de Guatemala S.A.**
T: (+502) 2208-3535
E: info.gt@maccaferri.com

**Maccaferri de México.**
T: (+52) 442 229 43 00
E: info.mx@maccaferri.com

**Maccaferri de Panamá S.A.**
T: (+507) 292-8608
E: info.pa@maccaferri.com

**Maccaferri de Perú S.A.C.**
T: (+51) 1 206-2600
E: info.pe@maccaferri.com

Distribución Gratuita