# BIOENGENHARIA DE SOLOS

## EM RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, REGULARIZAÇAO PROTEÇAO DE CORPOS D'ÁGUA E ESTABILIZAÇAO DE TALUDES E ENCOSTAS

Instrutor:

# Eng. Civil Luiz Lucena, CPESC.

# CONTEÚDO

1. Introdução, histórico e conceitos básicos;
2. Efeitos da vegetação no controle de processos erosivos e na estabilidade de encostas e taludes;
3. Critérios para Projeto;
4. Produtos e Especificações;
5. Técnicas de Bioengenharia;
6. Técnicas de Aplicação de Biomantas e Biorretentores.

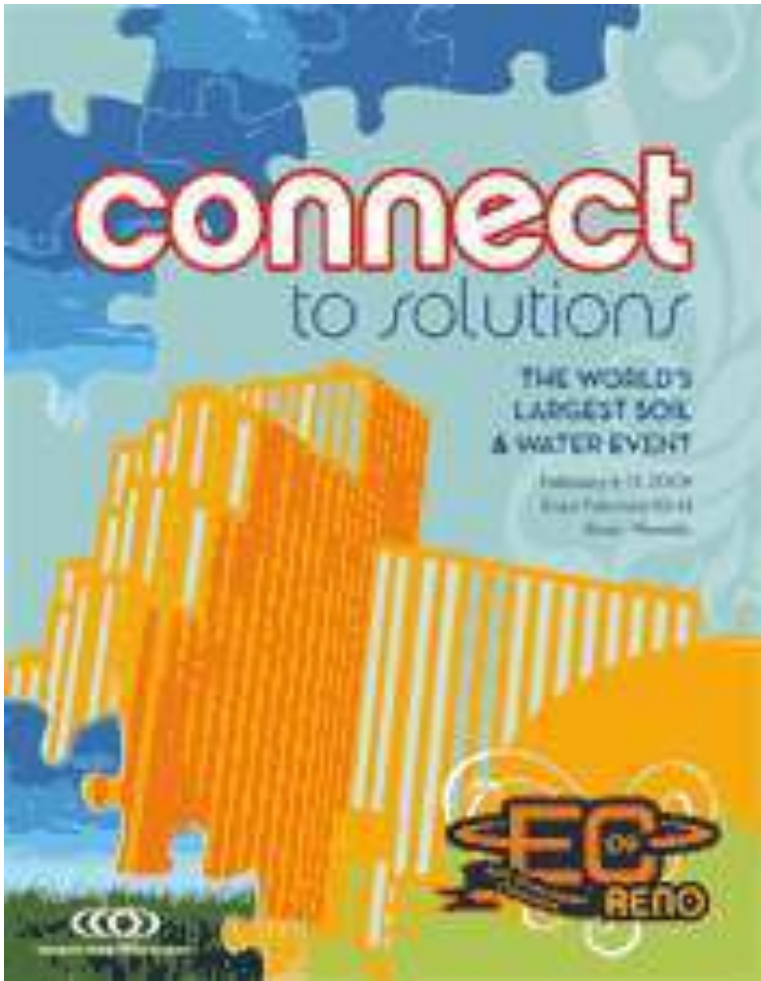
International EROSION CONTROL Association

# 40ª Conferência Anual

# Reno, Nevada

## 09 A 13 DE FEVEREIRO DE 2009.

www.ieca.org



- **Kruedener,1951**

"Vegetação tem sido utilizada na engenharia há séculos, no controle de processos erosivos e como proteção e reforço em obras civis, sendo denominadas as técnicas que conjugam a utilização deste elemento vivo na engenharia de

**BIOENGENHARIA DE SOLOS**."

- **Golfari e Caser,1977**

"... devido a seu **baixo custo**, a requerimentos técnicos relativamente simples para instalação e manutenção, a adequação paisagística e ambiental, estas operações tem encontrado largo campo de aplicação em regiões tropicais e semitropicais, já que nestas regiões as condições favoráveis ao crescimento da vegetação ocorrem na maior parte do ano."

16 11:27

**Coelho, 2004**

- “As técnicas de bioengenharia de solos geralmente requerem a **utilização mínima de equipamentos e de movimentação de terra**, o que ocasiona menor perturbação durante a execução de obras de proteção de taludes e controle de erosão.”
- “Em locais de difícil acesso, ou inacessíveis para o maquinário, as técnicas de bioengenharia de solos podem constituir a **única alternativa técnica viável** para a execução de obras de proteção de taludes e controle de erosão.”

- **Conhecida desde a antiguidade**
  - Império Romano / China / Europa Ocidental
    (margens de canais e muros de contenção)
  - Império Inca (canais de abastecimento e drenagem / “Fajinas”)

Cronologia:

- 1874 Wollney (Alemanha) promoveu vários estudos sobre conservação do solo e água;
- 1917 Miller estabeleceu primeiras áreas para ensaios específicos sobre erosão;
- 1923 Duley e Miller (Misouri – USA) começam conscientização pública sobre a perda de solos;
- 1928 H.H. Benett declara a erosão como uma ameaça para as finanças públicas;
- 1932 Roosevelt cria o “Soil Erosion Service” sob o comando de Benett;
- 1935 Soil Conservation Act;
- 1960 Equação Universal da Perda de Solo – USLE (Wischmeier, W.H.) posteriormente RUSLE e MUSLE;
- 1970 primeira fase do NPDES;
- 1972 Clean Water Act – Lei de conservação da água.
- 2005 segunda fase do NPDES.

“A legislação ambiental brasileira caracterizou-se por oferecer pequenas garantias ambientais, inseridas em códigos e leis de caráter administrativo, avançando para a existência de uma legislação agrária, passando nos últimos vinte e cinco anos para o surgimento de normas específicas de tutela do meio ambiente.”

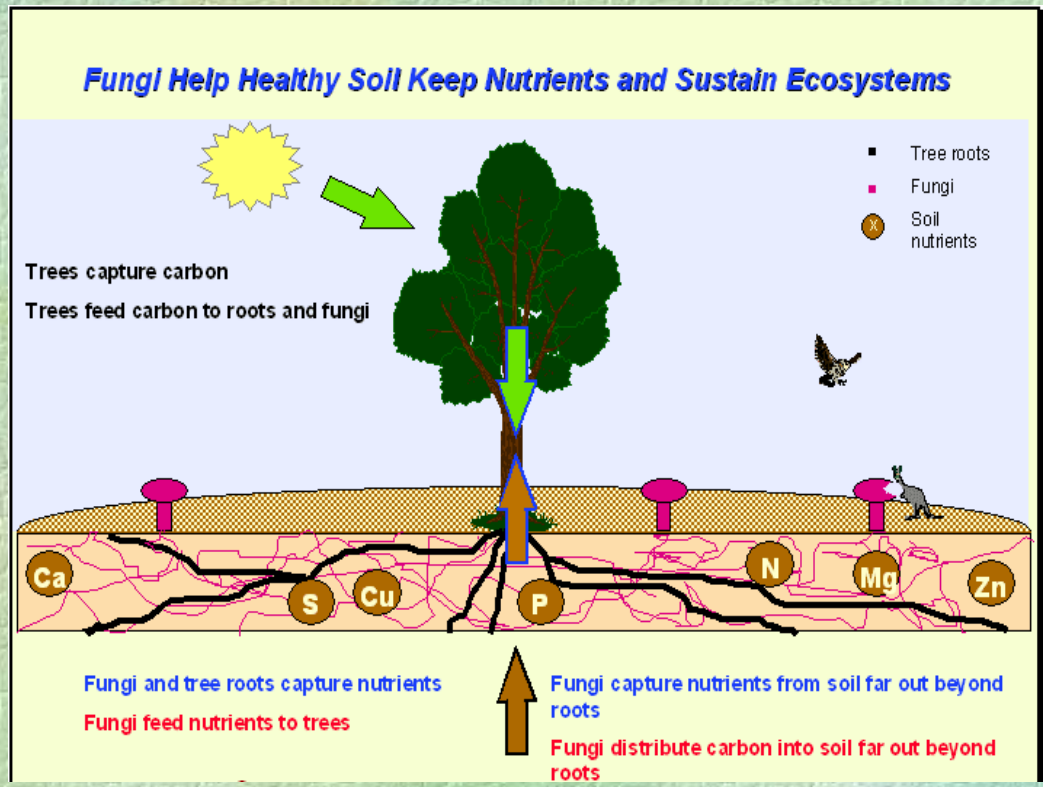
Guilhardes de Jesus Júnior

- 1934 Código das Águas (Decreto 24.643 de 10/07/34);
- 1937 Decreto 1.713 – Parque Nacional do Itatiaia;
- 1940 Código de Minas (Dec.1.985);
- 1948 Dec. Legislativo aprova a Convenção para a Proteção da Flora, Fauna e Belezas Cênicas Naturais das Américas;
- 1964 Estatuto da Terra (Lei 4.504);
- 1965 Código Florestal (Lei 4.771) – vegetação é bem público / reservas biológicas;
- 1967 Código da Pesca (Dec. 221);
- 1970 Normas Proteção de Taludes Rodoviários – DNER;
- 1973 Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA;
- 1980 EIA / RIMA (Lei 6.803);
- 1981 Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938);
- 1985 Lei 7.347 Ação Civil Pública por danos ao M.A.;
- 1988 Constituição Federal – Capítulo cidadão x meio;
- 1992 Convenção da Biodiversidade (“Rio 92”) → Agenda 21;
- 1994 Bioengenharia moderna é introduzida no Brasil;
- 1998 Lei de Crimes Ambientais;
- 2006 DNIT Normas 072 a 076 Jul/2006 (Bioengenharia pela primeira vez em documento de instituição pública).

- **Bioengenharia de solos:**

  **Conjugação de elementos inertes e vivos em obras de proteção e recuperação do solo.**

  - Elementos vivos:
    - Vegetação
    - Microorganismos
  - Elementos inertes:
    - Madeira
    - Pedras
    - Geotêxteis
    - Metais
    - Fibras sintéticas
    - Fibras naturais
    - Concreto



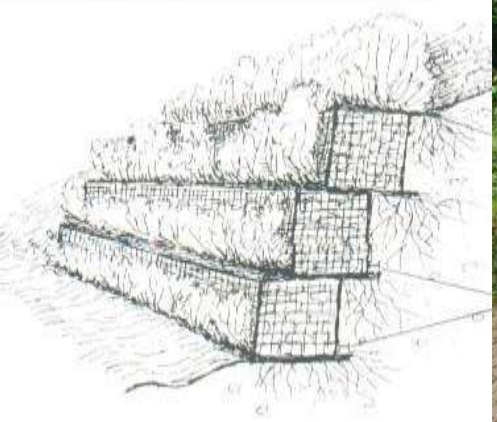
# Pedras e estacas vivas

**Fotos extraidas do livro " Practical Guide for Erosion Control"**

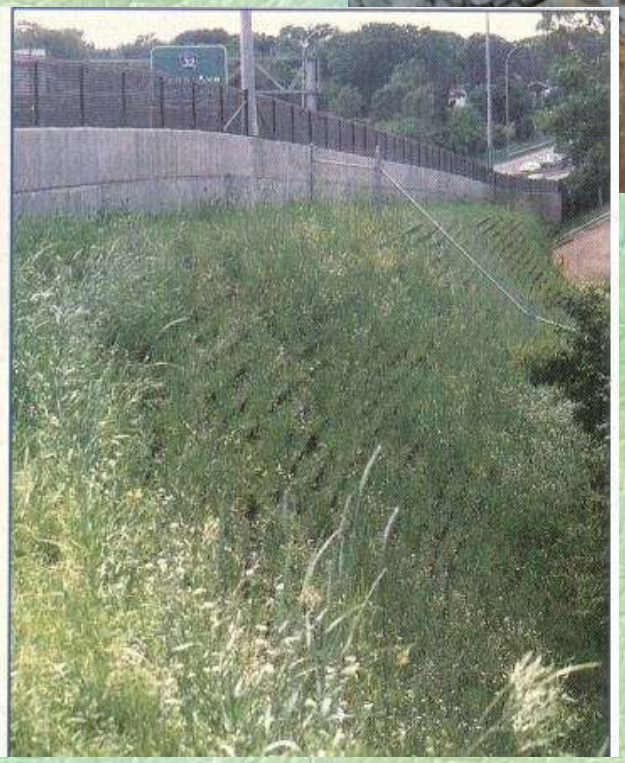
- Madeira:

**Fotos extraidas do livro “ Practical Guide for Erosion Control”**

- Metais

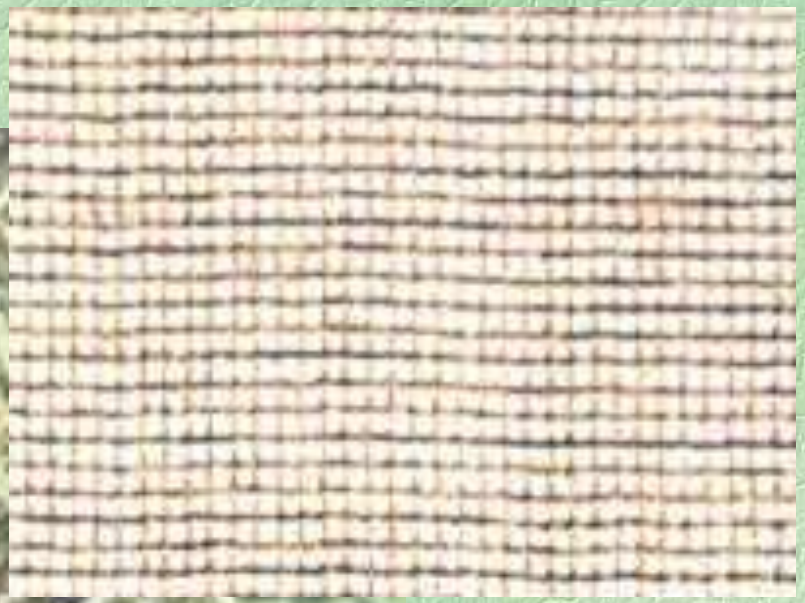


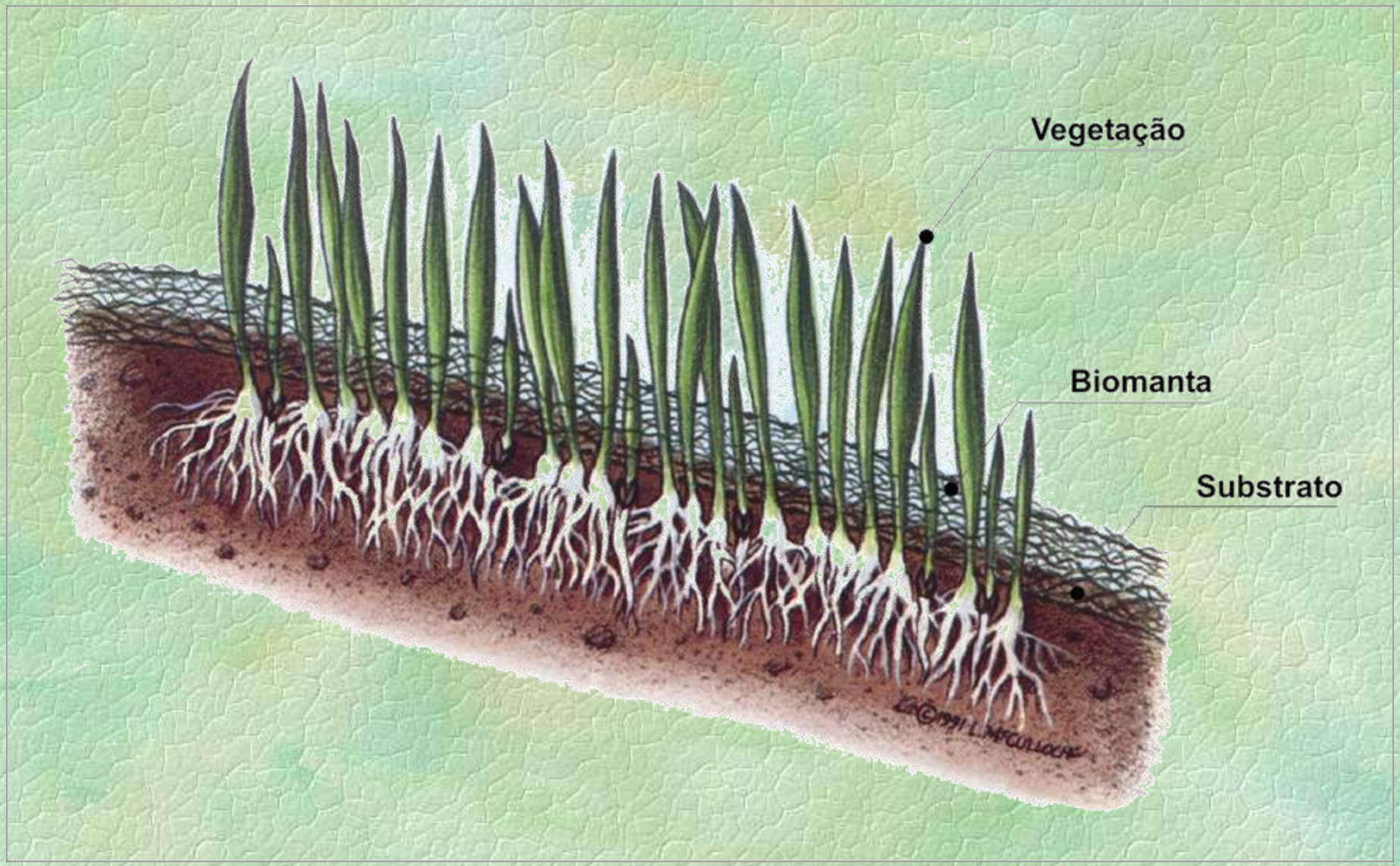
- Materiais sintéticos



**Fotos extraidas do livro " Practical Guide for Erosion Control"**

- Fibras naturais




Vegetação
Biomanta
Substrato

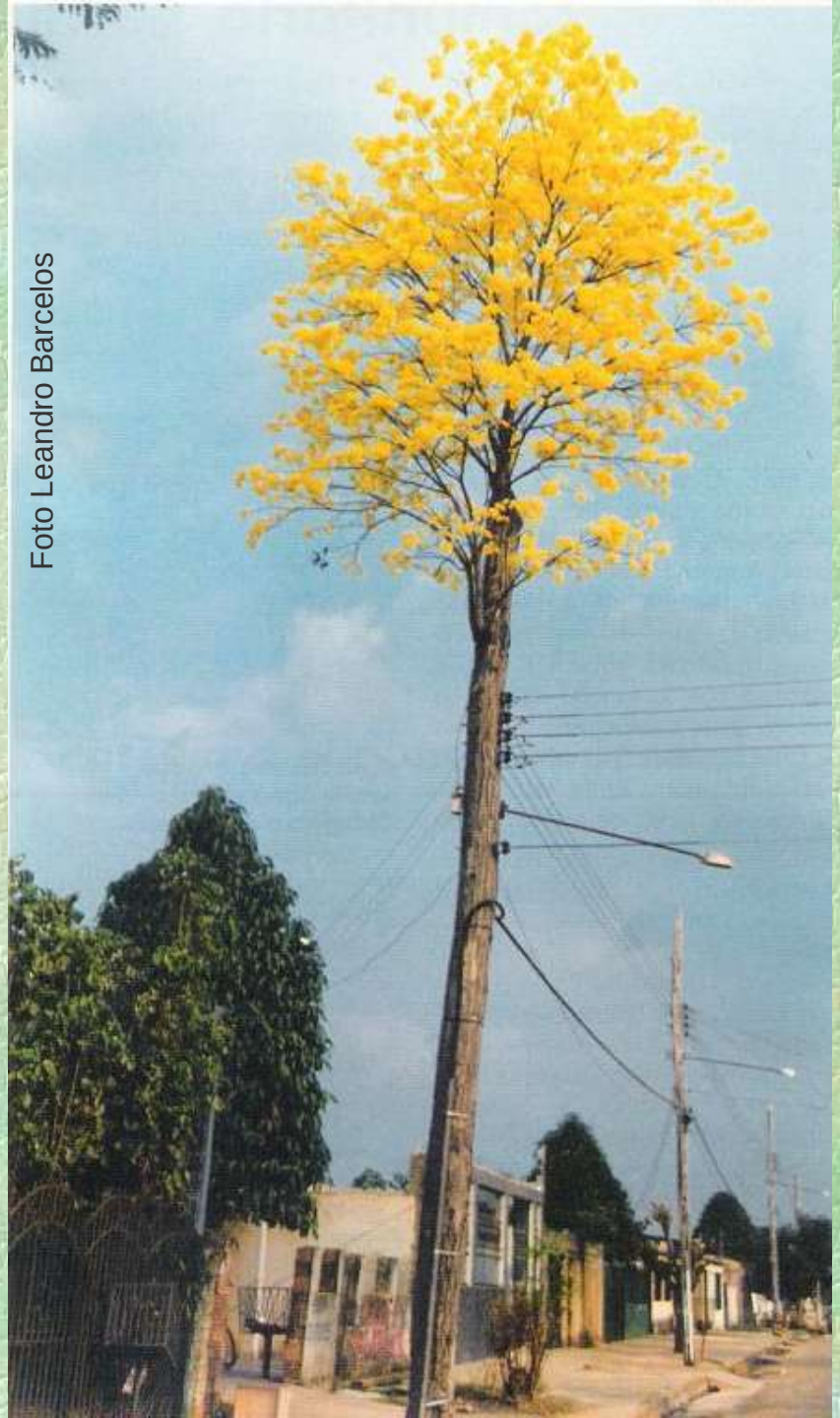
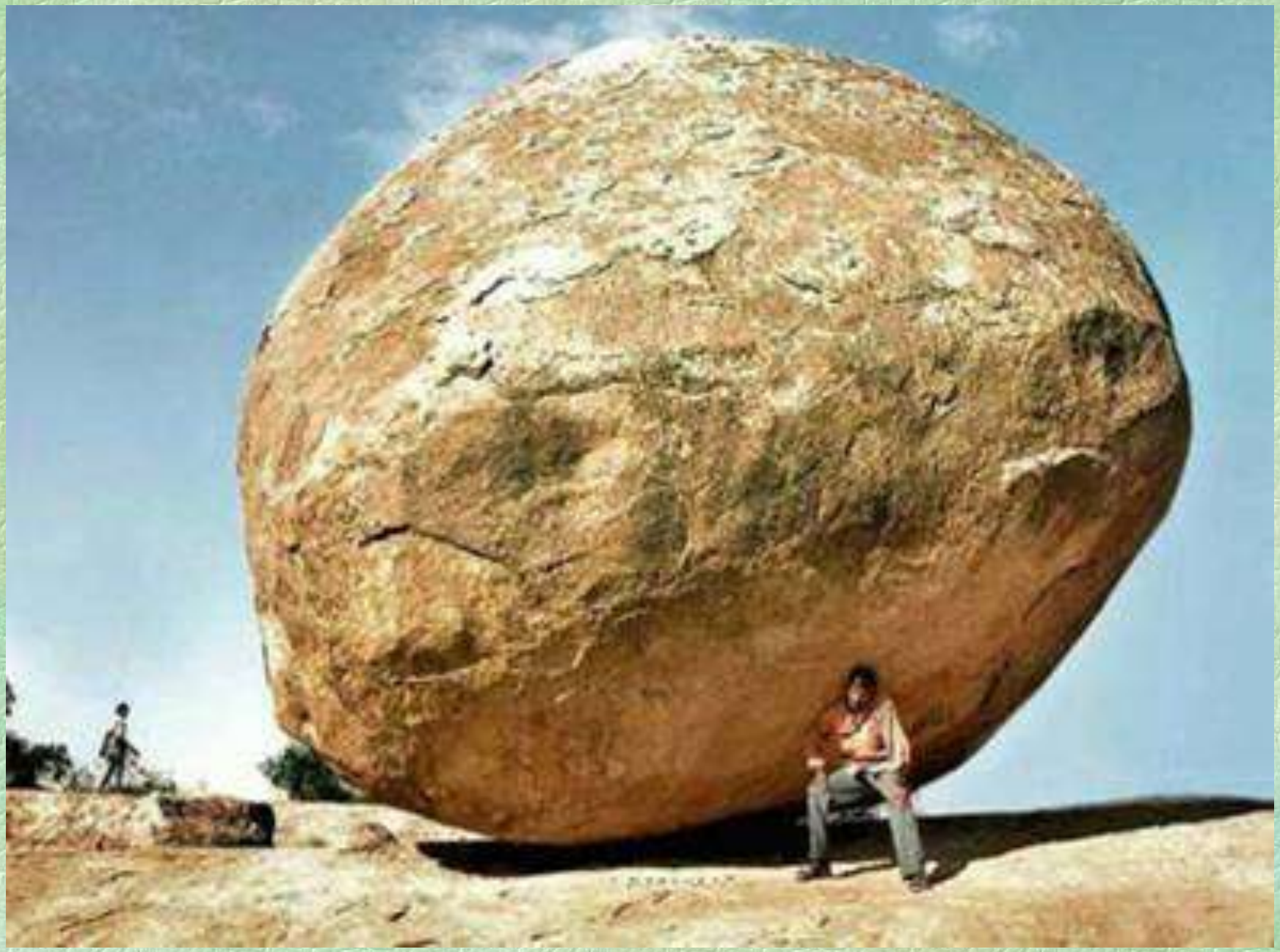
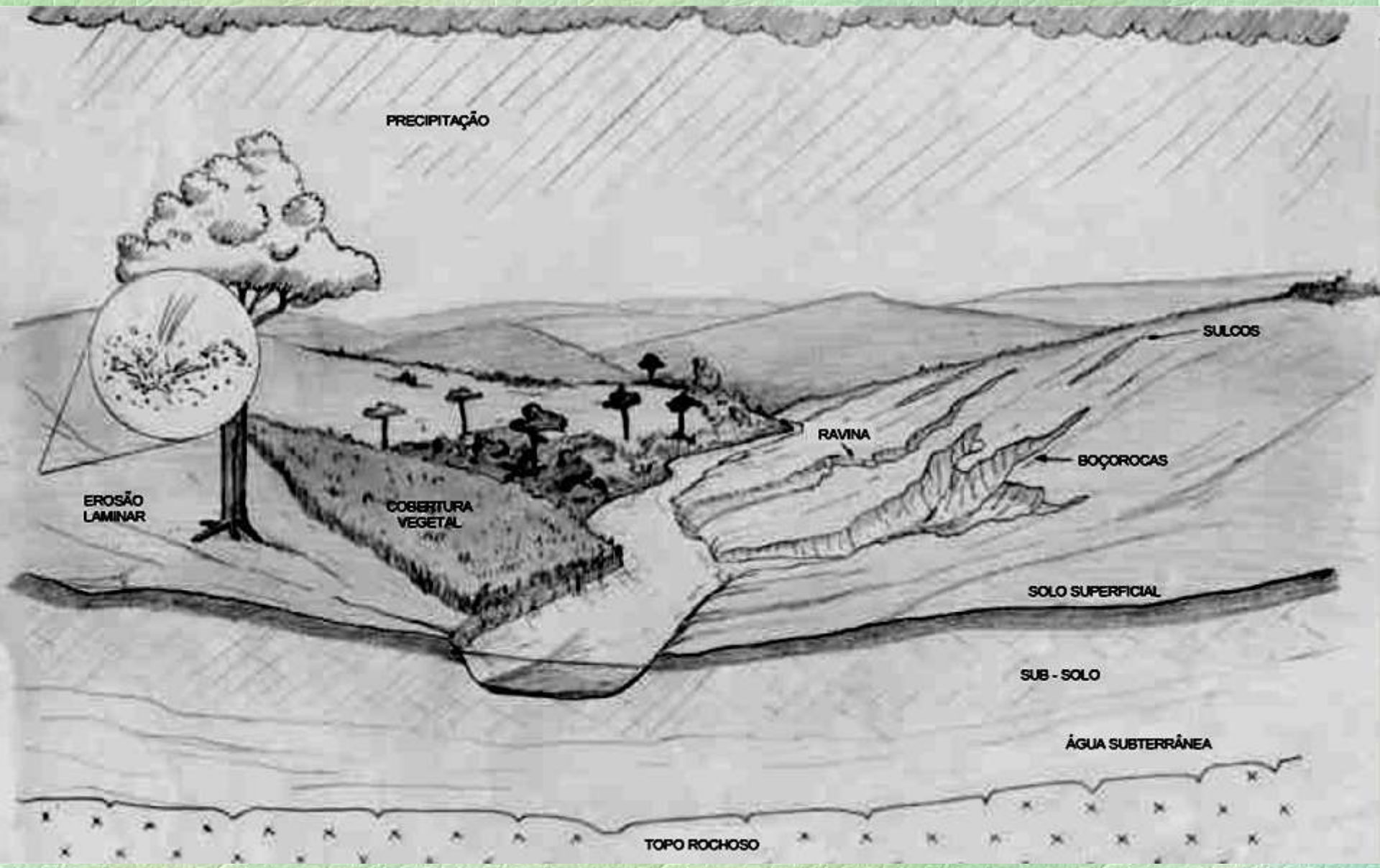


Foto Leandro Barcelos

**EROSÃO:**

**Processo de desagregação, transporte e deposição (sedimentação) de partículas de solo.**






Almeida Filho, G. S. 2000.

## Classificação :

- Erosão *splash (splash)*
- Erosão laminar *(sheet flow)*
- Erosão em sulco *(rill)*
- Voçoroca ou boçoroca *(gully)*
- Erosão em margens de corpos d'água *(streambank)*
- Erosão Costeira *(shoreline)*
- Erosão Eólica *(wind)*

# Quantificação da erosão:

- ***A = R . K . LS . C . P*** **(RUSLE)**
  - A = perda de solos computada por área para um intervalo de tempo
  - R = fator precipitação (clima)
  - K = fator erodibilidade do solo
  - LS = fator topografia (comprimento e declividade)
  - C = fator recobrimento
  - P = fator prática de controle de erosão

# 2. Efeitos da vegetação na estabilidade de taludes e encostas:

- Conhecida empiricamente pela maioria dos planejadores / executores
- Verificada durante fenecimento ou supressão
- Relação exponencial negativa entre o recobrimento vegetal e perda de solos
- Considerada panacéia por muitos planejadores / executores

- Utilização deve ser criteriosa
  - Introdução de espécies hostis ao ambiente
  - Disseminação de pragas
  - Efeitos deletérios sobre a estabilidade do solo
- Planejamento deve ter enfoque multidisciplinar
  - Meio físico: geotecnia, pedologia, hidrologia superficial e subterrânea
  - Meio biótico: ecologia
- Limitações técnicas (Elemento vivo)

# FUERZA TRACTIVA MÁXIMA PERMISIBLE DE UN REVESTIMIENTO DE VEGETACIÓN SEGÚN HEC 15

| Clase de retardo producido por la vegetación | Altura de la vegetación (cm) | Fuerza tractiva permisible Pa |
|---|---|---|
| A | >60 | 18.06 |
| B | 30-60 | 10.25 |
| C | 15-30 | 4.88 |
| D | 5-15 | 2.93 |
| E | <5 | 1.71 |

ELABORO: JAIME SUAREZ DIAZ

*Biomantas sem vegetação resistem a força trativa (*Shear Stress*) entre 100 e 150 Pa.

# Efeitos físicos:

- **Aumento da coesão do solo pelas raízes – reforço radicular**

$$S = (C + C_R) + \sigma \tan \Phi$$

onde:

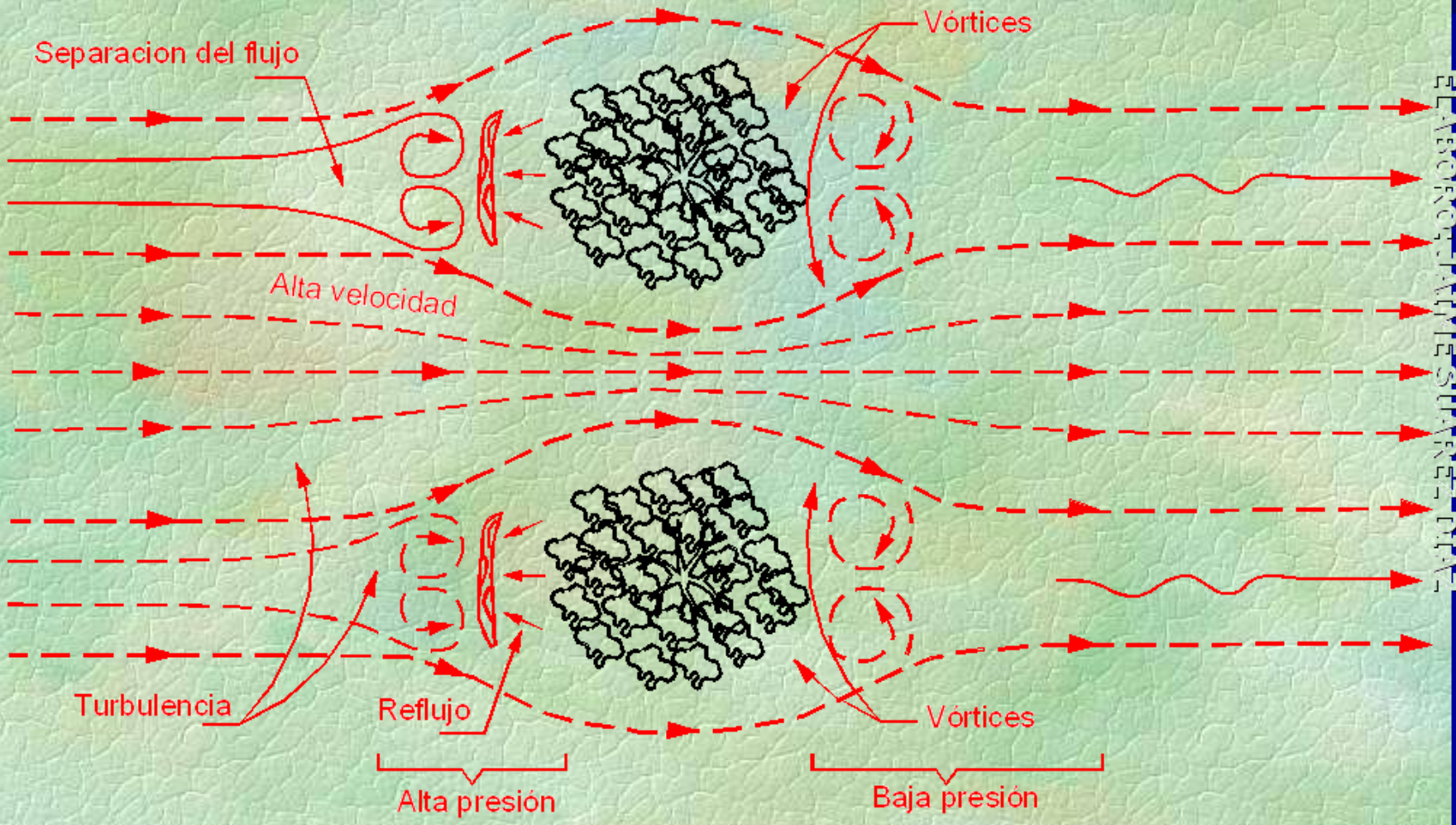
- S – resistência ao cisalhamento
- σ – tensão normal da superfície de ruptura
- C – coesão
- $C_R$ – Coesão devido ao efeito das radicelas
- Φ – ângulo de atrito do solo

- "**Atirantamento" radicular**

# Efeitos hidrológicos

- Depleção da umidade ↑↑
- Interceptação da chuva ↑↑
- Redução / retardamento do escoamento superficial ↑↑
- Infiltração ↑↓
- Drenagem subsuperficial ↓↓↓

# EROSION POR TURBULENCIA CAUSADA POR UNA COBERTURA VEGETAL INCOMPLETA



# Efeitos deletérios da vegetação na estabilidade de solos:

- Sobrecargas (arbóreas)
- Ventos (transferência de forças, tombamento)
- Sombreamento do estrato herbáceo
- Penetração radicular
- Aumento da erosividade da chuva
- Infiltração intensa
- Aumento da rugosidade hidráulica
- Intemperismo biológico

## 3. Critérios para Projetos

**Antecedentes.**
**Objetivo e Alcance.**
**Resultados do Estudo Hidroclimático.**
**Resultados do Estudo de Solos.**
**Levantamento Topográfico Detalhado (1:1000).**
**Levantamento Aerofotográfico (1:1000).**
**Detalhamento da Solução de Engenharia.**
- ***Especificações técnicas.***
- ***Especificações de materiais***
- ***Estimativas de Custos.***

**Especificações Técnicas para a licitação.**
**Anexos.**

BIO INGENIEROS
DE VENEZUELA

# Propuesta para la Estabilización de la Carcava

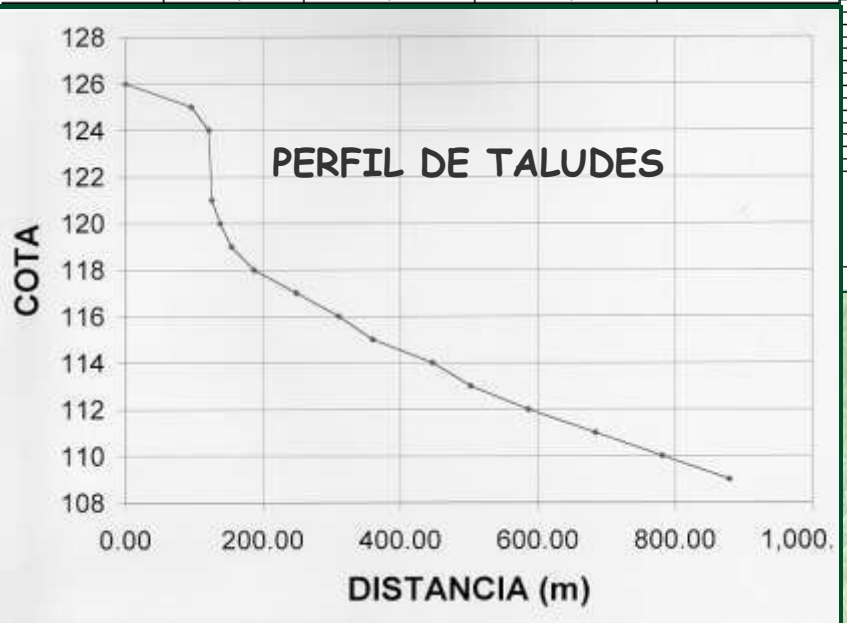
# Propuesta para la Estabilización de la Carcava

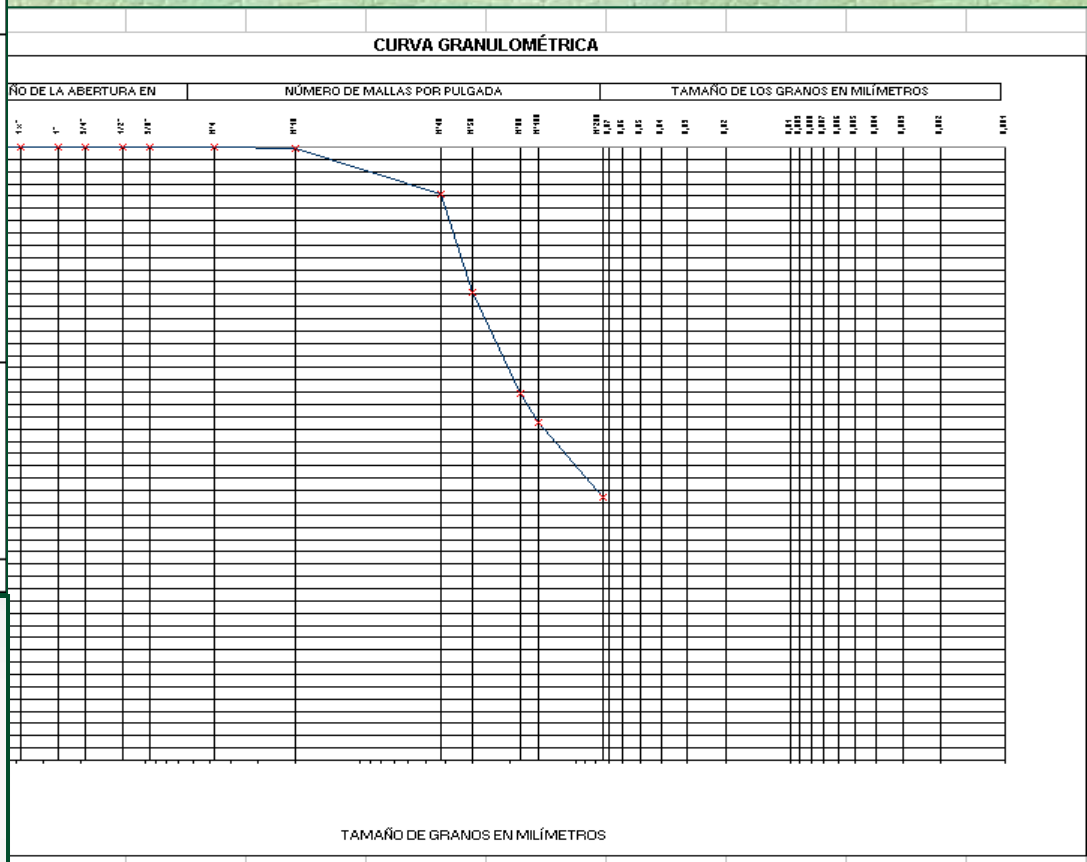
# Escorrentía Lateral (Condición Actual)

## ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SITUACION: **PUENTE Nº 1**
PESO TOTAL MUESTRA ( gr ) : **385,80**
PESO MUESTRA LAVADA ( gr ) : **220,28**

| TAMIZ | PESO RET ( gr ) | % RET TAMIZ | % RETENIDO ACUMULADO | % PASA |
|---|---|---|---|---|
| 4 " | | | | |
| 3 " | | | | |
| 2 1/2 " | | | | |
| 2 " | | | | |
| 1 1/2 " | | | | |
| 1 " | | | | |
| 3/4 " | | | | |
| 1/2 " | | | | |
| 3/8 " | | | | |
| No 4 | | | | |
| No 10 | 1,08 | 0,28 | 0,28 | 99,72 |
| No 40 | 28,78 | 7,46 | 7,74 | 92,26 |
| No 50 | 61,26 | 15,88 | 23,62 | 76,38 |
| No 80 | 63,56 | 16,47 | 40,09 | 59,91 |
| No 100 | 18,24 | 4,73 | 44,82 | 55,18 |
| No 200 | 47,36 | 12,28 | 57,10 | 42,90 |
| PASA 200 | 165,52 | 42,90 | 100,00 | |




BIO INGENIEROS
DE VENEZUELA

BIO INGENIEROS DE VENEZUELA



# CALCULO DEL CAUDAL - ESCORRENTIA NATURAL

***CONDICIONES INICIALES***

| | | | |
|---|---|---|---|
| AREA **(A)** | 15 | ha | |
| LONGITUD **(L)** | 1,000 | m | (3280 pies) |
| PENDIENTE **(S)** | 5.00 | % | |
| COEFCIENTE DE ESCURRIMIENTO | 0.3 | | |

**METODO RACIONAL**

**$Q_n$=** **C * I * A /360**

SIENDO
**n** período de retorno (años)
**I** Intensidad de lluvia (mm (extraido de tabla)
**A** Area en ha

**Tc =** **$0.0078 * L^{0.77} * S^{-0.385}$**

SIENDO
**Tc** tiempo de concentración superficial (min)
**L** Longitud en pies
**S** Pendiente en pies/pies

***CASO 5 / 10 / 25 ANOS***

**Tc =**

**Tc = (REDONDEANDO)** 15.00 min

**Lamina de agua $_5$=** 31.95 mm
**Intensidad $_5$=** 127.8 (mm/h)

**PARA Tc =** 15.00 min

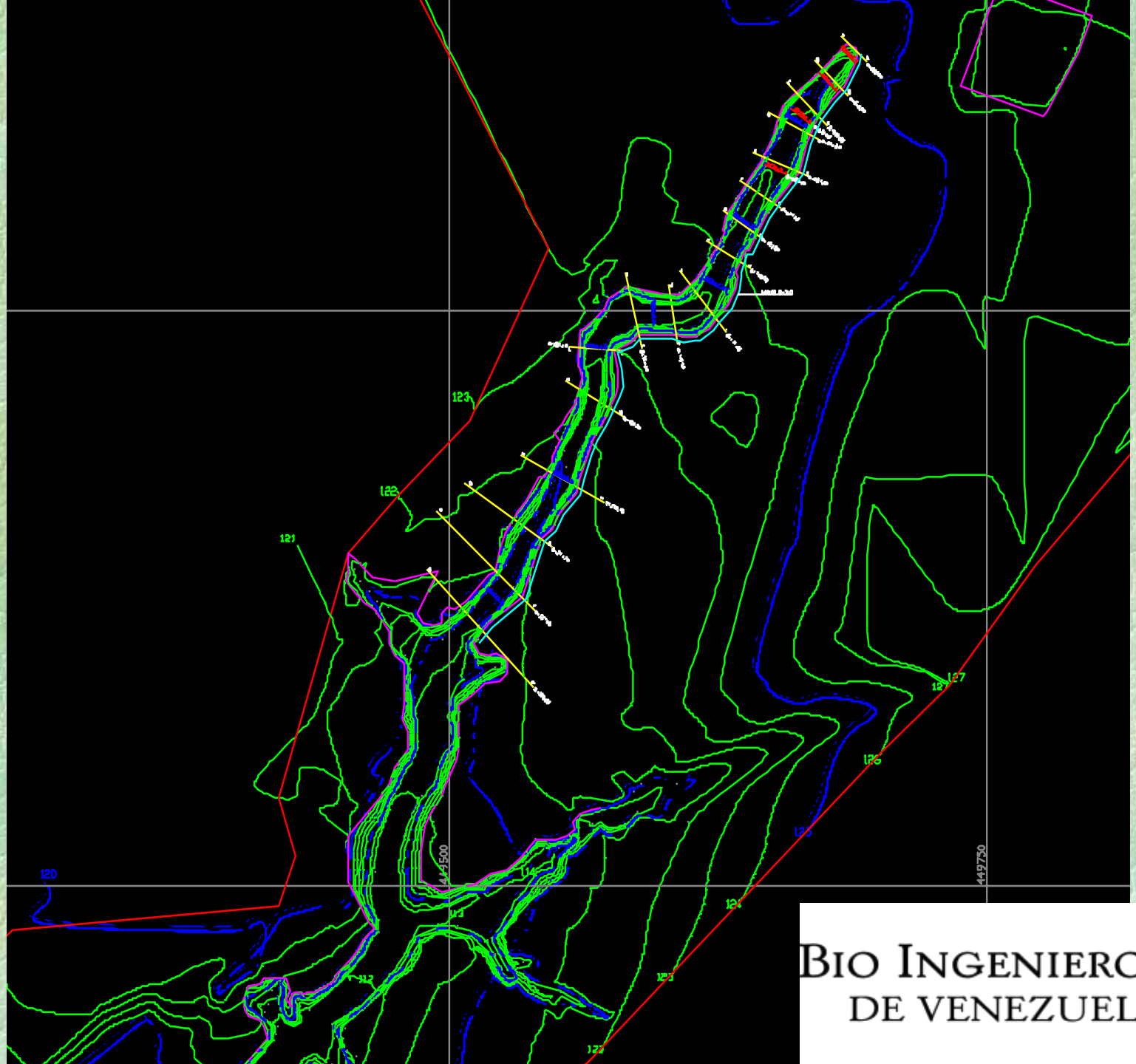
**Lamina de agua $_{10}$=** 36.75 mm
**Intensidad $_{10}$=** 147.2 (mm/h)

**Lamina de agua $_{25}$=** 42.82 mm
**Intensidad $_{25}$=** 171.28 (mm/h)

***CAUDAL ESTIMADO***

POR EL MISMO METODO SE TIENE

**$Q_5$=** **1.6** **$m^3/s$**
**$Q_{10}$=** **1.8** **$m^3/s$**
**$Q_{25}$=** **2.1** **$m^3/s$**



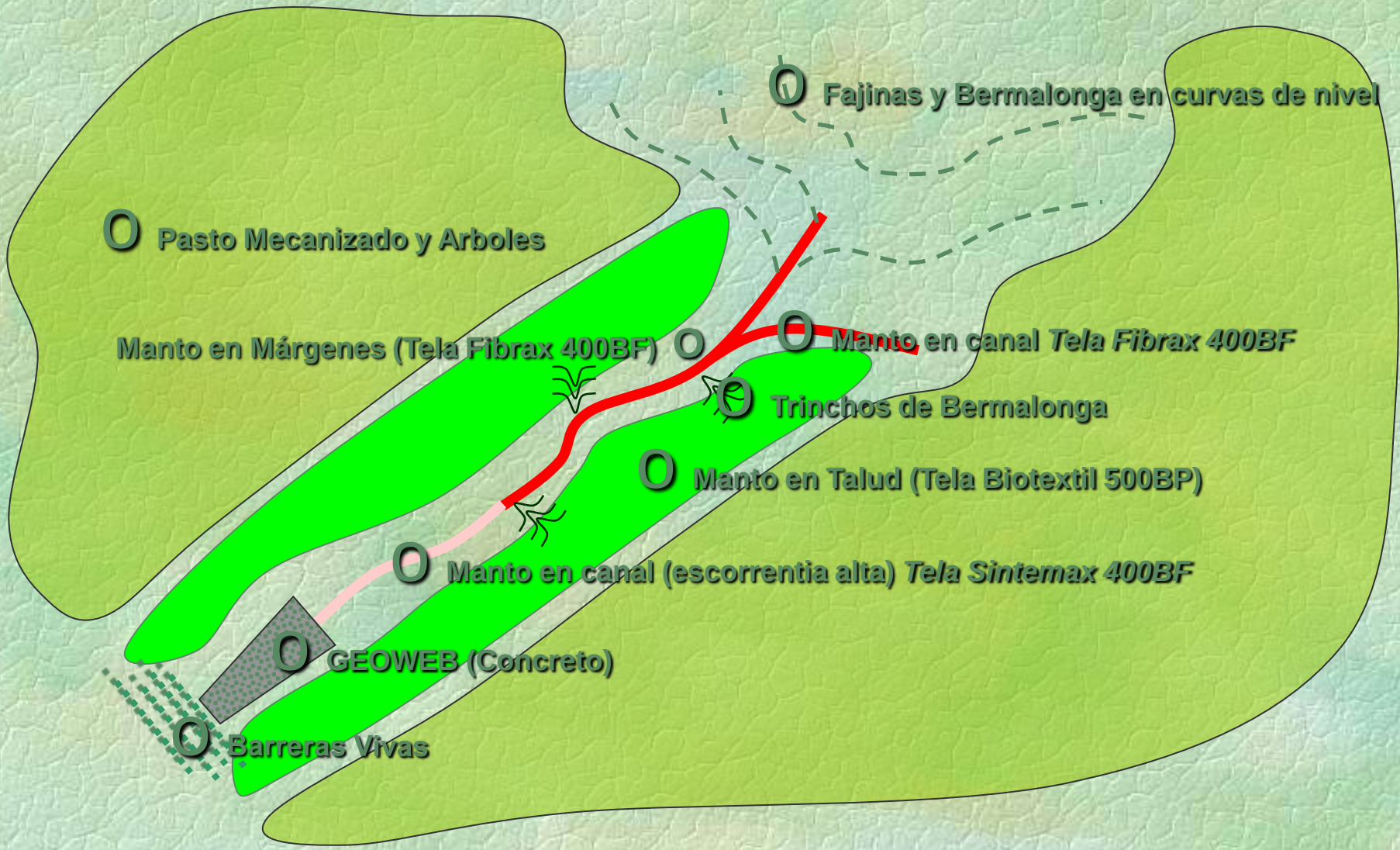

BIO INGENIEROS
DE VENEZUELA

# Vista Panorámica

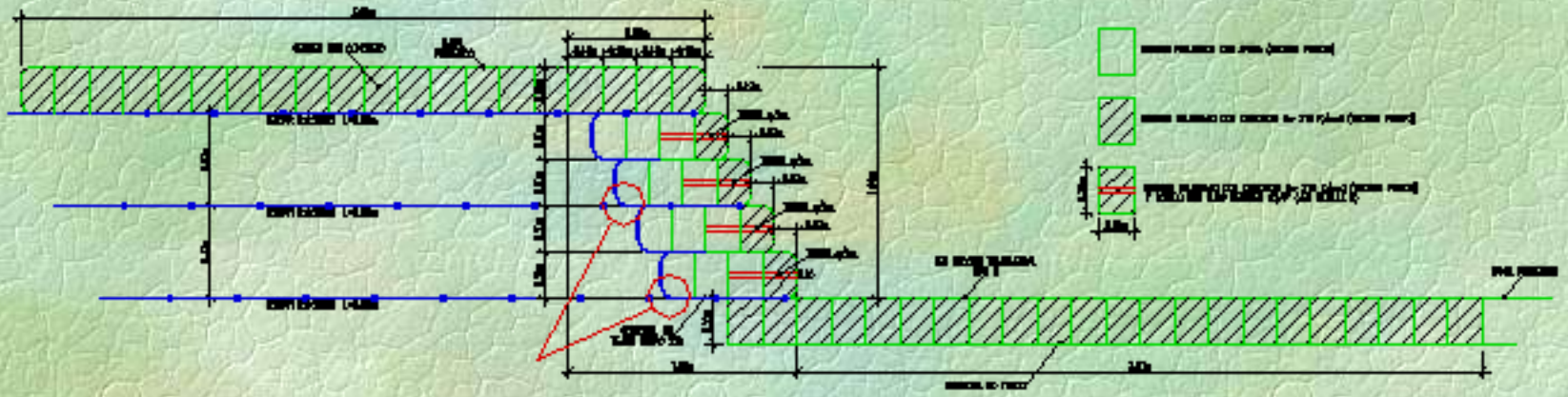
BIO INGENIEROS
DE VENEZUELA

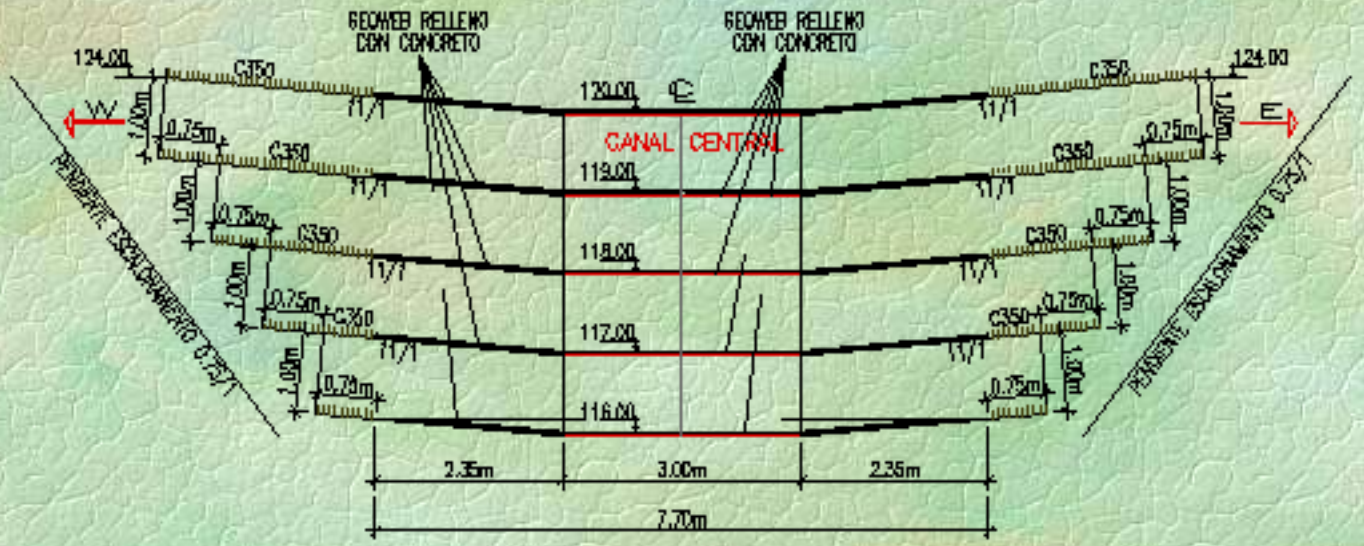


# Diagrama Esquemático
# Practicas Recomendadas



# Detalle Constructivo
# Solución de Disipador de Geoceldas






NOTESE QUE SE DEJA UN CANAL CENTRAL PROTEGIDO CON GEOWEB RELLENO DE CONCRETO 210Kg/cm2, QUE OBLIGA AL AGUA A CIRCULAR ORDENADAMENTE POR EL CENTRO DEL DIQUE

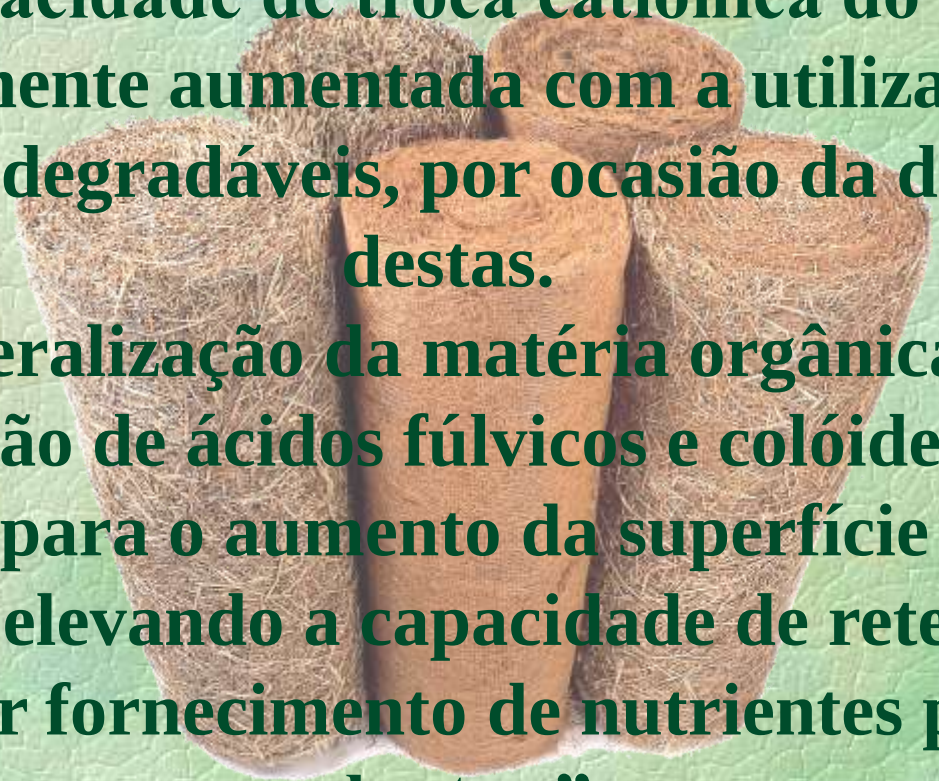
BIO INGENIEROS DE VENEZUELA

BIO INGENIEROS
DE VENEZUELA

# *4. Produtos e especificações*

- Produtos em Rolo para Controle de Erosão – PRCE's
- Produtos Hidraulicamente Aplicados para Controle de Erosão
    - Mulch Hidráulico
    - Hidrossemeadura
    - Polímeros
    - BFM's (Bonded Fiber Matrix)
- Biorretentores de Sedimentos
- Sistemas de Confinamento Celular
    - Geocélulas
    - Colchão Celular
    - Engradamento
- Geossintéticos
    - Geotexteis
    - Geomembranas
    - Geogrelhas
    - Geocompostos
- Diversos (adesivos / aditivos - catalisadores / materiais de fixação / nutrientes – fertilizantes / etc. )

# PRCE's
# ( BIOMANTAS )



**"A capacidade de troca catiônica do solo é sensivelmente aumentada com a utilização dos PRCE's biodegradáveis, por ocasião da degradação destas.**

**Com a mineralização da matéria orgânica, ocorre a formação de ácidos fúlvicos e colóides, que colaboram para o aumento da superfície específica do solo, elevando a capacidade de retenção e posterior fornecimento de nutrientes para as plantas."**

**Coelho, 2004.**

25/6/2009 12:36

# TELA VEGETAL®

***Produto:*** espesso e translúcido, constituído de fibras vegetais longas desidratadas (colmos de capim inteiro), dispostas transversalmente, entrelaçadas por meio de costura longitudinal com fitilhos de polipropileno.

***Aplicações:*** taludes de aterro de até 50° de inclinação, minerações, rodovias, solos arenosos e argilosos com baixa suscetibilidade à erosão e locais com deficiência hídrica. Retém umidade por longo período de tempo, indicada para locais com ausência de solo, solos estéreis, solos pedregosos ou com afloramentos rochosos. Devido a sua rusticidade é indicada também para locais alagados e pantanosos.

| Modelos | Legenda |
|---|---|
| 1000MC | M = Manual |
| 1000IC | I = Industrial |
| 1250IC | C = Colmo de capim |

# *PRODUÇÃO INDUSTRIAL*

# TELA BIOTÊXTIL®

***Produto:*** translúcido e flexível, constituído de fibras vegetais dilaceradas e desidratadas (palha agrícola), entrelaçadas juntamente com uma rede de polipropileno, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes degradáveis de polipropileno.

***Aplicações:*** projetos de bioengenharia, áreas degradadas, rodovias, polidutos, ferrovias, aeroportos, projetos industriais, taludes de aterro e corte de até 60° de inclinação, minerações, gramados em geral. Indicado para solos de baixa a media suscetibilidade à erosão. Efeito paisagístico expressivo.

| Modelos | Legenda |
|---|---|
| 400UP | U = Unidimensional |
| 500BP | B = Bidimensional |
| 600BP | P = Palha |

# TELA FIBRAX®

***Produto:*** constituído em 100% por fibras de coco, entrelaçadas juntamente com uma rede de polipropileno, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes degradáveis de polipropileno.

***Aplicações:*** projetos de bioengenharia, áreas degradadas, projetos residenciais e paisagísticos, aeroportos, polidutos, ferrovias, rodovias, campos e gramados, proteção de aterro sanitário, proteção de cursos d'água e drenagens de médio fluxo. Indicado para taludes de corte e aterro de 60º de inclinação ou superiores**.** Efeito paisagístico de grande destaque.

| Modelos | Legenda |
|---|---|
| 300UF<br>300BF<br>400BF | U = Unidimensional<br>B = Bidimensional<br>F = Fibra |

# TELA FIBRATÊXTIL®

***Produto:*** translúcido e flexível, constituído por 70% de fibras vegetais desidratadas e dilaceradas (palha agrícola) e 30% de fibras de coco, entrelaçadas juntamente com uma rede de polipropileno, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes degradáveis de polipropileno.

***Aplicações:*** projetos de bioengenharia, áreas degradadas, projetos residenciais, polidutos, rodovias, ferrovias, aeroportos, minerações, taludes de corte com até 60° de inclinação, projetos industriais, proteção de cursos d'água e drenagens de médio fluxo. Indicado para solos com média suscetibilidade à erosão. Efeito paisagístico moderado a alto.

| Modelos | Legenda |
|---|---|
| 400UM | U = Unidimensional |
| 500BM | B = Bidimensional |
| 400BM | M = Mista |

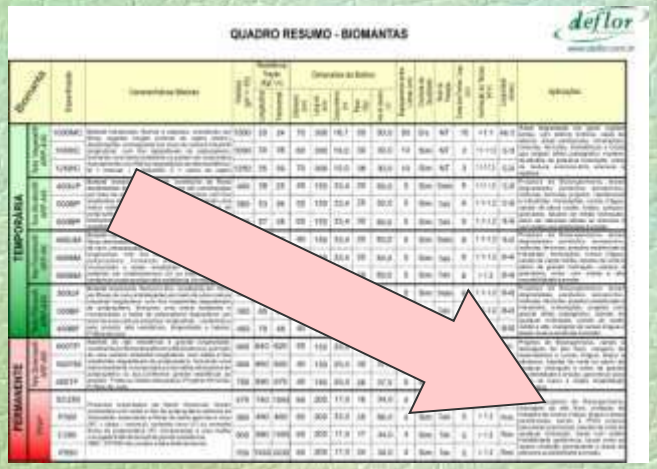
# *TELA SINTEMAX®*

***Produto:*** constituído por fibras de coco, palha ou ambos, entrelaçadas e incorporadas em redes de polipropileno nos dois lados e uma terceira malha estável à ação dos raios ultravioleta, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes de polipropileno.

***Aplicações:*** projetos especiais para mitigar grandes distúrbios ambientais, projetos de bioengenharia, proteção de margens de cursos d'água e reservatórios hidráulicos, rodovias, ferrovias, aeroportos, polidutos, drenagens de alto fluxo, minerações, áreas pantanosas, brejos, taludes de corte e aterro de qualquer inclinação, solos com grande suscetibilidade à erosão, proteção de aterro sanitário e resíduos industriais. Efeito paisagístico de grande destaque.

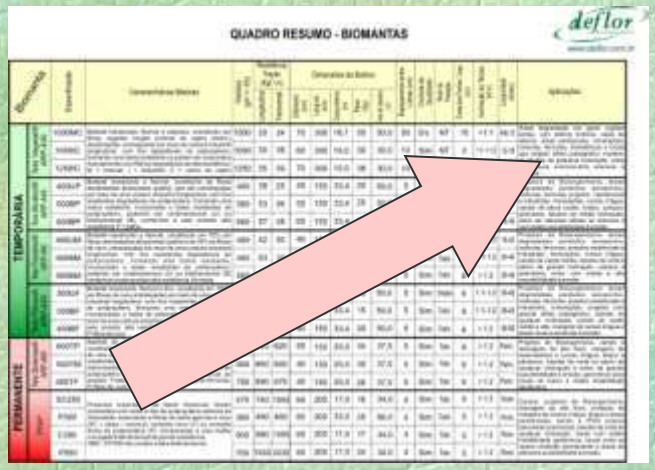
| **Modelos** | **Legenda** |
|---|---|
| 600TP | T = Tela ou malha georeforçadora |
| 500TM | M = Mista |
| 400TF | P = Palha |
| | F = Fibra |

# DISPOSIÇÃO LÓGICA DO QUADRO RESUMO




- Efeito paisagístico;
- Resistência;
- Longevidade.

- Volume de matéria orgânica;
- Degradabilidade.



# Outras Biomantas

- Gramaturas diversas
- Outras matrizes orgânicas

  *Sisal, fique, juta, cana-de-açucar, bananeira, etc.
- Geomantas 100% sintéticas (TRM's)

# BIORRETENTORES DE SEDIMENTOS

18 1:55 PM

# PROTEÇÃO DE CANAIS / BERMALONGA®

## PROTEÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA COM USO DE BERMALONGA® ARP-444

Local de aspecto bastante desagradável, com a água apresentando sinais de barro decorrentes do solapamento das margens do rio.

Mesmo local, 15 dias após a instalação do Bermalonga® ARP-444. A água já se apresentanta totalmente limpa e as margens estão protegidas do solapamento, mesmo após fortes chuvas.

Local completamente protegido e recuperado, com a vegetação exuberante e a água completamente limpa.

# INSTALAÇÃO

deflor Bioengenharia

O Bermalonga® é de fácil instalação, não necessitando de equipamentos ou técnicas especiais. Para ser instalado requer fixação, com estacas de madeira, bambú, aço ou ainda estacas vivas. Em alguns casos deve-se fazer uma valeta (berço) para que o Bermalonga® alcance sua maior capacidade de carga.
Este berço terá de 5 a 20 cm de profundidade, de acordo com as dimensões do Bermalonga® e condições do local onde será aplicado.
Apresentamos abaixo algumas das aplicações bem sucedidas do Bermalonga®.

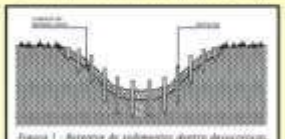


Figura 1 - Retentor de sedimentos dentro de escavações, erosões e canais (Corte)

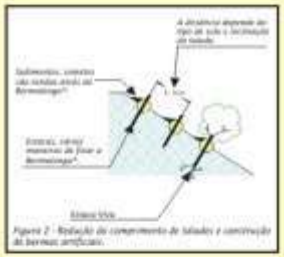


Figura 2 - Redução do comprimento de taludes e construção de bermas artificiais.

Figura 3 - Vista de taludes com aplicação do Bermalonga® para encorar sedimentos e como berma artificial e posterior aplicação do bioemento.

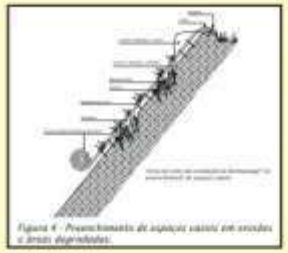


Figura 4 - Preenchimento de espaços vazios em erosões e áreas degradadas.

Figura 5 - Proteção de cursos d'água e reservatórios

**Retentores de sedimentos:** São aplicados transversalmente ao sentido do fluxo e a declividade do talude, os Bermalonga® serão fixados com grampos de aço, bambú ou madeira, cujos comprimentos serão suficientes para atingir o solo mais coeso. Deve-se proceder à abertura de uma valeta de encaixe de cerca de 1/3 do diâmetro do Bermalonga®, evitando a passagem dos sedimentos por sua base e proporcionando maior aderência com o solo. (Figura 1)

**Construção de bermas artificiais:** Os Bermalonga® podem ser utilizados para reduzir o comprimento dos taludes, agindo como bermas artificiais em taludes de grande inclinação e de grande comprimento. A instalação é feita no sentido transversal à declividade, formando um cordão em nível. O Bermalonga® deve ser fixado cuidadosamente, havendo a necessidade de se fazer uma valeta para encaixá-lo adequadamente, evitando que os sedimentos passem por baixo do produto. A fixação é feita com grampos de aço, madeira ou bambú, tendo comprimento suficiente para atingir o solo coeso. (Figuras 2e 3)

**Preenchimento de espaços vazios:** Pode ser aplicado para preencher focos erosivos de até 50cm de profundidade, no sentido longitudinal ou transversal à concavidade a ser preenchida, sendo fixado com grampos até atingir o solo mais coeso.
Podem ser aplicados tantos Bermalonga® quantos forem necessários até o preenchimento do vazio e depois aplicar o solo e sementes por cima. (Figura 4)

**Proteção das margens de reservatórios e cursos d'água:** É aplicado nas margens, em uma ou mais camadas, de acordo com o desnível entre a margem e o nível d'água. O local deve ser regularizado, escavando-se também uma valeta de encaixe para o Bermalonga®. A fixação é feita com grampos de aço, bambú ou madeira, tendo o comprimento suficiente para atingir o solo coeso. Caso necessário, deve-se executar o amarro com arame, evitando que enchentes possam retirar o Bermalonga® do local. Após a fixação e amarração, poderá ser feita a compactação de solo atrás do Bermalonga®, com aplicação de fertilizantes e sementes, inclusive sobre o Bermalonga®. (Figura 5)

**Retenção de óleos e materiais flutuantes:** O Bermalonga® é de baixa densidade, por isso flutua em meio aquoso e pode ser utilizado para direcionar óleos, graxas e materiais flutuantes em rios, lagos e mares. É aplicado diretamente sobre a água, de maneira a formar um cordão flutuante de acordo com as necessidades do cliente. Este tipo de Bermalonga® tem um tubo flexível no centro, permitindo a passagem de cabos de aço, o que permite uns vários Bermalonga® e encorá-los nos pontos desejados. (Figura 6)

**Interface do solo / estruturas rígidas:** A interface de pilares de concreto ou madeira, afloramentos rochosos, árvores de grande porte, dentre outras estruturas rígidas com o solo é uma área suscetível à erosão em função da percolação da água. O Bermalonga® aplicado nesta interface reduz o impacto da água, proporcionando estabilidade e prolongando a vida útil de tais estruturas. A aplicação poderá ser feita com Bermalonga® D40 ou D20, dependendo da área a ser protegida, deve-se procurar envolver a estrutura rígida para evitar contato direto do solo, e a proteção deve ser em toda a interface. Os Bermalonga® podem ser aplicados em qualquer sentido, sendo fixados ou amarrados da maneira mais eficiente. (Figuras 7 e 8)

**Drenos profundos e sub-superficiais:** Fazer a escavação dos valos na profundidade projetada, utilizando brita e areia no fundo e nas laterais do valo, aplicando o Bermalonga® no centro, podendo ser uma ou mais fileiras, dependendo do diâmetro utilizado. O Bermalonga® deve ficar bem protegido, evitando o contato com o ar, o que garantirá a longevidade do produto. (Figura 9)

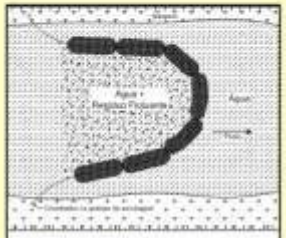


Figura 6 - Retenção de óleos e graxas e direcionamento de fluxo.

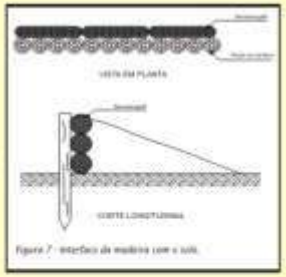


Figura 7 - Interface de madeira com o solo.

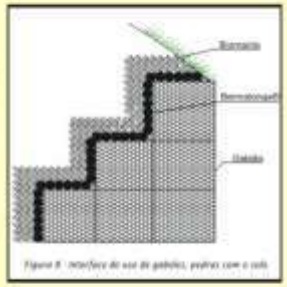


Figura 8 - Interface do uso de gabiões, pedras com o solo.

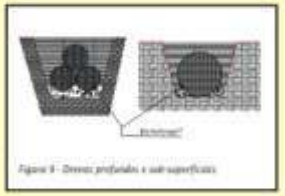


Figura 9 - Drenos profundos e sub-superficiais.

DEFLOR BIOENGENHARIA LTDA.
Rua Major Lopes, 852 - São Pedro - 30330-050 - Belo Horizonte, MG
TEL.: 55 (31) 3284-5622 FAX : 55 (31) 3284-5688 Site : www.deflor.com.br

# Outros Biorretentores

- Bermalonga® com dimensões e matrizes orgânicas diversas
- Fajinas (*fascines*)
- Barreiras Vivas

# CONFINAMENTO CELULAR

# Colchão Celular

Rio Tietê, São Paulo/Brasil

12/7/2007 11:52

FOTO: Revista Erosion Control

# 5. TECNICAS DE BIOENGENHARIA

"As técnicas de bioengenharia de solos podem ser classificadas como **trabalho-técnico intensivas**, em oposição às técnicas tradicionais, predominantemente energético-capital intensivas."

D. H. Gray, 1982.

# DRENAGEM COM USO DE BIOTÊXTEIS

## DRENAGEM SUPERFICIAL COM USO DE BIOTÊXTEIS

Construção de drenagem superficial com biotêxtil, mostrando a retenção de sedimentos e efici - ência na drenagem.

Construção de drenagem com uso de biotêxtil, mostrando a eficiência do biotêxtil.

SIGA

HONDA
16 11:30

# TELA FIBRAX® / PAISAGISMO

Power
Generation

27 3 2006

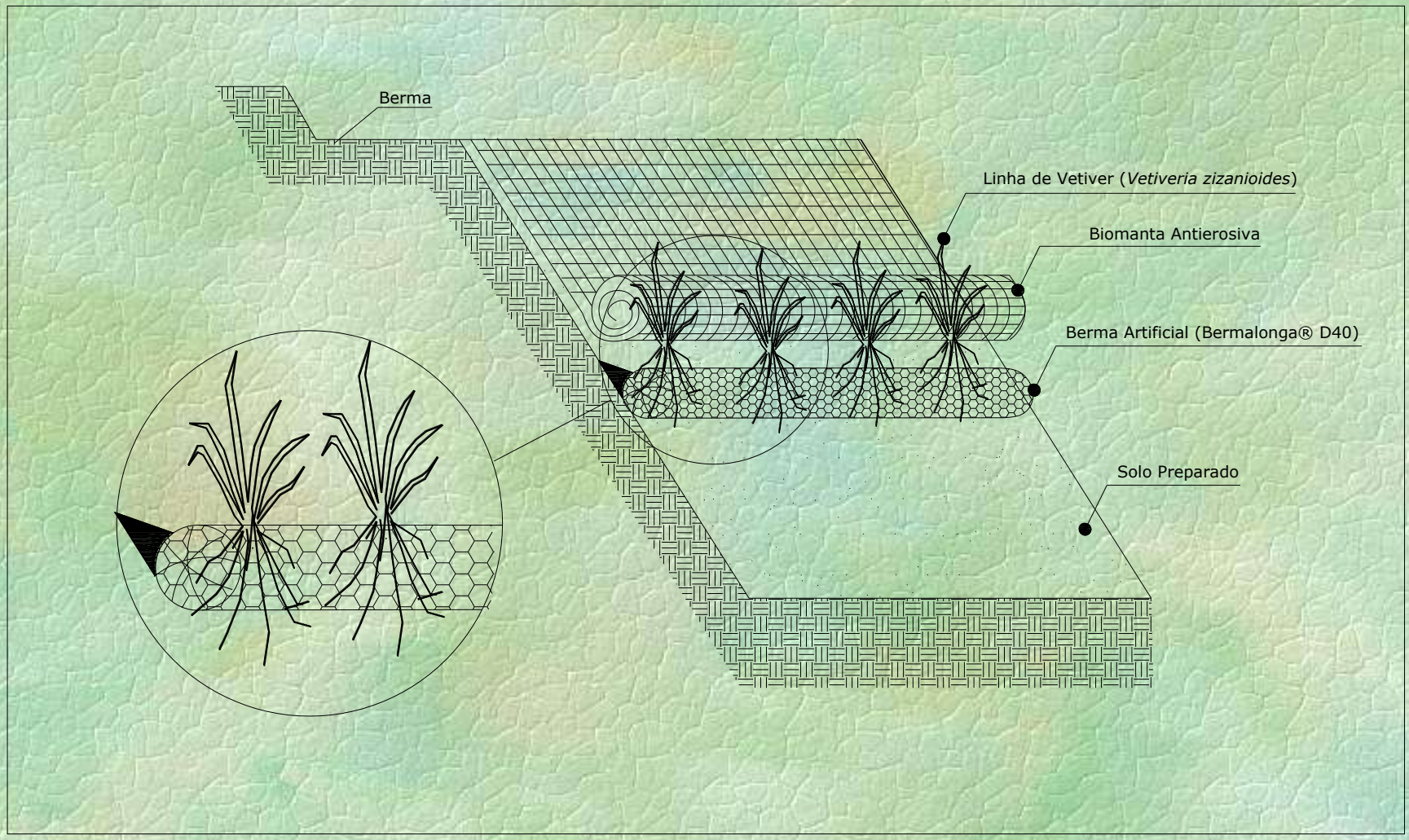
# *Controle de sedimentos*

Imagem cedida por PROFILE PRODUCTS

7/5/2009 14:20

6/11/2007 16:26

# *Barreiras com biorretentores e Capim Vetiver*

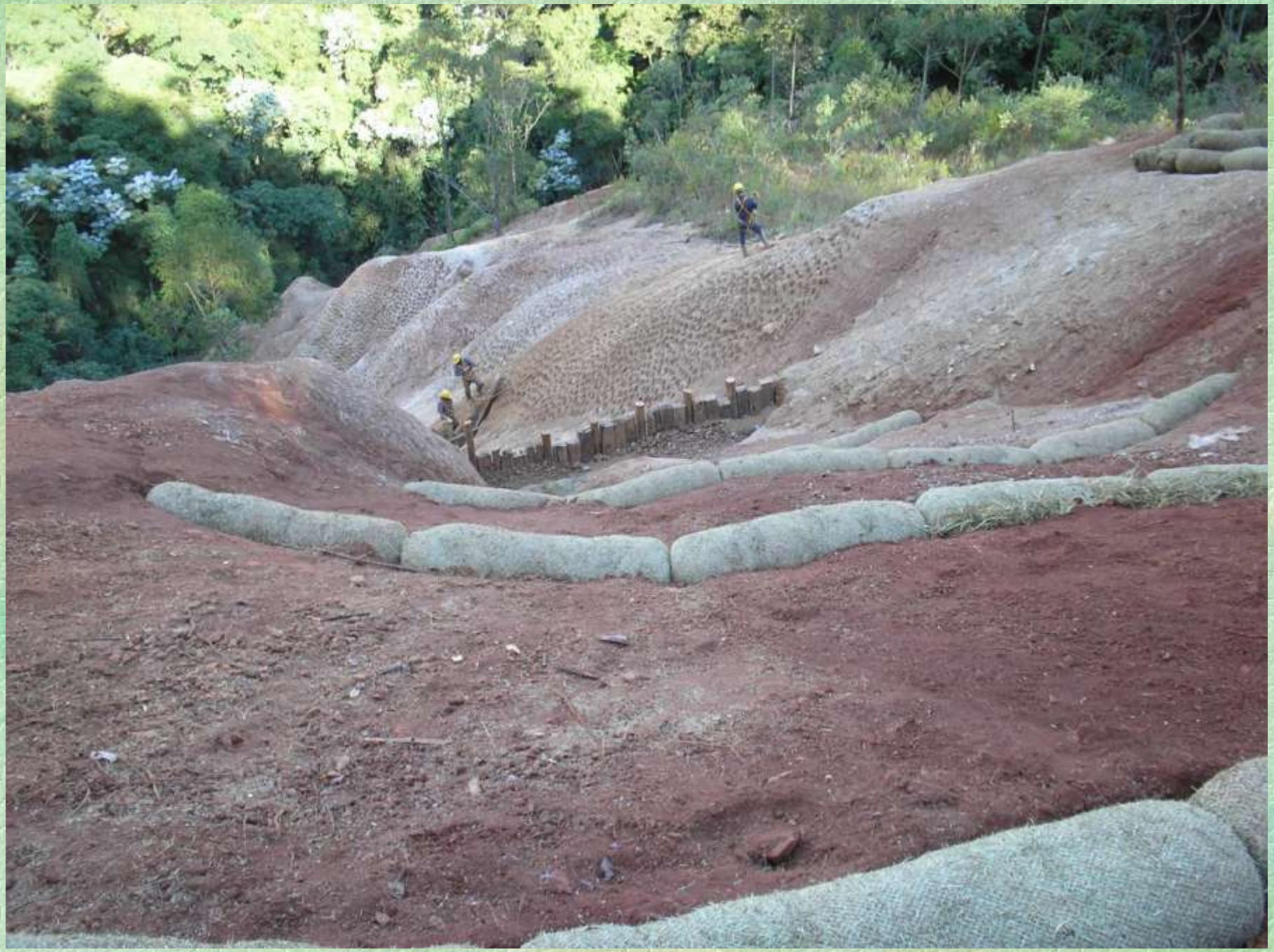


40

4/3/2008 13:12

10/9/2008 15:45

# *Barreiras com biorretentores e paliçadas*



# *Solo Envelopado*

# *CRIBB WALL*

# *Rip-rap de Bermalonga®*

# RECUPERAÇÃO DE CURSOS D´ÁGUA

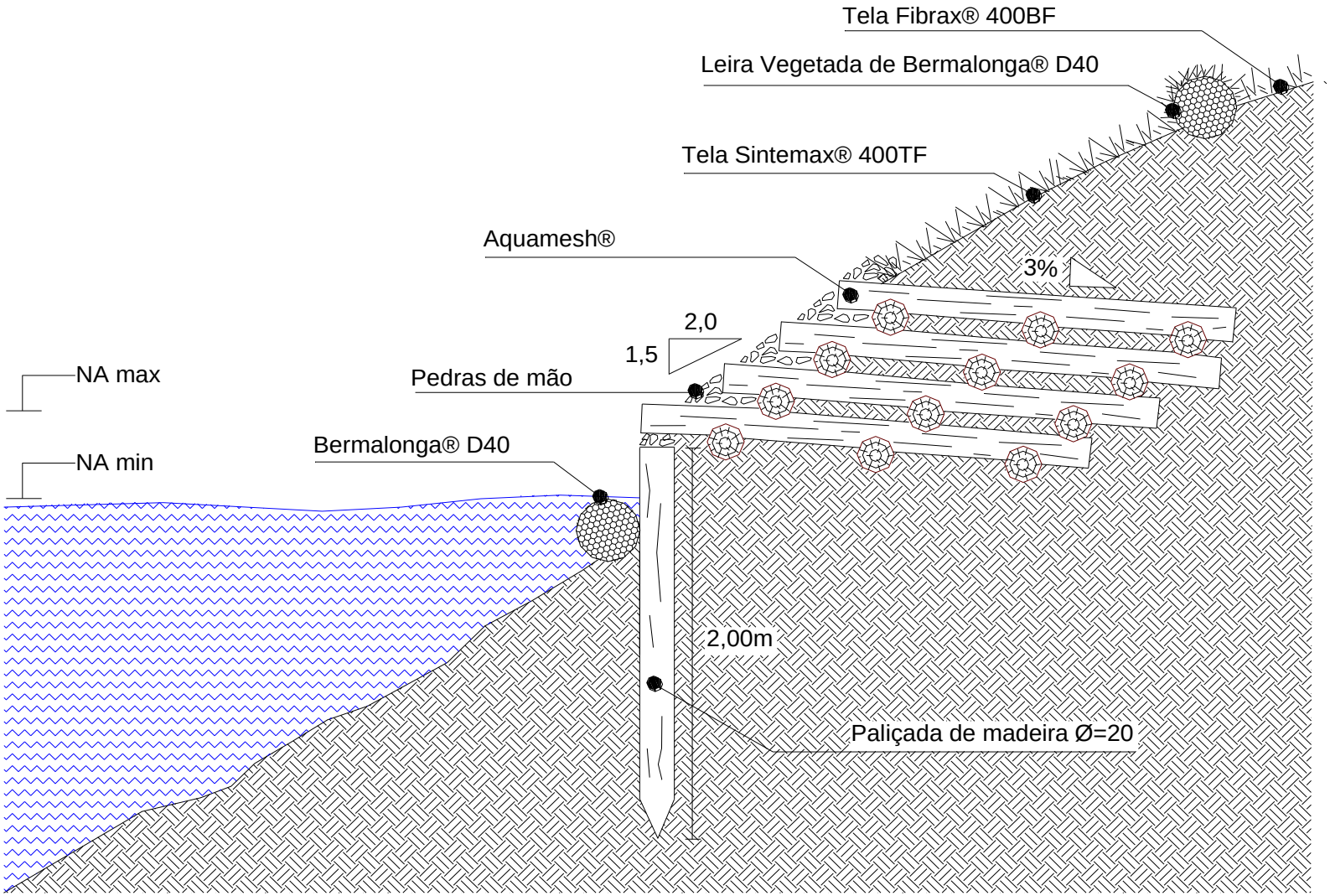
Foto 1 - Situação anterior ao início dos trabalhos.

Foto 2 - Retirada de materiais soltos e regularização das margens.

Foto 3 - Início da aplicação das Técnicas de Bioengenharia

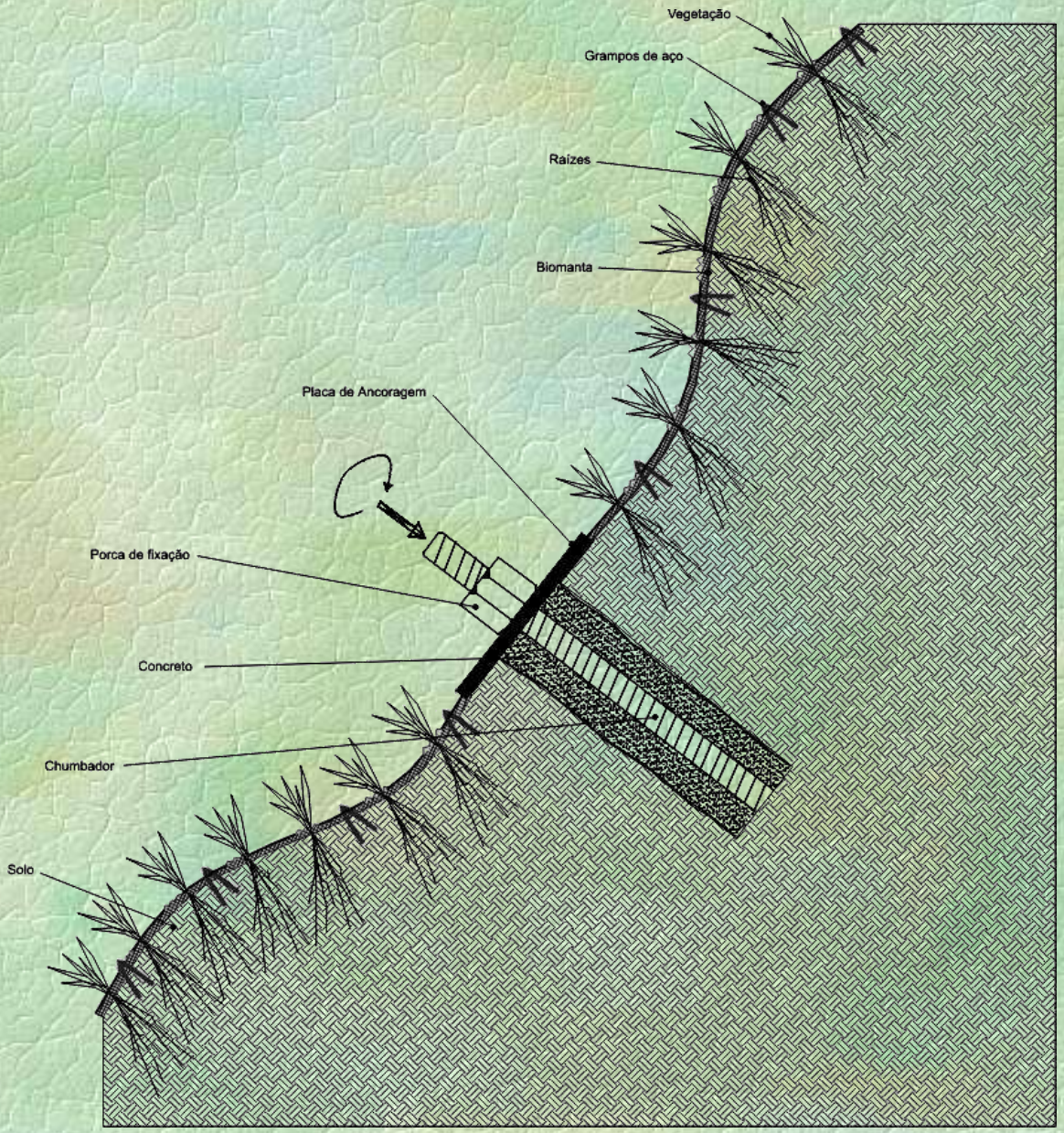
Foto 4 - Rio regularizado e protegido.

deflor Bioengenharia




Croquis em corte transversal do sistema de proteção utilizado.

# *Solo Grampeado*



# TELA FIBRAX® / BERMALONGA® / CHUMBADORES

# AS POSSIBILIDADES SÃO INFINITAS...

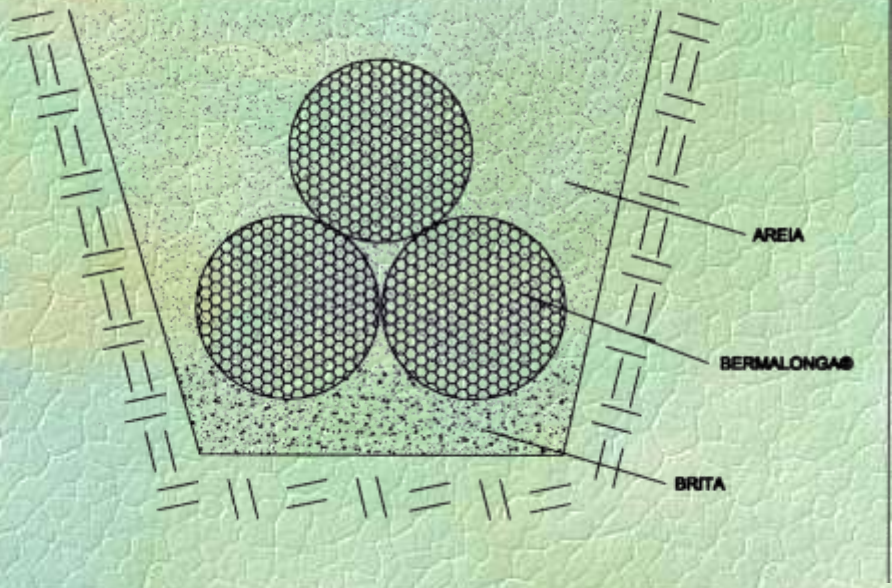
# *6. Técnicas de Aplicação de Biomantas e Biorretentores*

# Instalação passo a passo.

# 1º Passo: DRENAGENS

## Drenagem profunda

* Sub superficial
* Sub horizontal




## Drenagem superficial

* Canaleta revestida com biomanta
* Canaleta de concreto
* Escada Hidráulica
* Estruturas de dissipação
    - Caixas dissipadoras
    - Biorretentores

## *2º Passo: Ancoragem dos sedimentos*

- **Instalação de paliçadas**

  Madeira, Bermalonga®, Bambu

- **Proteção da base do talude**

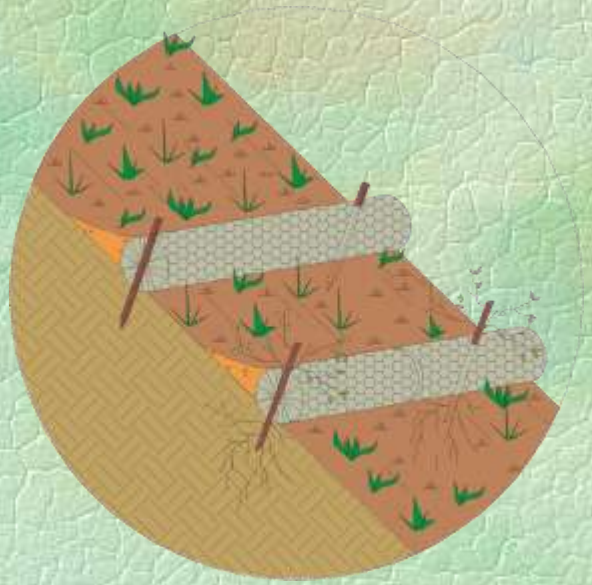
  Bermalonga®, Gabião, Colchão Reno, muros diversos, etc.

# *3º Passo: Acerto e Regularização do terreno*

- **Corte de árvores altas e de grande porte**
- **Limpeza  do terreno**
- **Quebra das negatividades**
- **Acerto das bordas dos focos erosivos**
- **Retirada de sedimentos e fragmentos de rocha soltos**

# *4º Passo: Instalação de Bermalonga®*

- **Redução de velocidade nos canais de drenagem**
- **Preenchimento dos espaços vazios**
- **Proteção de paliçadas e estruturas rígidas**
- **Redução do comprimento do talude**
- **Leiras**



15 11:44

# *5º Passo:* *Semeio x Hidrossemeio*

- **Coveamento**

  Microcovas x Microcanaletas

- **Sementes**

  Gramíneas x Biomix®

- **Insumos**

  Fertilizantes, composto orgânico,

  adesivo orgânico e mulch

- **Equipamento**

# HIDROSSEMEIO

# *6º Passo: Instalação das biomantas*

- **Manuseio**
- **Ancoragem superior**
- **Desbobinamento**
- **Transpasse**

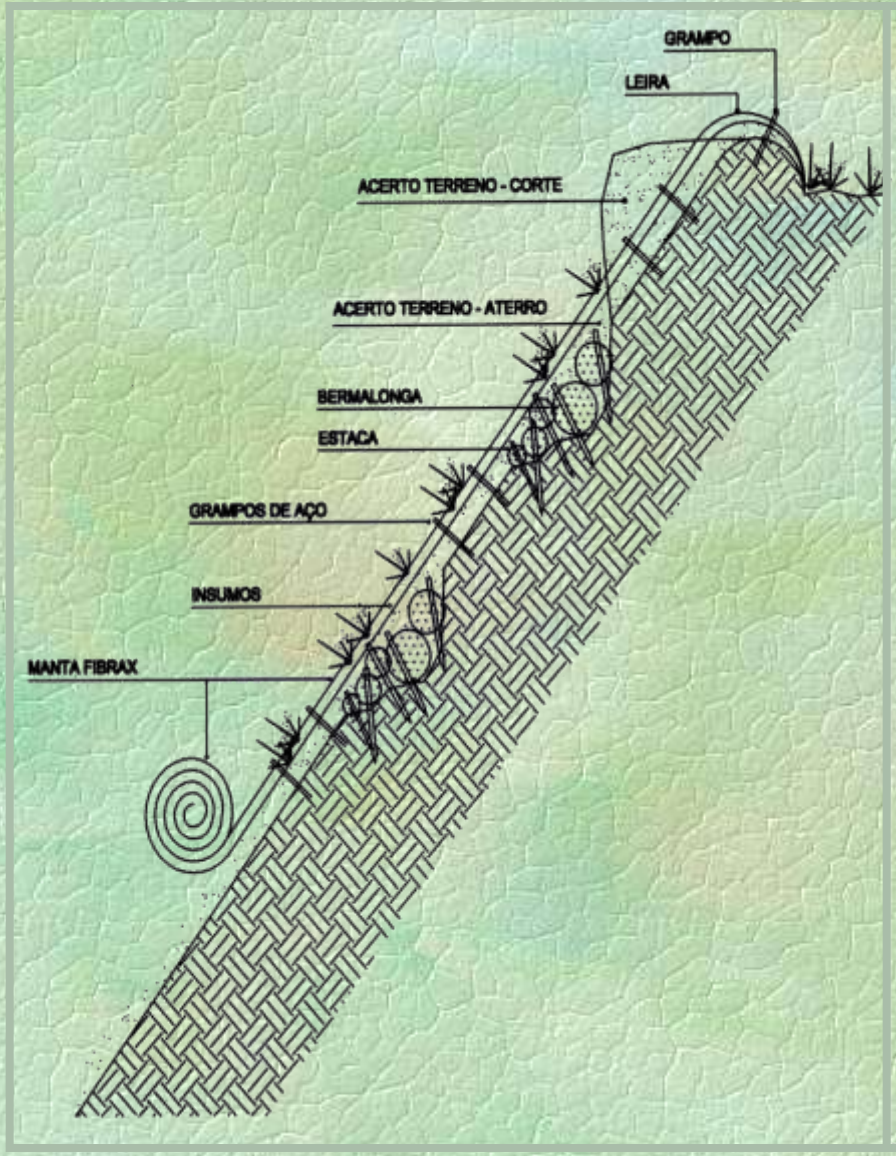
  Lateral / Longitudinal
- **Grampos**

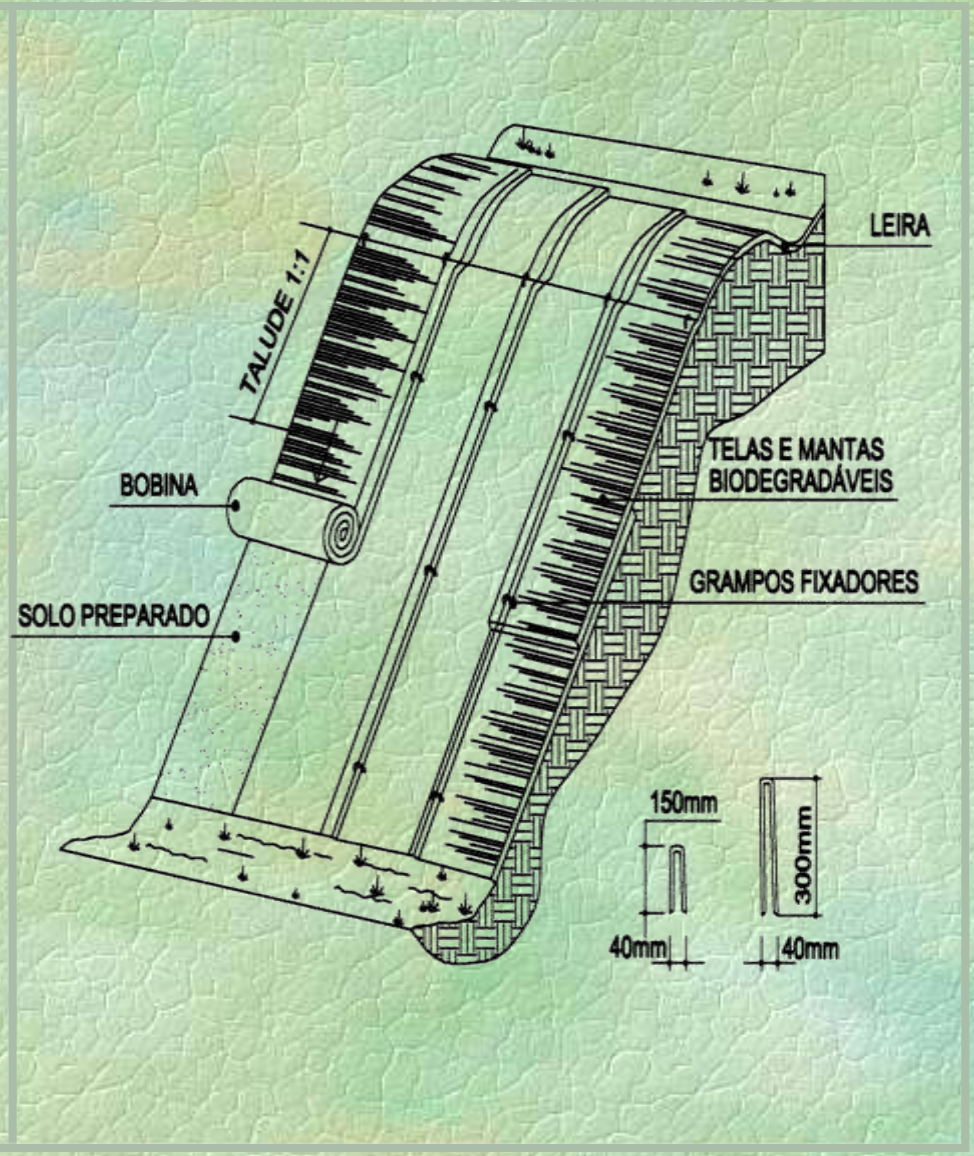
  Aço
- **Estacas**

  Madeira, Bambu, Aço

  Estaca viva

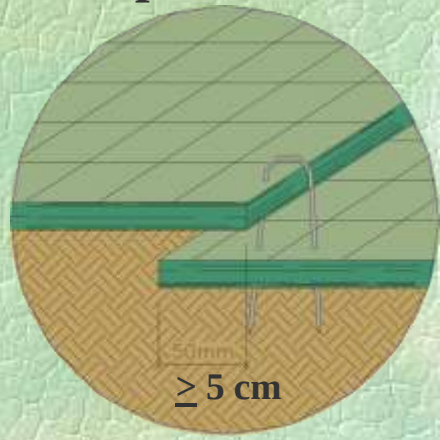
# *Croquis de Instalação das Biomantas*



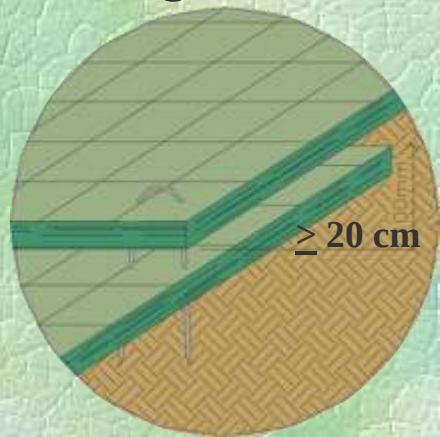



Ancoragem superior

Transpasse lateral




longitudinal



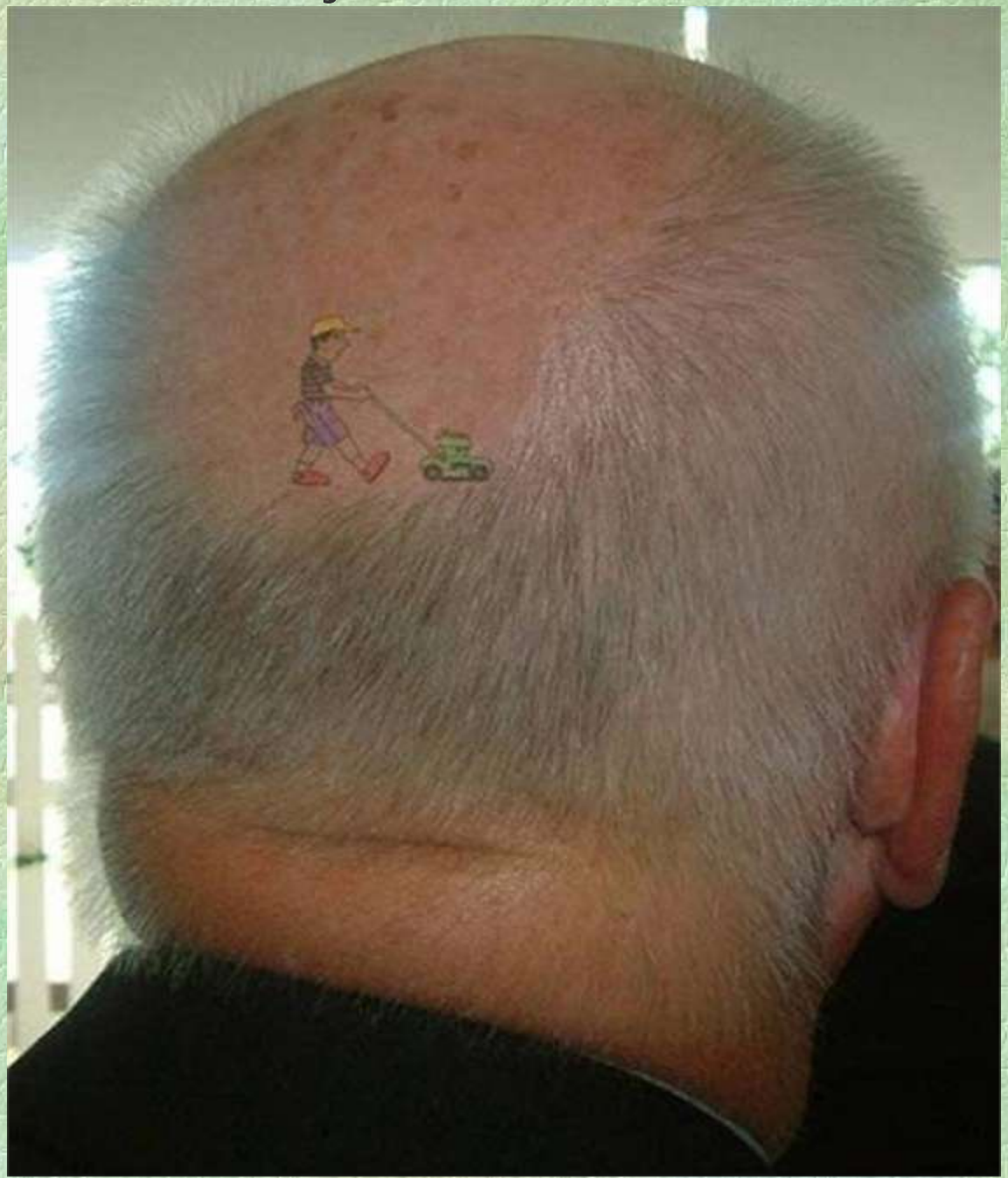

Desenho esquemático das várias fases

# MANUTENÇÃO

- Controle de pragas e doenças
- Adubação de cobertura
- Replantio

# MANUTENÇÃO

- **Poda / roçada**



MANUTENÇÃO

- **Irrigação**

CUIDADO COM A IRRIGAÇÃO ...

# Para pensar…

ATENÇÃO
EROSÃO
A 200 MTS
17/7/2007 17:21

...

14 12 2004

14 9:13

...

15 16:00

15 15:36

26 17:27

12 10:26

# MUITO OBRIGADO!!

lucena@deflor.com.br
(31) 3284-5622