



Engineering a better solution

MACCAFERRI

Officine Maccaferri

Fundada en 1879, Officine Maccaferri pasó pronto a convertirse en una referencia técnica en lo que al diseño y al desarrollo de soluciones para el control de la erosión y las estructuras de contención se refiere.

Desde entonces, a través de la innovación técnica, la expansión geográfica y la diversificación selectiva, Maccaferri ofrece en la actualidad soluciones globales para un amplio espectro de aplicaciones para la ingeniería civil, geotécnica y medioambiental, desde **protección costera** hasta estructuras de **suelo reforzado** y desde **mitigación del riesgo de desprendimiento de rocas** hasta **sistemas de tunelización**.

Consultoría y cooperación

El lema de Maccaferri es «**Engineering a better solution**», pues no nos limitamos simplemente a suministrar productos, sino que también trabajamos en **cooperación** con nuestros clientes, aportando conocimientos técnicos con el objetivo de proporcionar soluciones versátiles, rentables y medioambientalmente acertadas. Maccaferri aspira a construir relaciones de mutuo beneficio con los clientes a través de la calidad de sus servicios y soluciones.

Estructura organizativa

El incesante crecimiento de Maccaferri se basa en la defensa de valores arraigados desde hace tiempo como la innovación, la integridad, el servicio excelente y el respeto al medio ambiente. El objetivo de Maccaferri es convertirse en proveedor líder a escala internacional de soluciones avanzadas para el mercado de la ingeniería civil y de la construcción. Mediante la aplicación de una estrategia de integración vertical, Maccaferri investiga, fabrica, diseña, suministra y construye soluciones para sus mercados de destino. Con más de 2000 empleados, 30 centros de fabricación y actividades a nivel local en más de 100 países en todo el mundo, Maccaferri puede presumir con razón de ejercer una presencia global con un enfoque local.



Engineering a better solution



Índice

Muros de gravedad y refuerzo de suelos	4
Protección de taludes y barreras para nieve	8
Pavimentos flexibles	12
Refuerzo basal	14
Túneles y pavimentación	16
Control de la erosión y drenaje	19
Obras hidráulicas	22
Protección de costas y de tuberías	25
Vertederos	26
Dewatering	28
Barreras acústicas y de seguridad	29
Vallado	30
Iconos de los productos	31

La presente guía proporciona una breve descripción de las soluciones que ofrece Maccaferri. Dispone de información técnica detallada, folletos, guías de diseño y mucho más en su oficina más próxima y en el sitio web de Maccaferri.

Solución Maccaferri	Sector	Infraestructura	Infraestructura urbana	Minería	Hidráulica y costas	Medio-ambiente
Muros de gravedad y refuerzo de suelos		●	●	●	●	●
Protección contra desprendimientos y barreras para nieve		●		●		
Pavimentos flexibles		●	●	●		
Refuerzo basal		●	●	●		●
Túneles y pavimentos		●	●	●		
Control de la erosión y drenaje		●	●	●	●	●
Obras hidráulicas		●	●	●	●	●
Protección costas y de tuberías					●	●
Vertederos						●
Dewatering				●		●
Barreras acústicas y de seguridad		●	●	●		
Vallado		●	●	●		

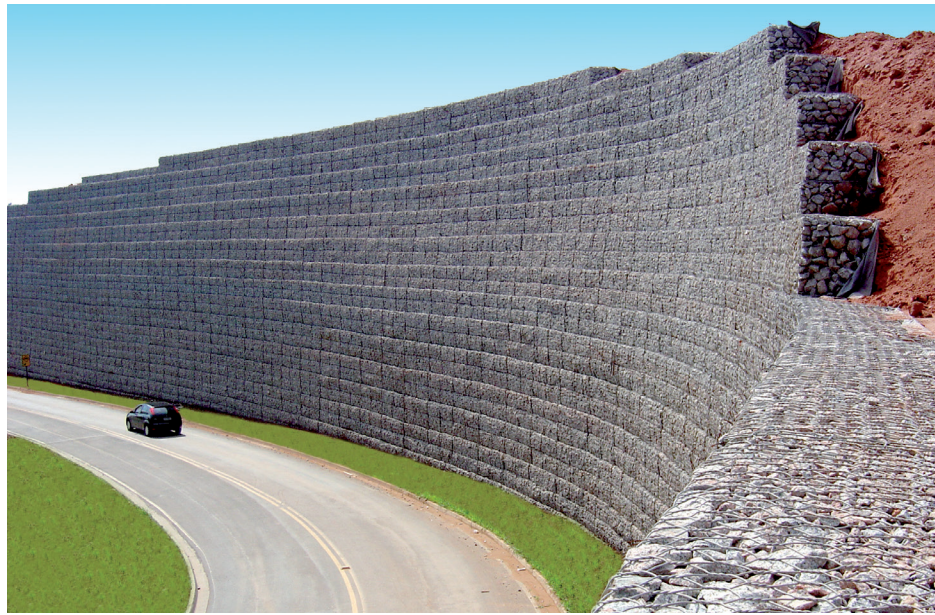


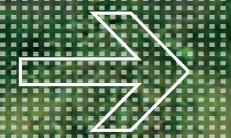
Maccaferri ofrece a sus clientes una amplia gama de soluciones para muros de contención y refuerzo de taludes. Ya sea un pequeño muro de contención dentro de una urbanización o estructuras de terreno reforzado en infraestructuras importantes, Maccaferri ofrece soluciones rentables, optimizadas y modulares.

No obstante, el enfoque técnico de Maccaferri asume que un solo sistema no es capaz de solucionar todos los problemas. Tanto es así, que Maccaferri ofrece toda una serie de soluciones a la vez que selecciona la más adecuada para las necesidades específicas del proyecto.

Maccaferri desarrolla soluciones y aplica herramientas de diseño de acuerdo con la última generación de normativas técnicas y propuestas de diseño.

En este sentido, Maccaferri fabrica y suministra materiales duraderos y de elevada calidad, que aumentan la vida útil de las obras, reducen el impacto medioambiental y son una garantía para el cliente.





Muros de gravedad

La estabilidad de los muros de gravedad depende de la tipología de muro escogida y del material de relleno empleado con el fin de soportar y/o contener pendientes inestables de tierra. Con el fin de seleccionar la solución óptima y poder definir el tipo de muro de contención a ejecutar se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Los parámetros geotécnicos de los suelos de relleno y cimentación
- La presencia de agua y cargas hidroestáticas
- La existencia de cargas externas en las estructuras y de cargas dinámicas o sísmicas
- La simplicidad y velocidad que implica la construcción

Homologados por numerosas autoridades en todo el mundo, los gaviones de enrejado de doble trenzado Maccaferri ofrecen una gran resistencia y elevada capacidad de drenaje. Estas estructuras proporcionan estabilidad a largo plazo y suponen una garantía para el cliente gracias a que son capaces de absorber asentamientos diferenciales y deformaciones.

Los gaviones de Maccaferri están disponibles con diferentes revestimientos de protección contra la corrosión para resistir a las condiciones previstas de exposición y cumplir con los requisitos dinámicos de diseño.



Gavión



Muros de Bloques

MacWall™ es un sistema de muros de bloques de contención que combina la estética de los muros de mampostería con una protección diseñada con tierra reforzada. Los muros de contención de bloques segmentados van creciendo en popularidad gracias a su facilidad constructiva, rentabilidad y versatilidad.

Los dos componentes del sistema MacWall™ son:

- Bloque modular de hormigón con una amplia gama de colores que se adapta a las estructuras y ambientes adyacentes
- Geomallas poliméricas de refuerzo ancladas entre las hileras de bloques

Las geomallas se colocan horizontalmente dentro del relleno estructural compactado, proporcionando así resistencia a la tracción y reforzando la masa de suelo. Estas geomallas se anclan a los bloques frontales del suelo reforzado.

MacWall™ se adapta con facilidad a cualquier curva, rincón y escalón y se coloca en seco (sin mortero), asimismo es simple y rápido de aplicar en cualquier clima.



MacWall-





Muros y terraplenes de suelo reforzado

Los refuerzos con geomalla de Maccaferri, que se emplean en combinación con el terreno de relleno facilitan que este terreno se comporte mejor de lo que lo haría en su estado sin reforzar. Las geomallas de Maccaferri ayudan a los suelos a tolerar mayores cargas y a soportar ángulos de inclinación más pronunciados. Las geomallas se extienden horizontalmente dentro de la masa de suelo compactado durante la construcción, reforzándola gracias a su elevada resistencia a la tracción, baja elongación y una buena interacción con el suelo.

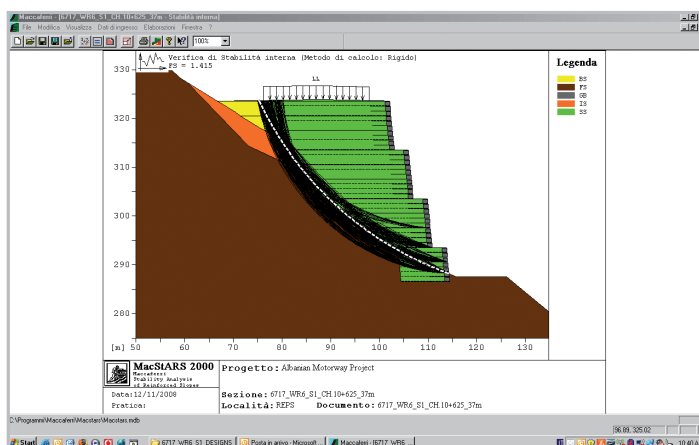
Los terraplenes y muros de suelo reforzado Maccaferri son ideales para suelos que poseen escasa capacidad portante; esta estructura soporta mucho mejor los asentamientos diferenciales que muchas otras soluciones más rígidas. Esto supone asimismo una gran ventaja en zonas sísmicas.

La excelente gama de geomallas Maccaferri, incluidos MacGrid® WG, Paragrid® y Paralink®, con resistencias de hasta 1350kN/m, maximiza la oportunidad de reutilizar los materiales recuperados como relleno para un terraplén reforzado. Esto hace ahorrar en la exportación e importación de materiales del lugar, realizando la sostenibilidad y reduciendo los traslados de camiones contaminantes. Con un uso ininterrumpido desde hace más de 30 años en todo el mundo, Paralink® es una de las geomallas más experimentadas que existen.

El ahorro de coste gracias a la reutilización de material recuperado con geomallas puede resultar importante en un proyecto. Por otro lado, la combinación de diferentes tipos de geomallas para crear «estructuras híbridas» facilita a menudo diseños más eficientes y una construcción más rápida en comparación con las técnicas tradicionales.

Terramesh® y Green Terramesh® combinan la flexibilidad del suelo reforzado con los beneficios de un sistema modular. Mediante elementos para el paramento preparados en fábrica, geomallas de refuerzo y con dimensiones predeterminadas, estos sistemas reducen claramente los tiempos de instalación sobre el terreno.

En «terraplenes verdes», la vegetación resulta determinante en los terraplenes reforzados terminados. Maccaferri puede proporcionar también asesoramiento en la selección de las mezclas adecuadas de semillas, capas vegetales y de productos de protección contra la erosión.





Cuando no existe suficiente espacio para construir un muro de terreno reforzado, cabe la posibilidad de emplear "Soil Nailing". Con "Soil Nailing", que le proporciona la estabilidad global al talud, Macmat® R ofrece el refuerzo y protección de la superficie.

En colaboración con universidades líderes en el ámbito técnico, Maccaferri ha desarrollado un software para proporcionar asesoramiento durante el análisis de estabilidad de los proyectos de suelo reforzado. El software MacSTARS incorpora las metodologías de diseño más modernas para comprobar la estabilidad tanto local como global de estructuras más complejas.

Los taludes y estructuras de suelo reforzado de Maccaferri están preparados para soportar autopistas, terraplenes ferroviarios y suelos ubicados en todo el mundo.



Muros verticales de escamas de hormigón

Cuando sea necesario construir estructuras de terreno reforzado con un paramento vertical de hormigón, para proyectos en zonas urbanas, o cuando no exista suficiente espacio para crear un terraplén de terreno reforzado, Maccaferri MacRES® puede ser la respuesta. MacRES® se emplea también para construir muros de trituradoras y tolvas en minas, que soportan enormes cargas.

El refuerzo del relleno se realiza mediante geobandas Paraweb® que se colocan de forma horizontal dentro del relleno compactado durante la construcción. El Paraweb® de Maccaferri se puede suministrar con una conexión totalmente sintética al panel de hormigón del paramento. Esta conexión resistente a la corrosión es ideal para usar en condiciones extremas, por ejemplo, en autopistas donde se emplee sal para deshacer el hielo o cuando se utilice relleno reciclado.

De uso en todo el mundo, el sistema MacRES® de paramento vertical con paneles de hormigón puede proporcionar una amplia gama de acabados para cumplir los diferentes requisitos estéticos.



MacRES®





La protección contra desprendimientos y avalanchas constituye un verdadero elemento clave en la seguridad y protección de las infraestructuras. Incluso pequeños desprendimientos o flujos de detritos pueden bloquear una infraestructura, dañar edificios u otras instalaciones, causando daños económicos de gran alcance, que van mucho más allá de un mero trastorno inmediato.

Con una experiencia de más de 50 años en sistemas de protección contra desprendimientos y mitigación del riesgo de desprendimiento de rocas, Maccaferri ofrece una amplia gama de soluciones que estabilizan taludes de roca y laderas, reduciendo así el riesgo tanto para personas como para edificios e infraestructuras.

Estas intervenciones incluyen a menudo diferentes componentes estructurales que interactúan, bien para prevenir

el desencadenamiento del desprendimiento de rocas o una avalancha, o bien para contenerlos una vez que han ocurrido. Las soluciones incluyen mallas de elevada resistencia que se emplean en combinación con anclajes para proporcionar estabilidad superficial, además de barreras dinámicas para contener desprendimientos y avalanchas.

Asimismo, se han desarrollado barreras híbridas, atenuadoras y contra flujos de detritos para contrarrestar determinados problemas específicos en los terrenos.

Mediante la aplicación de un avanzado software de diseño, Maccaferri asiste a los proyectistas en la selección de la intervención más adecuada, según las condiciones del terreno y los requisitos del cliente.



Protección contra el desprendimiento de rocas y barreras para nieve

MACCAFERRI

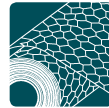
Instalación en Cortina

Los sistemas cortina contra desprendimientos se instalan sobre los taludes de roca para contener detritos sueltos y con el objetivo de que caigan de manera controlada hasta la base del talud.

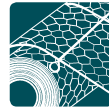
La malla de acero de alambre de doble trenzado resulta ideal, pues es flexible en todas las direcciones y se adapta con facilidad a la pendiente del macizo. Por otro lado, no se deshace en caso de rotura accidental del alambre, a diferencia de la malla de una sola torsión, con independencia de la fortaleza y el tipo de malla empleado.

Las cortinas de alta resistencia Maccaferri Steelgrid® y Steelgrid® HR se emplean cuando se prevén cargas mayores sobre la cortina, como ocurre en caso de pronunciadas pendientes y elevadas cantidades de detritos o cargas de nieve/hielo. Durante la producción, se les incluyen cables de acero de alta resistencia tejidos en la malla de doble trenzado. Steelgrid® y Steelgrid® HR tienen la ventaja de que se instalan a la vez dos productos diferentes (malla y cables de acero), reduciendo de este modo los costes globales del proyecto y recortando el tiempo de instalación.

Los paneles de red de anillos ofrecen la mayor resistencia posible dentro de la gama Maccaferri. Existe la posibilidad de configurar las características de los paneles para que se adapten a los requisitos técnicos del proyecto.



Mallas contra el desprendimiento de rocas



Steelgrid®



Steelgrid® HR



Paneles de red de anillos



Cortina de seguridad y estabilización de la superficie

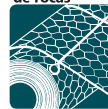
Esta gama de sistemas de malla de elevada resistencia se ha diseñado para trabajar en combinación con anclajes y aumentar de esta manera la estabilidad de la capa superficial inestable del talud de roca.

Los paneles de cable de acero HEA o Steelgrid® HR se adaptan mejor a las aplicaciones de estabilización de superficies que la simple malla tejida debido a que poseen una mayor rigidez. Estos proporcionan una elevada resistencia con una deformación mínima para limitar el desplazamiento de la masa inestable de roca de la superficie.

La prevención contra el desprendimiento de las masas de roca reduce el deterioro de la ladera mientras aumenta el nivel de seguridad. Estos robustos sistemas están disponibles con una variada gama de revestimientos de protección para una vida útil más prolongada.



Mallas contra desprendimientos de rocas



Steelgrid® HR



Steelgrid®



Panel HEA™



Anclajes
Acero y fibra de vidrio





Barreras de protección contra el desprendimiento de rocas

En determinadas situaciones de riesgo de desprendimiento de rocas, debido a cuestiones técnicas, topográficas o de acceso, las barreras dinámicas flexibles contra el desprendimiento de rocas representan la solución ideal. Estas barreras se colocan para interceptar y detener las rocas que se desprenden. Las barreras están constituidas por un juego completo de componentes, destinado a una altura y longitud determinadas, capaz de absorber impactos de energía cinética, que oscilan normalmente entre 500 y 5000 kJ.

La gama de barreras de protección contra el desprendimiento de rocas Maccaferri se ha testado de acuerdo con los requisitos de la directriz europea ETAG 027 y cuenta con la marca CE.

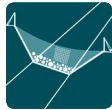
Asimismo, se han desarrollado barreras especiales híbridas, atenuadoras y contra flujos de detritos para contrarrestar problemas específicos. Las barreras híbridas y atenuadoras se llevan aplicando desde hace más de 10 años, pero fue una barrera atenuadora Maccaferri la que mejores resultados obtuvo en unas pruebas comparativas independientes. Las barreras contra flujos de detritos se instalan normalmente en canales naturales o artificiales para proteger la infraestructura del flujo de detritos.



Vallas antidesprendimiento de rocas



Barreras híbridas



Barreras contra flujos de detritos



Motas reforzadas de protección contra el desprendimiento de rocas

Las motas de protección contra el desprendimiento de rocas se han diseñado para proteger infraestructuras y edificios contra el riesgo de desprendimientos, corrimientos de detritos o flujos de lodo en situaciones en las que no es posible instalar otros sistemas directamente sobre la pared de la roca.

Las motas de protección contra el desprendimiento de rocas Maccaferri se construyen con suelo reforzado, facilitando de este modo la reutilización de los materiales disponibles y adaptables del lugar. Se dispone de variedad de acabados para la superficie, que incluye una superficie con vegetación, que reduce el impacto ambiental y estético del sistema.

Construidos a partir de suelo reforzado, las motas de protección contra el desprendimiento de rocas Maccaferri son modulares para soportar impactos extremos de desprendimientos de rocas de volumen, velocidad y energía ilimitados. A diferencia de las barreras contra el desprendimiento de rocas, las motas de protección contra el desprendimiento de rocas son capaces de soportar impactos múltiples y desprendimientos de rocas sin tener que repararse. Asimismo, las motas de protección contra el desprendimiento de rocas se emplean también para la protección contra avalanchas.



Motas de protección contra el desprendimiento de rocas



Paraproducto
Geomalla de refuerzo



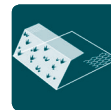
MacGrid WG
Geomalla de Refuerzo



Gaviones



Sistema Terramesh



Green Terramesh



Soil nailing

Soil nailing constituye una técnica consolidada que se aplica en laderas naturales o excavadas, donde el suelo se refuerza con la inserción de bulones. Los clavos proporcionan una estabilidad global a la ladera y van conectados a un sistema de paramento, que proporciona estabilidad superficial. El sistema de paramento puede ser rígido, flexible o incluso un sistema estructural revegetativo como MacMat® R.

El sistema de paramento limita la porción superficial de la ladera que se puede mover entre los anclajes, ya que potencialmente se puede desestabilizar toda la ladera.

Para diseñar este tipo de sistemas, Maccaferri ha desarrollado BIOS, un nuevo software y método de cálculo para estos proyectos.



MacMat® R
Geomantas reforzadas



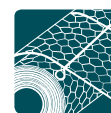
Anclajes
Acero y fibra de vidrio



Terraplenes contra el desprendimiento de rocas



Steelgrid®



Steelgrid® HR



Barreras antialudes

Las barreras y redes antialudes se han diseñado para estabilizar las capas de nieve en la zona de iniciación potencial de la avalancha, previniendo de esta manera el desencadenamiento de la misma.

La nieve acumulada ejerce una fuerza a la que la barrera hace frente y transmite hacia el suelo por medio de un sistema de postes y anclajes de la barrera antialudes. La flexibilidad del sistema de barreras antialudes Maccaferri se traduce en la reducción de las cargas que se ejercen sobre la estructura, dando lugar a una estructura mucho más eficiente.

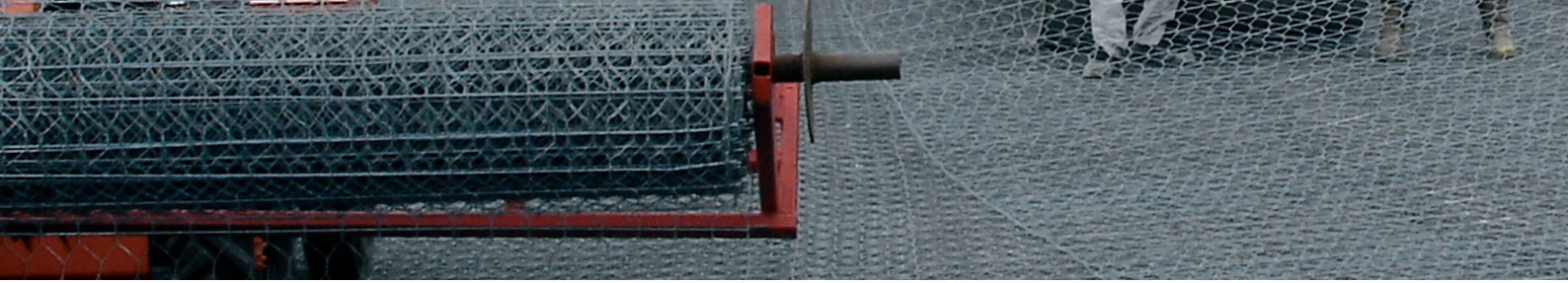
Puede que sea necesaria la instalación de varias filas de estas estructuras, tanto en la pendiente ascendente como en la pendiente descendente de un punto potencial de fallo. Esto limita la propagación de fallo por cizallamiento y el movimiento resultante de la masa de nieve.

La Oficina Federal del Medio Ambiente (FOEN) y el Instituto Federal Suizo de Investigaciones sobre la Nieve y las Avalanchas (SLF WSL) de Davos, Suiza, ha homologado la gama completa de barreras antialudes Maccaferri de acuerdo con las «Directrices técnicas 2007».



Barrera antialudes

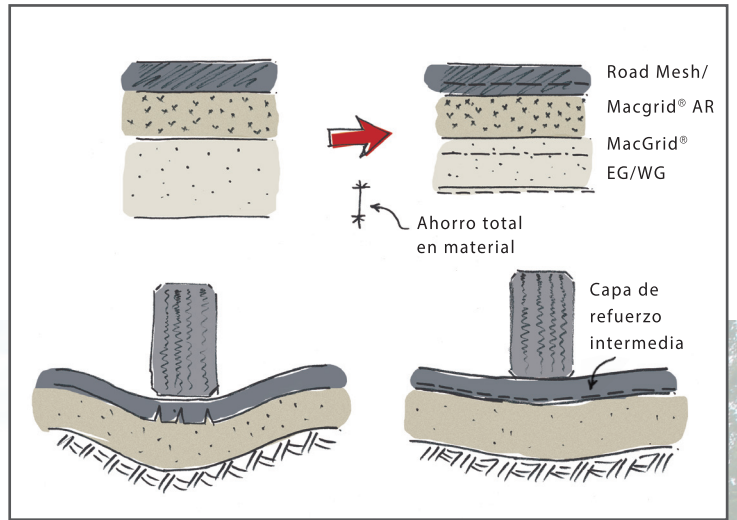




Ya sea para la construcción de un camino forestal con grava sobre suelo blando o para reacondicionar la superficie de una autopista de varios carriles por los que circulan varios miles de vehículos al día, Maccaferri posee el conocimiento técnico y una amplia gama de soluciones para los rigurosos requisitos de las carreteras actuales. Una carretera puede fallar de manera prematura debido a deflexiones excesivas bajo cargas cíclicas, que causan grietas. Maccaferri emplea un software de diseño de última generación, que incluye varias metodologías de diseño para

optimizar el refuerzo y el grosor requerido de las capas de pavimento. La gama líder de productos Maccaferri para drenaje y estabilización de pavimentos y de terrenos puede ayudar a conseguir el objetivo de rebajar costes a lo largo de la vida útil, reduciendo materiales de construcción mientras se incrementa simultáneamente la resistencia a la fatiga.

Puesto que los pavimentos reforzados necesitan menos mantenimiento y materiales, los costes a lo largo de toda la vida útil son menores, convirtiéndolos por tanto en una solución más sostenible que los pavimentos sin reforzar.



Refuerzo del pavimento de asfalto

El refuerzo de pavimentos de asfalto aumenta la vida útil de las autopistas al reducir las fisuras producidas por fatiga, reflexión, cambios térmicos y asentamientos.

El refuerzo aplaca y redistribuye las concentraciones de esfuerzo en el asfalto al:

- Reducir las grietas causadas por reflexión de fisuras inferiores.
- Mejorar la distribución de cargas
- Mejorar la capacidad portante de la estructura del pavimento
- Aumentar la resistencia a las roderas y los golpes

La capacidad del refuerzo para soportar las cargas dependerá tanto del tipo de refuerzo y su ubicación dentro de la estructura, como de la interacción entre el refuerzo y el material bituminoso adyacente. Cualquier discontinuidad provocará, sin remisión, grietas en el asfalto.

Maccaferri ofrece una amplia gama de productos de refuerzo para los pavimentos de asfalto, p. ej., desde malla de alambre de doble trenzado Road Mesh®, que se emplea para reforzar estructuralmente los pavimentos, hasta geomallas de poliéster o fibra de vidrio MacGrid® AR, que se emplean para reducir las grietas producidas por reflexión.



Road Mesh®



MacGrid-AR

Refuerzo de pavimento



Estabilización de la subbase

En la construcción de carreteras no consolidadas, incluidos caminos forestales, caminos de minas, zonas de obras y áreas de aparcamiento, la aplicación de los geosintéticos apropiados dentro de las capas sin consolidar permiten:

- Aumentar la capacidad de carga de la estructura
- Aumentar la vida útil de la estructura
- Reducir el grosor de la capa granular
- Reducir las roderas

El software **MacREAD** (Maccaferri Road Equivalent Assistant for Design) se emplea para seleccionar las geomallas y geotextiles Maccaferri apropiados para cumplir los requisitos del proyecto, optimizando a la vez la estructura y rentabilidad de la obra.



MacTex®

Geotextil no tejido



MacTex® W

Geotextil tejido



Paraproducto

Geogrid de fibra de vidrio



MacDrain®

Geocomposites de drenaje



MacGrid-AR

Refuerzo de pavimento



MacGrid-EG



MacGrid-WG

Geogrid de fibra de vidrio





Cuando se construyen terraplenes (para una carretera, ferrocarril, aeropuerto o simplemente una zona de aparcamiento o almacenamiento) en suelos con malas características geotécnicas, existe un riesgo de asentamientos debido a una pobre capacidad portante, huecos subterráneos o cavidades. Aunque las propuestas de diseño pueden ser diferentes, está comprobado que los geosintéticos

fortalecen las cimentaciones, reducen los asentamientos diferenciales y aceleran la consolidación de los suelos cohesivos. En caso necesario, las geomallas de alta resistencia se pueden emplear en combinación con cimentaciones de pilotes, facilitando de este modo un mayor espaciamiento de los pilotes y una mejor eficiencia constructiva.



Terraplenes sobre pilotes

Existen numerosas situaciones en las que se requiere limitar el asiento vertical de un terraplén debido a la consolidación de un suelo blando. En dichas situaciones, el terraplén se construye normalmente sobre una cimentación realizada con pilotes o columnas de grava.

Las geomallas de elevada resistencia y baja elongación, Paralink® o MacGrid® WG, en ocasiones en combinación con la familia de los geotextiles MacTex® W o C, pueden sustituir losas de hormigón en la cimentación del terraplén. Estos geosintéticos absorben las cargas del terraplén, trasladándolas hacia los pilotes de carga.

Se han diseñado numerosos proyectos en todo el mundo con ayuda de **MACBARS** (Maccaferri Basal Reinforcement Software). Maccaferri es una empresa líder en este campo de aplicación, con un equipo de expertos listo para ayudar a sus clientes a identificar y optimizar las soluciones técnicas necesarias.



Paraproducto



MacGrid.WG



MacTex. W





Construcción sobre cavidades

Algunas zonas están sujetas a la formación repentina de cavidades o depresiones naturales, causadas por hundimientos mineros, o donde puedan hallarse huecos naturales. En estas circunstancias, es necesario introducir refuerzos, normalmente en la base del terraplén, para prevenir el fallo súbito de la cimentación.

Las geomallas de elevada resistencia y baja elongación Paralink® de Maccaferri cumplen los criterios de diseño más severos y se han empleado durante muchos años en estas aplicaciones en combinación con los conocimientos y el apoyo de los equipos técnicos de Maccaferri.



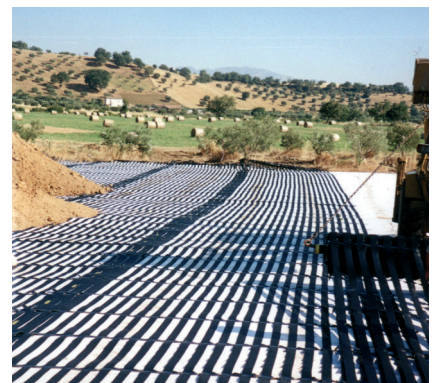
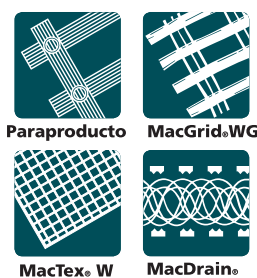
Construcción sobre suelos blandos

Los terraplenes construidos sobre suelos cohesivos o aluviales pueden estar sometidos a asentamientos, a causa de la naturaleza del terreno de cimentación.

Los drenes verticales MacDrain® se pueden emplear para acelerar la consolidación de los suelos y, a menudo, se aplican en combinación con elementos de refuerzo en la base del terraplén para controlar los asentamientos diferenciales.

Con esta finalidad se emplean geomallas de elevada resistencia y baja elongación Paralink® o MacGrid® WG, o los geotextiles MacTex® W y C.

Los ingenieros de Maccaferri, con ayuda de un software específico de diseño, son capaces de proporcionar una excelente respuesta para solucionar este tipo de problemas.





Tunelización

En función de las dimensiones del túnel y las condiciones físicas y geotécnicas, la excavación del túnel se realiza mediante métodos de tunelización tradicionales o mecanizados. Los conocimientos de tunelización de Maccaferri han aumentado recientemente con la adquisición de la empresa especialista en la construcción de túneles, **ELAS Geotecnica**, ofreciendo ahora soluciones para túneles excavados de manera tanto tradicional como mediante tuneladora.

Excavación tradicional

El refuerzo y la consolidación son técnicas que se aplican para estabilizar la excavación de túneles, facilitando un avance seguro y rápido incluso en túneles de gran diámetro. Los perfiles de fibra de vidrio se insertan a lo largo de toda la sección del túnel para formar un conjunto de elementos de refuerzo, que resiste a las cargas generadas durante la excavación y previene posibles derrumbes (planteamiento ADECO-RS). También se dispone de anclajes de acero y fibra de vidrio.

En terrenos problemáticos, donde resulta difícil obtener un buen funcionamiento del refuerzo o anclaje, se puede aplicar el sistema P.e.r. Ground™, donde una vaina contiene el mortero inyectado, que compacta los suelos alrededor del elemento de refuerzo, mientras reduce a la vez la pérdida de lechada y lavado. A fin de reducir con rapidez la presión de aguas subterráneas a cierta profundidad, se pueden insertar también tuberías de drenaje. También se puede bloquear el ingreso accidental o repentino de agua con resinas de poliuretano, que crean espumas expansivas de célula cerrada.

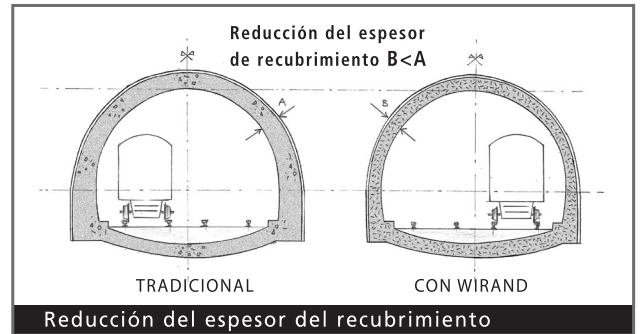
Por otro lado, se pueden mejorar los suelos de baja calidad mediante la inyección de Groutmaster™, una lechada multifuncional de alto rendimiento.

Esta se aplica para: reducir la permeabilidad de los suelos, controlar los asentamientos, mitigar la licuación, mejorar la cohesión de suelos granulares, reducir la expansividad de los suelos cohesivos y para realizar la compactación dinámica y el relleno de huecos.

Durante la fase de **recubrimiento primario**, se emplea B Zero Tondo™ para sostener el túnel. Estas singulares nervaduras tubulares, compuestas por arcos de acero, están rellenas de hormigón y ofrecen un mejor rendimiento que los apoyos de arcos de acero tradicionales. De este modo se requieren menos arcos B Zero Tondo™ y se reducen costes a la par que se aumenta la productividad del túnel.

En este caso, se aplica el hormigón proyectado y armado con fibra de acero (incluidos los aditivos Rocsil o Apral cuando sea necesario) Wirand® como recubrimiento primario para limitar la deformación inicial de la galería.

Durante el **recubrimiento final**, se emplea la fibra de acero Wirand® de Maccaferri para reforzar estructuralmente el recubrimiento final de hormigón, que se vierte o bombea directamente en el encofrado. A medida de que se reduce o incluso elimina el refuerzo de acero tradicional, aumenta la productividad y se puede reducir el espesor del recubrimiento. El hormigón armado con fibra de acero (SFRC por sus siglas en inglés) es más dúctil, duro y menos permeable que el hormigón tradicional. Las fibras polimerizadas FibroMac™ aumentan significativamente la resistencia contra el fuego al reducir los fenómenos de "spalling". Finalmente, el uso de recubrimientos cerámicos le proporcionan un acabado estético al túnel.



Wirand®



Aditivos para hormigón proyectado



FibroMac™



B Zero Tondo™
Arcos de acero



Tunelización Drenaje
Acero y fibra de vidrio



Refuerzo de fibra de vidrio

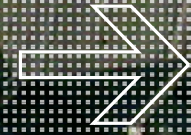


Anclajes
Acero y fibra de vidrio



Productos químicos y accesorios





Túneles excavados mediante tuneladora y elementos prefabricados

Excavación con tuneladora

Después de la excavación del terreno con la tuneladora, se continúa de inmediato con el montaje del recubrimiento del túnel mediante segmentos de hormigón, prefabricados y de imbricación. La armadura de fibra de acero Wirand® puede reemplazar algunas armaduras de acero tradicional, o en algunos casos incluso todas, dentro de los segmentos prefabricados. Las fibras polimerizadas FibroMac™ ofrecen una mayor resistencia contra el fuego al reducir los fenómenos de "Spalling".

Los túneles excavados con tuneladora requieren la construcción de pórticos y pozos de acceso. Los problemas relativos a la entrada de aguas subterráneas y la pobre calidad de los suelos se pueden solucionar con la gama de productos **Maccaferri/ELAS** para mejorar y/o reducir la permeabilidad de los suelos, que incluyen: Groutmaster™, tubos de drenaje y resinas expansivas de poliuretano.

Por otro lado, el hormigón armado con armaduras de fibra de vidrio simplifica el acceso futuro a través del hormigón, lo cual resulta de utilidad para intersecciones dentro del túnel.



Wirand®



FibroMac-



Tunnelización Drenaje
Acero y fibra de vidrio



Productos químicos y accesorios

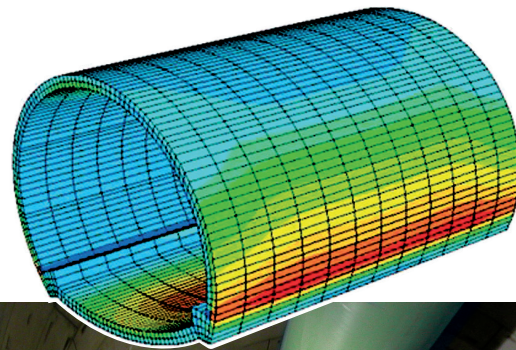


Refuerzo de fibra de vidrio



Hormigón prefabricado

Muchos productos pueden beneficiarse del uso de hormigón armado con fibra de acero Wirand® para reducir o eliminar el refuerzo de acero tradicional, especialmente en caso de elementos de formas complejas: tubos de hormigón, estructuras o paneles estrechos, bordillos, canaletas, componentes de acceso y depósitos. Mediante la personalización y combinación de los diferentes tipos de fibras Wirand® dentro de la mezcla de hormigón para adaptarse al producto final de hormigón, se consigue un desmolde más rápido, se aumenta la durabilidad, ductilidad, cizallamiento, resistencia a los impactos y contra el fuego del producto prefabricado.





Pavimentación

El refuerzo de fibra de acero mejora el rendimiento de los forjados de hormigón y los suelos industriales en numerosas aplicaciones: almacenes, terminales de contenedores, forjados metálicos mixtos, forjados para aeropuertos y autovías, carreteras de hormigón y suelos expuestos a elevados cambios térmicos.

Las fibras Wirand® actúan dentro del hormigón en cuanto se inicia la fisuración, redistribuyendo la tensión, reduciendo las grietas y controlando su envergadura. Las fibras se distribuyen en tres dimensiones por todo el hormigón, proporcionando un funcionamiento preciso en el lugar requerido. El hormigón armado con fibra de acero Wirand® de Maccaferri mejora el rendimiento del hormigón; haciéndolo más dúctil, proporcionándole una mayor resistencia a los impactos y aumentando las prestaciones estructurales.

En comparación con la armadura tradicional de acero, el hormigón armado con fibra de acero Wirand® puede:

- Reducir puntos débiles en el forjado
- Aumentar las dimensiones de los paneles al eliminar las juntas horizontales (hasta 2500 m2)
- Reducir el grosor del forjado
- Ser más rápido, seguro y económico en su instalación
- Sustituir la armadura tradicional
- Aumentar el ritmo de construcción

Las fibras de polipropileno FibroMac™ ofrecen beneficios estructurales al reducir la fisuración por retracción.

Además de proporcionar un producto fiable y de calidad, Maccaferri ofrece a los contratistas de pavimentación equipos de dosificación de fibra DOSO y software de última generación para el diseño de pavimentos industriales. Se dispone de asistencia técnica para integrar la maquinaria DOSO en el proceso de producción del hormigón.



Wirand®

Refuerzo del hormigón



FibroMac™

Fibras de polipropileno



MacLine®

Geomembrana



Control de la erosión y drenaje

MACCAFERRI

Desde la fundación de la compañía, la protección del terreno y la estabilización de los suelos han formado siempre parte del compromiso corporativo de Maccaferri.

Al seleccionar entre una gama graduada y coherente de protecciones contra la erosión y técnicas de drenaje entre una amplia gama de geomantas, tejidos y materiales, el nivel de intervención se ha adaptado al riesgo de erosión existente: Biomantas biodegradables Biomac®, geomantas reforzadas y sin reforzar MacMat®, MacTex® EC, geoceldas

MacWeb y productos tradicionales basados en alambre de acero de doble trenzado, gaviones y colchones Reno®.

La gama de geocompuestos de drenaje MacDrain® (con núcleos de geonet o geomanta), constituyen una herramienta fundamental en el diseño del control de la erosión y de los sistemas de estabilización de taludes. El drenaje eficiente de las aguas siempre ha constituido una de las herramientas más poderosas y eficientes para la estabilización de los suelos.



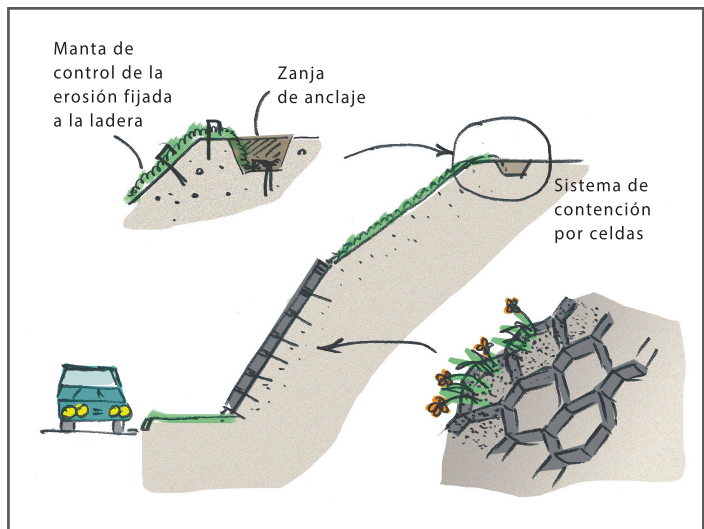
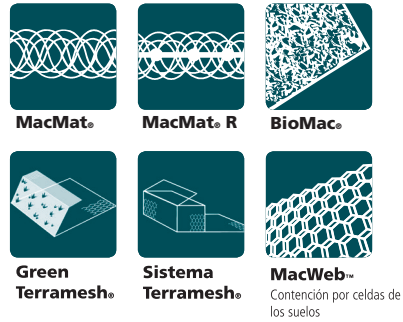


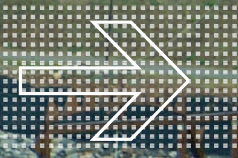
Protección de laderas

Las laderas en suelos están siempre sujetas a fuerzas continuas de erosión, ya sean de origen natural o causadas por el hombre, lo cual puede hacer necesaria alguna forma de protección contra la erosión.

Los sistemas de protección contra la erosión de la superficie pueden ser a corto plazo (con mantas biodegradables Biomac® o geotextiles contra la erosión MacTex®) o a largo plazo (con geomantas MacMat®, geoceldas MacWeb®, colchones Reno® y gaviones). Estos productos se han diseñado también para facilitar el restablecimiento de la vegetación en la ladera.

Si la ladera es estructuralmente inestable, otros sistemas más complejos también pueden suponer un refuerzo para los suelos, (Terramesh®, geogrids Paragrid® / Paradrain®/ MacGrid® WG) o sistemas de soil nailing en combinación con tecnologías más tradicionales.





Drenaje vertical

Es bien conocida la importancia de un drenaje efectivo detrás de las estructuras (muros de contención de hormigón, pantallas de pilotes, muros pantalla y estructuras en contacto con estratos de suelo) y en las laderas, pero se tiende a ignorarla con frecuencia. A menudo se instalan drenajes tradicionales de material granular, que ocupan espacio de manera innecesaria, sin un convencimiento claro de su capacidad drenante a largo plazo.

La gama de geocompuestos de drenaje MacDrain® de Maccaferri proporciona una alternativa rentable y técnicamente mejor que los drenajes granulares tradicionales.

Los geocompuestos MacDrain® proporcionan numerosos geotextiles filtrantes (punzonados, termoligados o para determinadas aplicaciones, geotextiles con tramas especiales) y diferentes tipos de núcleos drenante (geomantas, georredes). Esta gama facilita la optimización técnica y económica de la solución.



Drenaje horizontal

Los geocompuestos MacDrain® se han diseñado para reemplazar los materiales tradicionales de drenaje, como la grava y la arena. El agua estancada dentro de una estructura o situada en el terreno puede debilitarla. Geotextiles unidos al núcleo drenante en una o ambas caras evitan la obturación de dicho núcleo o los tubos-dren con material del suelo drenado.

La selección del apropiado geocompuesto MacDrain® (núcleo drenante y geotextil) para el drenaje «horizontal» o plano depende de una serie de factores:

- La sobrecarga prevista
- El flujo esperado de agua a descargar
- El tipo de material / suelo que debe drenarse (limpio, contaminado, etc.)
- Gradiente hidráulico
- Dimensiones de la zona a drenar

La mejor solución debe ser capaz de superar problemas tanto técnicos como económicos, así como ofrecer una buena velocidad de instalación y eficiencia.





Maccaferri cuenta con más de 100 años de experiencia en obras hidráulicas y en la protección y capacitación de ríos y arroyos. Para caudales exigentes de gran energía, los colchones Reno® y gaviones han sido siempre el componente principal de cualquier obra fluvial como son, azudes, espigones, soleras y balsas de disipación de energía.

Gracias al desarrollo de los geosintéticos (gama de geomantas MacMat®) y las geomantas biodegradables

(gama Biomac® C), la variedad de soluciones se ha ampliado en gran medida para ofrecer un nivel de intervención apropiada contra el riesgo de erosión.

Maccaferri suministra asimismo soluciones para trabajos de recubrimiento y contención destinados a reservas, cuencas disipadoras mineras, canales, estanques de atenuación y almacenamiento, así como a campos de golf y a la agricultura.



Obras longitudinales

Las estructuras longitudinales son estructuras hidráulicas que se extienden en paralelo a la corriente del río. Estas se emplean para una variedad de propósitos, que incluye:

- El control de la erosión de las riberas de los canales
- La restauración de terraplenes fallidos
- El control de meandros
- La contención del flujo normal de canales
- Diques de contención de aguas

Un curso de agua bien formado reduce la pérdida de terrenos por erosión, aunque las fuertes corrientes inherentes también son capaces de erosionar las riberas de los ríos y desestabilizarlas. Para ello, la solución para la protección de la ribera del río debe ir de acuerdo con el nivel de esfuerzo hidráulico previsto.

La inclusión de vegetación es importante para integrar la estructura en su entorno natural. Esto se consigue mediante la aplicación de materiales y técnicas de bioingeniería.

En estos casos, el software MAC.R.A. 1 constituye una gran ayuda en el diseño de estas soluciones.



Gavión



Gavión de saco



Colchón Reno



MacTex® W



BioMac



Sacos de Fibra de Coco



Sistema Terramesh



Green Terramesh



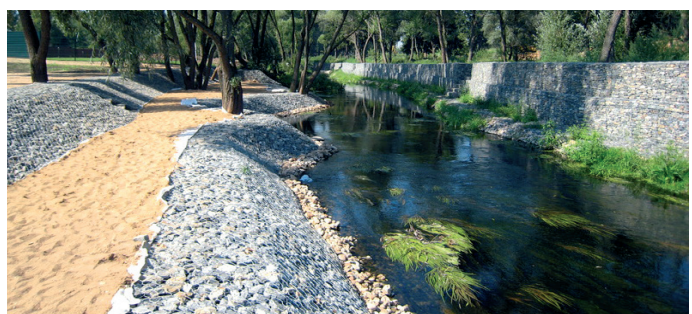
MacTex



MacMat



MacMat® R



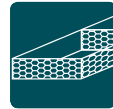
Obras transversales

Las estructuras de azudes y aliviaderos con gaviones se emplean para controlar flujos hidráulicos de elevada energía, que transportan elementos sólidos o sedimentos. Estas estructuras transforman el perfil hidráulico de la corriente, reduciendo su energía y capacidad para erosionar y transportar materiales suspendidos, hasta que se alcanza un estado equilibrado.

El tipo y la configuración del azud depende tanto de condiciones hidráulicas como topográficas. En estos casos, disponemos del software MAC.R.A. 1 y MAC.R.A. 2 para diseñar canales y estructuras longitudinales y transversales. Estos ayudan al proyectista a desarrollar con rapidez estudios hidráulicos preliminares para evaluar la protección necesaria de las riberas o de la presa transversal.



Gavión



Colchón Reno



MacTex



Impermeabilización de embalses, lagos y canales

Los trabajos de recubrimiento desempeñan muchas funciones, ya sea para proporcionar estanques de disipación de aguas de tormenta, recubrimientos de vertederos, o para prevenir que aguas contaminadas penetren en los suelos.

En diferentes países de todo el mundo, Maccaferri no solo se limita a ser un mero proveedor de estos productos impermeabilizantes, sino que también suministra todo un servicio integral, que incluye: asistencia durante el proyecto, suministro de materiales, asistencia en la instalación o incluso las propias obras de instalación.

Además de todo lo expuesto, Maccaferri puede proteger estos recubrimientos y asegurar que se inserten con pericia en el entorno colindante y de acuerdo con sus requisitos operacionales.



Colchón Reno



MacLine GCL



MacMat



MacTex



MacLine



MacMat R



BioMac



Protección de riberas

La canalización de un curso de agua implica la construcción de un canal con una sección transversal regular. Esta puede servir para controlar los meandros de un río en medio de una zona construida o en el entorno próximo a una infraestructura. Cuando los canales sirven para transportar un flujo de agua limpia a través de terrenos contaminados, o viceversa, se puede revestir el canal para hacerlo impermeable.

Los colchones Reno®, junto con gaviones y mantas de protección contra la erosión hechas por el hombre o biodegradables, se aplican a menudo en las riberas y, en caso necesario, en el lecho del canal para mantener la función del mismo.

El recubrimiento del canal sirve para varios objetivos:

- Reducir la pérdida de agua por infiltración, si se emplea con una geomembrana de geocompuesto bentonítico
- Mayor estabilización del lecho
- Protección de la erosión de riberas y lechos de canales
- Provisión de un valor predeterminado de rigidez en el lecho para proporcionarle una determinada capacidad de flujo al canal.

En estos casos, el software MAC.R.A. 1 constituye una gran ayuda en el diseño de estas soluciones.



Colchón Reno®



MacTex®



MacTex® W



Sacos de Fibra de Coco



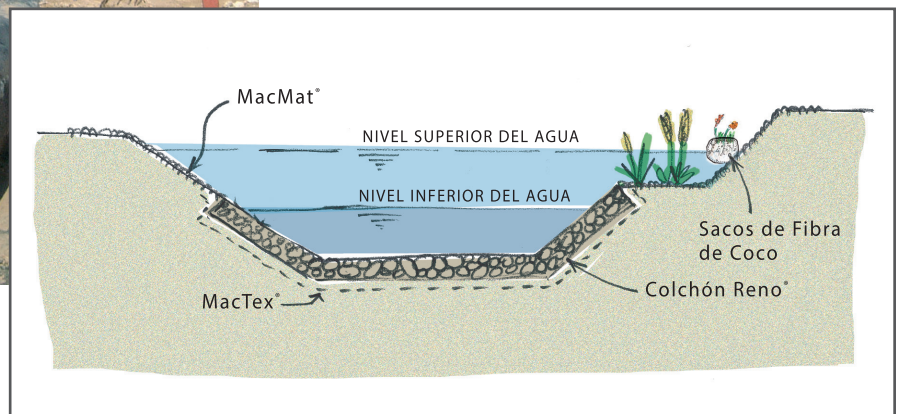
MacMat®



MacMat® R



BioMac®





Protección de tuberías y cables submarinos

Tanto las tuberías como los cables submarinos se desplazan de manera sorprendente a causa de las elevadas fuerzas de las corrientes que se ejercen sobre ellos; su peso bajo el agua resulta insuficiente para contrarrestar estas fuerzas. Asimismo, las anclas de las embarcaciones los pueden dañar.

Desde hace más de 30 años, los colchones bituminosos marinos Sarmac®, colocados sobre las tuberías para añadir lastre, han aumentado la masa del sistema de tuberías limitando su movimiento. En función de las fuerzas previstas de las corrientes, el lastre puede ser continuo o intermitente a lo largo de la tubería. Los colchones Sarmac® son flexibles, incluso en aguas frías y son ideales como separación entre tuberías en «cruces» o intersecciones.

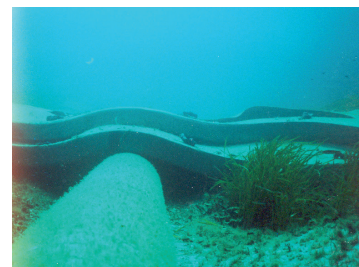
Una solución alternativa son los colchones de bloques de hormigón articulados Maccaferri (ACBM por sus siglas en inglés), que consiste en un colchón de bloques individuales de hormigón, con una forma especial, asegurados entre sí con cables. Este colchón flexible se ajusta a la forma de la tubería o al lecho marino. La mayor innovación que se ha introducido en este campo consiste en la habilidad de producir los ACBM directamente en el lugar de suministro final gracias al encofrado móvil patentado. Esto redundará en un descenso significativo en el tiempo y los costes de transporte, minimizando de esta manera el impacto medioambiental.



Sarmac®



ACBM



Protección costera y estabilización del lecho marino

La experiencia y preparación multidisciplinar del Grupo Maccaferri le permite proponer y desarrollar soluciones de escaso impacto ambiental para la protección y rehabilitación de las costas.

MacTube® es un contenedor cilíndrico, construido con geotextiles y/o geocompuestos de elevada resistencia y durabilidad, relleno in situ con lodo de arena/agua. Estos se emplean en obras de protección de costas, obras temporales para la alineación de playas durante obras de regeneración, reconstrucción de dunas y para la formación del núcleo de rompeolas.

MacBag® se ha desarrollado para trabajos de emergencia y como cimentación para obras y terraplenes subacuáticos. Producidos en diferentes tamaños, con geotextiles de polipropileno o poliéster, los MacBag® se pueden rellenar con la misma arena del lugar o con una mezcla de arena y agua o lechada.

Los geotextiles tejidos y no tejidos Maccaferri (MacTex®) actúan como capas filtrantes y separadoras para prevenir socavones en la base de las estructuras. Esto garantiza una mayor estabilidad de las obras y reduce la necesidad de una sustitución regular de los materiales. El colchón con lastre filtrante de Maccaferri (BFM por sus siglas en inglés) es un singular geocompuesto, que se aplica a modo de cimentación debajo de una escollera, rompeolas y otras obras marinas. Empleado por primera vez en el mundialmente conocido proyecto MOSE de Venecia, combina una función de filtración y separación en un mismo producto, ¡y gracias a que es más denso que el agua puede instalarse incluso debajo del agua!



MacTube®
MacBag®



BFM
Colchón con lastre filtrante



MacTex®



Gavión



Colchón Reno®





Maccaferri cuenta con una gran experiencia en el desarrollo de diseños integrados para vertederos y la protección de zonas contaminadas. Esta capacidad viene avalada por el profundo conocimiento que atesora Maccaferri sobre aplicaciones de estabilidad geotécnica y de la experiencia acumulada en sistemas de impermeabilización y de recubrimiento. La conexión con ingenieros especializados y empresas operadoras, ha contribuido al desarrollo de una amplia gama de materiales y tecnologías que responden a los requisitos técnicos y legislativos del mercado. En algunas regiones del mundo, Maccaferri ofrece la supervisión del emplazamiento y soluciones integrales de llave en mano,

además de su experiencia, en este importante sector. La combinación entre conocimientos de ingeniería, la amplia gama de soluciones y productos tecnológicos que se ofrecen, una logística eficiente y la vasta presencia de personal cualificado para atender y asistir durante la instalación de los materiales han convertido a Maccaferri en un líder de este mercado. Estas soluciones no solo se emplean en vertederos, sino también en aplicaciones mineras como son, p, ej., las plataformas de lixiviación o las balsas de lixiviados.



Sistemas de barrera - Base

El sistema de barrera de la base constituye el componente más delicado en un vertedero, no en vano debe proteger el terreno subyacente y las aguas subterráneas de ser contaminadas. Este sistema de barrera constituye asimismo un componente vital en balsas de lixiviados en minas, plataformas de lixiviación y zonas de almacenamiento de residuos agrícolas.

Maccaferri ha diseñado diferentes sistemas de barrera en función de la peligrosidad del material almacenado y la sensibilidad del entorno adyacente. Estas soluciones combinan materiales naturales y sintéticos tanto para cumplir los niveles requeridos de seguridad como para optimizar la eficiencia de la construcción.



MacTex®



MacTex® W



MacLine®



Paraproducto



MacGrid.WG



MacDrain®



MacLine.GCL





MACCAFERRI

Sistemas de Barrera - Cobertura

El sistema de barrera de superficie es una parte importante del proceso cuando se sella y cubre un vertedero, una mina contaminada o una zona agrícola. Normalmente, este se encuentra integrado dentro de un proyecto más general de rehabilitación del paisaje existente. El objetivo de la cobertura es: drenar el gas metano que se forma durante la degradación de los desechos, prevenir la filtración de agua de lluvia (y la generación subsiguiente de un exceso de lixiviados contaminantes dentro de la celda) y formar un sustrato válido para el crecimiento de vegetación natural.



Refuerzo de rellenos marginales y de desechos

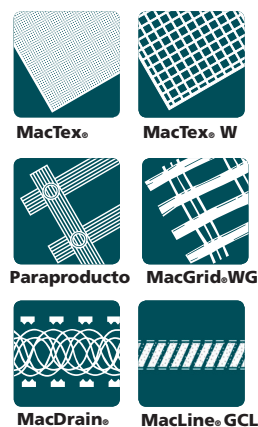
El aumento de la cantidad de desechos producidos per cápita y la dificultad de encontrar zonas válidas para los vertederos exige que las empresas operadoras maximicen los volúmenes de almacenamiento en sus instalaciones existentes.

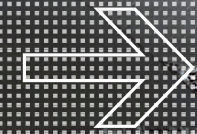
Las estructuras de suelo reforzado mediante geomallas Maccaferri se han empleado de manera extensiva dentro de las celdas de los vertederos para aumentar la capacidad hasta tres veces de una misma huella de vertedero, con beneficios medioambientales y de coste.



Reapertura Vertederos

A menudo se considera la idea de reabrir zonas de almacenamiento abandonadas con el objetivo de reducir el impacto medioambiental que conlleva la construcción de nuevas instalaciones. Esta técnica facilita la rehabilitación del lugar hasta convertirlo en una instalación segura y fiable para el almacenamiento de nuevos materiales de desecho. Los requisitos previos que se deben dar son la existencia de soluciones específicas y de conocimientos técnicos, puesto que el sistema existente de cubrición/ barrera se ha construido sobre zonas con características geotécnicas heterogéneas (desechos). Estas se encuentran expuestas a considerables asentamientos diferenciales y se caracterizan por importantes peligros medioambientales (potenciales, contaminantes químicos y orgánicos), consideraciones importantes para el diseño de soluciones adecuadas.





Dewatering (Deshidratación)

La deshidratación y secado de desechos líquidos es una tecnología de bajo impacto y coste medioambiental que permite el tratamiento in situ de una amplia variedad de residuos líquidos tanto naturales como contaminados. Los tubos geosintéticos MacTube®, que se llenan in situ con una bomba de lodos, deshidratan los fluidos a través de las paredes de tela, dejando los residuos sólidos dentro del tubo. Una vez se haya secado el residuo, puede eliminarse de un modo mucho más seguro y económico que cuando se trata de material mojado o lleno de lodo. El uso de flocculantes especiales para cada caso es bastante común para acelerar el proceso de filtración.

El sistema es simple y versátil, tan solo requiere pequeñas adaptaciones para adecuar la solución al lugar del proyecto, haciendo posible el tratamiento de volúmenes tanto pequeños como grandes de material dentro de una zona reducida de trabajo.

Campos de aplicación

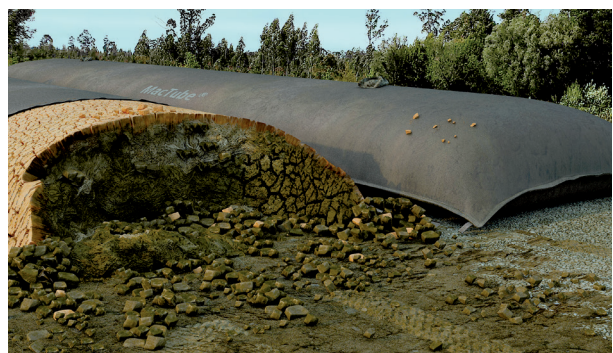
- Suelos o sedimentos contaminados (puertos, ríos, lagunas)
- Derivados de procesos mineros
- Residuos procedentes de la producción de electricidad
- Desechos y productos secundarios de la producción de celulosa
- Plantas de tratamiento de aguas residuales
- Derivados de procesos industriales
- Desechos agrícolas y de granjas
- Productos secundarios de la acuicultura
- Residuos de obras de perforación

Bajo impacto medioambiental

- Riesgo mínimo de vertido
- Ausencia de olores
- Actividad móvil (temporal)
- Obras civiles reversibles
- Fácil restauración medioambiental
- Posibilidad de incorporar los tubos rellenos en obras permanentes para la remodelación topográfica del lugar (en el supuesto de que el residuo no está contaminado)

Rentable

- Fácil transporte del equipo
- Preparación y restauración sencillas de la zona de trabajo
- Posibilidad de tratar grandes volúmenes de lodazales dentro de una zona pequeña
- Corta duración de los trabajos
- Concentración y consolidación eficientes de los elementos sólidos
- Reduce el volumen final para la eliminación



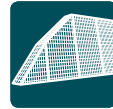


Barreras acústicas

Las barreras acústicas se emplean para reducir la contaminación acústica. Además, la barrera debe causar un impacto medioambiental mínimo. Las barreras acústicas de vegetación cumplen este doble requisito y mitigan el ruido a la vez que insertan un elemento decorativo en el paisaje urbano. Green Reef® y Greensonic® representan un concepto nuevo de barrera acústica, que no solo ocupa una huella mínima, sino que, gracias a las características del suelo artificial desarrollado especialmente, facilita el crecimiento de plantas y arbustos sobre la superficie de la barrera. Construido con elementos modulares, Green Reef® posee una prolongada vida útil, se construye con rapidez y, en comparación con soluciones similares, requiere poco mantenimiento y ninguna cimentación formal.

Greensonic® se emplea para formar barreras de paramento vertical tanto individual como doble.

Ambos sistemas albergan numerosas especies de plantas, las cuales se pueden seleccionar en función del entorno particular en el que se debe colocar la barrera.



Green Reef®
Barreras acústicas



Barreras de seguridad

Las nuevas líneas ferroviarias de alta velocidad entre Milán y Bolonia y entre Milán y Turín, respectivamente, discurren en parte de forma paralela a las autopistas correspondientes a estos dos trayectos. Para prevenir la posible salida de vehículos (incluso tráfico pesado de camiones) de la autopista hacia las vías del ff.cc., Maccaferri diseñó una estructura específica de suelo reforzado para actuar como barrera de seguridad. El sistema Dune de Maccaferri, empleado también como mota de protección contra el desprendimiento de rocas para absorber impactos extremos, se instaló a lo largo de más de 100 km solo en este proyecto.

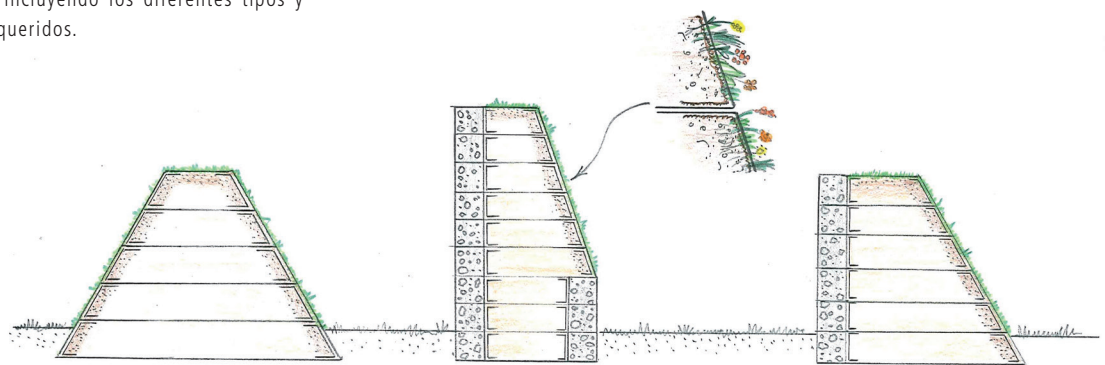
La solución de Maccaferri combinó los requisitos de seguridad con la necesidad de minimizar el tiempo de construcción. Dune se instala con rapidez puesto que está fabricado con elementos que vienen completamente premontados en fábrica, incluyendo los diferentes tipos y ángulos de paramento requeridos.



Dune
Barreras de seguridad



Motas de protección contra el desprendimiento de rocas



Dune 60/60

Dune 90/70

Dune 90/60



La experiencia de Maccaferri en el vallado comenzó en Italia hace 500 años con vallas y verjas de hierro forjado. En la actualidad, la compañía ofrece soluciones de vallado de vanguardia, que incluyen seguridad, protección y prolongada vida útil mediante la combinación de modernos materiales y componentes. Maccaferri optimiza soluciones para los clientes no solo en términos de vida útil y mantenimiento, sino también de rentabilidad y fácil construcción. La construcción modular y la estandarización del diseño son también elementos clave en las vallas.

Las vallas de Maccaferri cumplen los requerimientos de protección y seguridad de muchas aplicaciones:

- Carreteras y autopistas
- Puertos y otras infraestructuras de servicios
- Ferrocarriles y estaciones
- Edificios residenciales e industriales



Vallado



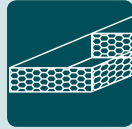
Malla de
doble
trenzado



Iconos de los productos



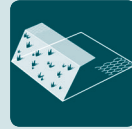
Gavión



Colchón Reno



Sistema Terramesh



Green Terramesh



MacWall™



MacRes®



Road Mesh®



MacGrid® AR

Refuerzo de pavimento



Paraproducto

Geomalla de Refuerzo

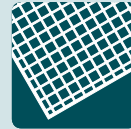


MacGrid® WG

Geomalla de fibra de vidrio



MacGrid® EG



MacTex® W

Geotextil tejido



MacTex®

Geotextil no tejido



MacLine® GCL

Recubrimientos de bentonita



MacLine®

Geomembrana



MacDrain®

Geocompuestos de drenaje



MacMat®

Geomantas



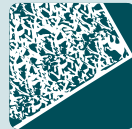
MacMat® R

Geomantas reforzadas



MacWeb™

Contención de los suelos por celdas



BioMac®

Biomantas



Gavión de saco



Sacos de Fibra de Coco



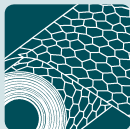
Greenreef®

Barreras acústicas

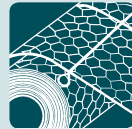


Dune

Barreras de seguridad



Mallas de protección contra el desprendimiento de rocas



Steelgrid® Steelgrid®HR



Paneles de red de anillos



Panel HEA™



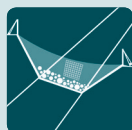
Barreras antidesprendimiento de rocas



Barreras híbridas



Barreras antialudes



Barreras de flujo de detritos



Motas de protección contra el desprendimiento de rocas



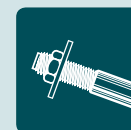
Wirand®

Refuerzo del hormigón



FibroMac™

Fibras de polipropileno



Anclajes

Acero y fibra de vidrio



Tunelización Drenaje

Acero y fibra de vidrio



Refuerzo de fibra de vidrio



B Zero Tondo™

Arcos de acero



Aditivos para hormigón proyectado



Productos químicos y accesorios



Malla de doble trenzado



MacTube® MacBag®



Sarmac®



ACBM

Colchones de bloques de hormigón



BFM

Colchón con lastre filtrante



Vallado



OS DERECHOS EN TODO EL MUNDO.

QUEDA PROHIBIDO CUALQUIER TIPO DE REPRODUCCIÓN, INCLUIDOS FOTOCOPIADO, FILMACIÓN Y MICROFILMACIÓN. RESERVADOS TODOS

Empresa de sistema de gestión de la calidad certificada Bureau Veritas con el reconocimiento oficial de ACCREDIA y UKAS



MACCAFERRI



Officine Maccaferri S.p.A.
 Via J.F. Kennedy, 10
 40069 Zola Predosa (Bologna) - Italia
 Tel. ++39 051 6436000
 Fax ++39 051 6436201
 Correo electrónico: comes@maccaferri.com
www.maccaferri.com
 © 2012 Officine Maccaferri S.p.A. - Bologna - Italia - Impresión: Litografía Zucchini - Proyecto: graficamonti.com - Fotografía: Archivo Officine Maccaferri

B
BIANCHINI
INGENIERO

Oficinas y fábrica.
 Gran Vial, 8 - Pol. Ind. C.I.V
 08170 Montornès del Vallès.
 Tel. +34 93 568 65 10
 Fax. +34 93 568 65 11
bianchini@bianchini.es
www.abianchini.es