

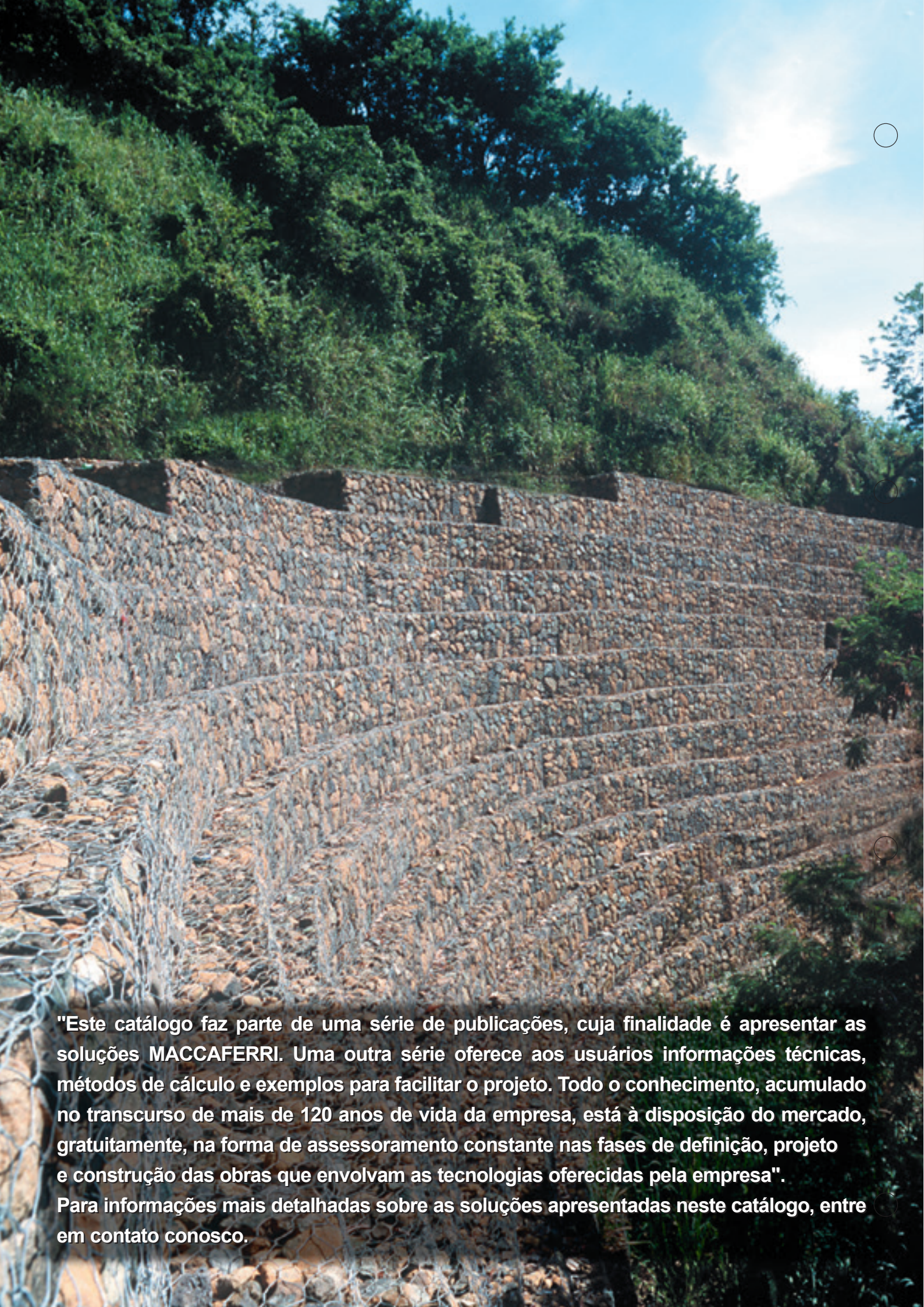


# Obras de Contenção

Necessidades e Soluções

**MACCAFERRI**





"Este catálogo faz parte de uma série de publicações, cuja finalidade é apresentar as soluções MACCAFERRI. Uma outra série oferece aos usuários informações técnicas, métodos de cálculo e exemplos para facilitar o projeto. Todo o conhecimento, acumulado no transcurso de mais de 120 anos de vida da empresa, está à disposição do mercado, gratuitamente, na forma de assessoramento constante nas fases de definição, projeto e construção das obras que envolvam as tecnologias oferecidas pela empresa". Para informações mais detalhadas sobre as soluções apresentadas neste catálogo, entre em contato conosco.

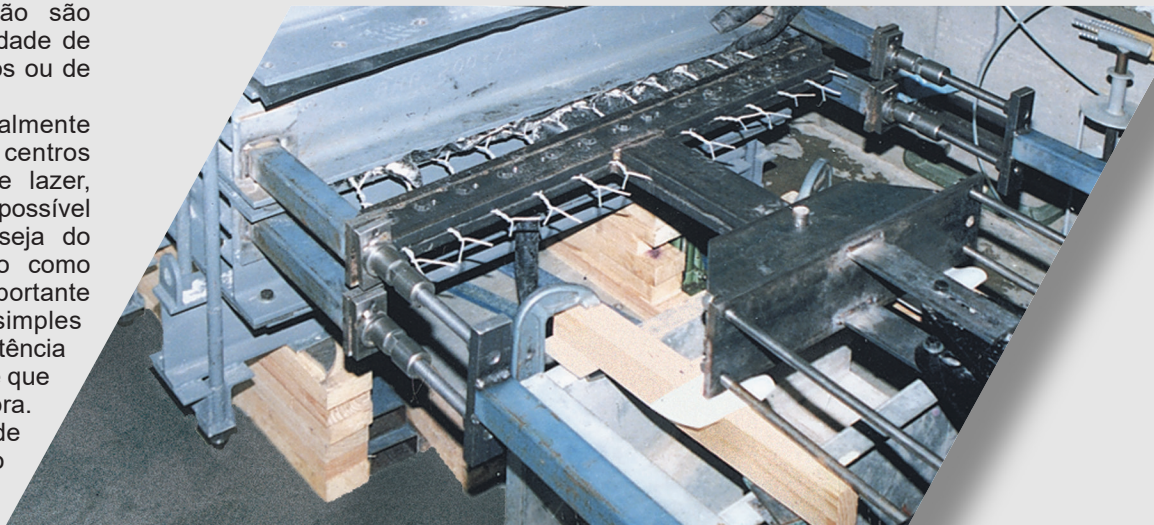


# Obras de Contenção

**E** estruturas de contenção são obras que têm a finalidade de conter maciços de solos ou de rejeitos.

Essas estruturas, especialmente quando localizadas em centros habitados ou em áreas de lazer, devem se integrar o máximo possível com o meio circundante, seja do ponto de vista paisagístico como ambiental. É também importante escolher soluções, de simples dimensionamento, de resistência adequada às necessidades e que garantam longa vida útil à obra.

Com mais de 120 anos de experiência mundial no controle da erosão, obras de contenção e proteção ambiental, a Maccaferri propõe uma série de soluções ambientalmente corretas e estruturalmente eficientes. Essas soluções são constantemente verificadas e atualizadas tecnologicamente



University of New South Wales - Austrália

através de pesquisas e provas realizadas em Laboratórios de renome internacional como: Delft Hydraulics Laboratory, Sogreah Ingénieurs Conseils, Università di Bologna, Colorado State University, University of New South Wales, INCYTH (Instituto Nacional de Ciência e Técnica Hídrica)

atual INA, INTI (Instituto Nacional de Tecnologia Industrial) e IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), entre outros.

Estes procedimentos permitem também desenvolver novas teorias e programas de cálculo para facilitar e otimizar a utilização destas soluções.



Università di Bologna - Itália



Università di Bologna - Itália

“ Mais de 120 anos de experiência em soluções técnicas para o Controle da Erosão e Proteção Ambiental ”





# Soluções Maccaferri

As soluções disponibilizadas pela Maccaferri, no campo da contenção e reforço do solo são:

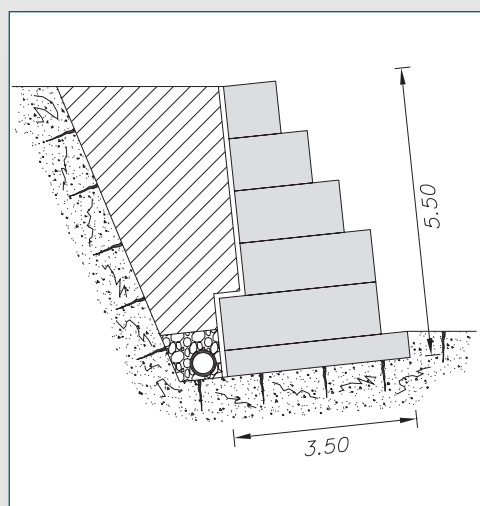
- estruturas de gravidade em gabiões;
- estruturas de solo reforçado (Terramesh® System e Terramesh® Verde);
- estruturas de blocos (MacWall®).

• As estruturas de gravidade em gabiões são geralmente usadas para contenções de média altura. Podem ser construídas sobre qualquer tipo de solo e ter paramento externo escalonado (foto 04B) ou plano, vertical ou inclinado (fotos 04A e 04C).



Venezuela

Foto 04A



Brasil

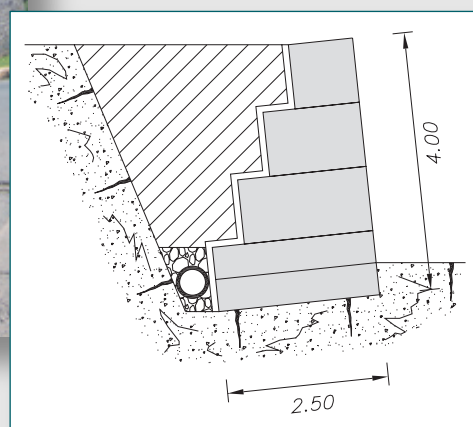
Foto 04B



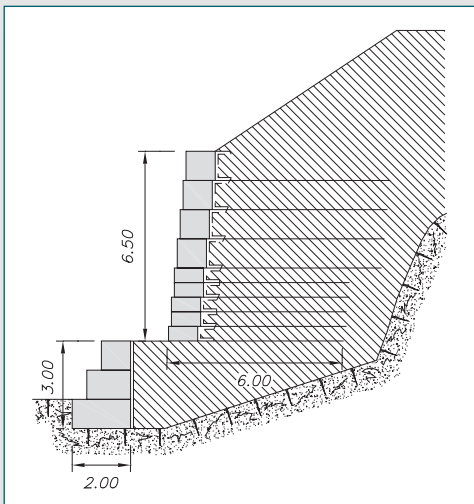
Costa Rica

Foto 04C

“ Para  
contenções  
de qualquer  
altura ”







Brasil

Foto 05A

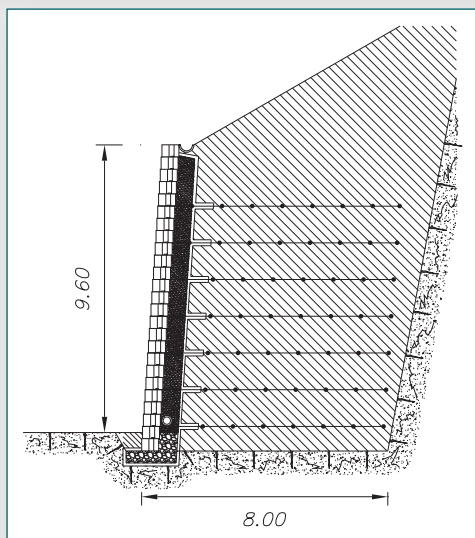
• As estruturas de solo reforçado com redes metálicas em malha hexagonal de dupla torção, são geralmente utilizadas para contenções de grandes alturas e principalmente quando é necessária a formação ou recomposição do maciço ao tardo da estrutura. Seu paramento externo é constituído por pedras confinadas - Terramesh® System (foto 05A) ou geomanta biodegradável - Terramesh® Verde (foto 05B) e pode ser plano ou escalonado.

Nos casos de estruturas muito altas ou de grandes sobrecargas, pode-se adicionar aos elementos metálicos de reforço, geogrelhas de alta resistência.

• As estruturas com paramento frontal em blocos de concreto - MacWall®, têm excelente aspecto arquitetônico e são, quase sempre, utilizadas nos centros urbanos (foto 05C) ou em encontros de obras de arte.



Foto 05B



Brasil

Foto 05C



# Características e Vantagens

Os motivos pelos quais a Maccaferri recomenda estas soluções são:

## Flexibilidade:

- As contenções requerem o máximo nível de segurança estrutural, pois muitas vezes suportam solos ou materiais de características heterogêneas, cuja avaliação equivocada pode afetar a integridade da estrutura e, conseqüentemente, de bens e pessoas.

É, portanto, aconselhável usar estruturas flexíveis que possam acompanhar eventuais assentamentos diferenciais ou suportar concentrações de esforços, sem perder sua eficácia estrutural (foto 06A), mesmo em condições mais severas que as de projeto.



Brasil

Foto 06A



Panamá

## Permeabilidade:

- Para eliminar sobrecargas decorrentes do empuxo hidrostático é necessário utilizar estruturas drenantes e permeáveis, que além de tornarem a obra mais segura, permitem redução de custos em consequência da otimização da estrutura.

## Durabilidade:

- As contenções, devido a sua importância, necessitam ter uma longa vida útil. Devem, portanto, ser constituídas de materiais resistentes capazes de suportar os empuxos gerados pelo terreno e eventuais sobrecargas e que requeiram pouca manutenção.

Entre as soluções que melhor cumprem com estes requisitos estão aquelas em malha hexagonal de dupla torção, que são resistentes devido à geometria da malha, à presença do aço e de materiais pétreos e duráveis, em consequência do revestimento dos arames com Galfan® (liga Zinco/Alumínio), e onde necessário, com revestimento plástico adicional.



África do Sul

## Baixo impacto ambiental:

- As obras de contenção modificam a configuração do ambiente. É, portanto, fundamental sua máxima integração com o meio circundante. São então, ideais, as soluções que se adaptam a qualquer situação e constituídas por materiais inertes que não interajam com o ecossistema existente, criando um habitat que favoreça a recuperação rápida da fauna e da flora local (foto 06B).



Costa Rica

Foto 06B



**Versatilidade:**

- As obras de contenção estão sujeitas a problemas operativos, tais como: escassez de mão-de-obra local, construção em época de chuvas, dificuldade de acesso, curto tempo para execução etc. São portanto, vantajosas, soluções de aplicação simples e rápida, que entrem em funcionamento imediatamente após a construção (foto 07A) e que não requeiram mão-de-obra qualificada ou equipamentos especiais.
- Muitas vezes o aproveitamento da mão-de-obra da região é fator determinante para a realização da contenção. Em alguns casos, a construção por regime de mutirão faz com que a comunidade local participe da construção através de programas sociais (foto 07B).
- Em muitas situações deve-se considerar a possibilidade de modificações na geometria original da estrutura frente a novas necessidades. Em outras, o fluxo dos recursos para a construção não é constante e não garante a construção da obra em uma só temporada. Nestes casos são ideais as soluções que permitam a fácil união entre as partes, sem a necessidade de demolições.



Foto 07A

“ Obras com  
excelente relação  
custo/benefício  
e socialmente  
corretas ”



Brasil

Foto 07B

**Arquitetônico:**

- O aspecto arquitetônico e paisagístico, especialmente em jardins, parques e bairros residenciais, é fundamental. Soluções que sejam versáteis e permitam estruturas esteticamente agradáveis e integradas ao meio circundante (foto 07C), são perfeitas nestes casos.



Brasil

Foto 07C



# Estruturas de Gravidade

Os gabiões caixa Maccaferri, em malha hexagonal de dupla torção, devido às suas características técnicas e funcionais, possibilitam a construção de estruturas de contenção de gravidade que se adaptam a quaisquer geometrias e tipos de solos de apoio.

Este tipo de solução é geralmente utilizada em estruturas de média altura, onde atingem sua performance econômica ideal. Mesmo assim, existem situações onde foram construídas estruturas com mais de 20 m de altura.

Os gabiões caixa são fabricados com arame de aço com baixo teor de carbono e revestidos com Galfan® (liga de Zinco/Alumínio e terras raras), que proporciona uma proteção contra a corrosão até 5 vezes

maior do que a tradicional galvanização pesada. Para a utilização em ambientes agressivos (ex: litoral, águas urbanas etc.), os arames recebem um revestimento plástico adicional.

Brasil



Bolívia



Brasil



Brasil

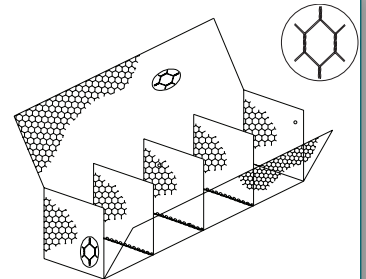
“ Se adaptam a quaisquer geometrias e tipos de solo de apoio ”





Foto 09A

Gabião caixa

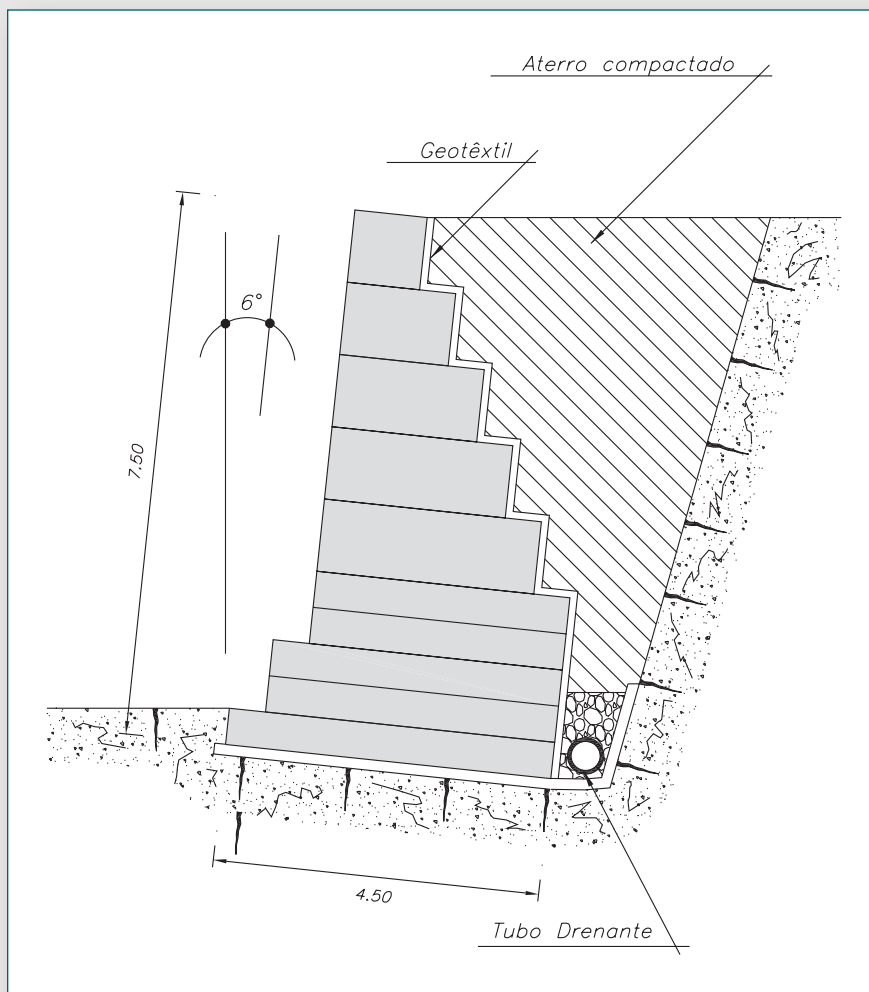


As obras em gabiões são facilmente construídas, requerendo somente pedras de tamanho adequado e ferramentas simples como alicates, além de não exigir especialização da mão-de-obra (foto 09A).

Também têm a vantagem de entrar imediatamente em funcionamento, já permitindo a execução do aterro ao tardo da estrutura, que deve ser feito com a usual e criteriosa compactação (foto 09B).



Foto 09B





# Estruturas de Gravidade

Quando a contenção está apoiada sobre solos com baixa capacidade de suporte ou a construção é realizada com presença de água na base da estrutura, são usados os gabiões saco Maccaferri, em malha hexagonal de dupla torção (foto 10C).

Esses elementos são extremamente versáteis devido ao seu formato cilíndrico e método de construção (foto 10A), e são fundamentais para evitar dispendiosas fundações profundas.

Nas estruturas construídas às margens de um curso de água, é necessária a proteção da sua base contra o solapamento. Isto é conseguido com a utilização de plataformas de deformação, constituídas de colchões Reno®, em malha hexagonal de dupla torção (foto 10B). A plataforma, devido a sua flexibilidade, evita a adoção de fundações profundas, pois impede que eventuais erosões de fundo alcancem a estrutura e a desestabilize.

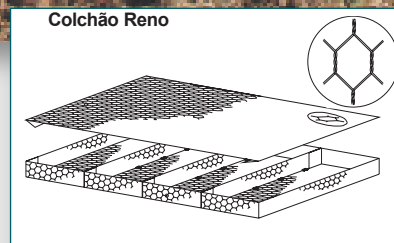
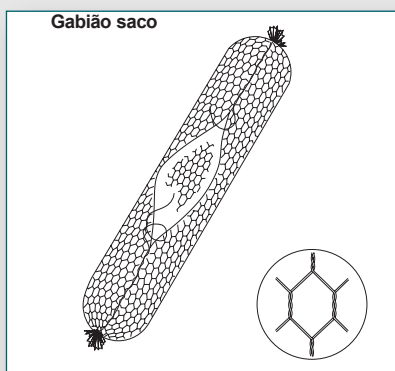
Os gabiões saco e os colchões Reno, são fabricados com arames revestidos com Galfan® e proteção adicional em plástico, por estarem em constante contato com água.



Foto 10A



Foto 10B



Brasil

Foto 10C

“ Dispensam fundações profundas e se integram com o meio circundante ”



A integração com o meio circundante é alcançada de forma natural. Para acelerar este processo, pode-se recorrer à inserção de mudas de plantas, durante a construção. O aspecto agradável e natural das estruturas em gabiões faz com que esta solução seja ideal nas contenções em áreas verdes ou recreativas.



Brasil



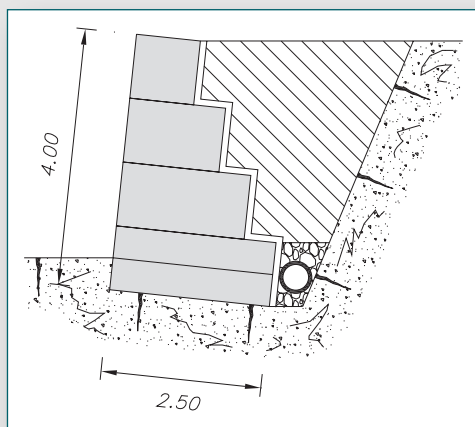
Brasil



Brasil



Brasil



Brasil





# Estruturas de Gravidade

Devido à facilidade construtiva, as estruturas de contenção em gabiões são a solução preferida em diversas situações, tais como: obras populares (fotos 12A e 12B), áreas comerciais e industriais (fotos 12C e 12D), minas (foto 12E) e estradas de ferro (foto 13B).



Brasil

Foto 12A



Brasil

Foto 12B



Brasil

Foto 12C



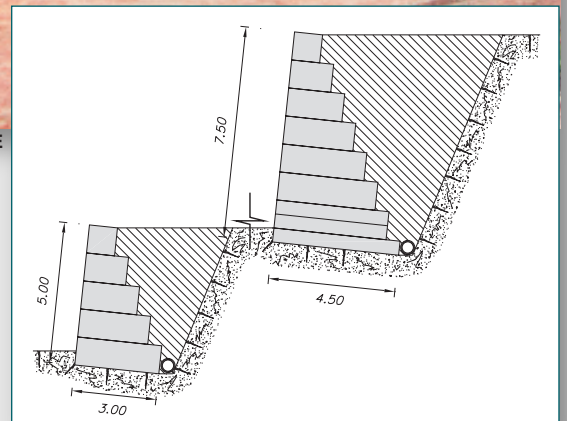
Estados Unidos

Foto 12D



Brasil

Foto 12E







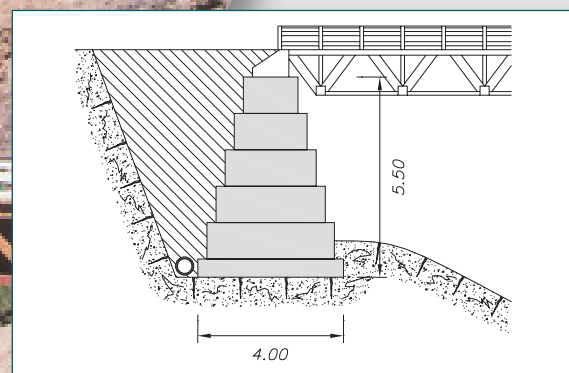
Brasil



Bolívia



Foto 13A



São frequentemente utilizadas como apoio de pontes e nas proteções de seus aterros de encontro (foto 13A).

“ Versatilidade  
de empregos  
e facilidade  
construtiva ”



Itália

Foto 13B



Brasil



Brasil



# Solo Reforçado (Terramesh® System)



Peru



Brasil



Brasil

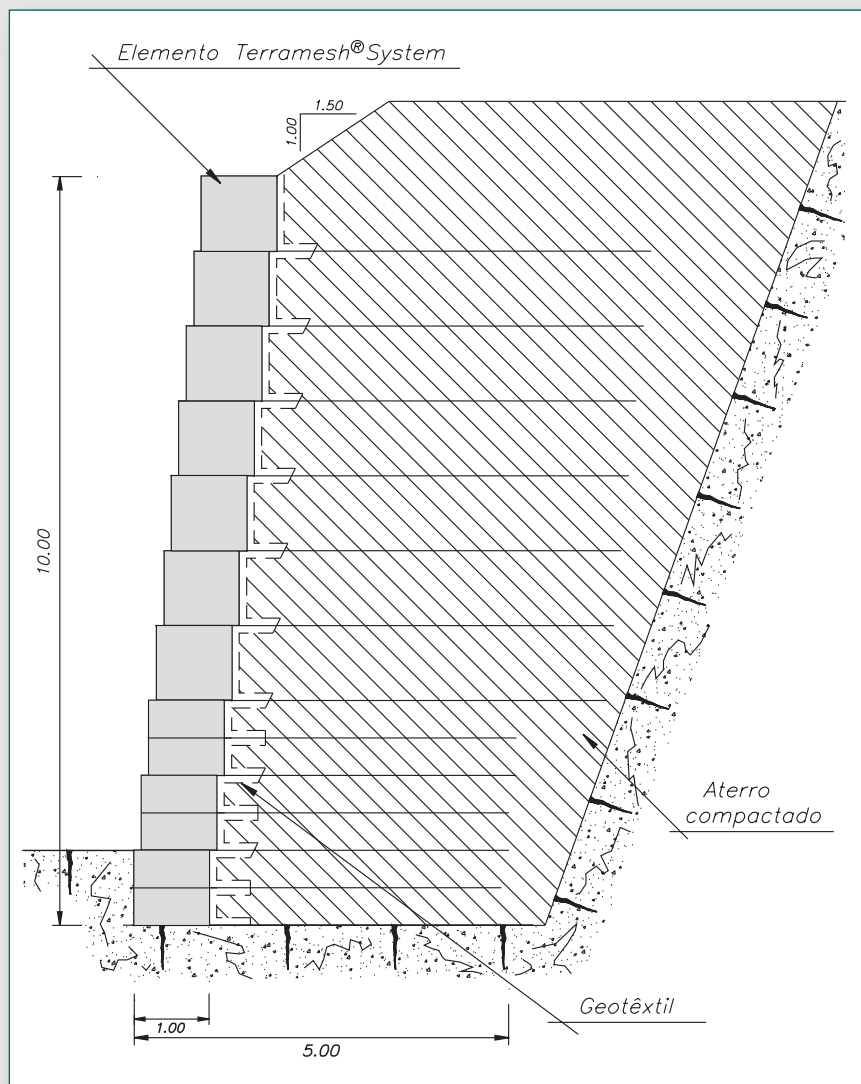


Brasil

Para contenções de maior altura, principalmente quando é necessária a formação ou a recomposição do maciço a conter, é preferível, em geral, a solução Terramesh® System. Esta solução é formada por uma estrutura em solo reforçado, constituída por elementos metálicos em malha hexagonal de dupla torção, que ao mesmo tempo formam o paramento externo, com aparência similar ao de um gabião caixa, e o painel de reforço que interage mecanicamente com o solo.

O Terramesh® System mantém as características técnicas e funcionais das estruturas de gravidade em gabiões, sendo ainda mais vantajosas nas regiões onde a pedra é escassa.

Outra grande vantagem desta solução é que permite a formação do maciço estrutural com a utilização do próprio solo local, requerendo-se somente, na pior das situações, mesclá-lo com solos de melhor qualidade.







Bolívia



Foto 15A

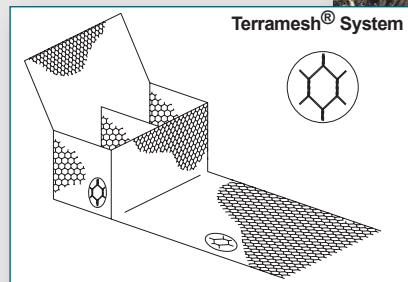


Peru



Brasil

Para os casos de estruturas muito altas (foto 15A), ou da presença de grandes sobrecargas (foto 15B), pode-se agregar aos elementos metálicos de reforço, geogrelhas de alta resistência. Os elementos Terramesh®, por serem estruturais, são necessariamente fabricados com arames revestidos com Galfan® e proteção plástica adicional.



Austrália

Foto 15B



Brasil

“ Simplicidade e eficiência nas contenções de grande altura ”



# Solo Reforçado (Terramesh® Verde)

A solução Terramesh® Verde é similar ao Terramesh® System quanto ao dimensionamento e construção do maciço estrutural, sendo especialmente recomendada quando o paramento frontal deve apresentar aspecto natural.

Os elementos do sistema Terramesh® Verde são produzidos com painéis metálicos em malha hexagonal de dupla torção e revestidos na parte interna do paramento frontal por uma geomanta e uma tela eletrossoldada. O posicionamento, a rigidez e a inclinação do painel frontal são garantidos por elementos triangulares de ferro, inseridos no processo de fabricação. Por isso, o Terramesh® Verde é o único sistema de solo reforçado que dispensa fôrmas na construção (foto 16A).

A inclinação do painel frontal é necessária para permitir o desenvolvimento da vegetação, que pode ser favorecido por uma prévia semeadura de espécies de plantas locais. Desta maneira, o talude é rapidamente recoberto com vegetação e a estrutura se integra totalmente ao meio circundante (foto 16B).

Os elementos Terramesh® Verde, por serem estruturais, são necessariamente fabricados com arames revestidos com Galfan® e proteção plástica adicional.

“ Dispensa  
fôrmas na  
construção ”



Foto 16A



Taiwan



Itália



Depois

Foto 16B





Itália

Foto 17A



Itália

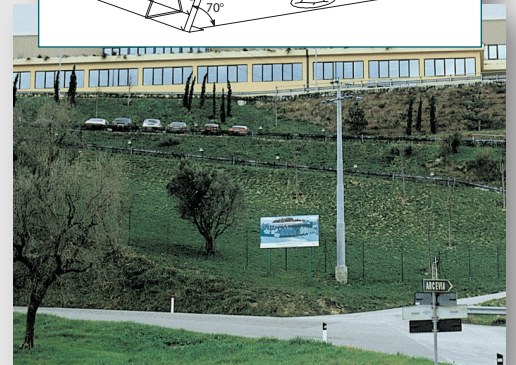
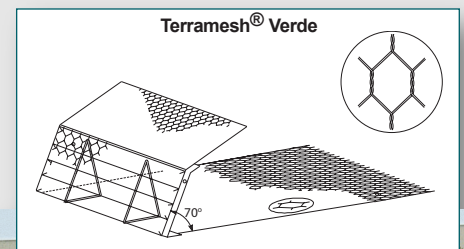
Foto 17B



Itália

Foto 17C

“ Total recobrimento vegetal do paramento frontal ”



Itália

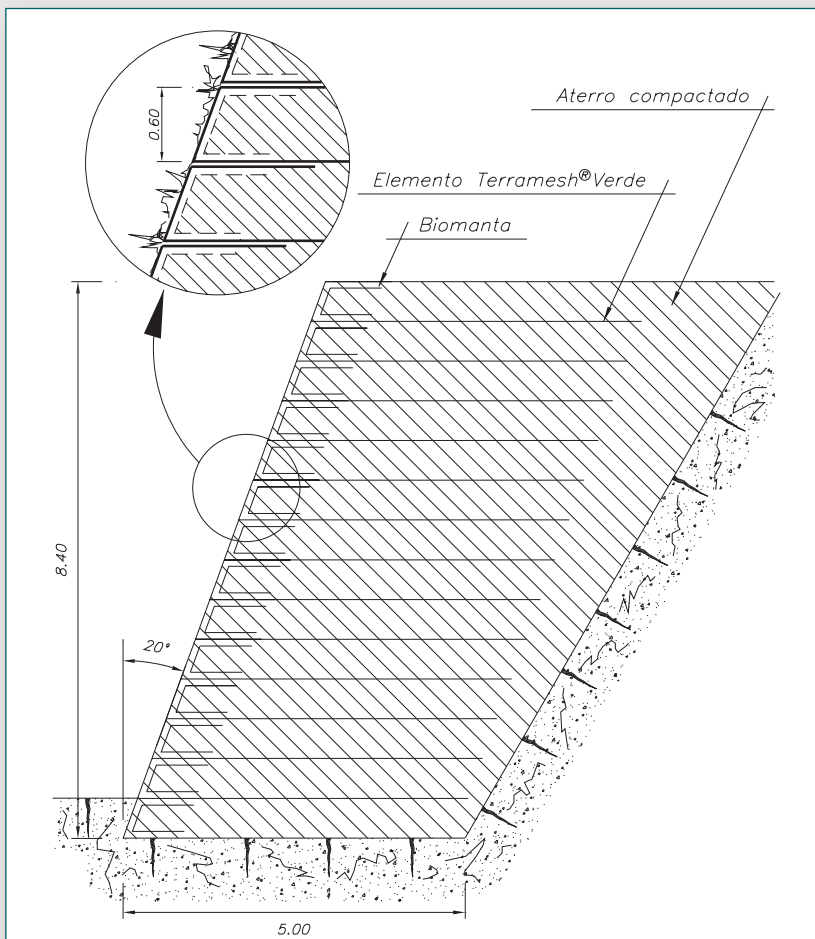
Foto 17D

Essa solução é particularmente adotada em locais turísticos (foto 17A), arqueológicos (fotos 17B), áreas industriais (fotos 17C e 17D) e estruturas viárias (foto 17E), por ter a característica de baixo impacto ambiental.



Itália

Foto 17E





# Solo Reforçado (Sistemas Terramesh® e Geogrelhas)

Em situações críticas, como no caso de grandes alturas de contenção, apoios sobre solos de baixa capacidade de suporte ou grandes sobrecargas, pode-se recorrer a uma solução que combine as vantagens dos dois sistemas:

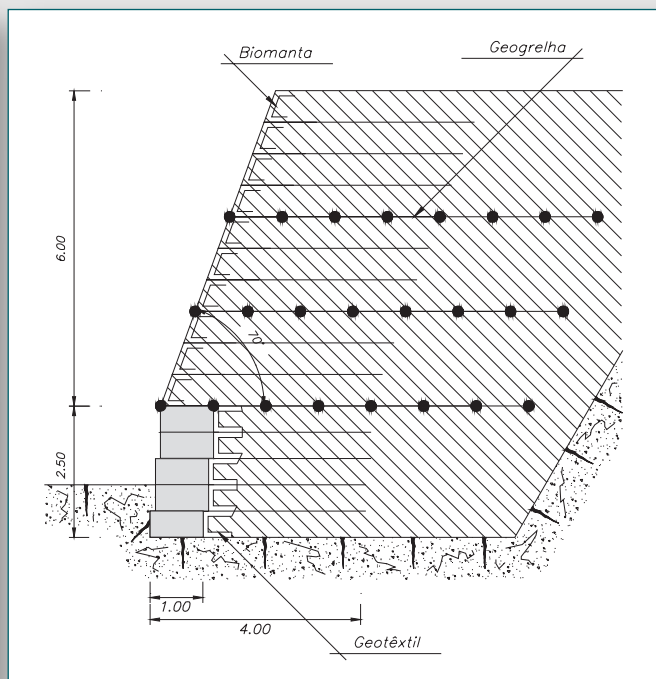
- Simplicidade construtiva do Terramesh®, que forma e estabiliza o paramento frontal.
- Altas resistências à tração nas geogrelhas, que formam o

maciço estrutural da contenção.

Dessa forma, obtém-se a otimização da estrutura de contenção em termos de resistência estrutural, facilidade construtiva e redução de custos.



Escócia



Brasil



Brasil



Brasil



# Solo Reforçado (Blocos de Concreto MacWall®)



Foto 19A

“ Aspecto  
arquitetônico  
privilegiado ”



Brasil



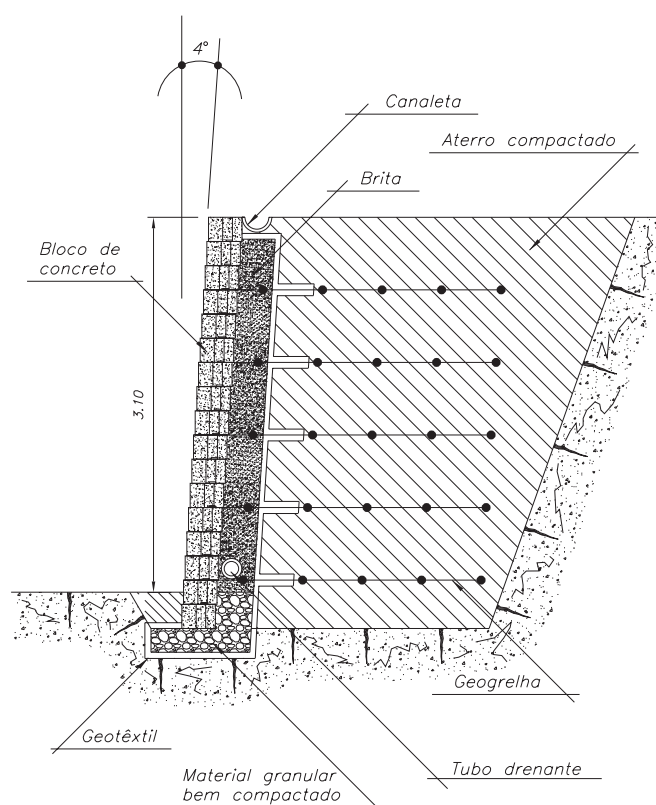
Foto 19B

Nos centros urbanos, são às vezes preferidas soluções que tenham paramento frontal constituído por blocos especiais de concreto auto-sustentáveis para alturas de até 1,20 m. Acima disto, os blocos interagem com geogrelhas ou painéis de tela metálica em malha hexagonal de dupla torção, formando uma estrutura em solo reforçado (foto 19A).

Os blocos são de fácil manuseio e não utilizam cimento ou aglomerantes para a formação do paramento frontal (fotos 19B e 19C).



Foto 19C







Sistema de Gestão de Qualidade  
Certificado de Conformidade com a  
Norma ISO 9001



## MACCAFERRI

AMERICA LATINA

### Matriz.

Av. José Benassi, 2601 - Distrito Industrial FazGran  
CP 520 - CEP 13.213.085 - Jundiaí - SP- Brasil  
Tel.: (11) 4525-5000  
E-mail: [info.br@maccaferri.com](mailto:info.br@maccaferri.com)  
[www.maccaferri.com/br](http://www.maccaferri.com/br)

### Unidade Centro-Norte.

Tel.: (62) 3661-0030  
E-mail: [goiania.br@maccaferri.com](mailto:goiania.br@maccaferri.com)

### Unidade Minas Gerais.

Tel.: (31) 3497-4455  
E-mail: [belohorizonte.br@maccaferri.com](mailto:belohorizonte.br@maccaferri.com)

### Unidade Nordeste.

Tel.: (81) 3271-4780  
E-mail: [recife.br@maccaferri.com](mailto:recife.br@maccaferri.com)

### Unidade Sudeste.

Rio de Janeiro:  
Tel.: (21) 3431-3610  
E-mail: [rio.br@maccaferri.com](mailto:rio.br@maccaferri.com)

### São Paulo:

Tel.: (11) 4525-5000  
E-mail: [saopaulo.br@maccaferri.com](mailto:saopaulo.br@maccaferri.com)

### Unidade Sul.

Tel.: (41) 3286-4688  
E-mail: [sul.br@maccaferri.com](mailto:sul.br@maccaferri.com)