



0	24/05/10	E	Para Construção
REVISÃO Nº	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
Tipo de Emissão	A. Preliminar	D. Para Cotação	G. Conforme Construído
	B. Para Aprovação	E. Para Construção	H. Cancelado
	C. Para Conhecimento	F. Conforme Comprado	J. De Trabalho
			
PROJETO:	REG <i>h</i>	MSTC <i>MS</i>	DATA: 24/05/10
PROJETISTA:	-		DATA: 24/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM <i>[assinatura]</i>	PACL <i>PACW</i>	DATA: 24/05/10
APROVAÇÃO:	MOG <i>[assinatura]</i>		DATA: 24/05/10
 <div style="text-align: center;"> <b>MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL</b>  <b>PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO</b>  <b>COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO</b>  <b>NORDESTE SETENTRIONAL</b> </div>			
<b>ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A</b>			
<b>NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 4</b> <b>GEOCOMPOSTO DRENANTE COMO ALTERNATIVA AOS DRENOS TIPO "FINGER"</b>			
	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO
PROJETISTA			Logos-Concremat
DESENHISTA			Logos-Concremat
VERIFICADO			
			CLIENTE
ESCALA	DOCUMENTO Nº		
	PROJETISTA: <b>885-MIN-ISF-NT-A0084</b> CLIENTE: <b>1210-NTC-1201-00-40-030</b>		
	REVISÃO		
	<b>0</b>		

---

# **MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL**

---

*MI*

**Projeto de Integração do Rio São Francisco  
com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

---

## ***NOTA TÉCNICA – ATO – LOTE 4***

### ***GEOCOMPOSTO DRENANTE COMO***

### ***ALTERNATIVA AOS DRENOS TIPO "FINGER"***

885-MIN-ISF-NT-A0084  
1210-NTC-1201-00-40-030  
Rev. 0  
Maio/2010

## ÍNDICE

	PÁG.
<b>1. OBJETO E OBJETIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. CÁLCULO DA VAZÃO CRÍTICA DE PROJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DRENOS TIPO "FINGER".....</b>	<b>3</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS .....	3
3.2 CÁLCULO DO POTENCIAL DRENANTE .....	3
<b>4. GEOCOMPOSTO DRENANTE.....</b>	<b>5</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS .....	5
4.2 DETERMINAÇÃO DA ABERTURA DE FILTRAÇÃO ( $O_{95}$ ) DO GEOTÊXTIL .....	5
4.3 CÁLCULO DO POTENCIAL DRENANTE REQUERIDO .....	6
4.4 DETALHES CONSTRUTIVOS .....	8
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>9</b>

### ANEXO I – CARTA CTE5227

## **1. OBJETO E OBJETIVO**

Conforme solicitado pela Supervisora, através de carta datada de 06/05/2010, e pela carta CTE5227 da Gerenciadora, datada de 19/05/2010, esta nota técnica tem como objetivo verificar a adequabilidade de uma alternativa composta por faixas de geocompostos drenantes, como dispositivo de drenagem interna dos taludes, em substituição aos drenos tipo "Finger", para o Lote ( , dos canais de adução do Eixo Norte - Lote A, do Projeto de Integração do São Francisco (PISF).

## **2. CÁLCULO DA VAZÃO CRÍTICA DE PROJETO**

A vazão crítica de projeto foi determinada através de análises de percolação, em que foi admitida a contribuição devida à percolação, para os trechos em corte, somada a potenciais danos na superfície da geomembrana. Nestas análises, verificou-se que o maior fluxo em um trecho entre estacas (20,0 metros), possui vazão máxima ( $Q_{MÁX}$ ) de  $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  (0,15  $\ell/\text{s}$ ).

O detalhamento do cálculo, relativo às vazões contribuintes, pode ser verificado na Memória de Cálculo Geotécnica (1210-MMO-1201-20-04-003).

## **3. DRENOS TIPO "FINGER"**

### **3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS**

---

As características dos drenos tipo "Finger", empregadas na drenagem interna dos taludes, e utilizadas neste estudo estão apresentadas a seguir:

- ✓ espessura (e): 0,10 m;
- ✓ largura (l): 0,50m;
- ✓ espaçamento entre-eixos dos drenos (ee): 4,00m;
- ✓  $k_{AREIA}$  (cm/s):  $1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ .

### **3.2 CÁLCULO DO POTENCIAL DRENANTE**

---

Para determinar a transmissividade da areia ( $\theta_{AREIA}$ ), empregada nos drenos tipo "Finger" é utilizada a seguinte equação:

$$\theta_{AREIA} = k \cdot e \quad (3.1)$$

Onde:

- ✓  $\theta_{AREIA}$ : transmissividade do material de preenchimento;
- ✓ k: permeabilidade do material de preenchimento;

✓ e: espessura da camada de preenchimento.

Para tal, segue o cálculo da transmissividade da areia de preenchimento dos drenos tipo "Finger", considerando a espessura do material empregada nos drenos,  $e=0,10\text{m}$ .

$$\theta_{\text{AREIA}} = k \cdot e$$

$$\theta_{\text{AREIA}} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \cdot 0,10 \text{ m}$$

$$\theta_{\text{AREIA}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

O potencial drenante de cada dreno tipo "Finger" ( $Q_{\text{DRENO}}$ ) é determinado com a aplicação da Lei de Darcy (Equação 3.2):

$$Q = k \cdot i \quad (3.2)$$

Para este caso, a determinação da capacidade drenante de cada dreno tipo "Finger" será satisfeita pela relação entre a transmissividade da areia, o gradiente hidráulico ( $i$ ) e a largura do dreno ( $l$ ), como apresentado na equação 3.3:

$$Q_{\text{DRENO}} = \theta_{\text{AREIA}} \cdot i \cdot l \quad (3.3)$$

O Quadro 3.1 apresenta a capacidade drenante para cada unidade de dreno tipo "Finger" ( $Q_{\text{DRENO}}$ ) e para um trecho compreendido entre duas estacas ( $Q_{\text{TRECHO}}$ ), onde são empregadas cinco unidades de drenos em cada margem, para gradientes hidráulicos ( $i$ ) de 0,1, 0,5 e 1,0.

**QUADRO 3.1**  
**CAPACIDADE DRENANTE DA AREIA E DOS DRENOS TIPO "FINGER"**

	<i>i</i>		
	<i>0,1</i>	<i>0,5</i>	<i>1,0</i>
$Q_{\text{DRENO}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
$Q_{\text{TRECHO}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$

Com base nos valores do Quadro 3.1, verifica-se que a instalação dos drenos tipo "Finger", com 0,50m de largura e espaçamento entre-eixos de 4,0m, totalizando 10 unidades no trecho (5 unidades por margem), atendem satisfatoriamente às solicitações de vazão crítica do trecho entre estacas ( $Q_{\text{MÁX}} = 0,15 \text{ l/s}$ ).

Considerando um fator de redução da eficiência do material (FR) de 2,0, devido à possível colmatação do núcleo de arenoso, têm-se para este caso um Fator de Segurança de 1,67, para o trecho crítico.

## 4. GEOCOMPOSTO DRENANTE

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Os geocompostos drenantes são produtos sintéticos compostos por um núcleo drenante (geomanta, georrede ou geoespaçador), sendo este núcleo revestido em ambas as faces por uma camada de elemento filtrante (geotêxtil). Os requisitos básicos para o emprego do material, como alternativa aos drenos tipo "Finger", estão apresentados a seguir:

- ✓ espessura mínima de 5 mm do núcleo drenante;
- ✓ geotêxtil aderido em ambas as faces;
- ✓ geotêxtil não tecido desempenhando a função de elemento filtrante;
- ✓ desempenho hidráulico satisfatório, quando submetido a carregamentos de até 60kPa.

### 4.2 DETERMINAÇÃO DA ABERTURA DE FILTRAÇÃO ( $O_{95}$ ) DO GEOTÊXTEL

A verificação da capacidade de retenção de finos pelo geotêxtil pode ser realizada comparando as características granulométricas do solo, com a abertura do geotêxtil relativa a 95% de retenção de partículas. Esta dimensão, conhecida como  $O_{95}$ , é utilizada como referência na definição da abertura aparente de filtração, sendo determinada pelo ensaio ASTM D4751.

Com base na faixa granulométrica (Reservatório Milagres), apresentada na Figura 4.1, determinou-se a abertura de filtração  $O_{95}$ , requisitada ao geotêxtil.

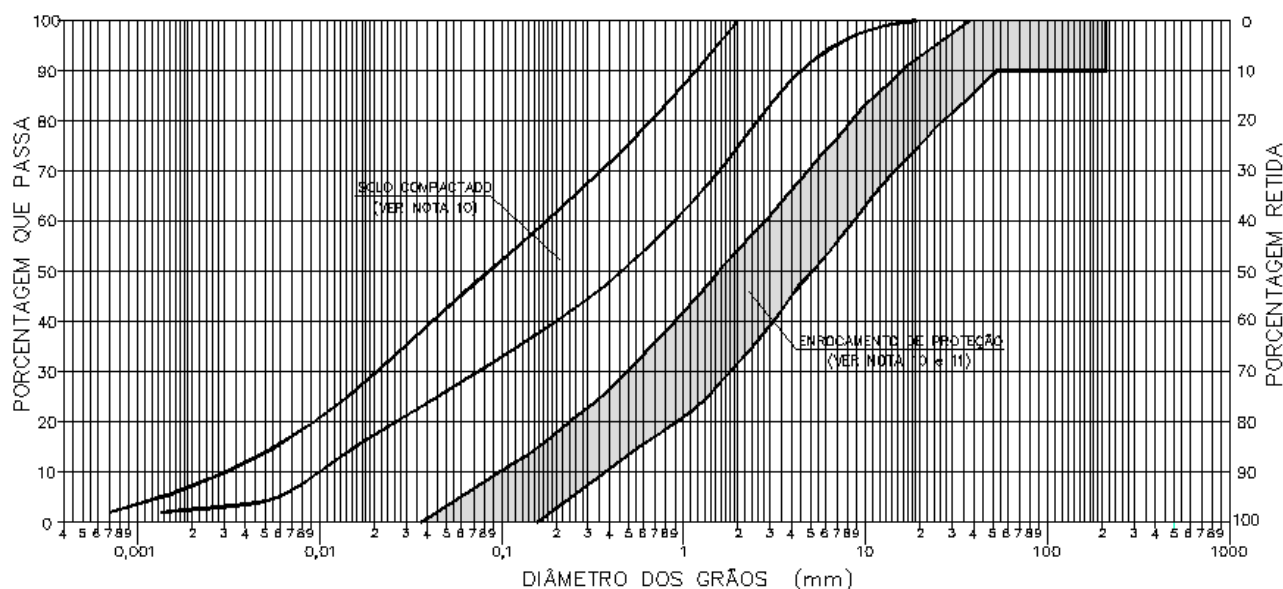


Figura 4.1 - Curvas granulométricas dos materiais empregados no alteamento dos taludes.

Os critérios utilizados na verificação do geotêxtil em relação a sua capacidade de retenção de solos são os seguintes:

✓ **Critério 1** (Task Force 25):

✓ solo mais grossos, menos que 50% passa na peneira #200  $\Rightarrow O_{95} < 0,6 \text{ mm}$

✓ solo mais finos, mais que 50% passa na peneira #200  $\Rightarrow O_{95} < 0,3 \text{ mm}$

✓ **Critério 2** (Carroll, 1983):  $O_{95} < (2,5) D_{85}$

Dos diâmetros efetivos, para os solos verificados, tem-se para cada critério admitido os seguintes valores:

✓ **Critério 1** (Task Force 25): solo  $\leq 50\%$  passando na peneira #200

✓ **Critério 2** (Carroll, 1983):  $D_{85} = 1,8 \text{ mm}$

Para tal, seguem os resultados obtidos de  $O_{95}$ , para os critérios acima descritos:

✓ **Critério 1** (Task Force 25):  $O_{95} < 0,6 \text{ mm}$

✓ **Critério 2** (Carroll, 1983):  $O_{95} < 4,5 \text{ mm}$

Desta forma, deverá ser empregado um geotêxtil com abertura de filtração ( $O_{95}$ )  $\leq 0,6 \text{ mm}$ . Ressalta-se que, caso sejam empregados materiais com granulometria diferente da apresentada na Figura 4.1, deverão ser realizados ajustes no cálculo da abertura de filtração.

### **4.3 CÁLCULO DO POTENCIAL DRENANTE REQUERIDO**

---

Para determinar o potencial drenante requerido ao conjunto de geocompostos drenantes, foram adotadas as seguintes hipóteses de cálculo:

✓ vazão crítica no trecho (entre estacas):  $Q_{MÁX} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ ;

✓ largura da faixa do geocomposto drenante:  $L_{FAIXA}$ ;

✓ espaçamento entre-eixos: 4,0m;

✓ quantidade de faixas por margem (entre estacas): 5 unidades;

✓ quantidade de faixas entre estacas (extensão de 20,0 m): 10 unidades;

✓ Fator de Segurança (FS): 1,5.

Para verificar a capacidade drenante do elemento, devem ser aplicados os fatores de redução parciais, para a situação crítica, apresentados a seguir:

- ✓ fator de redução devido à intrusões ( $FR_{IN}$ ): 1,4
- ✓ fator de redução devido à fluência ( $FR_{CC}$ ): 1,3
- ✓ fator de redução devido a danos químicos ( $FR_{CR}$ ): 1,1
- ✓ fator de redução devido a danos biológicos ( $FR_{BC}$ ): 1,1

A partir dos fatores de redução parciais, determina-se o fator de redução global, devido a danos mecânicos, químicos e biológicos no geocomposto drenante.

$$FR_{GLOBAL} = FR_{IN} \cdot FR_{CC} \cdot FR_{CR} \cdot FR_{BC}$$

$$FR_{GLOBAL} = 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1$$

$$FR_{GLOBAL} = 2,20$$

A determinação do potencial drenante requerido ao geocomposto drenante, aplicando um Fator de Segurança de 1,5, é apresentada a seguir:

$$P_{DR} = \frac{Q_{MÁX} \cdot FR_{GLOBAL}}{L_{FAIXA} \cdot n^o_{FAIXA}} \cdot FS$$

$$P_{DR} = \frac{1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 2,20}{L_{FAIXA} \cdot 10} \cdot 1,50$$

$$P_{DR} = \frac{4,95 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}}{L_{FAIXA}} \Rightarrow P_{DR} \geq \frac{0,0495 \text{ l/s} \cdot \text{m}}{L_{FAIXA}}$$

Para definir a largura da faixa empregada, considerando uma largura mínima de 0,30 m, é apresentado, no Quadro 4.1, o potencial drenante mínimo requerido ao geocomposto, em função da largura da faixa empregada.

**QUADRO 4.1**  
**POTENCIAL DRENANTE MÍNIMO EM FUNÇÃO DA LARGURA DA FAIXA APLICADA**

<b>Largura da Faixa</b>	<b><math>P_{DR}</math> (l/s.m)</b>
0,30	0,165
0,40	0,124
0,50	0,099
0,60	0,083
0,70	0,071
0,80	0,062
0,90	0,055
1,00	0,050



#### 4.4 DETALHES CONSTRUTIVOS

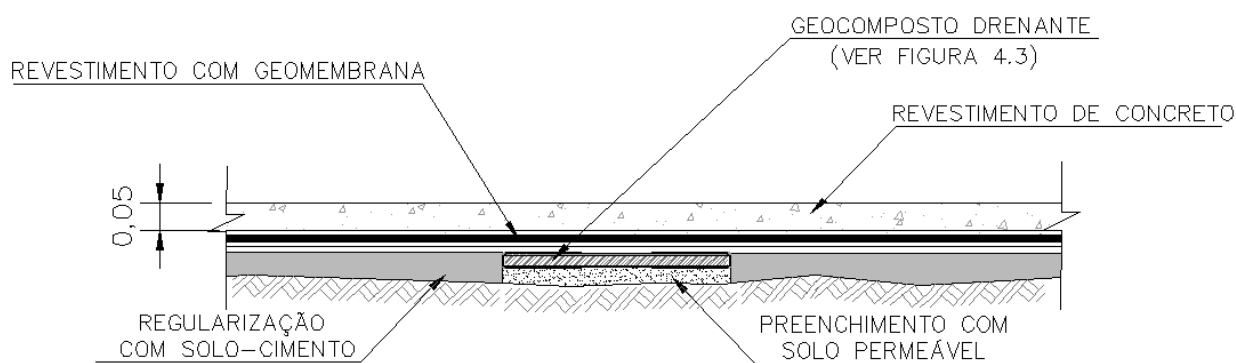
De acordo com os estudos/especificações dos geocompostos drenantes, apresentados pelas empresas fabricantes, o produto é constituído por um núcleo drenante, sendo este revestido por um geotêxtil não tecido em ambas as faces. Estes geotêxteis sobressaem 100mm nas laterais, além do núcleo drenante, para permitir continuidade do elemento e execução de sobreposições.

Durante o procedimento de instalação do elemento, pode ocorrer o corte do geocomposto drenante e consequente corte deste geotêxtil lateral sobressalente, expondo lateralmente o núcleo drenante e prejudicando a eficiência do material. Esta redução da eficiência drenante deve-se ao carreamento de partículas para o interior do núcleo, ocasionando a colmatagem e redução da área útil de escoamento.

Para restringir a ocorrência deste fato, deve ser posicionado um geotêxtil não tecido nas laterais do geocomposto drenante em que é verificada a exposição do núcleo drenante, sendo que este geotêxtil deve envolver toda a lateral, garantindo um traspasse de 100mm em ambas as faces. Ressalta-se que este geotêxtil deve possuir características similares às geotêxtil empregado no geocomposto drenante.

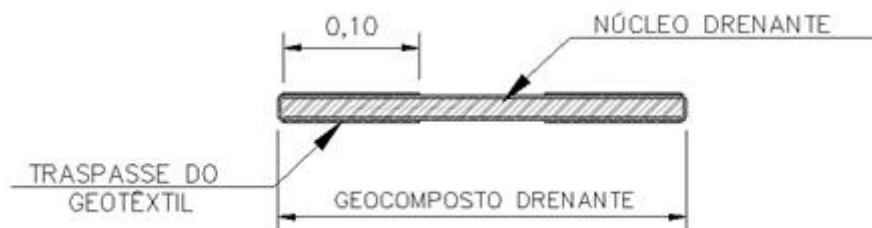
Para o preenchimento da cava, nos taludes em que o geocomposto drenante será instalado, deve-se empregar solo permeável. Este material deve possuir características de condutividade hidráulica que permitam a passagem de água pela região de preenchimento e posterior captação do fluxo da água nos trechos em corte e/ou aterro pelo geocomposto drenante, instalado nos taludes.

O posicionamento do geocomposto drenante no talude está apresentado na Figura 4.2.



**Figura 4.2 – Instalação do geocomposto drenante nos taludes.**

O detalhe do traspasse do geotêxtil não tecido na lateral do geocomposto drenante, pode ser observado na Figura 4.3.



*Figura 4.3 – Detalhe do traspasse do geotêxtil na lateral do geocomposto drenante.*

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os geocompostos drenantes, empregado nos dispositivos de drenagem interna dos canais, devem apresentar as seguintes características:

✓ Potencial drenante ( $P_{DR}$ )  $\geq \frac{0,0495 \text{ l/s} \cdot \text{m}}{L_{FAIXA}}$

✓ Abertura de filtração ( $O_{95}$ )  $\leq 0,6 \text{ mm}$ ;

Ressalta-se que, caso sejam empregados, no alteamento do aterro compactado, materiais com granulometria diferente da apresentada na Figura 4.1, deverão ser realizados ajustes no dimensionamento da abertura de filtração.

O posicionamento/instalação da tira de geotêxtil envolvendo toda a porção lateral exposta do geocomposto drenante, respeitando o traspasse de 0,10m como indicado no item 4.4, é de extrema importância, para garantia de desempenho do material.

## ***ANEXO I – CARTA CTE5227***

---

---

Brasília, 19/5/2010

CTE5227

Ao

**Eng. Marcos Oliveira Godoi**

ENGEORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)

Al. Tocantins, 125 - 4º andar - Ed. West Side - Alphaville

Barueri - SP

Cep.06455-020

**Referência: Contrato nº 30/2007-MI – Lote A - Pacote 1210**

**Assunto: Drenagem dos Taludes em Seção Molhada – Geocompostos para Drenagem**

Prezado Senhor,

Vimos por meio desta, encaminhar correspondências da supervisora ENGEVIX, responsável pela supervisão de obras do lote 4, que solicita análise e aprovação da dos materiais a serem utilizados na drenagem interna dos canais, conforme as especificações técnicas em anexo.

Solicitamos parecer desta projetista.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos,

Atenciosamente,



Eng. Carlos Rosa

Supervisor do Contrato

Projeto de Integração do Rio São Francisco

Consórcio Logos-Concremat<sup>2</sup>

Anexo:

Carta 1320-CAR-1001-20-04-0274 - ENGEVIX

Carta CL/407-CSF-L04/10/146 – Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Fc/CR

Ref.: 1320-CAR-1001-20-04-0274  
1088/00-30-CE-0151/10

Salgueiro, 06 de maio de 2010

Ao  
Consórcio LOGOS-CONCREMAT  
Rua João Veras de Siqueira, 106 – 2.113  
Fone: (87) 3871-2575  
Salgueiro-PE  
CEP: 56.000-000

**Att.: Gilmar Ferreira da Silva**  
Supervisor do Contrato – Lote 4

**c/c Engº Paulo Afonso**  
Engecorps

**Ref:** Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF – Contrato Administrativo 14/2008 – MI Lote 04 – Pacote 1320

**Assunto: Encaminhamento de correspondências do Consórcio ECAR**

Prezado Senhor,

Estamos encaminhando em anexo, as cartas em que o Consórcio Construtor solicita aprovação de geomembranas, mantas geotexteis e tubos de PEAD perfurados, especificados nas respectivas cartas.

Solicitamos que tal documentação seja enviada ao engº Paulo Afonso da Projetista Engecorps, para que seja providenciado o parecer sobre tais materiais, conforme orientação que nos foi passada pela própria projetista.

Atenciosamente  
Engevix Engenharia S/A

**Norton Gabriel Fagundes Barbosa**  
Engenheiro Residente

NGFB/mfdo

Consórcio Logos Concremat

Recebido em:

07/05/10

Hora: 10:50

*Lislene Barbosa*  
Lislene Daiana Barbosa dos Santos



## Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Salgueiro (PE), 26 de Abril de 2010  
CL/407-CSF-L04/10/146

À  
**Engevix Engenharia S.A.**  
Rua Tenente Silveira, 94 – 7º. andar.  
Fone: (48) 2107-3000  
Florianópolis - SC.  
CEP: 88.010-300

UNIDOC  
Nº. Adm. Recebidos  
DATA 26 / 04 / 10  
MRD  
VISTO

At.: Norton Gabriel Fagundes Barbosa / Engenheiro Residente  
Ref: Contrato Administrativo 27/2008 – MI – Lote 04 – Pacote 1425.  
Construção das Obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Assunto: **Drenagem dos taludes em seção molhada – Geocompostos para drenagem**

Prezados Senhores,

Para execução da drenagem interna do canal, especificamente nos taludes da seção molhada, os projetos nº 1210-DEP-1220-04-57-001, 1210-DEP-1221-04-57-001 e 1210-DEP-1222-04-57-001 através da Nota 02, cita que: ***“A Geomembrana, a ser empregada poderá ser de PVC, aderida a Geotêxtil ou de PEAD texturizada em ambas as faces”.***

Com isso, o Consórcio construtor, vem respeitosamente, solicitar análise e aprovação dos materiais, onde as especificações técnicas estão anexas e os fornecedores estão descritos logo a seguir:

- Maccaferri America Latina;
- Tecelagem Roma Ltda;

Solicitamos urgência nesta análise e aprovação, de forma que este Consórcio possa iniciar o processo de aquisição dos materiais para aplicação.

Sendo o que tínhamos para o momento, nos colocamos à disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,

**Weverton Maia Fioroto**  
Gerente de Contrato

  
**Eng. Weverton Maia Fioroto**  
Gerente de Contrato  
**Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record**

**ENGEVIX Engenharia S.A**  
Recebi em:  
26 / 04 / 10  
Hora: 15 : 33  
Ass. Marcia Ferreira

23 de Março de 2009

Assunto: Comparação técnica entre dreno tipo "finger" e MacDrain®

Ref.: 013/09

Estimados Senhores,

Esse relatório apresenta um breve comparativo quanto à eficácia de um Dreno tipo "Finger" em relação ao Geocomposto drenante MacDrain®. Os dados referentes aos drenos tipo "Finger" foram extraídos de informações de projeto que nos foram fornecidas e, portanto serão usadas nesse relatório em nível de comparação.

O MacDrain® 2L 20.2 é um geocomposto para drenagem leve e flexível, cujo núcleo drenante é formado por uma geomanta tridimensional, fabricada com filamentos de polipropileno e termosoldada entre dois geotêxteis não-tecido de poliéster em todos os pontos de contato. Os geotêxteis sobressaem 100 mm além do núcleo nas laterais do MacDrain® 2L 20.2, para garantir uma perfeita continuidade do sistema nas juntas e permitir a execução das sobreposições.

O geocomposto MacDrain® é utilizado como um elemento drenante, cuja capacidade de fluxo é determinada conforme ensaios previstos na norma ASTM D 4716 (*Test Method for Determining the (In-plane) Flow Rate per Unit Width and Hydraulic Transmissivity of a Geosynthetic Using a Constant Head*). Essa norma prevê a determinação da capacidade hidráulica (vazão) por unidade de largura de um material que é determinada através da medição da quantidade de água que passa através de um corpo de prova em um determinado tempo, sob pares de tensão normal e gradiente hidráulico específicos.

Os valores obtidos nesse ensaio estão disponíveis na folha de especificação técnica divulgada pela Maccaferri em sua página de internet, através do endereço eletrônico:

[http://www.maccaferri.com.br/download/POR\\_MacDrain\\_2L.pdf?PHPSESSID=h5p1f60u3fvjr1en0u1ob7iif2](http://www.maccaferri.com.br/download/POR_MacDrain_2L.pdf?PHPSESSID=h5p1f60u3fvjr1en0u1ob7iif2)

Tais valores podem ser administrados no dimensionamento de sistemas de drenagem, cuja capacidade de fluxo de projeto esteja estipulada e o MacDrain® deva atendê-la com base na pressão e gradiente hidráulico especificados. A tabela 1 mostra os valores extraídos da folha de especificação técnica citada anteriormente.

Tabela 1. Capacidade de vazão do MacDrain® 2L 20.2, conforme a norma ASTM D 4716.

Gradiente hidráulico	Drenagem horizontal										Drenagem vertical	
	i = 0.01		i = 0.02		i = 0.03		i = 0.10		i = 0.50		i = 1.00	
Pressão	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m
10 kPa	0,64	2340	0,70	2556	0,77	2772	1,26	4536	2,17	7848	2,84	10224
20 kPa	0,23	828	0,29	1080	0,33	1224	0,74	2700	1,54	5544	2,17	7848
50 kPa	0,11	432	0,14	540	0,17	648	0,41	1476	0,85	3096	1,35	4860
100 kPa	0,04	144	0,05	180	0,06	216	0,12	432	0,26	936	0,41	1512
200 kPa	0,02	72	0,02	72	0,02	108	0,04	144	0,08	324	0,13	468

Considerando que o MacDrain® 2L 20.2 terá efetivamente uma faixa de 0.30m para funcionar, espaçadas a cada 4.00m e com uma pressão máxima de 50kPa atuando sobre ele (lâmina d'água máxima no canal de 5.00m), é possível obter os valores de vazão já em m³/s para os gradientes hidráulicos que atuará em projeto, 0.10, 0.50 e 1.00, conforme apresentado na tabela 2.




Tabela 2. Capacidade de vazão do MacDrain® 2L 20.2, considerando uma faixa de 0.30m.

Gradiente Hidráulico	i = 0.10	i = 0.5	i = 1.00
Pressão	m³/s	m³/s	m³/s
10 Kpa	3,78E-04	6,51E-04	8,52E-04
20Kpa	2,22E-04	4,62E-04	6,51E-04
50Kpa	1,23E-04	2,55E-04	4,05E-04

Mínima vazão admissível

A tabela 3 mostra os valores fornecidos para os drenos tipo "finger", os quais se adotam nesse relatório apenas como parâmetro comparativo.

Tabela 3. Capacidade drenante da areia e dos drenos tipo "finger".

Gradiente hidráulico	0.10	0.50	1.00
Q(m³/s)	1,00E-04	5,00E-04	1,00E-03
Q <sub>DRENO</sub> (m³/s)	5,00E-05	2,50E-04	5,00E-04
Q <sub>ESTACA</sub> (m³/s)	2,50E-04	1,25E-03	2,50E-03

Mínima vazão admissível

Comparando diretamente os dados obtidos para o MacDrain® na tabela 2 com os drenos tipo "finger" na tabela 3 é possível perceber que para as condições impostas, o dreno tipo "finger" apresenta uma mínima vazão admissível, cerca de 2,50 vezes menor que o MacDrain®, e ainda vale lembrar que se está comparando um dreno com seção transversal de 0.50m x 0.10m, contra 0.30m x 0.01m, e o dreno tipo "finger" já está sobre-dimensionado em relação a **vazão de projeto de  $1.50 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$**  (também fornecida como parâmetro de referência). Caso se compare os dados da tabela 2 com a vazão de projeto será possível perceber que o MacDrain® 2L 20.2 se encontra com uma vazão maior que 2,7 vezes a necessária para o caso de um gradiente hidráulico de 1 e maior que 1,7 vezes para um gradiente de 0.50. Ou seja, o MacDrain® atende perfeitamente a vazão de projeto com uma seção transversal muito menor que a exigida pelo dreno tipo "finger".

Outro ponto importante é que a o gradiente hidráulico característico a ser adotado em projeto é de 0.50, e o talude de conformação da seção trapezoidal do canal apresenta uma inclinação de 1/1.50, ou seja, um gradiente de 0.66 é o adotado na prática. Porém com um gradiente de projeto inferior, 0.50 contra 0.66, têm-se uma seção para o dreno menos inclinada e consequentemente submetida a maior pressão, que para ambas as soluções, finger ou MacDrain®, são críticas. Comentado tal fato o MacDrain® apresenta um item vantajoso a mais a ser considerado, 90% de vazios na conformação do seu núcleo. Enquanto o dreno tipo "finger" conta com o geotêxtil na condição de filtro para reter sólidos e o núcleo de areia como condutor que faticamente retardará a saída da água devido à anisotropia das partículas de areia, o MacDrain® conta apenas com o geotêxtil como retentor de sólidos e posteriormente um núcleo com mais de 90% de vazios, ou seja, condução imediata do fluido para os pontos de saída, sem obstáculos ou possibilidade de colmatagem interna do núcleo, a condição ideal para um dreno de resposta rápida.

**A solução MacDrain® para a obra em questão apresenta, vantagem construtiva por sua simplicidade de instalação, vazão admissível compatível com a vazão de projeto e a velocidade de resposta esperada para um dreno sub-horizontal.**

Com base no exposto anteriormente esperamos haver esclarecido as dúvidas sobre o comportamento de nossa solução em geossintéticos e finalizamos esse relatório agradecendo cordialmente a atenção e estaremos à disposição para qualquer consulta sobre o tema em questão.

Eng. Petrucio Santos Junior  
Coordenador Técnico

Departamento Técnico / Pesquisa e Desenvolvimento

**MACCAFERRI**



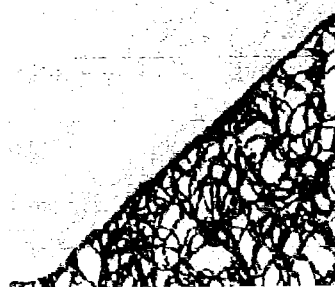


# MacDrain® 2L TD

Geocomposto para drenagem

## Características técnicas

MacDrain® 2L TD é um geocomposto para drenagem leve e flexível, cujo núcleo drenante é formado por uma geomanta tridimensional, fabricada com filamentos de polipropileno e termosoldada entre dois geotêxteis não-tecido de poliéster em todos os pontos de contato, exceto na região destinada à inserção do tubo perfurado.



## Capacidade de Vazão

ASTM D 4716	Drenagem horizontal										Drenagem vertical	
Gradiente hidráulico Pressão	i = 0.01		i = 0.02		i = 0.03		i = 0.10		i = 0.50		i = 1.00	
	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m
10 kPa	0,64	2340	0,70	2556	0,77	2772	1,26	4536	2,17	7848	2,84	10224
20 kPa	0,23	828	0,29	1080	0,33	1224	0,74	2700	1,54	5544	2,17	7848
50 kPa	0,11	432	0,14	540	0,17	648	0,41	1476	0,85	3096	1,35	4860
100 kPa	0,04	144	0,05	180	0,06	216	0,12	432	0,26	936	0,41	1512
200 kPa	0,02	72	0,02	72	0,02	108	0,04	144	0,08	324	0,13	468

Propriedades hidráulicas			Geocomposto		Geotêxtil	
Abertura de filtração	mm	AFNOR G 38017	---		0,145	
Permissividade	s <sup>-1</sup>	ASTM D 4491	---		1,51	
Permeabilidade	cm/s	ASTM D 4491	---		1,1 x 10 <sup>-1</sup>	

Propriedades mecânicas			Geocomposto		Geotêxtil	
			Direção longitudinal	Direção transversal	Direção longitudinal	Direção transversal
Resistência a tração	kN/m	ABNT NBR 12824 ASTM D 4595	14,21	8,57	5,26	2,92
Deformação na ruptura	%	ABNT NBR 12824 ASTM D 4595	33,23	37,33	37,38	36,26
Puncionamento	N	ABNT NBR 13359 ASTM D 4833	---		602,50	

Características físicas			Geocomposto		Geotêxtil	
Espessura	mm	ABNT NBR 12569 ASTM D 5199	11,0		0,7	
Gramatura	g/m <sup>2</sup>	ABNT NBR 12568 ASTM D 5261	700		100	

Apresentação do rolo		Geocomposto		
Largura	m	0,3	0,6	0,9
Comprimento	m	20	20	20
Área (núcleo)	m <sup>2</sup>	6,0	12	18
Diâmetro médio	m	0,6	0,6	0,6
Peso	kg	5,0	9,0	13

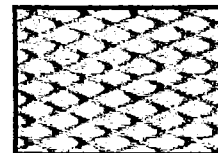
**MACCAFERRI**  
AMÉRICA LATINA

A Maccaferri reserva-se o direito de revisar estas especificações em qualquer momento, de acordo com as características dos produtos fabricados.

Garantia do Sistema de Qualidade  
Produção, gerenciamento interno certificado  
e assistência técnica conforme ISO 9001

**ISO 9001**

Jun. 2005

**ROMA****ROMADRAIN 730/2GT**

## SISTEMA DRENANTE

O ROMADRAIN 730/2GT é um geocomposto drenante formado por uma georrede de PEAD (ROMANET), que cumpre a função de núcleo drenante, unida nas duas faces por termofusão a um geotêxtil nãotecido de poliéster (PET), que cumpre a função de filtração. É produzido em forma de bobinas com 1,07 ou 2,15 m de largura e 10 ou 30,0 m de comprimento.

### ➤ Especificações do Produto:

Propriedades	Unidades	Métodos de Ensaio	Valores de Ensaio
Geocomposto Drenante ROMADRAIN 730/2GT			
Transmissividade*	m <sup>2</sup> /s	ASTM D 4716	5,68 x 10 <sup>-5</sup>
Resistência ao Descolamento	kN/m	ASTM D 7005	1,41
Georrede ROMANET TTG 730			
Gramatura Nominal	g/m <sup>2</sup>	ABNT NBR 12568	730
Espessura Nominal	mm	ABNT NBR 12569	5,50
Densidade	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D 792	≥ 0,940
Resistência à Compressão	kPa	ASTM D 1621	428,0
Geotêxtil Nãotecido de PET			
Resist. Tração: (DT)	kN/m	ABNT NBR 12824	7
(DL)			6
Permeabilidade Normal	cm/s	ASTM D 4491	0,40
Abertura Aparente – AOS (O <sub>95</sub> )	mm	ASTM D 4751	0,16

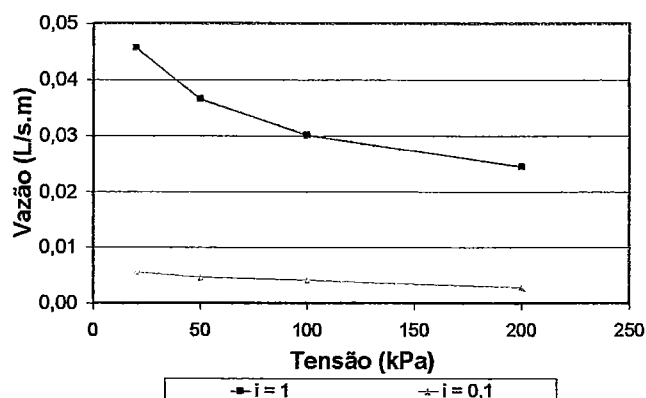
\*Gradiente de 0,1 e Tensão Aplicada de 20 kPa

DT: Direção Transversal à Fabricação; DL: Direção Longitudinal (de fabricação)

Obs.: Os valores poderão ser alterados sem aviso prévio

### ➤ Capacidade de Vazão em Projeto (q<sub>p,i</sub>):

CAPACIDADE DE VAZÃO (L/s.m) ROMADRAIN 730/2GT				
Gradiente	Tensão (kPa)			
Hidráulico	20	50	100	200
1	0,05	0,04	0,03	0,02
0,1	0,006	0,005	0,004	0,003



Rev.: 00  
Data: 27/11/2008