0	09/06/10	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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	HN		LHFM	DATA:	09/06/10
PROJETISTA:	-			DATA:	09/06/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL	DATA:	09/06/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	09/06/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

RELATÓRIO DE ATIVIDADES – ATO
OBRAS CIVIS – ATIVIDADES DE CAMPO E ESCRITÓRIO
PERÍODO DE 01/05/10 A 31/05/10

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-RT-A0086** CLIENTE: **1210-REL-1051-00-40-030**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

ATO – Acompanhamento Técnico das Obras

RELATÓRIO DE ATIVIDADES – ATO

OBRAS CIVIS – ATIVIDADES DE CAMPO E ESCRITÓRIO

PERÍODO DE 01/05/10 A 31/05/10

885-MIN-ISF-RT-A0086
1210-REL-1051-00-40-030
Junho/2010
Rev. 0

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETIVO

Este relatório tem por objeto o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional – Projeto Executivo do Trecho I e por objetivo a apresentação das principais atividades relativas aos serviços de ATO – Obras Civis, realizadas em campo e no escritório, no período compreendido entre os dias 01/05/10 e 31/05/10.

A solicitação para a disponibilização do ATO foi realizada na reunião de 11/02/09 – Agenda Positiva dos Lotes 1, 2 e 7, e prorrogada "sine die" na reunião do dia 28/04/09. Na carta n° 1210-CAR-1001-00-00-054 (EGC-043/09) foi apresentada a programação das atividades de ATO.

Com o aumento de solicitações de ATO, em virtude da ampliação das frentes de obras, conforme mencionado nas reuniões de Agenda Positiva de julho/09, de agosto/09 e de setembro/09, foi enviada pela ENGECORPS, em 01/10/09, a carta 1210-CAR-1001-089 (EGC-137/09), contendo a reprogramação dos trabalhos de ATO para o Lote A.

2. ATIVIDADES DE CAMPO E DE ESCRITÓRIO – COMENTÁRIOS E AÇÕES SOBRE OS ASSUNTOS CONSULTADOS

2.1 INTRODUÇÃO

As atividades de campo do ATO das Obras Civis realizadas no período compreendem contatos com as equipes das Supervisoras e dos Consórcios Construtores, além de vários contatos telefônicos e inspeções periódicas nos locais das obras. Ao longo do período em questão foram discutidos vários assuntos e aspectos referentes aos projetos emitidos para o Lote A, tanto para adaptação da concepção prevista em projeto quanto para estudo de concepções alternativas àquelas apresentadas pela Projetista.

As atividades de escritório de ATO compreendem as análises das solicitações das Supervisoras e dos Consórcios Construtores, envolvendo a equipe técnica de escritório e consultores, quando necessário, além de esclarecimentos sistemáticos através de contatos telefônicos e de comunicações via email.

Foram vistoriadas as obras do Lote A, durante o mês de maio de 2010, pelo engenheiro de ATO da ENGECORPS (Luis H. F. Mouraria), nos períodos 01/05/10 a 07/05/10 e 17/05/10 a 28/05/10.

Foi realizado, durante o período de 27/04/10 a 11/05/10, pela Geol. Eliane A. F. Oliveira, da ENGECORPS, o mapeamento geológico-geotécnico dos taludes escavados do segmento de canal CN-12. O assunto em questão foi exposto pela Gerenciadora, através de consulta verbal e da sua carta CTE4990, que foram respondidas pela ENGECORPS através das cartas 1210-CAR-1001-00-00-144 (EGC-098/10) e 1210-CAR-1001-00-00-148 (EGC-121/10), respectivamente. Após o mapeamento em questão, a Geol. Eliane vistoriou as escavações em

materiais rochosos (3ª categoria) dos canais, no período de 11/05/10 a 21/05/10, procurando identificar as cotas do topo rochoso encontradas.

Foi solicitado pela ENGECORPS, através da carta 1210-CAR-1001-00-00-145 (EGC-100/10), datada de 15/04/10 e endereçada ao MI/Gerenciadora, um aditivo de prazo e preço para os trabalhos de ATO referentes aos Lotes 1 a 4.

2.2 SITUAÇÃO GERAL DE ANDAMENTO DAS OBRAS DOS LOTES 1 E 2

De maneira geral, o andamento da execução das diversas obras dos Lotes 1 e 2 pode ser sintetizado da seguinte forma:

a) Trecho CN-01 – a concretagem encontra-se concluída desde a EB-1 (estaca 127) até a estaca 225 (antes do cruzamento com a rodovia BR-428) e da estaca 235 (após o cruzamento com a rodovia BR-428) até a estaca 460. Todos os bueiros do trecho CN-01 estão concluídos. A conclusão deste trecho está vinculada à construção da ponte sobre a rodovia BR-428 e ao remanejamento da linha de transmissão da CELPE. Por sua vez, a CELPE iniciou a implantação de torres que possibilitarão eliminar a interferência.

b) Trecho CN-02 – está concluída a concretagem do revestimento do canal entre as estacas 584 e 848, com interrupções em alguns subtrechos. Todos os bueiros do trecho CN-02 encontram-se concluídos.

c) Aqueduto Logradouro – estão concluídas todas as estruturas de concreto, com exceção das estruturas de transição de montante e jusante e os drenos. Os aterros de encontro estão totalmente construídos.

d) Trecho CN-03 – está concluída a concretagem do revestimento do canal entre as estacas 863 e 1090. Todos os bueiros do trecho CN-03 foram concluídos.

e) Aqueduto Saco da Serra – estão em execução os aterros de encontro em enrocamento compactado em substituição ao aterro em solo. Todas as concretagens da laje de fundo foram executadas estando em andamento as concretagens das paredes laterais. Os aterros de encontro estão totalmente concluídos.

f) Trecho CN-04 – estão concluídos os serviços de terraplenagem (execução de aterros e escavações) e a execução de todos os bueiros do trecho CN-04. Foi realizada a concretagem do revestimento do canal entre as estacas 1123 e 1470.

g) Túnel Angico – as escavações do emboque e do desemboque deste túnel estão concluídas. A continuidade dos trabalhos depende da definição sobre a alternativa de execução de canal neste trecho, em vez do túnel, decisão esta a ser tomada pelo MI.

h) Trecho CN-05 – os serviços de terraplenagem (execução de aterros e escavações) estão em plena atividade. Todos os bueiros deste trecho foram concluídos. Os serviços de concretagem do revestimento das paredes e do fundo do canal estão em andamento.

i) Aqueduto Mari – as obras deste aqueduto ainda não foram iniciadas, pois estão na dependência de aprovação do preço para execução das fundações em tubulões.

j) Trecho CN-06 – continuam em andamento os serviços de terraplenagem. Todos os bueiros deste trecho estão concluídos.

k) Aqueduto Terra Nova – as fundações dos pilares P7 e P8, constituídas por tubulões, serão executadas posteriormente, pelo mesmo motivo citado no Aqueduto Mari (aprovação de preço para os tubulões). As demais fundações já foram executadas (dos pilares P1, P2, P3, P4, P5 e P6, constituídas por sapatas).

l) Trecho CN-07 – os serviços de terraplenagem estão em andamento. Foram concluídos 4 dos 5 bueiros deste trecho.

m) Barragem de Terra Nova – as obras desta barragem ainda não foram iniciadas, pois dependem de autorização para supressão de vegetação (ASV).

n) Trecho CN-08 – as obras de terraplenagem que estavam em andamento entre as estacas 2516 e 2679 foram paralisadas. Foi emitida pela ENGECORPS uma solução para a interferência com um açude (reservatório) existente no trecho entre as estacas 2495 e 2525 (ver item 2.4.e deste relatório). A execução da travessia dessa interferência depende de definição por parte do MI.

o) Trecho CN-09 – as obras de terraplenagem estão paralisadas. Foram concluídos os trabalhos de concretagem do revestimento do canal, excetuando-se o local de interferência com a adutora da COMPESA.

p) Barragem de Serra do Livramento – a escavação das fundações do maciço da barragem está quase concluída. A execução do maciço encontra-se em andamento. Está em continuidade a exploração da jazida para a produção dos materiais de enrocamento. As fotos 4, 5 e 6 ilustram a situação atual das obras dessa barragem, com o alteamento do maciço compactado.

q) Trecho CN-10 – os serviços de terraplenagem (aterros e escavações) estão em andamento. Foram concluídos 24 dos 31 bueiros deste trecho.

r) Aqueduto Salgueiro – a execução dos aterros de encontro deste aqueduto, com utilização de enrocamento compactado, não teve continuidade desde o mês de março/10, estando ainda paralisada. As escavações para execução de suas fundações ainda não foram iniciadas, pois dependem da aprovação de preços para execução de tubulões.

s) Trecho CN-11 – as obras de terraplenagem (aterros e escavações) estão paralisadas.

t) Barragem de Mangueira – as escavações das suas fundações estão quase concluídas, restando a região da calha do rio. Antes da conclusão dessas escavações, foi escavado um "*cut-off*" exploratório nas fundações da barragem, na região da calha do rio, que já foi

inspecionado e mapeado (ver item 2.4.b deste relatório). Em seguida, os serviços de terraplenagem para alteamento do maciço da barragem foram iniciados. Os serviços dessa barragem encontram-se paralisados e dependem de remoção de interferência com a rede elétrica da CELPE (linha de transmissão).

u) Trecho CN-12 – as obras de terraplenagem estão paralisadas.

v) Trecho CN-13 – as obras deste trecho ainda não foram iniciadas.

2.3 SITUAÇÃO GERAL DE ANDAMENTO DAS OBRAS DOS LOTES 3 E 4

De maneira geral, o andamento da execução das obras dos Lotes 3 e 4 pode ser sintetizado da seguinte forma:

a) Barragem de Negreiros – as obras ainda não foram iniciadas.

b) Trecho CN-14 – estão em andamento duas frentes de terraplenagem: uma delas está compreendida entre as rodovias BR-232 e BR-116, ou seja, entre as estacas 4327 e 4671 do canal. Nessa 1ª frente existem 3 bueiros concretados e 2 bueiros em fase de armação. A outra frente de escavação situa-se após a rodovia BR-116, no sentido crescente do estaqueamento, ou seja, entre estacas 4684 e 5292 do canal. Nessa 2ª frente existem 5 bueiros em fase de armação e 2 bueiros em fase de concretagem. As fotos 7 a 10 ilustram a situação atual das obras deste trecho de canal.

c) Barragem de Milagres – foram iniciadas as escavações das fundações desta barragem. As fotos 4, 5 e 6 ilustram a situação atual das obras em questão.

d) Trecho CN-15 – este segmento de canal ainda não foi iniciado.

e) Túnel Milagres-Jati – as obras ainda não foram iniciadas.

f) Trecho CN-16 – os serviços de terraplenagem nesse canal, iniciados a partir da estaca 6173, continuam em andamento. As fotos 1, 2 e 3 ilustram a situação atual das escavações deste trecho de canal.

g) Galeria Penaforte – as obras ainda não foram iniciadas.

h) Trecho CN-17 – este segmento de canal ainda não foi iniciado.

2.4 ASSUNTOS TRATADOS E COMENTÁRIOS CORRESPONDENTES

a) Assunto – escavações do segmento de canal CN-16.

Resposta – a ENGECORPS emitiu revisão da Nota de Obra 1210-NTO-026-R00 (CN-16 – Segmento 1221 – Execução de Taludes em Corte), contendo diretrizes a respeito das escavações em material de 2ª categoria para o segmento de canal CN-16 (1221). A Nota de

Obra 1210-NTO-026-R01 encontra-se apresentada no Anexo II deste relatório, observando-se que a numeração dessa Nota de Obra foi alterada para 1210-NTO-1221-04-46-001-R00.

b) Assunto – mapeamento geológico-geotécnico das escavações do segmento de canal CN-12.

Resposta – a ENGECORPS realizou, durante o período de 27/04/10 a 11/05/10, pela Geol. Eliane A. F. Oliveira, da ENGECORPS, o mapeamento geológico-geotécnico dos taludes escavados do segmento de canal CN-12. O assunto em questão foi exposto pela Gerenciadora, através de consulta verbal e da sua carta CTE4990, que foram respondidas pela ENGECORPS através das cartas 1210-CAR-1001-00-00-144 (EGC-098/10) e 1210-CAR-1001-00-00-148 (EGC-121/10), respectivamente. As informações coletadas nesse mapeamento estão apresentadas no documento 1210-NTC-1201-00-40-031-R00 – Considerações sobre as Escavações do Canal 1216 (CN-12).

c) Assunto – mapeamento geológico-geotécnico dos outros segmentos de canal – após o mapeamento citado no item anterior, a Geol. Eliane vistoriou as escavações em materiais rochosos (3ª categoria) dos canais, no período de 11/05/10 a 21/05/10, procurando realizar um mapeamento geológico-geotécnico expedito dos taludes escavados expostos para identificar as cotas do topo rochoso encontradas. Tais informações são úteis para o balanço de massas de todos os lotes.

d) Assunto – controle tecnológico dos materiais de construção da Barragem de Serra do Livramento.

Resposta – a ENGECORPS emitiu a revisão da Nota Técnica 1210-NTC-1107-00-40-003-R00 – Barragem Serra do Livramento – Diretrizes para Controle dos Materiais de Construção. A revisão R01 desse documento encontra-se apresentada no Anexo II deste relatório.

e) Assunto – dispositivos de entrada e saída dos bueiros dos Lotes 1 e 2.

Resposta – a ENGECORPS emitiu a Nota Técnica 1210-NTC-1201-00-40-024-R00 – Lotes 1 e 2 – Análise dos Detalhes das Entradas e Saídas dos Bueiros e Caixas de Passagem, atendendo à solicitação feita pela Gerenciadora através da carta CTE4087.

f) Assunto – utilização de bueiros tubulares de diâmetro 1500 mm nos Lotes 1 e 2.

Resposta – a ENGECORPS emitiu a Nota Técnica 1210-NTC-1201-00-40-025-R00 – Lotes 1 e 2 – Análise do Projeto de Detalhamento dos Bueiros Tubulares de 1500 mm de Diâmetro, atendendo à solicitação feita pela Gerenciadora através da carta CTE4102.

g) Assunto – tubos de concreto para drenagem interna dos canais do Lote 3.

Resposta – a ENGECORPS emitiu a Nota Técnica 1210-NTC-1201-00-40-020-R00 – Lote 3 – Tubos de Concreto para Drenagem Interna dos Canais de Adução, atendendo à solicitação feita pela Gerenciadora através da carta CTE4871.

f) Assunto – estudo da utilização de tubos helicoidais e/ou corrugados para o sistema de drenagem interna dos canais dos Lotes 3 e 4.

Resposta – a ENGECORPS emitiu as Notas Técnicas 1210-NTC-1210-00-40-022-R00 – Lote 3 – Análise da Capacidade Estrutural e de Vazão dos Tubos Helicoidais e 1210-NTC-1201-00-40-028-R00 – Lote 4 – Análise da Capacidade Estrutural e de Vazão dos Tubos Helicoidais, atendendo às solicitações feitas pela Gerenciadora através das cartas CTE4874 e CTE5226, respectivamente.

g) Assunto – estudo de alternativa aos drenos tipo "finger" implantada com aplicação de geocomposto drenante.

Resposta – a ENGECORPS emitiu as Notas Técnicas 1210-NTC-1201-00-40-023-R00 – Lote 3 – Geocomposto Drenante como Alternativa aos Drenos Tipo "Finger" e 1210-NTC-1201-00-40-030-R00 – Lote 4 – Geocomposto Drenante como Alternativa aos Drenos Tipo "Finger", atendendo às solicitações feitas pela Gerenciadora através das cartas CTE5075 e CTE5227, respectivamente.

h) Assunto – detalhamento das especificações para a geomembrana a ser utilizada no revestimento (vedação) dos canais.

Resposta – a ENGECORPS emitiu as Notas Técnicas 1210-NTC-1201-00-40-021-R00 – Lote 3 – Geomembranas Empregadas no Revestimento dos Canais de Adução e 1210-NTC-1201-00-40-027-R00 – Lote 4 – Geomembranas Empregadas no Revestimento dos Canais de Adução, atendendo às solicitações feitas pela Gerenciadora através das cartas CTE4873 (Lote 3), CTE5073 (Lote 3) e CTE5228 (Lote 4).

i) Assunto – detalhamento das especificações para o geotêxtil a ser empregado no sistema revestimento (vedação) dos canais.

Resposta – a ENGECORPS emitiu as Notas Técnicas 1210-NTC-1201-00-40-026-R00 – Lote 3 – Geotêxtil Empregado nos Drenos de Fundo do Sistema de Drenagem Interna dos Canais e 1210-NTC-1201-00-40-029-R00 – Lote 4 – Geotêxtil Empregado nos Drenos de Fundo do Sistema de Drenagem Interna dos Canais, atendendo às solicitações feitas pela Gerenciadora através das cartas CTE4872 e CTE5229, respectivamente.

j) Assuntos diversos – a ENGECORPS, dentro das atividades de ATO, também realizou no período as seguintes atividades:

- ✓ Verificação da evolução geral dos serviços de terraplenagem nos canais, nas barragens e nas fundações das estruturas de concreto.
- ✓ Verificação da evolução geral dos serviços de estruturas de concreto nos aquedutos.
- ✓ Acompanhamento dos resultados obtidos nos ensaios granulométricos dos materiais obtidos pelo CCASF pata utilização na Barragem de Serra do Livramento.

- ✓ Esclarecimentos sobre documentos de projeto emitidos.

3. RECURSOS UTILIZADOS NOS TRABALHOS DE ATO

3.1 DESPESAS DIRETAS

No Quadro 3.1 é apresentado o detalhamento das despesas diretas, correspondentes ao total de recursos humanos envolvidos no período, somente para as atividades de ATO do Lote A, sendo que as despesas relativas às revisões de desenhos são de responsabilidade da Projetista. Também deve ser observado que as despesas referentes ao ATO dos trabalhos do Exército são computadas separadamente daquelas do ATO do Lote A, uma vez que a ENGECORPS tem um contrato firmado com o Exército.

O detalhamento está apresentado subdividido pelas principais atividades desenvolvidas no período abrangido por este relatório: equipe permanente (Quadro 3.2) e mapeamento/ inspeção geológico-geotécnico de campo (Quadro 3.3).

3.2 DESPESAS INDIRETAS

Nos Quadros 3.1, 3.2 e 3.3 também são apresentadas as despesas indiretas, correspondentes às diárias de estadia, locação de veículo médio e passagens.

ENGECORPS
Corpo de Engenheiros Consultores Ltda

QUADRO 3.1
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO - LOTE A - ATO
DETALHAMENTO DAS DESPESAS DE ATO - TOTAL

MÊS			mai/10																															TOTAL	
DESPESAS DIRETAS																																			
Nome	**Categoria**	**Local**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**horas**	**h/mês**
Paulo Afonso de Cerqueira Luz	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório			8,0	4,0	4,0	8,0	4,0			8,0	4,0	4,0	4,0	8,0			4,0	8,0	4,0	8,0	4,0			4,0	8,0	4,0	4,0	8,0			8,0	120,0	0,6818
Luis Honorato Ferreira Mouraria	P1	Campo	8,0		4,0	8,0	8,0	4,0	8,0										8,0	4,0	8,0	8,0	8,0	4,0		8,0	4,0	8,0	8,0	8,0				116,0	0,659
		Escritório										4,0	4,0	4,0	4,0	4,0																	4,0	24,0	0,1363
Hiromiti Nakao	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório				8,0		8,0					8,0		8,0					8,0		8,0					8,0		8,0					64,0	0,3636
Fernão Paes de Barros	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório				4,0		4,0				4,0			4,0				4,0		4,0		4,0				4,0			4,0			4,0	40,0	0,2272
Osvaldemar Marchetti	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório			4,0			4,0				4,0			4,0				4,0			4,0				4,0		4,0		4,0				36,0	0,2045
Ary Paulo Rodrigues	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório			4,0		4,0		4,0			4,0		4,0		4,0				4,0		4,0				4,0				4,0			4,0	44,0	0,25
Ruy Komei Tezuka Calçada	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório			8,0	4,0	8,0	4,0	8,0			8,0	4,0	8,0	4,0	8,0			8,0	4,0	8,0	4,0	8,0			8,0	4,0	8,0	4,0	8,0			4,0	132,0	0,75
Regis Eduardo Geroto	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório			4,0		4,0		4,0			4,0		4,0		4,0			4,0		4,0		4,0			4,0		4,0		4,0			4,0	52,0	0,2954
Eliane Aparecida Freitas Oliveira	P1	Campo	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0											144,0	0,8181
		Escritório																								8,0	8,0	8,0	8,0	8,0			8,0	48,0	0,2727
Técnico T1	T1	Campo																																0,0	0
		Escritório			4,0	8,0	4,0	8,0	4,0			4,0	4,0	4,0	8,0	8,0			4,0	4,0	8,0	4,0	8,0			8,0	4,0	8,0	4,0	4,0			8,0	120,0	0,6818
Técnico T2	T2	Campo																																0,0	0
		Escritório			4,0	4,0	4,0	4,0	4,0			4,0	4,0	4,0	4,0	4,0			4,0	4,0	4,0	4,0	4,0			4,0	4,0	4,0	4,0	4,0				80,0	0,4545
Total		Campo	16,0	0,0	12,0	16,0	16,0	12,0	16,0	8,0	0,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,0	16,0	12,0	16,0	16,0	16,0	4,0	0,0	8,0	4,0	8,0	8,0	8,0	0,0	0,0	0,0	260,0	1,4772
		Escritório	0,0	0,0	36,0	32,0	28,0	40,0	28,0	0,0	0,0	44,0	28,0	32,0	40,0	40,0	0,0	0,0	32,0	32,0	32,0	36,0	32,0	0,0	0,0	44,0	40,0	40,0	32,0	48,0	0,0	0,0	44,0	760,0	4,3181
																														Total P1				820,0	4,659
																														Total T1				120,0	0,6818
																														Total T2				80,0	0,4545
DESPESAS INDIRETAS																																		**TOTAL DIA/UNID.**	**TOTAL MÊS**
Aluguel de Carro		diária	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1				40	1,3333
Estadia		dia	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1				40	1,3333
Passagem		unid.																	1															1	1

Projetista	*Data*	*Gerenciadora*	*Data*		*Data*
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores		Logos-Concremat			
Marcos Oliveira Godoi					

ENGECORPS
Corpo de Engenheiros Consultores Ltda.

QUADRO 3.2
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO - LOTE A - ATO
DETALHAMENTO DAS DESPESAS DE ATO - EQUIPE PERMANENTE

MÊS			mai/10																															TOTAL	
DESPESAS DIRETAS																																			
Nome	**Categoria**	**Local**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**horas**	**h/mês**
Paulo Afonso de Cerqueira Luz	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório			8,0	4,0	4,0	8,0	4,0			8,0	4,0	4,0	4,0	8,0			4,0	8,0	4,0	8,0	4,0			4,0	8,0	4,0	4,0	8,0			8,0	120,0	0,6818
Luis Honorato Ferreira Mouraria	P1	Campo	8,0		4,0	8,0	8,0	4,0	8,0										8,0	4,0	8,0	8,0	8,0	4,0		8,0	4,0	8,0	8,0	8,0				116,0	0,659
		Escritório										4,0	4,0	4,0	4,0	4,0																	4,0	24,0	0,1363
Hiromiti Nakao	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório				8,0		8,0					8,0		8,0					8,0		8,0					8,0		8,0					64,0	0,3636
Fernão Paes de Barros	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório				4,0		4,0				4,0			4,0				4,0								4,0			4,0				28,0	0,159
Osvaldemar Marchetti	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório			4,0			4,0				4,0			4,0				4,0			4,0				4,0		4,0		4,0				36,0	0,2045
Ary Paulo Rodrigues	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório			4,0		4,0		4,0			4,0		4,0		4,0				4,0		4,0				4,0				4,0			4,0	44,0	0,25
Ruy Komei Tezuka Calçada	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório			8,0	4,0	8,0	4,0	8,0			8,0	4,0	8,0	4,0	8,0			8,0	4,0	8,0	4,0	8,0			8,0	4,0	8,0	4,0	8,0			4,0	132,0	0,75
Regis Eduardo Geroto	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório			4,0		4,0		4,0			4,0		4,0		4,0			4,0		4,0		4,0			4,0		4,0		4,0			4,0	52,0	0,2954
Eliane Aparecida Freitas Oliveira	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório																																0,0	0
Técnico T1	T1	Campo																																0,0	0
		Escritório			4,0	8,0	4,0	8,0	4,0			4,0	4,0	4,0	8,0	8,0			4,0	4,0	8,0	4,0	8,0			8,0	4,0	8,0	4,0	4,0			8,0	120,0	0,6818
Técnico T2	T2	Campo																																0,0	0
		Escritório			4,0	4,0	4,0	4,0	4,0			4,0	4,0	4,0	4,0	4,0			4,0	4,0	4,0	4,0	4,0			4,0	4,0	4,0	4,0	4,0				80,0	0,4545
Total		Campo	8,0	0,0	4,0	8,0	8,0	4,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	4,0	8,0	8,0	8,0	4,0	0,0	8,0	4,0	8,0	8,0	8,0	0,0	0,0	0,0	116,0	0,659
		Escritório	0,0	0,0	36,0	32,0	28,0	40,0	28,0	0,0	0,0	44,0	28,0	32,0	40,0	40,0	0,0	0,0	32,0	32,0	28,0	36,0	28,0	0,0	0,0	36,0	32,0	32,0	24,0	40,0	0,0	0,0	32,0	700,0	3,9772
																														Total P1				616,0	3,5
																														Total T1				120,0	0,6818
																														Total T2				80,0	0,4545
DESPESAS INDIRETAS																																		**TOTAL DIA/UNID.**	**TOTAL MÊS**
Aluguel de Carro		diária	1	1	1	1	1	1	1										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				19	0,6333
Estadia		dia	1	1	1	1	1	1	1										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				19	0,6333
Passagem		unid.																	1															1	1

Projetista	*Data*
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores	
Marcos Oliveira Godoi	

Gerenciadora	*Data*
Logos-Concremat	

	Data

ENGECORPS
Corpo de Engenheiros Consultores Ltda.

QUADRO 3.3
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO - LOTE A - ATO
DETALHAMENTO DAS DESPESAS DE ATO - MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE CAMPO

MÊS			mai/10																															TOTAL	
DESPESAS DIRETAS																																			
Nome	**Categoria**	**Local**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**horas**	**h/mês**
Paulo Afonso de Cerqueira Luz	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório																																0,0	0
Luis Honorato Ferreira Mouraria	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório																																0,0	0
Hiromiti Nakao	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório																																0,0	0
Fernão Paes de Barros	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório																			4,0		4,0										4,0	12,0	0,0681
Osvaldemar Marchetti	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório																																0,0	0
Ary Paulo Rodrigues	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório																																0,0	0
Ruy Komei Tezuka Calçada	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório																																0,0	0
Regis Eduardo Geroto	P1	Campo																																0,0	0
		Escritório																																0,0	0
Eliane Aparecida Freitas Oliveira	P1	Campo	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0											144,0	0,8181
		Escritório																								8,0	8,0	8,0	8,0	8,0			8,0	48,0	0,2727
Técnico T1	T1	Campo																																0,0	0
		Escritório																																0,0	0
Técnico T2	T2	Campo																																0,0	0
		Escritório																																0,0	0
Total		Campo	8,0	0,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	144,0	0,8181
		Escritório	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,0	0,0	12,0	60,0	0,3409
																														Total P1				12,0	0,0681
																														Total T1				0,0	0
																														Total T2				0,0	0
DESPESAS INDIRETAS																																		**TOTAL DIA/UNID.**	**TOTAL MÊS**
Aluguel de Carro		diária	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											21	0,7
Estadia		dia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											21	0,7
Passagem		unid.																																0	0

Projetista	*Data*
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores	
Marcos Oliveira Godoi	

Gerenciadora	*Data*
Logos-Concremat	

	Data

ANEXO I
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Foto 1 – Vista geral das escavações do canal CN-16, nas proximidades da estaca 6215.

Foto 2 – Vista geral das escavações do canal CN-16, nas proximidades da estaca 6245.

Foto 3 – Vista geral das escavações do canal CN-16, nas proximidades da estaca 6175.

Foto 4 – Vista geral da escavação das fundações da Barragem de Milagres, próximo à estaca 18.

Foto 5 – Outra vista geral da escavação das fundações da Barragem de Milagres, nas imediações da estaca 18, observando-se o trecho central mais aprofundado.

Foto 6 – Vista em detalhe da escavação das fundações da Barragem de Milagres, nas proximidades da estaca 35.

Foto 7 – Aspecto geral do início das escavações do canal CN-14, nas proximidades da estaca 4349.

Foto 8 – Vista geral da saída do bueiro B004 do canal CN-14.

Foto 9 – Aspecto geral do enrocamento de proteção do canal CN-14, nas imediações da estaca 4352.

Foto 10 – Outra vista geral do enrocamento de proteção do canal CN-14, nas imediações da estaca 4352.

ANEXO II
DOCUMENTOS EMITIDOS NO PERÍODO

1	04/05/2010	E	Revisão do item 2.2
0	30/03/2010	E	Emissão Inicial
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	I. De Trabalho

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	HN	APR		DATA:	30/03/2010
PROJETISTA:				DATA:	30/03/2010
VERIFICAÇÃO:	ACMM	PACL		DATA:	30/03/2010
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	30/03/2010

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DAS OBRAS (ATO) - LOTE A

ATO OBRAS CIVIS
BARRAGEM SERRA DO LIVRAMENTO
DIRETRIZES PARA CONTROLE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA					
DESENHISTA					
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0056** CLIENTE: **1210-NTC-1107-00-40-003**				REVISÃO **1**

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

ATO – Acompanhamento Técnico das Obras

ATO OBRAS CIVIS

BARRAGEM SERRA DO LIVRAMENTO

DIRETRIZES PARA CONTROLE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

885-MIN-ISF-NT-A0056
1210-NTC-1107-00-40-003
Maio/2010
Rev. 1

ÍNDICE

PÁG.

1. INTRODUÇÃO

Esta Nota Técnica tem por objetivo a apresentação das diretrizes para o controle tecnológico dos materiais a serem utilizados na construção da Barragem de Serra do Livramento, obra integrante do PISF.

2. CONTROLE DE MATERIAIS

Os controles dos materiais de construção serão realizados por meio dos ensaios descritos a seguir.

2.1 NÚCLEO IMPERMEÁVEL

Para o núcleo impermeável deverão ser realizados os seguintes ensaios:

- ✓ Granulometria com peneiramento e sedimentação;
- ✓ Densidade real dos grãos;
- ✓ Limite de liquidez;
- ✓ Limite de plasticidade; e
- ✓ Compactação (cilindro grande e soquete pequeno).

Estes ensaios serão realizados a cada 4000 m^3 de material aplicado no núcleo e sempre que ocorrer mudança no tipo de material, constatada por inspeção tátil-visual.

2.2 TRANSIÇÕES E FILTRO

Para as transições e filtro deverão ser realizados os seguintes ensaios:

- ✓ Granulometria por peneiramento e sedimentação na transição fina e areia do filtro;
- ✓ Granulometria por peneiramento nas transições grossa e ampla, e enrocamento segregado; e
- ✓ Compacidade máxima e mínima.

A transição fina e a areia serão ensaiadas a cada 500 m^3 de material aplicado e as transições grossa e ampla, e o enrocamento segregado, a cada 800 m^3 e sempre que for constatada mudança no tipo de material pela inspeção tátil-visual.

2.3 ENROCAMENTO

Para enrocamento deverá serão realizados ensaios de:

- ✓ granulometria por peneiramento.

Os enrocamentos compactados serão ensaiados a cada 20.000 m^3 aplicados no maciço.

As amostras para realização dos ensaios de controle de material serão sempre coletadas nas praças de construção, escolhidas aleatoriamente se o material lançado mostrar-se uniforme na inspeção visual e do ponto específico de heterogeneidade, se esta condição for notada.

Todas as amostras coletadas deverão estar identificadas por cota, afastamento e estaqueamento do local de amostragem e com data da amostragem e ensaio. Considera-se que a inspeção tátil-visual deverá ser permanente em todas as frentes de trabalho, uma vez que é fundamental para a adequabilidade e uniformidade dos materiais lançados na praça (descartando os materiais inadequados, ainda por ocasião do lançamento) e para definir os locais de amostragem dos materiais para ensaios.

3. CONTROLE DAS CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO DOS MATERIAIS

Os controles das condições de aplicação dos materiais (controle de construção) serão realizados por meio dos ensaios abaixo indicados.

3.1 NÚCLEO IMPERMEÁVEL

Os seguintes ensaios deverão ser realizados: determinação da densidade "*in situ*", determinação do grau de compactação e desvio de umidade (método de Hilf), ensaio de compactação, determinação de umidade "*in situ*" e das umidades de cada ponto do ensaio de compactação, utilizando-se estufa convencional adequadamente calibrada e operada (limitando-se a quantidade de aberturas da porta).

Em todas as camadas compactadas (com volume maior que 150 m^3) deverão ser executados ensaios de controle de compactação (determinação do grau de compactação e desvio de umidade). Para volume de maciço compactado menor que 400 m^3 será executado 1 ensaio e sempre que exceder este volume em até 200 m^3, será executado 1 ensaio adicional (600 m^3 compactado serão executados 2 ensaios). A cada 500 m do maciço (25 estacas) serão escavados poços de inspeção a cada 5 m de alteamento, com profundidade de 1,5 m. Em cada poço será realizado mapeamento geológico-geotécnico, inspeção tátil-visual, determinação de umidade e densidade natural a cada 0,3 m de profundidade.

Dos locais de determinação de umidade e densidade natural serão coletadas amostras para realização do ensaio de compactação.

A localização dos poços deverá ser estabelecida em função de algumas peculiaridades, tais como juntas de construção, interrupção prolongada da construção, camadas construídas no período chuvoso, mudança de equipamentos, procedimentos construtivos e áreas de empréstimo, entre outras.

Com a mesma frequência dos poços de inspeção deverão ser executados ensaios de permeabilidade "*in situ*", podendo-se utilizar permeâmetros ou trincheiras para estes ensaios.

Para realização de ensaios especiais de laboratório deverão ser coletadas amostras indeformadas a cada 5 m de alteamento do maciço. Sobre cada amostra deverão ser executados ensaios de caracterização; compactação; umidade e densidade naturais; permeabilidade a cargo variável, adensamento com permeabilidade; compressão triaxial não drenado, não adensado, com medidas de pressão neutra; compressão triaxial adensado-rápido, saturado, com medidas de pressão neutra; compressão triaxial drenado; e cisalhamento direto. Tendo em vista a quantidade de corpos de prova que terão que ser talhados para realização dos ensaios, haverá necessidade de coletar 3 amostras indeformadas (30 x 30 x 30 cm) de cada local, tomando-se cuidados na embalagem e transporte até o laboratório, para que não haja risco de ocorrer alterações prejudiciais (trincas, perda de umidade, deformação, etc.).

O controle exercido por inspeção tátil-visual é extremamente importante para a qualidade global do maciço, lembrando-se que os resultados dos ensaios são representativos somente no local ensaiado. A extrapolação dos resultados para a totalidade do maciço pressupõe homogeneidade do material e uniformidade nos procedimentos construtivos.

Na inspeção tátil-visual serão observados, entre outros, os seguintes aspectos:

- ✓ Homogeneidade do material;
- ✓ Regularização da camada;
- ✓ Espessura da camada;
- ✓ Homogeneização da umidade;
- ✓ Número de passadas e distribuição do rolo compactador;
- ✓ União entre camadas adjacentes;
- ✓ Superfície da camada compactada antes do lançamento da camada seguinte;
- ✓ Umidade da superfície da camada que está sendo compactada;
- ✓ Desagregação ou não dos fragmentos rochosos nas operações dos equipamentos de transporte;
- ✓ Homogeneização e compactação.

3.2 TRANSIÇÕES E FILTRO

Deverão ser realizados os seguintes ensaios: determinação da granulometria após compactação, compacidade relativa e permeabilidade.

Os ensaios de granulometria serão realizados a cada camada compactada (100 m^3) na fase inicial da construção (cerca de 30 camadas). Uma vez constatado que o processo de compactação não provoca quebra excessiva dos fragmentos e aumento na porcentagem da fração fina, o que pode prejudicar as propriedades de permeabilidade e filtração, a frequência de ensaio pode ser a cada 1000 m^3 compactado.

A compacidade relativa será determinada a cada 500 m^3 compactado, devendo-se restringir o valor máximo da compacidade em torno de 70 %, uma vez que valores superiores reduzem a permeabilidade e tornam a zona de transição excessivamente rígida (provocam trincas no núcleo impermeável).

O ensaio de permeabilidade a carga constante será realizado a cada 1000 m^3 compactados. A água utilizada no ensaio deve estar completamente limpa, sem resíduos sólidos. O coeficiente de permeabilidade determinado deve ser maior que 10^{-3} cm/s para a zona de transição ampla e filtro e maior que 10^{-2} cm/s para transição grossa.

Na inspeção de superfície realizada durante a construção deve-se observar a ocorrência de áreas de segregação granulométrica, de contaminação por frações finas e de formação de películas impermeáveis (segregação de siltes e argilas pelas águas utilizadas na compactação).

A segregação de material bem graduado normalmente ocorre entre o topo e a base da camada, entre as faces (de montante e jusante) e a parte central de cada camada ou entre as frentes de avanço do lançamento da camada e a parte remanescente desta camada.

A escavação de trincheiras, com profundidade suficiente para atravessar uma ou duas camadas, permitirá avaliar o nível de segregação que está ocorrendo. A realização de ensaios de granulometria sobre amostras coletadas de cada uma das potenciais áreas de segregação, acima referidas, poderá esclarecer eventuais decisões duvidosas decorrentes da inspeção visual.

3.3 ENROCAMENTO

Deverão ser realizados os seguintes ensaios: determinação da granulometria e compacidade relativa.

As zonas em que será aplicado enrocamento deverão possuir elevada resistência ao cisalhamento e baixa deformação. Estas propriedades poderão ser incorporadas ao maciço de enrocamento com utilização de material e adoção de procedimentos construtivos adequados.

Os materiais rochosos provenientes das escavações obrigatórias realizadas com detonações são adequados para aplicação no enrocamento da barragem. A sua aplicação em camadas e compactação com equipamentos e procedimentos especificados deverão tornar o maciço suficientemente resistente e pouco deformável, conforme as previsões de projeto.

Tanto a resistência quanto a deformabilidade do enrocamento somente poderão ser determinadas por meio de ensaios demorados e onerosos, realizados por equipes técnicas e equipamentos especializados.

Portanto, os parâmetros de resistência e deformabilidade que foram adotados nos estudos de projeto, serão considerados atingidos somente por meio de observações de procedimentos construtivos, como espessura da camada de lançamento e compactação, molhagem do material durante lançamento e compactação, número de passadas do rolo compactador e uniformidade granulométrica em toda a espessura e a extensão da camada compactada.

Na fase inicial dos trabalhos de construção do enrocamento deverá ser construída uma pista experimental para avaliar a eficiência dos equipamentos e procedimentos construtivos que estão estabelecidos nos documentos de projeto.

Na pista experimental será examinada a influência do número de passadas do rolo compactador (4, 6 e 10) na redução da espessura da camada de lançamento e a influência da molhagem na redução da espessura da camada.

A redução da espessura será realizada por meio de levantamento topográfico em pelo menos 30 pontos da pista experimental, regularmente distribuídos (malha de 2x5 m), de modo a poder analisar as heterogeneidades nas direções transversal e longitudinal.

Os materiais da pista experimental, os equipamentos e os procedimentos construtivos deverão reproduzir fielmente o que acontecerá na construção do enrocamento da barragem.

Na inspeção de superfície durante a construção do enrocamento deverão ser observados:

- ✓ O número de passadas do rolo compactador;
- ✓ A espessura da camada;
- ✓ O problema de segregação granulométrica (aspecto primordial para um bom desempenho do enrocamento).

É preciso eliminar a formação de superfície lisa no topo da camada subjacente previamente compactada, causada pelo lançamento complementar de material de granulometria fina. A longo prazo este material poderá infiltrar-se nos vazios existentes entre as pedras subjacentes, arrastado pela percolação de águas pluviais (zona de jusante) ou oscilação do nível d'água do reservatório (zona de montante). A consequência deste fato é a ocorrência de recalques indesejados, com reflexos no desempenho do núcleo impermeável.

As pedras de grandes dimensões ("*oversize*") que dificultam as operações de compactação deverão ser deslocadas para a zona externa do maciço de enrocamento.

A zona com estes blocos não necessita de compactação, mas eles devem ser arrumados de modo a permanecerem em condições estáveis.

Os blocos da zona do enrocamento de proteção requerem arrumação, com equipamentos ou manualmente, eventualmente executando-se encunhamento ou calçamento com blocos menores.

4. CONTROLE POR INSTRUMENTAÇÃO DE AUSCULTAÇÃO

O maciço e a fundação da barragem contam com instrumentos de auscultação para medição das pressões neutras, subpressões, deformações, deslocamentos e da vazão de percolação.

Para controle na fase de construção estão previstos medidores de recalque e pinos de deslocamento. Além destes instrumentos o controle da barragem, na fase de operação do reservatório, será feito com piezômetros e medidores de vazão de percolação.

Os locais de instalação dos instrumentos estão estabelecidos em projeto, mas poderão sofrer alterações em função das reais condições do terreno observadas por ocasião da escavação e procedimentos construtivos que vierem a ser adotados.

Os instrumentos terão que ser instalados à medida que os trabalhos de construção do maciço vão atingindo os níveis de instalação previstos em projeto. Esta providência é particularmente importante nos medidores de recalque e pinos de deslocamento, uma vez que a quase totalidade dos recalques e deslocamentos do maciço e de sua fundação ocorrem na fase de construção. Em alguns casos, o carregamento imposto pelo alteamento do maciço pode desenvolver pressões neutras consideráveis, o que justifica a instalação dos piezômetros ainda na fase de construção.

Os solos que serão utilizados nesta barragem não desenvolvem pressão neutra, conforme foi verificado nos ensaios realizados no laboratório. Entretanto, a instalação de piezômetro realizada após a finalização da construção sempre implica no risco de ruptura hidráulica pela água de circulação utilizada na perfuração. Este argumento é preponderante para instalação do piezômetro ainda na fase de construção, embora exista o inconveniente construtivo do tubo piezométrico ficar exposto na praça de trabalho e sujeito a risco de danos (quebra do tubo piezométrico) pelos equipamentos de terraplanagem (abalroamento). Visando minimizar o risco de danos, o tubo do piezômetro deverá ser isolado em área de pelo menos 1x1m e nessa área a compactação deverá ser executada manualmente.

Deve-se observar que o controle da construção engloba a manutenção dos instrumentos permanentemente em boas condições de operação e a garantia de que o maciço na sua imediata proximidade apresente as mesmas propriedades do maciço envolvente, o que vai ditar o comportamento global da barragem.

0	07/05/10	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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG		MSTC	DATA:	07/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	07/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL	DATA:	07/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	07/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 3

TUBOS DE CONCRETO PARA DRENAGEM INTERNA DOS CANAIS DE ADUÇÃO

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0074** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-020**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

NOTA TÉCNICA – ATO – LOTE 3

TUBOS DE CONCRETO PARA DRENAGEM INTERNA DOS CANAIS DE ADUÇÃO

885-MIN-ISF-NT-A0074
1210-NTC-1201-00-40-020
Rev. 0
Maio/2010

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETIVO

Conforme solicitado pela Supervisora, através de carta datada de 12/03/2010, e pela carta CTE4871 da Gerenciadora, datada de 01/04/2010, esta nota técnica tem por objetivo apresentar as especificações técnicas dos tubos de concreto empregados no sistema de drenagem interna dos canais do Lote 3, do Projeto de Integração do São Francisco (PISF).

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os tubos analisados, empregados no sistema de drenagem interna dos canais, devem ser instalados dentro das trincheiras escavadas no eixo do canal e sob o fundo do mesmo. Também são apresentadas nestas análises, as especificações técnicas dos tubos utilizados nas saídas laterais que possibilitam o monitoramento e a restituição dos fluxos d'água captados pelo sistema.

Estes tubos estão divididos em duas categorias:

- ✓ Tubos perfurados de concreto, com diâmetros variando entre 300, 400 e 500mm;
- ✓ Tubos não perfurados de concreto, com diâmetro de 300mm;

3. ESFORÇOS ATUANTES

3.1 TUBOS PERFURADOS DE CONCRETO

Foram consideradas as seguintes cargas atuantes:

- ✓ 15 cm de brita;
- ✓ 15 cm de concreto armado – referente às caixas de concreto;
- ✓ 10 cm de areia;
- ✓ 7 cm de concreto – revestimento do canal;
- ✓ 6 m de coluna d'água.

Resultando nos seguintes esforços verticais:

σ_v = 0,15m x 22 kN/m³ + 0,15m x 25 kN/m³ + 0,1m x 20 kN/m³ + 0,07m x 25 kN/m³ + 6m x 10 kN/m³ = 70,8 kN/m², correspondente às seguintes cargas diametrais:

ø300mm – 70,8 x 0,3 = 21,24 kN/m

ø400mm – 70,8 x 0,4 = 28,32 kN/m

ø500mm – 70,8 x 0,5 = 35,4 kN/m

3.2 TUBOS NÃO PERFURADOS DE CONCRETO

Estes tubos, instalados perpendicularmente ao eixo do canal, conectam o sistema de drenagem interna à estrutura de saída (deságue). Estes tubos estão sujeitos às seguintes combinações de carregamentos:

- ✓ água + aterro
- ✓ aterro

Resultando no seguinte esforço vertical máximo na região em que sobre o tubo atuam 7m de carga do aterro:

Como pode ser visto na Figura 3.1, o carregamento ao longo do eixo deste tubo é crescente, até atingir uma tensão vertical máxima de 140 kN/m², correspondente a carga de 7m de aterro compactado. Desta região em que o carregamento é máximo até a porção final da tubulação, o nível de tensões reduz-se até 46,67 kN/m².

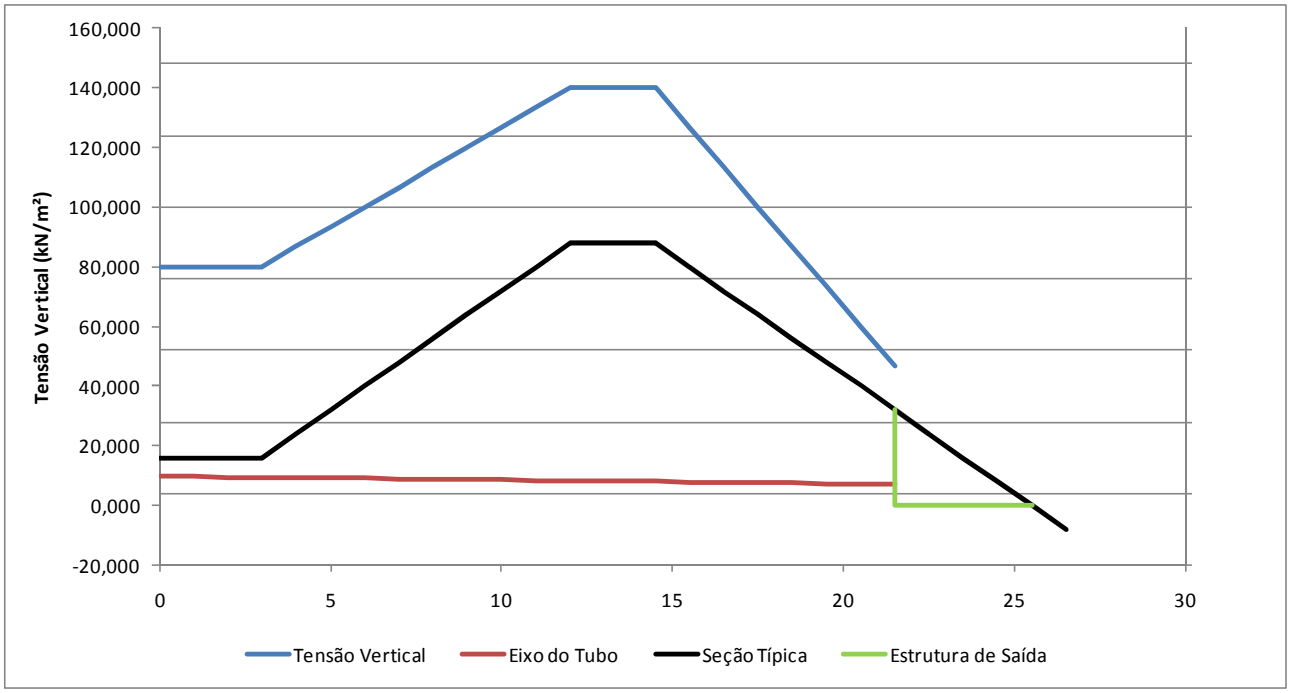


Figura 3.1 – Tensão vertical ao longo do tubo não perfurado de concreto

Considerando esta tensão máxima resultante da presença de 7m de aterro, a carga diametral máxima a qual estará sujeita a tubulação pode ser obtida pela seguinte relação:

$P = \sigma v \times d$

Onde:

- ✓ P – carga diametral (kN/m)

- ✓ σv – tensão vertial (kN/m²)
- ✓ d – diâmetro da tubulação (m)

O Quadro 3.1 apresenta as cargas diametrais as quais devem resistir às tubulações de maneira que estas possam ser empregadas com segurança e sem o aparecimento de fissuras.

QUADRO 3.1
CARGAS REQUERIDAS AOS TUBOS DE CONCRETO

Diâmetro da tubulação (mm)	***Resistência mínima frente carregamento diametral (kN/m)***
300	42
400	56
500	70

4. ESPECIFICAÇÕES DOS TUBOS

Com base nos esforços solicitantes calculados e nas características técnicas necessárias à captação e direcionamento das águas, tem-se os seguintes requisitos para os tubos.

4.1 CRITÉRIOS DE DEFINIÇÃO DOS MATERIAIS

Para determinação da classe de resistência dos tubos perfurados e não perfurados de concreto, devem ser utilizadas as cargas de serviço, ou seja, não majoradas, as quais devem ser comparadas com as cargas mínimas de fissura, apresentadas na Tabela A.4 da norma NBR 8890 (2007) e parcialmente reproduzida no Quadro 4.1.

QUADRO 4.1
TABELA A.4 DA NORMA 8890 (2007) – CLASSES DE RESISTÊNCIA PARA TUBOS DE CONCRETO

DN	***Água Pluvial***							
	Carga mínima de fissura (tubos armados) ou carga isenta de dano (tubos reforçados com fibras) kN/m				***Carga mínima de ruptura kN/m***			
Classe	*PA1*	*PA2*	*PA3*	*PA4*	*PA1*	*PA2*	*PA3*	*PA4*
300	12	18	27	36	18	27	41	54
400	16	24	36	48	24	36	54	72
500	20	30	45	60	30	45	68	90

4.2 TUBOS PERFURADOS DE CONCRETO

As cargas atuantes, apresentadas no Quadro 4.2, demonstram que os tubos de concreto perfurado, instalados no eixo do canal, deverão pertencer à classe PA3 ou superior, conforme norma ABNT NBR 8890 (2007).

QUADRO 4.2
CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIA DOS TUBOS PERFURADOS DE CONCRETO

Diâmetro (mm) / Tipo	*Local de Instalação*	*Resistência a compressão diametral (kN/m) – Aparecimento de fissuras*
300 / perfurado	Eixo do canal	21,2 kN/m
400 / perfurado	Eixo do canal	28,3 kN/m
500 / perfurado	Eixo do canal	35,4 kN/m

Além destas características de resistência, o material deverá possuir os seguintes requisitos:

- ✓ Furos de 4 a 5 mm de diâmetro a cada 10cm;
- ✓ Coeficiente de rugosidade de Manning (n): máximo de 0,018;
- ✓ Conexões tipo ponta e bolsa ou macho e fêmea.

4.3 TUBOS NÃO PERFURADOS DE CONCRETO

Os tubos não perfurados de concreto, utilizados no sistema de saída lateral da drenagem interna, estarão submetidos a um esforço diametral vertical máximo de 42 kN/m quando da utilização de tubos com diâmetro de 0,3 m, conforme apresentado no item 3.2.

Desta forma, estes tubos deverão apresentar resistência a compressão diametral, para prevenir o aparecimento de fissuras, de no mínimo 45 kN/m, a favor da segurança, seguindo os procedimentos de ensaios e normatizações preconizados na correspondente norma ABNT.

Portanto, os tubos não perfurados de concreto pertencerão a uma classe especial, com resistência superior à apresentada pelos de classe PA4, cabendo ao fabricante proceder com os ajustes necessários visando o atendimento das condições estabelecidas.

Vale ressaltar que a utilização de tubulações de diâmetros superiores a 300 mm implica em iguais tensões verticais atuantes, sendo o que o mesmo não ocorre com relação ao carregamento diametral, já que este é função do diâmetro da tubulação.

Adicionalmente, estes tubos devem apresentar as seguintes características:

- ✓ Coeficiente de rugosidade de Manning (n): máximo de 0,018;
- ✓ Conexões tipo ponta e bolsa ou macho e fêmea, que deverão ser rejuntadas com elastômero (mastique) ou similar, quando da instalação.

ANEXO I – CARTA CTE4871

Brasília, 1/4/2010

CTE4871

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)
Al. Tocantins, 125 - 4° andar - Ed. West Side - Alphaville
Barueri - SP
Cep.06455-020

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

Assunto: Drenagem Interna – Tubos de Concreto não Perfurado

Prezado Senhor,

Pela presente, encaminhamos para sua análise a solicitação do consórcio construtor do lote 03 de obras civis para substituição de tubos de drenagem DN 300mm por tubos DN 400 mm classe PA4.

Solicitamos o posicionamento de V.Sas.

Sendo o que tínhamos para o momento,

Atenciosamente,

Eng. Carlos Rosa
Supervisor do Contrato
Projeto de Integração do Rio São Francisco
Consórcio Logos-Concremat²

Anexos
Carta DF. 19/02/585 – MWH Brasil
Carta CL/405-CSF-L03/10-366 – Encalso Construções Ltda.
Relatório 1210-EST-1201-20-04-001 – Engecorps Corpo de Engenheiro Consultores Ltda.

Fc/CR

MWH BRASIL

CONTRIBUINDO PARA UM MUNDO MELHOR

Salgueiro-PE, 12 de Março de 2010.
DF. 19/02/585

Ao
Consórcio LOGOS-CONCREMAT
Rua: João Veras de Siqueira, n.º 2113
Salgueiro - PE

Att.: **Gilmar Ferreira da Silva**
Supervisor de Contrato – Eixo Norte Lote 03

C.C. **José Luiz Godoy Vasconcellos**
Gestor de Contrato Eixo Norte Lote 03 do MI.
Renato Saraiva
Fiscal do MI (Campo)

Ref.: Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, Contrato Nº 15/2008 – MI, Pacote 1315 – Lote 03

Assunto: Drenagem Interna – Tubos de concreto não perfurado.

Prezado(s) Senhor(es),

Ao cumprimentá-lo cordialmente, estamos encaminhando oficio nº CL/405-CSF-L03/10/366 do consórcio ECAR, em que solicita substituição dos tubos não perfurado DN 300mm, indicados no projeto executivo por tubos de concreto não perfurado com DN 400mm classe PA4.

Diante do exposto a supervisora solicita que seja submetida à análise da projetista ENGECORPS, para que a mesma emita parecer definitivo sobre a substituição apresentada pelo consórcio construtor ECAR.

Colocando-nos ao inteiro dispor para quaisquer informações adicionais julgadas necessárias, aproveitamos para reiterar protestos de elevada estima e consideração.

Sendo o que nos apresenta para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

MWH BRASIL

Judas Tadeu Braga
Engenheiro Residente

Consórcio Logos Concremat
Recebido em:
12/03/2010
Hora: 15:58
Lislene Daiana Barbosa dos Santos

Rua José de Magalhães, 198
Vila Clementino . 04026-090
São Paulo . SP . Brasil
Tel.: 55 11 5081-9900
Fax: 55 11 5081-9909
UMA EMPRESA DO GRUPO MONTGOMERY WATSON HARZA - MWH

CL/405-CSF-L03/10/366

Salgueiro/PE, 09 de Março de 2010.

À
MWH Brasil
Av. Antônio Angelim, nº 580, 2º Andar; Sala 201
Centro Empresarial Gonzaga Patriota - Centro
Salgueiro - PE
CEP - 56.000-000

At.: Judas Tadeu Braga / Engenheiro Residente.
Ref: Contrato Administrativo 26/2008 – MI – Lote 03 – Pacote 1420.
Construção das Obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Assunto: **Drenagem Interna – Tubos de concreto não perfurado**

Prezado Senhor,

Nos trechos dos canais de adução com seção em aterros estão previstas estruturas de saída do sistema de drenagem do revestimento do canal, bem como para medição de vazões, visando identificar eventuais regiões na qual o revestimento dos canais poderá estar danificado. Estas estruturas deverão ser executadas em concreto estrutural com as dimensões e características definidas nos Desenhos de Projeto.

De acordo com o projeto nº. 1210-DEP-1218-04-57-002 - R.0 – Drenagem Interna – Detalhes e Cortes é solicitada a aplicação de tubos de concreto não perfurado, com diâmetro interno de 0,30 m, que serão ligados às estruturas de saída acima descritas.

Tendo como referência também, a Especificação Técnica nº. 1210-EST-1201-20-04-001 – R.0 – Tubos de Concreto para Drenagem Interna, item 3.2 – Tubos de Concreto Não Perfurado, anexa a esta correspondência, os tubos de concreto não perfurado, utilizados no sistema de saída lateral da drenagem interna, deverão apresentar resistência à compressão diametral, de no mínimo 45KN/m, de forma a prevenir o aparecimento de fissuras.

A tabela abaixo identifica as classes de resistência para tubos de concreto, de acordo com a Norma 8890/07, onde se pode verificar que os tubos do DN 300 de classe PA4 alcançam somente 36 KN/m de resistência à fissura.

DN	**Carga Mínima de fissura (tubos armados) KN/m**			
Classe	**PA1**	**PA2**	**PA3**	**PA4**
300	12	18	27	36
400	16	24	36	48
500	20	30	45	60

A Nota 6 do projeto nº. 1210-DEP-1218-04-57-002 - R.0, cita que: ***"Os tubos serão de concreto armado e deverão atender às especificações técnicas de resistência".***

Com isso, o Consórcio construtor, solicita aprovação de substituição dos tubos de DN 300 mm, indicados no referido projeto, por tubos de concreto com DN 400 mm, classe PA4, resistência mínima à fissura de 48 KN/m, atendendo assim o requerido em projeto.

O croqui anexo, CR-MEDIDOR-VAZÃO-000-2010-R.0, detalha a estrutura do Medidor de Vazão, considerando os tubos de concreto armado de acordo com o projeto executivo e também com a proposta de substituição.

Sendo o que tínhamos para o momento, nos colocamos à disposição para eventuais esclarecimentos e aguardamos retorno breve para darmos prosseguimento aos serviços.

Atenciosamente,

Marcelo de Souza Felizardo
Gerente de Obras
Consórcio Encalso – Convap – Arvek – Record

Anexo I – Especificação Técnica – Tubos de concreto para drenagem interna
Anexo II – Croqui – CR-MEDIDOR-VAZÃO-000-2010-R00

MWH BRASIL
Recebido em: 09/03/10
Hora: 16:33
Ass. MARCOS

REVISÃO Nº	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
0	22/01/2009	C	Emissão Inicial

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	I. De Trabalho

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	MSTC				DATA:	22/01/09
PROJETISTA:	-				DATA:	22/01/09
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL		DATA:	22/01/09
APROVAÇÃO:	MOG				DATA:	22/01/09

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DAS OBRAS (ATO) - LOTE A

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA
TUBOS DE CONCRETO PARA DRENAGEM INTERNA

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		

ESCALA	DOCUMENTO Nº		REVISÃO
	PROJETISTA:	885-MIN-ISF-ET-A0005	0
	CLIENTE:	1210-EST-1201-20-04-001	

MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

ATO – Acompanhamento Técnico das Obras

PROJETO EXECUTIVO – LOTE A

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – TUBOS DE CONCRETO PARA DRENAGEM INTERNA DO CANAL DE ADUÇÃO

885-MIN-ISF-ET-A0005
1210-EST-1201-20-04-001
Janeiro/2009

Rev. 0

ÍNDICE

PÁG.

1. INTRODUÇÃO

Esta nota técnica tem por finalidade apresentar as especificações técnicas dos tubos de concreto utilizados no sistema de drenagem interna do canal de adução. Tais tubos deverão ser instalados dentro das trincheiras posicionadas no eixo do canal e sob o fundo do mesmo. Também serão apresentadas as especificações técnicas dos tubos utilizados nas saídas laterais que possibilitam o monitoramento e a restituição dos fluxos d'água captados pelo sistema.

Estes tubos estão divididos em duas categorias:

- ✓ Tubos de concreto perfurado, com diâmetros variando entre 300, 400 e 500mm;
- ✓ Tubos de concreto não perfurado, com diâmetro de 300mm;

2. ESFORÇOS ATUANTES

2.1 TUBOS DE CONCRETO PERFURADO

Foram consideradas as seguintes cargas atuantes:

- ✓ 15 cm de brita;
- ✓ 15 cm de concreto armado – referente às caixas de concreto;
- ✓ 10 cm de areia;
- ✓ 7 cm de concreto – revestimento do canal;
- ✓ 6 m de coluna d'água.

Resultando nos seguintes esforços verticais:

σ_v = 0,15m x 22 kN/m³ + 0,15m x 25 kN/m³ + 0,1m x 20 kN/m³ + 0,07m x 25 kN/m³ + 6m x 10 kN/m³ = 70,8 kN/m², correspondente às seguintes cargas diametrais:

ø300mm – 70,8 x 0,3 = 21,24 kN/m

ø400mm – 70,8 x 0,4 = 28,32 kN/m

ø500mm – 70,8 x 0,5 = 35,4 kN/m

2.2 TUBOS DE CONCRETO NÃO PERFURADOS

Estes tubos, instalados perpendicularmente ao eixo do canal, estão sujeitos às seguintes combinações de carregamentos:

- ✓ água + aterro
- ✓ aterro

Como pode ser visto na Figura 1, o carregamento ao longo do eixo deste tubo é crescente, até atingir um máximo de 42 kN/m. Na sua porção final apresenta uma redução até alcançar um mínimo de aproximadamente 15 kN/m.

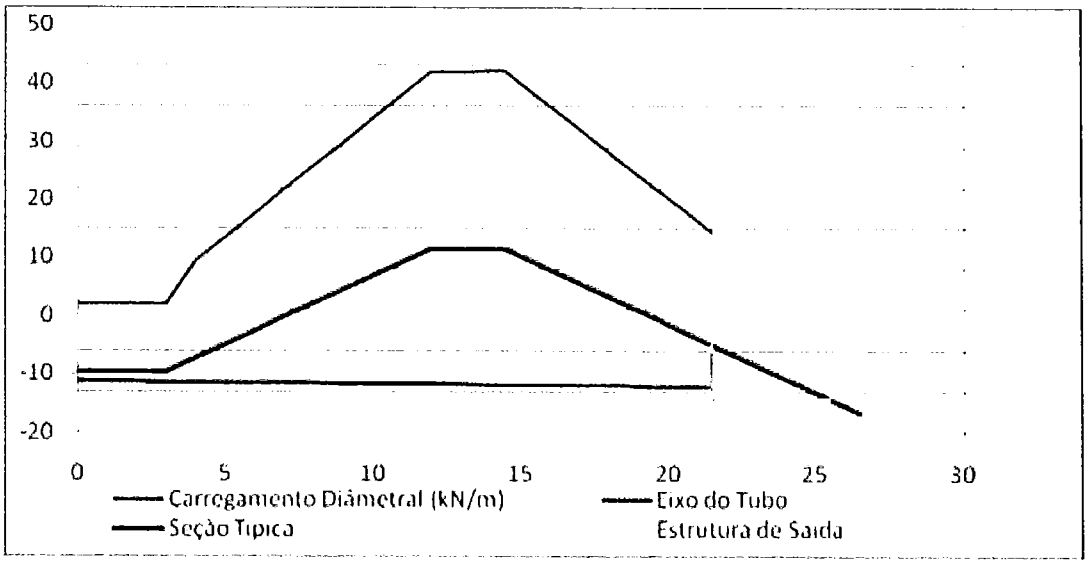


Figura 1 – Carregamento diametral ao longo do tubo de concreto não perfurado

3. ESPECIFICAÇÕES DOS TUBOS

Com base nos esforços solicitantes calculados e nas características técnicas necessárias à captação e direcionamento das águas, tem-se os seguintes requisitos para os tubos.

3.1 CRITÉRIOS DE DEFINIÇÃO DOS MATERIAIS

Para determinação da classe de resistência dos tubos de concreto perfurados e não perfurados, devem ser utilizadas as cargas de serviço, ou seja, não majoradas, as quais devem ser comparadas com as cargas mínimas de fissura, apresentadas na Tabela A.4 da norma NBR 8890 (2007) e parcialmente reproduzida no Quadro 3.1.

QUADRO 3.1

TABELA A.4 DA NORMA 8890 (2007) – CLASSES DE RESISTÊNCIA PARA TUBOS DE CONCRETO

DN	Água Pluvial							
	Carga mínima de fissura (tubos armados) ou carga isenta de dano (tubos reforçados com fibras) kN/m				Carga mínima de ruptura kN/m			
Classe	PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4
300	12	18	27	36	18	27	41	54
400	16	24	36	48	24	36	54	72
500	20	30	45	60	30	45	68	90

3.2 TUBOS DE CONCRETO PERFURADO

As cargas atuantes, apresentadas no Quadro 3.2, demonstram que os tubos de concreto perfurado, instalados no eixo do canal, deverão pertencer à classe PA3 ou superior, conforme norma ABNT NBR 8890 (2007).

QUADRO 3.2

CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIA DOS TUBOS DE CONCRETO PERFURADO

Diâmetro (mm) / Tipo	Local de Instalação	Resistência a compressão diametral (kN/m) – Aparecimento de fissuras
300 / perfurado	Eixo do canal	21,2 kN/m
400 / perfurado	Eixo do canal	28,3 kN/m
500 / perfurado	Eixo do canal	35,4 kN/m

Além destas características de resistência, o material deverá possuir os seguintes requisitos:

- ✓ Furos de 4 a 5mm de diâmetro a cada 10cm;
- ✓ Coeficiente de rugosidade de Manning (n): máximo de 0,018;
- ✓ Conexões tipo ponta e bolsa ou macho e fêmea.

3.2 TUBOS DE CONCRETO NÃO PERFURADO

Os tubos de concreto não perfurado, utilizados no sistema de saída lateral da drenagem interna, estarão submetidos a um esforço diametral vertical máximo de 42 kN/m, conforme apresentado no item 2.2.

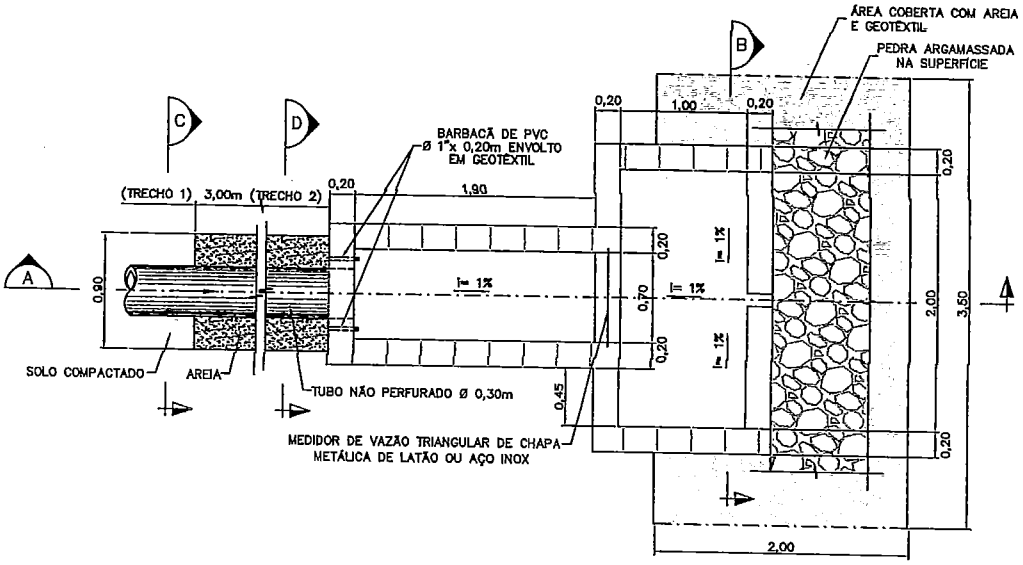
Desta forma, estes tubos deverão apresentar resistência a compressão diametral, para prevenir o aparecimento de fissuras, de no mínimo 45 kN/m, a favor da segurança, seguindo os procedimentos de ensaios e normatizações preconizadas na correspondente norma ABNT.

Portanto, os tubos de concreto não perfurado pertencerão a uma classe especial, com resistência superior à apresentada pelos de classe PA4, cabendo ao fabricante proceder os ajustes necessários visando o atendimento das condições estabelecidas.

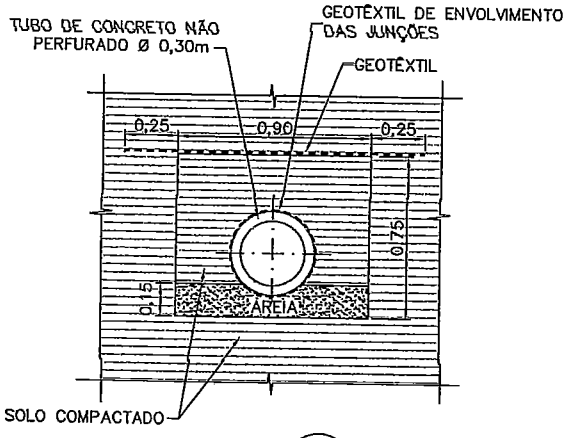
Adicionalmente, estes tubos devem apresentar as seguintes características:

- ✓ Coeficiente de rugosidade de Manning (n): máximo de 0,018;
- ✓ Conexões tipo ponta e bolsa ou macho e fêmea, que deverão ser rejuntadas quando da instalação.

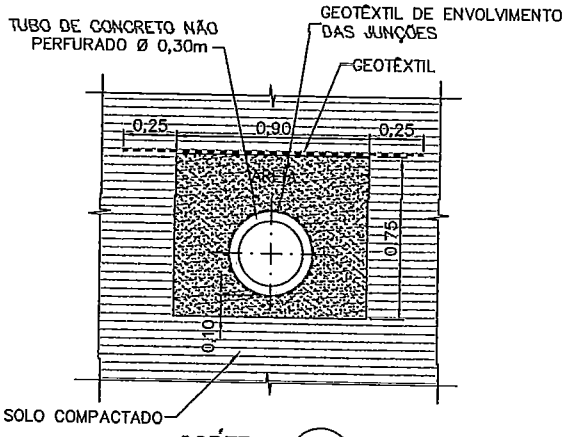
MEDIDOR VAZÃO-PROJETO (TUBOS Ø0,30M)



PLANTA DA ESTRUTURA DE SAÍDA DE MEDIÇÃO DE VAZÃO
ESC. 1:25

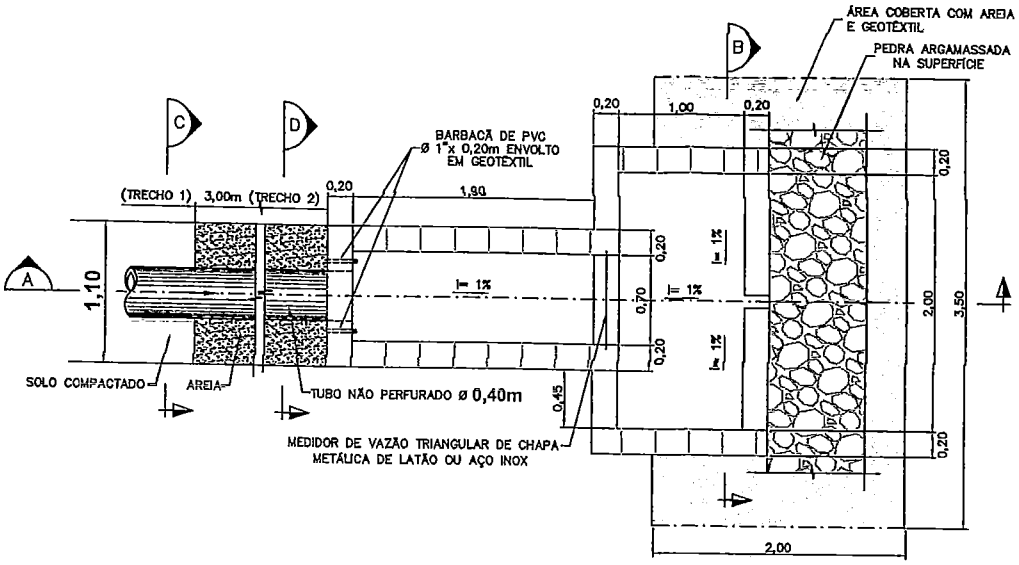


CORTE C
ESC. 1:20

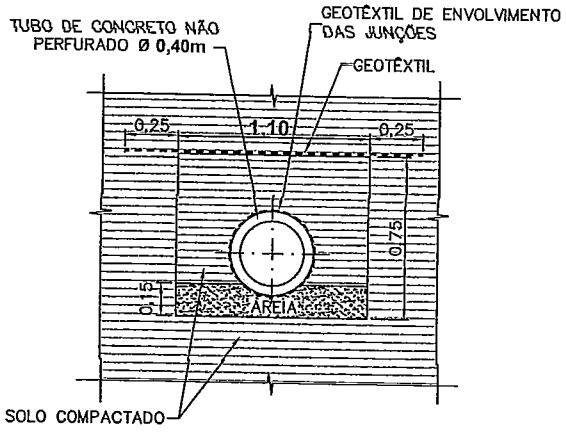


CORTE D
ESC. 1:20

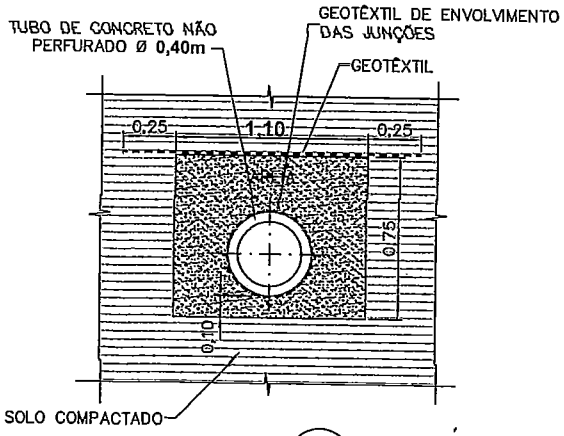
MEDIDOR VAZÃO C/ TUBOS Ø0,40M



PLANTA DA ESTRUTURA DE SAÍDA DE MEDIÇÃO DE VAZÃO
ESC. 1:25



CORTE C
ESC. 1:20



CORTE D
ESC. 1:20

Consórcio Encalso – Convap – Arvek – Record

CROQUI:	CR-MEDIDOR-VAZÃO-000-2010-R00
OBRA:	TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO
OBJETO:	ALTERNATIVA DE MEDIDOR DE VAZÃO COM TUBOS Ø0,40M
ESCALA:	S\ESCALA
FOLHA:	01/01

0	07/05/10	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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG		MSTC	DATA:	07/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	07/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL	DATA:	07/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	07/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 3

ANÁLISE DA CAPACIDADE ESTRUTURAL E DE VAZÃO DOS TUBOS HELICOIDAIS E CORRUGADOS PARA DRENAGEM INTERNA DOS CANAIS

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0076** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-022**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

ATO – Acompanhamento Técnico das Obras

NOTA TÉCNICA – ATO – LOTE 3

ANÁLISE DA CAPACIDADE ESTRUTURAL E DE VAZÃO DOS TUBOS HELICOIDAIS E CORRUGADOS PARA DRENAGEM INTERNA DOS CANAIS

885-MIN-ISF-NT-A0076
1210-NTC-1201-00-40-022
Maio/2010
Rev. 0

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETIVO

Conforme solicitado pela Supervisora, através de carta datada de 24/03/2010, e pela carta CTE4874 da Gerenciadora, datada de 01/04/2010, esta nota técnica tem como objetivo verificar a possibilidade de utilização de tubos helicoidais e corrugados para os sistemas de drenagem interna, para o Lote 3, dos canais de adução do Eixo Norte - Lote A, do Projeto de Integração do São Francisco (PISF).

2. ANÁLISE DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DOS TUBOS

O dimensionamento do sistema de drenagem interna considerou o emprego de tubos perfurados de concreto, que apresentam coeficiente de Manning da ordem de 0,018. Para a alternativa analisada, que consiste no emprego de tubos helicoidais e/ou corrugados, adotou-se coeficiente de Manning de 0,010, conforme informações disponibilizadas pela fabricante.

O Quadro 2.1 apresenta as vazões de escoamento para os tubos drenos, com diâmetros de 200, 300, 400 e 500 mm, e declividade de 0,01%, considerando seção de escoamento de 95% da seção do tubo. Nestas análises foram considerados coeficientes de Manning variando de 0,010 a 0,018.

QUADRO 2.1
CAPACIDADE DRENANTE DOS TUBOS PERFURADOS DE CONCRETO

	Capacidade drenante – y/D = 95%				
	Diâmetro Interno				
	mm	200	300	400	500
i	n	Capacidade (l/s)			
0,01%	0,010	4,58	13,51	29,09	52,75
	0,012	3,82	11,26	24,24	43,95
	0,015	3,05	9,01	19,39	35,16
	0,018	2,55	7,50	16,16	29,30

Com o intuito de avaliar a vazão de escoamento, nos trechos com declividade de 0,01%, para diâmetros internos de tubos drenos variando de 100 a 500 mm, e coeficiente de Manning de 0,010 a 0,018, foi elaborado o gráfico da Figura 2.1. Com base neste gráfico, pode-se determinar a vazão de escoamento em função do diâmetro, para os coeficientes de Manning apresentados.

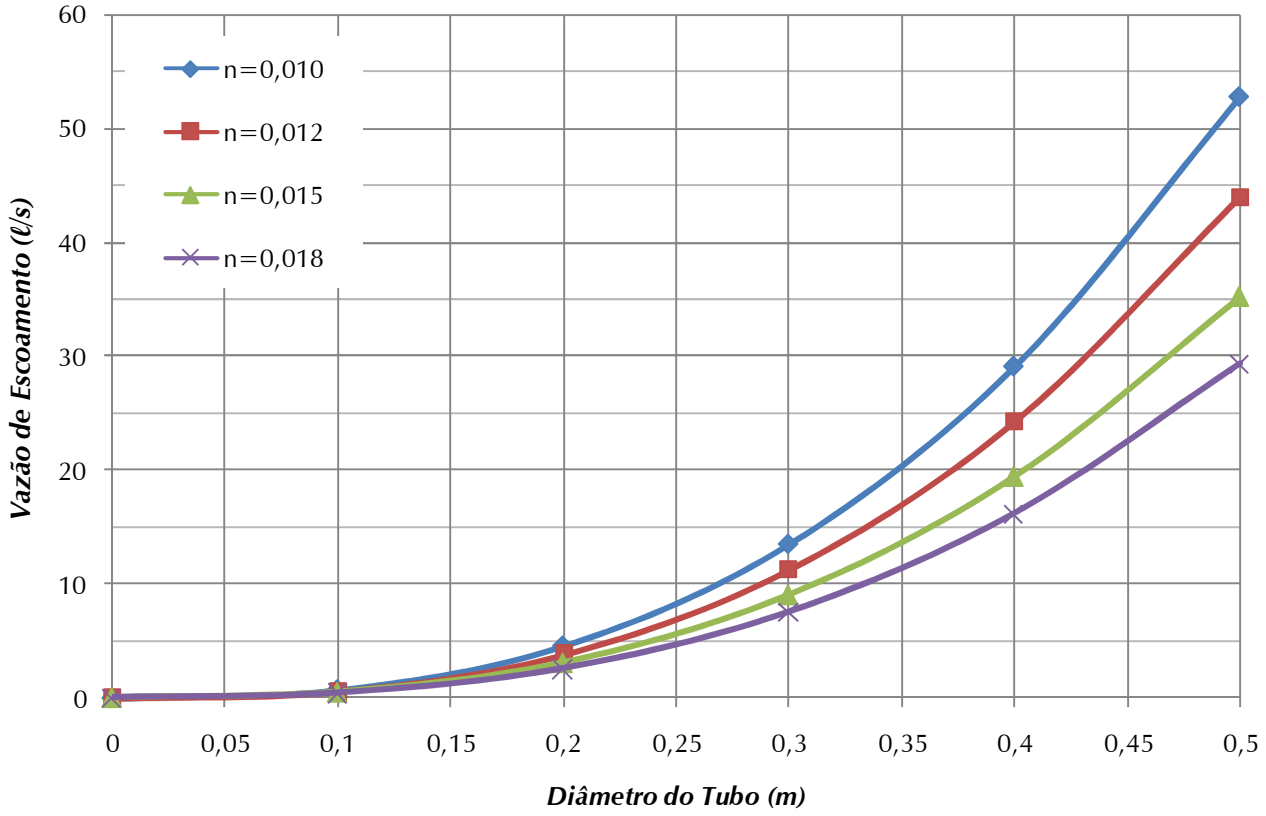


Figura 2.1 – Vazão de escoamento em função do diâmetro e coeficiente de Manning dos tubos

3. ANÁLISE DA CAPACIDADE ESTRUTURAL DOS TUBOS

Para a análise da capacidade estrutural dos tubos helicoidais e corrugados, a Supervisora enviou à ENGECORPS, anexo à carta 4874, resultados dos ensaios de resistência à compressão e determinação da classe de rigidez, de empresas fabricantes. Estes estudos de tensão x deformação consideraram duas situações passíveis de ocorrência em campo.

O primeiro caso avaliou as deformações nos tubos, quando estes estão instalados no interior do canal, sendo submetidos aos esforços devido à sobrecarga do sistema de drenagem interna (areia e brita), da laje de concreto do revestimento do canal, além da sobrecarga devido à coluna d'água no interior do canal.

No segundo caso foram avaliadas as deformações nos tubos helicoidais e corrugados, quando estes são empregados nos dispositivos de saída lateral da drenagem interna, sendo submetidos à sobrecarga devido ao aterro e/ou enrocamento compactado (h=7,0m).

Nestas análises, verificou-se que as máximas deformações dos tubos helicoidais e corrugados estão dentro da faixa de valores aceitáveis. Portanto, para as obras do sistema de drenagem interna dos canais, podem ser empregados tubos helicoidais e corrugados perfurados para a captação de água sob a laje de fundo, como tubos helicoidais corrugados não perfurados conectando o sistema de drenagem aos dispositivos de saída lateral.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com relação aos aspectos hidráulicos, os tubos helicoidais corrugados podem ser empregados como alternativas aos tubos perfurados de concreto, no sistema de drenagem interna dos canais, já que para tubos de mesmo diâmetro, os tubos helicoidais corrugados possuem capacidade drenante superior aos tubos perfurados de concreto, para as análises realizadas no Projeto Executivo. Caso sejam empregados os tubos helicoidais corrugados perfurados de menor diâmetro em substituição aos tubos perfurados de concreto, deverão ser realizadas análises complementares, pelo Consórcio Construtor, sendo estas baseadas na planilha de vazões dos canais disponibilizada pela ENGECORPS à Supervisora, para eventuais ajustes em função da vazão de escoamento do tubo e da vazão contribuinte total, no trecho em que este será instalado.

Com relação à capacidade estrutural dos tubos helicoidais corrugados, estes atendem às exigências do Projeto Executivo, quanto à deformação máxima permitida. Ressalta-se que, para a instalação dos tubos helicoidais corrugados, deverá ser executada a base de assentamento para os tubos com material compactado, sendo que esta base deverá possuir compactação de moderada (grau de compactação de 85 a 95%) à boa (grau de compactação superior a 95%), além de serem mantidas as soluções de assentamento e envolvimento previstas no projeto.

ANEXO I – CARTA CTE4874

Brasília, 1/4/2010

CTE4874

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)
Al. Tocantins, 125 - 4° andar - Ed. West Side - Alphaville
Barueri - SP
Cep.06455-020

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

Assunto: Drenagem Interna do Canal – Tubos de PEAD Perfurados

Prezado Senhor,

Pela presente encaminhamos para sua análise a solicitação do consórcio construtor do lote 03 de obras civis para substituição de tubos de drenagem em concreto armado perfurados por tubos de PEAD perfurados, a serem utilizados na drenagem interna dos canais.

Solicitamos o posicionamento de V.Sas.

Sendo o que tínhamos para o momento,

Atenciosamente,

Eng. Carlos Rosa
Supervisor do Contrato
Projeto de Integração do Rio São Francisco
Consórcio Logos-Concremat²

Anexos:
Carta DF. 19/02/608 – MWH Brasil
Carta CL/405-CSF-L03/10-385 – Encalso Construções Ltda.

Fc/PCT

MWH BRASIL

CONTRIBUINDO PARA UM MUNDO MELHOR

Salgueiro-PE, 24 de Março de 2010.
DF. 19/02/608

Ao
Consórcio LOGOS-CONCREMAT
Rua: João Veras de Siqueira, n.º 2113
Salgueiro - PE

Att.: **Gilmar Ferreira da Silva**
Supervisor de Contrato – Eixo Norte Lote 03

C.C. **José Luiz Godoy Vasconcellos**
Gestor de Contrato Eixo Norte Lote 03 do MI.
Renato Saraiva
Fiscal do MI (Campo)

Ref.: Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, Contrato Nº 15/2008 – MI, Pacote 1315 – Lote 03

Assunto: Drenagem Interna do Canal – Tubos de PEAD perfurados.

Prezado(s) Senhor(es),

Ao cumprimentá-lo cordialmente, estamos encaminhando oficio nº CL/405-CSF-L03/10/385 do consórcio ECAR, em que solicita substituição dos tubos de concreto armado perfurados, pela aplicação de tubos de PEAD perfurados, para execução da drenagem interna do canal.

Diante do exposto a supervisora solicita que seja submetida à análise da projetista ENGECORPS, para que a mesma emita parecer definitivo sobre material apresentado pelo consórcio construtor ECAR.

Colocando-nos ao inteiro dispor para quaisquer informações adicionais julgadas necessárias, aproveitamos para reiterar protestos de elevada estima e consideração.

Sendo o que nos apresenta para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

MWH BRASIL

Judas Tadeu Braga
Engenheiro Residente

Consórcio Logos Concremat
Recebido em:
24/03/2010
Hora: 15:38
Lislene Barbosa
Lislene Daiana Barbosa dos Santos

Rua José de Magalhães, 198
Vila Clementino . 04026-090
São Paulo . SP . Brasil
Tel.: 55 11 5081-9900
Fax: 55 11 5081-9909
UMA EMPRESA DO GRUPO MONTGOMERY WATSON HARZA - MWH

Salgueiro (PE), 22 de Março de 2010
CL/405-CSF-L03/10/385

À
MWH Brasil
Av. Antônio Angelim, nº 580, 2º Andar; Sala 201
Centro Empresarial Gonzaga Patriota - Centro
Salgueiro - PE
CEP - 56.000-000

At.: Judas Tadeu Braga / Engenheiro Residente.

Ref: Contrato Administrativo 26/2008 – MI – Lote 03 – Pacote 1420.
Construção das Obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Assunto: **Drenagem Interna do Canal - Tubos de PEAD perfurados**

Prezados Senhores,

Para execução da drenagem interna do canal, os tubos de concreto armado especificados no projeto executivo nº 1210-DEP-1218-04-57-002-R.0 - Nota 06, pode ser substituído pela aplicação de tubos de PEAD perfurados, determinado na Nota 08 do projeto executivo nº 1210-DEP-1218-04-57-001-R.0, que diz: ***Como alternativa ao tubo de concreto, poderá ser utilizado tubo PEAD corrugado e perfurado tipo Kananet ou macho e fêmea, os tubos perfurados dispensam o rejuntamento.***

Desta forma, o Consórcio construtor solicita aprovação da substituição dos tubos de concreto armado perfurados, pelos tubos de PEAD perfurados, tendo como possíveis fornecedores, as empresas cujas especificações técnicas e estudos de viabilidade técnica estão anexas a esta correspondência.

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

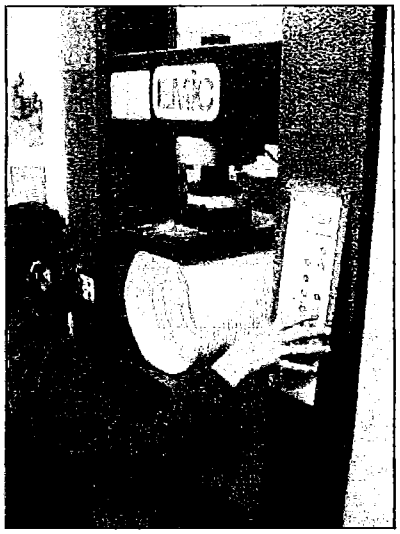
Atenciosamente,

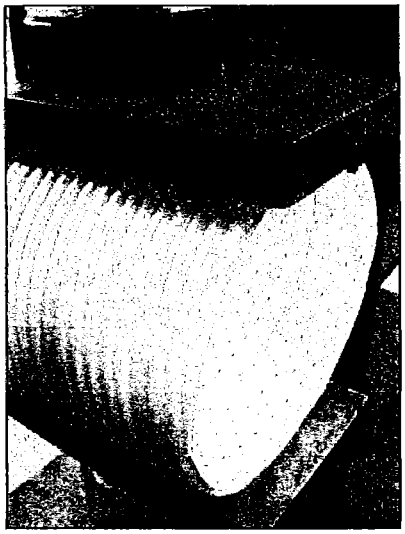
Eng. Marcelo de Souza Felizardo
Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

MWH BRASIL
Recebido em: 24/03/10
Hora: 08:01
Ass. MARCOS

AQUEDUTO

Utilização de Tubos Helicoidais de PVC na Drenagem Interna dos Canais de Adução do Projeto de Integração do Rio São Francisco





Memória de Cálculo Estrutural
Revisão 3

Eng° Luiz Bandeira de Mello Laterza

Março de 2010

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

PARTE 1

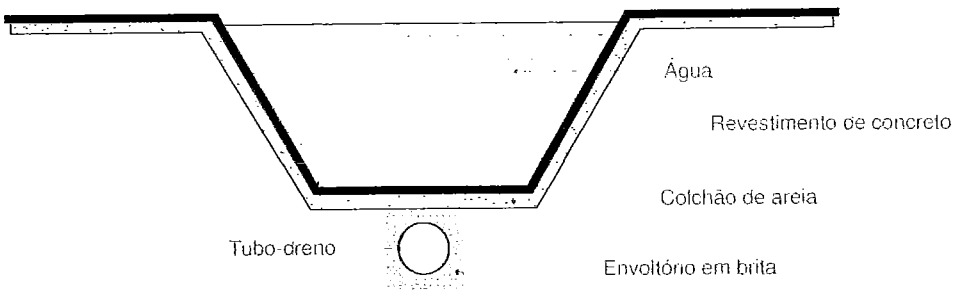
Tubos perfurados sob o canal
(Tubos-Dreno)

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

1. Geometria do canal

Considerou-se a utilização de tubos helicoidais de PVC perfurados (tubos-dreno) na trincheira drenante existente sob o canal de adução com a seguinte seção transversal típica prevista em projeto (sem escala):



2. Cargas atuantes

Na análise estrutural da tubulação enterrada foram consideradas as seguintes cargas permanentes:

a) peso da coluna d'água (altura de 6 metros)
b) peso do revestimento de concreto do fundo do canal (espessura de 7 cm)
c) peso do colchão drenante de areia (espessura de 10 cm)
d) peso do recobrimento de brita na trincheira drenante (espessura de 15 cm)

Foram considerados os seguintes pesos específicos:

a) peso específico da água: $\gamma_{água} = 10\ kN/m^3$
b) peso específico do concreto: $\gamma_{concreto} = 25\ kN/m^3$
c) peso específico da areia: $\gamma_{areia} = 20\ kN/m^3$
d) peso específico da brita: $\gamma_{brita} = 22\ kN/m^3$

Portanto, a carga vertical atuante no plano horizontal tangente a geratriz superior do tubo será:

$$\sigma_V = 6 \cdot \gamma_{agua} + 0{,}07 \cdot \gamma_{concreto} + 0{,}1 \cdot \gamma_{areia} + 0{,}15 \cdot \gamma_{brita}$$

$$\sigma_V = 6 \cdot 10 + 0{,}07 \cdot 25 + 0{,}1 \cdot 20 + 0{,}15 \cdot 22$$

$$\sigma_V = 67{,}05\ kN/m^2$$

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Considerando-se as imprecisões construtivas, adotaremos nos cálculos, a favor da segurança, uma carga vertical de 71 kN/m^2.

3. Análise estrutural da tubulação

A análise do sistema solo – tubo flexível frente às solicitações é efetuada levando-se em conta 4 estados limites que devem ser evitados com razoável segurança:

- deformação diametral excessiva
- instabilidade elástica (flambagem da parede)
- compressão limite da parede
- alongamento unitário limite das fibras da parede

3.1 Verificação do critério de deformação diametral

A deformação diametral relativa em tubulações flexíveis enterradas tem sido tradicionalmente calculada pela fórmula de Spangler, modificada por Watkins, que passou a ser denominada como fórmula de Iowa-modificada

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{K(p+q)}{8 \cdot R_A + 0{,}061E'}$$

Onde,

Δy = deformação diametral (m)
D = diâmetro da tubulação (m)
K = Constante de assentamento (adimensional)
p = carga permanente (kN/m^2)
q = carga acidental (kN/m^2)
R_A = rigidez anular da tubulação (kN/m^2)
E' = módulo reativo do solo de envolvimento (kPa)

A constante de assentamento (K) depende do berço de apoio da tubulação flexível enterrada. É função do ângulo de apoio da tubulação que define a área resistente e, conseqüentemente, a distribuição das tensões. Varia entre 0,083 e 0,110 e normalmente adota-se o valor K=0,1.

A Rigidez Anular (R_A) é uma característica da tubulação utilizada que traduz a resistência que o anel oferece à sua deformação transversal. Pode ser calculada analiticamente utilizando-se a teoria da elasticidade a partir da geometria da parede e do módulo de elasticidade do material. A tabela abaixo mostra os valores teóricos calculados para a rigidez anelar dos tubos fabricados pela Aqueduto.

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Tira Perfilada	Diâmetro (mm)	Rigidez Anelar (N/m/m)
84 BR1	200	1369
	250	812
	300	514
112 BR1	350	1.758
	400	1.348
	450	1.041
140 BR1	500	1.510
	550	1.220
	600	995
140 BR2	650	1.629
	700	1.361
	750	1.146
	800	974
	850	833
168 BR2	900	1.393
	950	1.214
	1000	1.063

No entanto, é mais usual medir esta propriedade através de ensaios de compressão diametral em uma prensa de pratos paralelos como mostra a figura apresentada na capa deste trabalho. Este procedimento é normalizado pela norma ISO 9969.

Por simplicidade e a favor da segurança, consideraremos nos cálculos a seguir um valor da Rigidez Anelar de 500 N/m/m, inferior ao menor valor obtido nos ensaios realizados ao longo dos últimos anos de acordo com a norma acima indicada.

O módulo reativo do solo E' é o parâmetro mais importante no cálculo da deformação diametral, mas também é o mais difícil de ser determinado, pois depende da complexa interação entre solo e tubo. Para tubulações plásticas, como os tubos helicoidais de PVC, recomenda-se a utilização de materiais granulares, preferencialmente com grãos de formato cúbico e arestas. Tais materiais são classificados na USCS como GW, GP, SW, SP, GM, GC, SM e SC. Para esses tipos de solo, podem-se adotar os valores obtidos por Howard e publicados pelo U.S. Bureau of Reclamation. A tabela a seguir apresenta os valores indicados para o módulo reativo do solo E' (em kPa), de acordo com a sua condição de compactação:

solo granular	classificação USCS	**sem compactação** . material despejado	**leve compactação** < 65% Proctor < 40% Dens. Relat.	**moderada compactação** 85% a 95% Proctor 40% a 70% Dens. Relat.	**boa compactação** > 95% Proctor > 70% Dens. Relat.
com finos (entre 12 e 25%)	GM GC SM SC	**700**	**2800**	**7.000**	**14.000**
sem finos (menos de 12%)	GW GP SW SP	**1.400**	**7.000**	**14.000**	**21.000**
pedra britada		**7.000**	**21.000**	**21.000**	**21.000**

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Como os tubos estarão instalados em uma trincheira drenante e serão confinados por pedra britada, mesmo que a brita seja simplesmente despejada na vala (sem compactação) o módulo reativo (E') será superior a 7.000 kN/m^2.

Portanto, a deformação diametral relativa (Δy/D) esperada para a tubulação será:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{0{,}1 \times (71)}{8 \times 0{,}5 + 0{,}061 \times 7000}$$

$$\frac{\Delta y}{D} = 0{,}016 = 1{,}6\,\%$$

Considerando-se que o limite de deformação diametral normalmente admitido para tubulações plásticas enterradas é de 7,5%, estaremos trabalhando com elevado coeficiente de segurança.

Mesmo que o envolvimento da tubulação seja feito com material inferior contendo finos e com leve compactação (E'=2.800 kPa), ainda assim teríamos deformações diametrais aceitáveis:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{0{,}1 \times (71)}{8 \times 0{,}5 + 0{,}061 \times 2800} = 0{,}041 = 4{,}1\,\%$$

3.2 Verificação da estabilidade elástica da parede

A verificação da estabilidade elástica da tubulação pode ser efetuada determinando-se a pressão que causa o colapso (flambagem) da parede pela fórmula oriunda da teoria da elasticidade (Timoshenko):

$$P_C = \frac{24\frac{EI}{D^3}}{1-\upsilon^2} = \frac{24R_A}{1-\upsilon^2}$$

Onde:

P_c = pressão crítica que causa a flambagem da parede;
E = módulo de elasticidade do material (PVC);
I = momento de inércia da parede do tubo;
D = diâmetro referido à linha neutra da parede;
R_A = rigidez anular da tubulação;
ν = coeficiente de Poisson do material (PVC);

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

A fórmula acima foi deduzida teoricamente considerando-se uma tubulação perfeitamente circular e elástica, submetida a uma pressão hidrostática externa. Como as tubulações normalmente apresentam ovalizações, costuma-se adotar coeficientes de redução desta pressão crítica de colapso da ordem de 30%.

Por outro lado, no caso de tubulações enterradas, o próprio solo de envolvimento atua no sentido de dificultar a instabilidade da parede. Este efeito pode ser levado em conta corrigindo-se o valor da pressão crítica de flambagem utilizando-se a fórmula:

$$P_{cf} = 1{,}15 k_o \sqrt{P_C E'}$$

Onde P_{cf} é a nova pressão de colapso corrigida.

Adotando-se o coeficiente de Poisson do PVC (ν = 0,35) e um coeficiente de redução devido a ovalizações de 30% (k_o=0,7) e, por outro lado, assumindo os valores já adotados para o módulo reativo do solo (E' = 7.000 kN/m^2) e para a rigidez anular da tubulação (R_A = 0,5 kN/m/m), podemos calcular a pressão crítica de flambagem:

$$P_C = \frac{24 \times 0{,}5}{1 - 0{,}35^2} = 13{,}68 \quad kN/m^2$$

$$P_{cf} = 1{,}15 \times 0{,}7 \sqrt{13{,}68 \times 7.000}$$

$$P_{cf} = 249{,}06 \quad kN/m^2$$

Caso o envolvimento da tubulação seja feito com material inferior ou com menor compactação (E'=2.800 kPa), a carga crítica de flambagem será:

$$P_{cf} = 1{,}15 \times 0{,}7 \sqrt{13{,}68 \times 2.800}$$

$$P_{cf} = 157{,}55 \quad kN/m^2$$

Em ambos os casos, a carga crítica de flambagem é bem superior à pressão máxima atuante no solo ao redor da tubulação (71 kN/m^2).

No entanto, como a pressão crítica de flambagem foi majorada levando-se em conta o efeito favorável do envolvimento, mas, na prática, esse envolvimento nem sempre é uniforme nas obras, recomenda-se trabalhar com um coeficiente de segurança em torno de 2,5 neste critério de desempenho.

Portanto, recomenda-se que seja utilizado um procedimento de envolvimento da tubulação que resulte em um E' $\geq$ 3.600 kN/m^2.

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

3.3. Verificação do estado de compressão na parede

O objetivo desta consideração de projeto consiste em verificar se as tensões de compressão na parede da tubulação não ultrapassam o limite de escoamento do material.

A tensão de compressão nas paredes pode ser calculada simplesmente dividindo-se a carga total aplicada pela área da seção resistente:

$$\sigma_C = \frac{(p+q).D}{2.A}$$

Onde:

A = área da seção longitudinal da parede da tubulação

As tiras perfiladas utilizadas na fabricação dos tubos helicoidais de PVC da Aqueduto possuem as seguintes características nominais:

Tira Perfilada	Altura Total (mm)	Linha Neutra (mm)	Área da parede (mm^2/m)
84 BR1	6,10	2,00	1.285
112 BR1	13,50	4,19	2.216
140 BR1	17,00	5,66	2.782
140 BR2	19,50	7,46	4.091
168 BR2	23,20	8,78	6.293

Portanto, os tubos produzidos com essas tiras, quando sujeitos ao carregamento acima estabelecido, ficarão sujeitos às seguintes tensões de compressão nas paredes:

Tira Perfilada	Diâmetro			Carregamento 71 kN/m^2
	Interno (mm)	Externo (mm)	Linha Neutra (mm)	Tensão na parede (MPa)
84 BR1	200	212,2	204,0	5,6
	250	262,2	254,0	7,0
	300	312,2	304,0	8,4
112 BR1	350	377,0	358,4	5,7
	400	427,0	408,4	6,5
	450	477,0	458,4	7,3
140 BR1	500	534,0	511,3	6,5
	550	584,0	561,3	7,2
	600	634,0	611,3	7,8
140 BR2	650	689,0	664,9	5,8
	700	739,0	714,9	6,2
	750	789,0	764,9	6,6
	800	839,0	814,9	7,1
	850	889,0	864,9	7,5
168 BR2	900	946,4	917,6	5,2
	950	996,4	967,6	5,5
	1000	1046,4	1017,6	5,7

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Como a resistência do PVC à compressão é superior a 30 Mpa (entre 32 e 35 Mpa), estaremos trabalhando com coeficientes de segurança superiores a 3,6.

3.4. Verificação do alongamento unitário das fibras da parede

A aplicação deste critério de projeto é controvertida no meio técnico, quando se trata de tubos de PVC (vários pesquisadores vêm questionando a existência de valores limite para este tipo de material neste tipo de aplicação). Por outro lado, ele não costuma ser um critério limitante, principalmente para tubos muito flexíveis (pequena rigidez anular) como será demonstrado abaixo.

O alongamento das fibras devido à flexão da parede, quando um tubo se deforma diametralmente, pode ser calculado pela fórmula de Molin:

$$\varepsilon = 6\left(\frac{t}{D}\right)\cdot\left(\frac{\Delta y}{D}\right)$$

Onde:
ε = alongamento unitário das fibras
Δy = deformação diametral
D = diâmetro referido à linha neutra
t = altura total da parede

Portanto, os alongamentos unitários das fibras para a deformação diametral prevista de 1,6 % e para o limite aceitável de 7,5% serão:

Tira Perfilada	Diâmetro	Deformação Diametral ($\Delta y/D$)	
	(mm)	**1,6%**	**7,5%**
84 BR1	200	0,29%	1,35%
	250	0,23%	1,08%
	300	0,19%	0,90%
112 BR1	350	0,36%	1,70%
	400	0,32%	1,49%
	450	0,28%	1,33%
140 BR1	500	0,32%	1,50%
	550	0,29%	1,36%
	600	0,27%	1,25%
140 BR2	650	0,28%	1,32%
	700	0,26%	1,23%
	750	0,24%	1,15%
	800	0,23%	1,08%
	850	0,22%	1,01%
168 BR2	900	0,24%	1,14%
	950	0,23%	1,08%
	1000	0,22%	1,03%

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Ou seja, para a deformação esperada de 1,6% o alongamento das fibras não ultrapassa 0,36% quando o controvertido limite é de 2,5 a 3 %. Mesmo para deformações máximas admissíveis de 7,5%, o alongamento das fibras não ultrapassa 1,7 % o que mostra que também neste critério estamos trabalhando com razoável coeficiente de segurança.

4. Conclusão

Do ponto de vista estrutural, os tubos helicoidais de PVC com perfurações (tubos-dreno) fabricadas pela Aqueduto atendem com segurança as solicitações previstas no projeto de drenagem interna dos canais de adução do projeto de integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do nordeste setentrional.

De fato, os coeficientes de segurança resultantes da análise do sistema solo–tubo frente às solicitações previstas estão dentro dos critérios considerados adequados no projeto de tubulações plásticas enterradas:

critério de projeto	unidade	valor máximo	limite	Coef. Segurança
deformação diametral relativa	(%)	1,6	< 7,5	4,6
instabilidade elástica (pressão de colapso)	kN/m^2	71	< 249	3,5
compressão da parede	MPa	8,4	< 32	3,8
alongamento unitário das fibras	(%)	0,36	< 2,5	6,9

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

PARTE 2

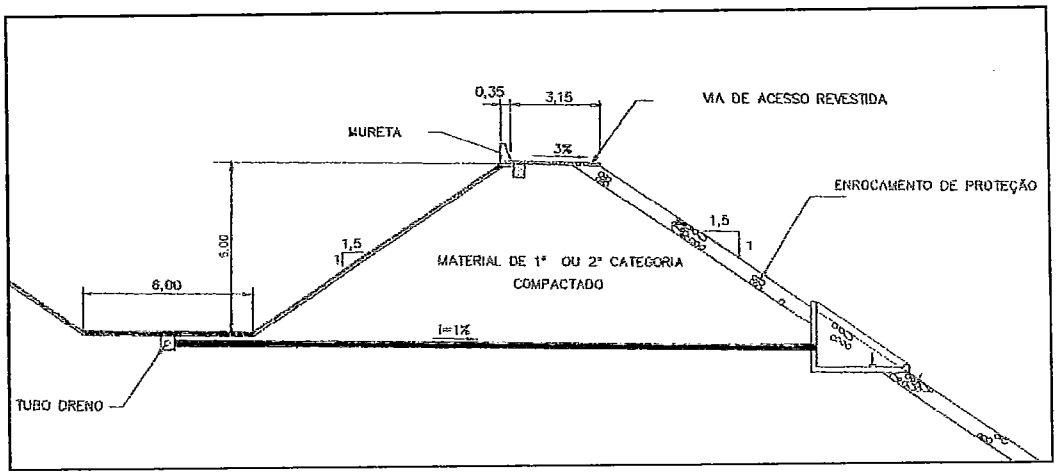
Tubos não-perfurados sob o aterro
(Saídas Laterais)

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

1. Geometria da seção

Considerou-se a utilização de tubos helicoidais de PVC não-perfurados no sistema de saída lateral da drenagem interna. Estes tubos serão instalados perpendicularmente ao eixo do canal, de acordo com a seguinte seção transversal típica:



2. Cargas atuantes

Na análise estrutural desta tubulação enterrada foi considerada apenas a carga permanente correspondente ao peso do aterro existente sobre a tubulação pois, na profundidade em que o tubo estará enterrado, as cargas de tráfego na via de acesso podem ser consideradas desprezíveis.

Para o cálculo da altura de aterro sobre o tubo foi considerada a diferença de cotas entre o topo e o fundo do canal (6 metros), o revestimento do fundo do canal (7 cm), a espessura do colchão drenante (10 cm), o recobrimento do tubo (10 cm) e a diferença entre o diâmetro do maior tubo-dreno e o tubo de saída lateral (500 - 300 mm), além do acréscimo devido à declividade da tubulação.

Quando chega na vertical que passa pela extremidade da via de acesso (início do enrocamento de proteção do talude), a tubulação terá caminhado: 3,0 m (metade da largura do canal) + 6,0 x 1,5 (sob o talude interno do canal) + 0,35 (sob a mureta) + 3,15 m (sob a largura da via de acesso) = 15,50 metros. Assim, o acréscimo de profundidade devido à declividade será: 0,01 x 15,50 = 0,155 metros.

A altura total de aterro será portanto: 6,00 + 0,07 + 0,10 + 0,20 + 0,16 = 6,53 metros.

Considerando-se que o aterro será feito com rocha, adotaremos para o cálculo da carga sobre o tubo um peso específico de 22 kN/m^3.

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Portanto, a carga vertical atuante no plano horizontal tangente a geratriz superior do tubo será:

$$\sigma_V = H \cdot \gamma_{solo}$$

$$\sigma_V = 6{,}53 \, x \, 22$$

$$\sigma_V = 143{,}66 \, kN / m^2$$

A favor da segurança, adotaremos uma carga vertical de 145 kN/m^2.

3. Análise estrutural da tubulação

Para esta tubulação com declividade superior a dos tubos-dreno, considerou-se a utilização de um tubo de 300 mm de diâmetro fabricado com a tira perfilada 112 BR1. As características deste tubo estão indicadas na tabela abaixo.

Tira Perfilada	Características da Tira Perfilada			Diâmetro do Tubo			Rigidez Anelar
	Altura Total	Linha Neutra	Área da parede	Interno	Externo	Linha Neutra	
	(mm)	(mm)	(mm^2/m)	(mm)	(mm)	(mm)	(N/m/m)
112 BR1	13,50	4,19	2.216	300	327,0	308,4	2.262

3.1 Verificação do critério de deformação diametral

Conforme apresentado na parte 1 deste trabalho, a deformação diametral relativa foi calculada pela fórmula de Iowa-modificada, considerando-se o carregamento acima definido e uma constante de assentamento K=0,1.

Considerou-se que o tubo será confinado em uma vala ou aterro (largura superior a 2xDE) com pedra britada ou outro material granular bem compactado que possibilite a obtenção de um módulo reativo do solo E' igual ou superior a 7.000 kN/m^2 .

Portanto, a deformação diametral relativa (Δy/D) esperada para a tubulação será:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{0{,}1 \times (145)}{8 \times 2{,}26 + 0{,}061 \times 7000}$$

$$\frac{\Delta y}{D} = 0{,}033 = 3{,}3\,\%$$

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

Considerando-se que o limite de deformação diametral normalmente admitido para tubulações plásticas enterradas é de 7,5%, estaremos trabalhando com elevado coeficiente de segurança.

Caso o envolvimento da tubulação seja feito com material inferior contendo finos e com leve compactação (E'=2.800 kPa), as deformações diametrais poderão ficar ligeiramente acima do limite aceitável de 7,5%:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{0{,}1 \times (145)}{8 \times 2{,}26 + 0{,}061 \times 2800} = 0{,}077 = 7{,}7\ \%$$

Recomenda-se, portanto, que o envoltório da tubulação seja efetuado com módulo reativo do solo superior a 3.300 kPa.

3.2 Verificação da estabilidade elástica da parede

Como foi apresentada na parte 1 deste trabalho, a verificação da estabilidade elástica da parede da tubulação foi efetuada determinando-se a pressão que causa o colapso da parede.

Adotando-se o coeficiente de Poisson do PVC (ν = 0,35), um coeficiente de redução devido a ovalizações de 30% (k_o=0,7) e os valores considerados para o módulo reativo do solo (E' = 7.000 kN/m^2) e para a rigidez anelar da tubulação (R_A = 2,26 kN/m/m), a pressão crítica de flambagem obtida foi de:

$$P_C = \frac{24 \times 2{,}26}{1 - 0{,}35^2} = 61{,}81 \quad kN/m^2$$

e a pressão de colapso corrigida de:

$$P_{Cf} = 1{,}15 \times 0{,}7 \sqrt{61{,}81 \times 7.000}$$

$$P_{cf} = 529{,}52 \quad kN/m^2$$

Caso o envolvimento da tubulação seja feito com material inferior ou com menor compactação (E'=2.800 kPa), a carga crítica de flambagem será:

$$P_{Cf} = 1{,}15 \times 0{,}7 \sqrt{61{,}81 \times 2.800}$$

$$P_{cf} = 334{,}90 \quad kN/m^2$$

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Em ambos os casos, a carga crítica de flambagem é bem superior à pressão máxima atuante no solo ao redor da tubulação (145 kN/m^2).

No entanto, como o coeficiente de segurança recomendado é de 2,5, recomenda-se a utilização de um procedimento de envolvimento da tubulação que resulte em um módulo reativo do solo E' superior 3.300 kN/m^2.

3.3. Verificação do estado de compressão da parede

A tensão de compressão nas paredes neste caso será:

$$\sigma_C = \frac{145 \text{ x } 308{,}4}{2 \text{ x } 2.216} = 10{,}09$$

Como a resistência do PVC à compressão é superior a 30 Mpa, estaremos trabalhando com um coeficiente de segurança em torno de 3,0.

3.4. Verificação do alongamento unitário das fibras da parede

O alongamento das fibras devido à flexão da parede será, para uma deformação diametral relativa de 3,1 %:

$$\varepsilon = 6\left(\frac{13{,}5}{308{,}4}\right).(0{,}031) = 0{,}00814$$

Ou seja:

$$\varepsilon = 0{,}81 \ \%$$

quando o alongamento limite é de 2,5 a 3 %.

Mesmo para deformações diametrais de 7,5%, o alongamento das fibras não chegaria a 2,0 %, o que mostra que também neste critério estamos trabalhando com razoável coeficiente de segurança.

4. Conclusão

Do ponto de vista estrutural, os tubos helicoidais de PVC de 300 mm de diâmetro, fabricadas pela Aqueduto com a tira perfilada 112 BR1, atendem com segurança as solicitações previstas no projeto de drenagem interna dos canais de adução do projeto de integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do nordeste setentrional.

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

De fato, os coeficientes de segurança resultantes da análise do sistema solo-tubo frente às solicitações previstas estão dentro dos critérios considerados adequados no projeto de tubulações plásticas enterradas:

critério de projeto	unidade	valor resultante	limite	Coef. Segurança
deformação diametral relativa	(%)	3,3	< 7,5	2,3
instabilidade elástica (pressão de colapso)	kN/m^2	145	< 529	3,6
compressão da parede	MPa	10,1	< 32	3,2
alongamento unitário das fibras	(%)	0,81	< 2,5	3,1

São Paulo, 19 de Março de 2010

Luiz Bandeira de Mello Laterza
Engenheiro Civil – CREA 0600928360
Mestre em Engenharia de Construção Civil
Doutor em Engenharia Mecânica

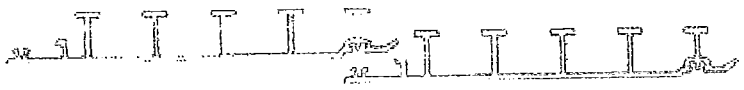
Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

Tubos Helicoidais de PVC para Dreno Subsuperficiais

Tubos Helicoidais de PVC

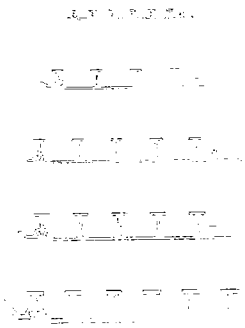
Os tubos helicoidais de PVC são fabricados pelo processo de enrolamento de tiras de PVC nervuradas.

As tiras de PVC são produzidas por um processo convencional de extrusão e possuem, em suas bordas, encaixes macho-fêmea que propiciam o seu intertravamento durante o processo de enrolamento helicoidal. Além do travamento mecânico, as tiras são também soldadas quimicamente, através da aplicação de um adesivo no encaixe, o que garante total estanqueidade à junta helicoidal assim formada.



As nervuras existentes nos perfis de PVC, em forma de "T", servem como elementos de reforço da parede do tubo, aumentando a sua inércia e, conseqüentemente, a rigidez diametral da tubulação. Assim, pode-se dizer que este tipo de tubulação possui parede estruturalmente otimizada, uma vez que sua resistência aos esforços solicitantes aumenta sem um proporcional acréscimo de sua massa.

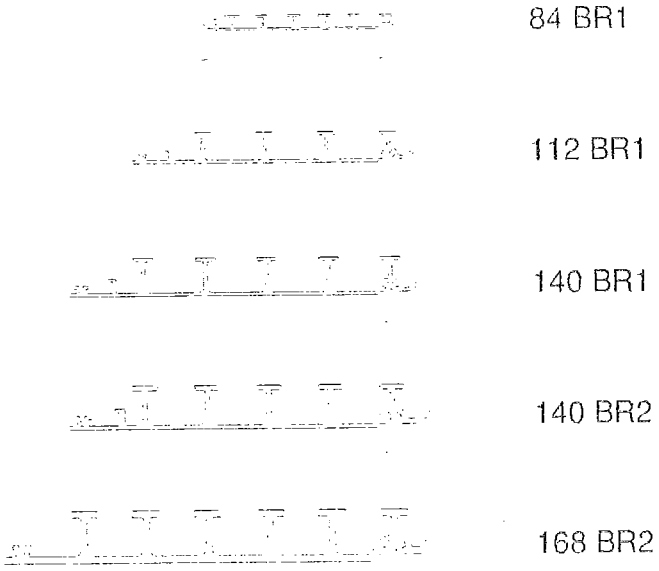
Utilizando-se 5 diferentes tiras de PVC, é possível produzir tubos helicoidais com boa rigidez diametral na faixa entre 200 e 1.200 mm de diâmetro.

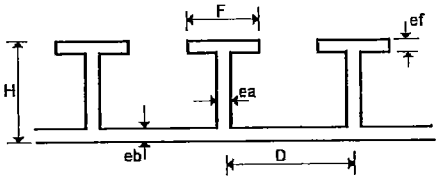


O enrolamento das tiras é efetuado por um equipamento de pequeno porte, capaz de fabricar tubos de diferentes diâmetros e comprimentos. Essa simplicidade e versatilidade do processo permitem que a fabricação dos tubos seja efetuada na própria obra, quando isto for necessário ou conveniente.

As tiras de PVC são produzidas na fábrica da Aqueduto em Cabreúva - SP e acondicionados em bobinas metálicas que podem armazenar grande quantidade de material. A seguir, essas bobinas são transportadas até o local de fabricação dos tubos, que pode ficar na própria fábrica, na obra ou em alguma localidade próxima.

As figuras e a tabela abaixo mostram as principais dimensões das tiras perfiladas de PVC que são utilizadas na fabricação dos tubos helicoidais.





Dimensão			Tira Perfilada				
posição		unidade	84 BR1	112 BR1	140 BR1	140 BR2	168 BR2
Largura da Tira Perfilada	L	mm	84	112	140	140	168
Número de Tês	n	-	6	4	5	5	6
Distância entre Tês	D	mm	14	28	28	28	28
Altura Total da Tira Perfilada	H	mm	6,1	13,5	17	19,5	23,2
Largura da Flange	F	mm	6,2	8	9	13	13
Espessura da Flange	ef	mm	0,8	1,3	1,5	2	3
Espessura da Alma	ea	mm	0,9	1,4	1,6	2,1	2,8
Espessura da Base	eb	mm	0,8	1,3	1,5	2	3,2

A tabela abaixo mostra os diâmetros interno e externo e os pesos aproximados dos tubos helicoidais produzidos com as tiras perfiladas acima apresentadas.

Tira Perfilada	Diâmetro		Peso Aproximado
	Interno	Externo	
	(mm)	(mm)	(Kg/m)
84 BR1	200	212,2	1,5
	250	262,2	1,9
	300	312,2	2,2
112 BR1	350	377,0	4,4
	400	427,0	5,0
	450	477,0	5,6
140 BR1	500	534,0	7,1
	550	584,0	7,8
	600	634,0	8,5
140 BR2	650	689,0	13,3
	700	739,0	14,3
	750	789,0	15,3
	800	839,0	16,3
	850	889,0	17,3
168 BR2	900	946,4	28,3
	950	996,4	29,8
	1000	1046,4	31,4

Os tubos helicoidais de PVC fornecidos pela Aqueduto destinam-se à condução de efluentes em regime de escoamento livre cuja temperatura não ultrapasse 40°C. Podem ser enterrados em valas ou utilizados sob aterros.

São particularmente adequados para aplicação em sistemas de drenagem pluvial ou sub-superficial, onde a tubulação opera sob a ação da gravidade, sem pressão interna.

O coeficiente de rugosidade de Manning recomendado para as tubulações de PVC varia entre n=0,007 para pequenos diâmetros e altas velocidades e n=0,010 para grandes diâmetros e baixas velocidades. Ensaios realizados pela FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, com os tubos de 500 mm, indicaram um valor do coeficiente de rugosidade n=0,00922.

Os tubos helicoidais de PVC apresentam comportamento estrutural de tubos flexíveis e, portanto, derivam sua capacidade de suportar cargas da interação entre o tubo e o solo que o envolve.

Devem ser instalados sobre um berço contínuo composto por camada de brita, areia ou pó de pedra, com pelo menos 15 centímetros de espessura.

A tubulação de ser envolvida com material selecionado e cuidadosamente disposto ao redor da tubulação. Recomenda-se que o material de envolvimento seja granular e bem graduado. Brita graduada e areia são particularmente recomendados.

Tubos Dreno

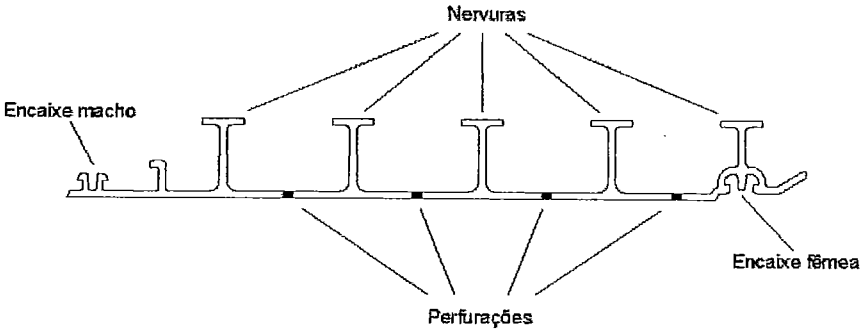
Os tubos dreno são utilizados em projetos de drenagem que requerem tubos perfurados para a infiltração ou exfiltração de efluentes através de suas paredes.

Possuem elevada flexibilidade, grande resistência ao impacto e são resistentes a solos e águas agressivas, ambientes anaeróbios e águas carreando sais como sulfatos. Nesses aspectos apresentam vantagens em relação às tradicionais manilhas de concreto (porosas ou perfuradas), além de possuírem baixo peso, o que facilita a sua manipulação e instalação.

Os tubos helicoidais de PVC para dreno possuem a parede interna lisa, o que não cria dificuldades ao escoamento, dificultando a formação de depósitos de sedimentos e facilitando a limpeza. A superfície interna lisa resulta num baixo coeficiente de rugosidade das paredes (baixo n de Manning) o que confere elevada velocidade ao escoamento, permitindo o escoamento de elevadas vazões. Nesse aspecto apresentam vantagem sobre outros tubos plásticos corrugados de Polietileno (PEAD) ou de PVC.

São fabricados perfurando-se as tiras de PVC antes de seu enrolamento para produzir os tubos helicoidais. As perfurações são feitas mecanicamente, com espaçamento uniforme e tamanho controlado, o que propicia uma ótima filtração do envoltório

No sistema de perfuração adotado, são produzidas pequenas ranhuras com aproximadamente 1,0 mm de largura e 5,0 mm de comprimento com espaçamento de aproximadamente 25 mm, situadas entre as nervuras da parede externa. Este tipo de perfuração facilita a entrada da água no tubo, otimizando as propriedades hidráulicas da infiltração. Sua localização na parede não interfere na estabilidade estrutural do tubo e as dimensões dos furos não se alteram quando ele é enterrado.

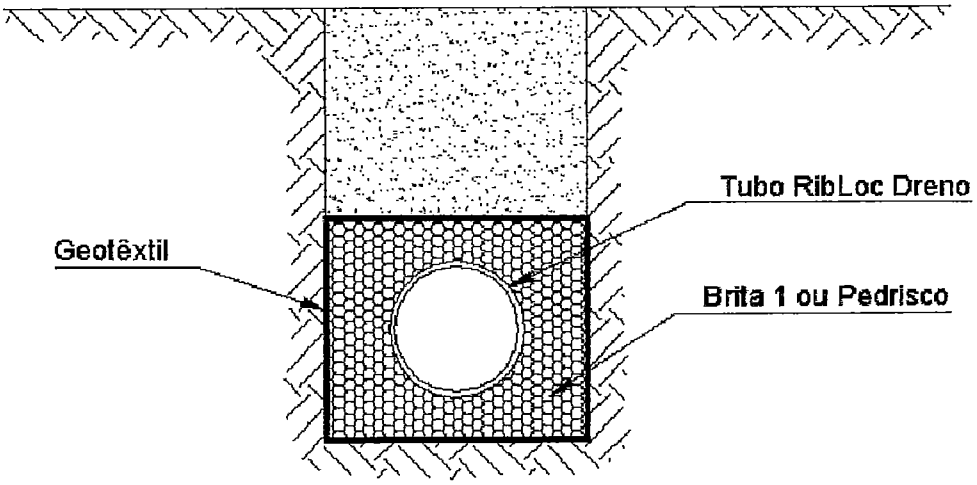


O número de perfurações e a área aberta (área perfurada) estão indicados na tabela a seguir para os diversos diâmetros de tubos:

Tira Perfilada	Diâmetro Interno (mm)	número de perfurações (furos/m)	área perfurada (cm^2/m)
84 BR1	200	1290	64
	250	1612	81
	300	1934	97
112 BR1	350	1016	51
	400	1161	58
	450	1306	65
140 BR1	500	1548	77
	550	1702	85
	600	1857	93
140 BR2	650	2012	101
	700	2167	108
	750	2321	116
	800	2476	124
	850	2631	132
168 BR2	900	2902	145
	950	3063	153
	1000	3224	161

Os tubos são fabricados em barras de grandes comprimentos (6, 8 ou 12 metros) e a rigidez longitudinal dos tubos, ao mesmo tempo em que permite o seu assentamento com declividade e alinhamento controlados, oferece também a possibilidade de fazer curvas com raio longo e acompanhar eventuais movimentações do solo.

A figura a seguir ilustra uma seção transversal típica de um dreno sub-superficial.



Escritório Comercial:
Rua Edward Joseph, 122 - Andar Intermediário – Cj 10
Portal do Morumbi - São Paulo-SP – CEP 05709-020
Fone: (11) 3779-1670 – Fax: (11) 3779-1696
www.kanaflex.com.br

São Paulo, 23 de Março de 2.010.

Ao
Consórcio Encalso Covap Arvek Recoder (Lotes 3 e 4 – Transposição)
Sr. Eng. Alex Silveira (alexsilveira.eng@encalso.com.br)
(87) 3871-5318

CC:
À MWH Global Engenharia e Projetos Ltda.
Sr. Eng. Flávio Tonelli (flavio.pimenta@mwhglobal.com)
(11) 5081-9900

Assunto: **Tubos corrugados de PEAD para drenagem.**

Prezados Senhores,

Informamos abaixo as vazões de escoamento calculadas para os tubos KN-S de nossa fabricação, considerando:

- Coeficiente de rugosidade de Manning: 0,010;
- Declividade da instalação: 0,01%;
- Seção drenante: 95% da seção do tubo e
- Fórmula: $Q = A/n \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$, onde Q = Vazão,
  A = Área molhada,
  n = Coeficiente de rugosidade de Manning,
  R_h = Raio hidráulico,
  I = Declividade.

	KN-S DN 230	**KN-S DN 340**	**KN-S DN 450**
Diâmetro interno do tubo (mm)	198,0	302,0	400,0
Vazão de influxo (l/s.m)	16,53	23,96	27,74
Área molhada (m²)	0,030205	0,070268	0,123272
Raio hidráulico (m)	0,056756	0,086568	0,114659
Velocidade de escoamento (m/s)	0,147687	0,195691	0,236015
Vazão de escoamento (m³/s.m)	0,004461	0,013751	0,029094
Vazão de escoamento (l/s.m)	**4,46**	**13,75**	**29,09**

Escritório Comercial:
Rua Edward Joseph, 122 - Andar Intermediário – Cj 10
Portal do Morumbi - São Paulo-SP – CEP 05709-020
Fone: (11) 3779-1670 – Fax: (11) 3779-1696
www.kanaflex.com.br

A vazão de escoamento demonstrada acima foi calculada baseada em uma seção drenante de 95% da seção do tubo. Esta performance é alcançada devido à grande área aberta perfurada e conseqüente vazão de influxo que a tubulação apresenta.

A tabela abaixo calcula o tubo ideal para os trechos do projeto, considerando a vazão de escoamento acumulada:

Marcos do Trecho (m)	**Vazão Unitária (l/s.m)**	**Vazão Acumulada (l/s)**	**Tubo KN-S necessário**
0 a 350	0,0126	4,41	**DN 230**
350 a 440	0,0126	5,54	**DN 340**
440 a 520	0,0126	6,55	
520 a 780	0,0126	9,83	
780 a 1000	0,0126	12,60	
1000 a 1100	0,0126	13,86	**DN 450**
1100 a 1680	0,0126	21,17	

À disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,

Lilian Matsura
Supervisor da Qualidade
Tel.: (11) 4785-2125
lilian@kanaflex.com.br

0	07/05/10	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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG		MSTC	DATA:	07/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	07/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL	DATA:	07/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	07/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 3

GEOCOMPOSTO DRENANTE COMO ALTERNATIVA AOS DRENOS TIPO "FINGER"

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0077** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-023**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

NOTA TÉCNICA – ATO – LOTE 3
GEOCOMPOSTO DRENANTE COMO ALTERNATIVA AOS DRENOS TIPO "FINGER"

885-MIN-ISF-NT-A0077
1210-NTC-1201-00-40-023
Rev. 0
Maio/2010

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETO E OBJETIVO

Conforme solicitado pela Supervisora, através de carta datada de 28/04/2010, e pela carta CTE5075 da Gerenciadora, datada de 04/05/2010, 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 3, 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 1,5.10-4 m^3/s (0,15 ℓ/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): 1.10^{-4} m/s.

3.2 CÁLCULO DO POTENCIAL DRENANTE

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

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

Onde:

- ✓ θ_{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=0,10m.

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

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

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

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

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

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:

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

O Quadro 3.1 apresenta a capacidade drenante para cada unidade de dreno tipo "Finger" (Q_{DRENO}) e para um trecho compreendido entre duas estacas (Q_{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		
	0,1	***0,5***	***1,0***
Q_{DRENO} (m^3/s)	$5{,}0 \cdot 10^{-5}$	$2{,}5 \cdot 10^{-4}$	$5{,}0 \cdot 10^{-4}$
Q_{TRECHO} (m^3/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 ($Q_{MÁX}$ = 0,15 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 GEOTÊXTIL

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 0_{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 0_{95}, requisitada ao geotêxtil.

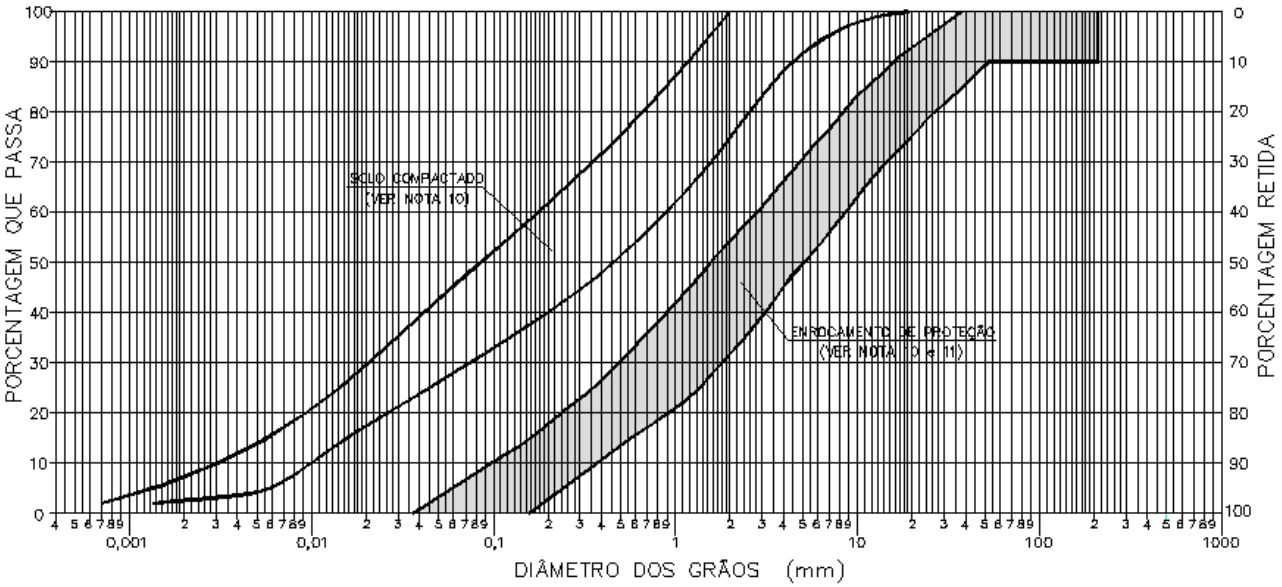


Figura 4.1 - Curvas granulométricas dos materiais empregados no alteamento dos taludes.

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 $\Rightarrow O_{95} < 0{,}6$ mm
  - ✓ solo mais finos, mais que 50% passa na peneira #200 $\Rightarrow O_{95} < 0{,}3$ 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 ≤ 50% passando na peneira #200
- ✓ ***Critério 2*** (Carroll, 1983): $D_{85} = 1{,}8$ mm

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

- ✓ ***Critério 1*** (Task Force 25): $O_{95} < 0{,}6$ mm
- ✓ ***Critério 2*** (Carroll, 1983): $O_{95} < 4{,}5$ mm

Desta forma, deverá ser empregado um geotêxtil com abertura de filtração (O_{95}) ≤ 0,6mm. 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): $Q_{MÁX} = 1{,}5.10^{-4}$ m³/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.

$FR_{GLOBAL} = FR_{IN} \,.\, FR_{CC} \,.\, FR_{CR} \,.\, FR_{BC}$

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

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

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

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

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

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

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

Largura da Faixa	*P_{DR} (ℓ/s.m)*
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 ambos 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 colmatação 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.

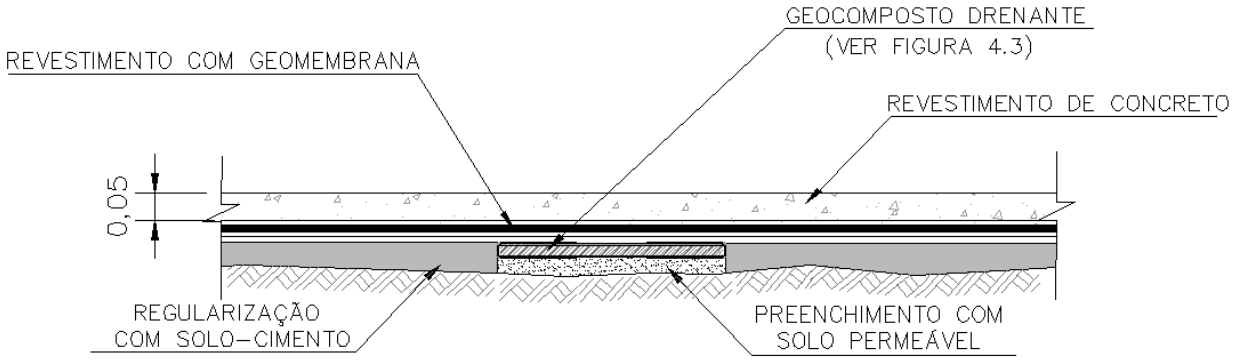


Figura 4.2 – Instalação do geocomposto drenante nos taludes.

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

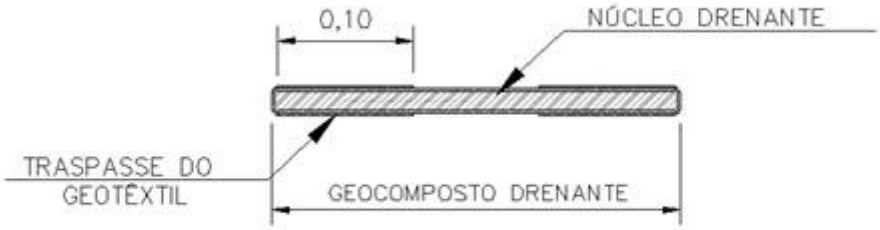


Figura 4.3 – Detalhe do traspasse do geotêxtil na lateral do geocomposto drenante.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

- ✓ Potencial drenante (P_{DR}) $\geq \dfrac{0,0495\ \ell/s \cdot m}{L_{FAIXA}}$

- ✓ Abertura de filtração (O_{95}) $\leq$ 0,6 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 CTE5075

Brasília, 4/5/2010

CTE5075

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - 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 – Geocomposto para Drenagem

Prezado Senhor,

Vimos por meio desta, encaminhar correspondência da supervisora MWH Brasil, responsável pela supervisão de obras do lote 3, que solicita análise do material a ser utilizado na drenagem interna de canais.

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-Concremat²

Anexo:
Carta DF.19/02/656 – MWH BRASIL
Carta CL/405-CSF-L03/10/412 – Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Fc/CR

MWH BRASIL

CONTRIBUINDO PARA UM MUNDO MELHOR

Salgueiro-PE, 28 de Abril de 2010.
DF. 19/02/656

Ao
Consórcio LOGOS-CONCREMAT
Rua: João Veras de Siqueira, n.º 2113
Salgueiro - PE

Att.: **Gilmar Ferreira da Silva**
Supervisor de Contrato – Eixo Norte Lote 03

C.C. **José Luiz Godoy Vasconcellos**
Gestor de Contrato Eixo Norte Lote 03 do MI.
Renato Saraiva
Fiscal do MI (Campo)

Ref.: Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, Contrato Nº 15/2008 – MI, Pacote 1315 – Lote 03

Assunto: Drenagem dos taludes em seção molhada – Geocomposto para drenagem.

Prezado(s) Senhor(es),

Ao cumprimentá-lo cordialmente, estamos encaminhando oficio nº CL/405-CSF-L03/10/412 do consórcio ECAR, em que solicita análise e aprovação dos materiais apresentados.

Diante do exposto a supervisora solicita que seja submetida à análise da projetista ENGECORPS, para que a mesma emita parecer definitivo sobre material apresentado pelo consórcio construtor ECAR.

Colocando-nos ao inteiro dispor para quaisquer informações adicionais julgadas necessárias, aproveitamos para reiterar protestos de elevada estima e consideração.

Sendo o que nos apresenta para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

MWH BRASIL

Judas Tadeu Braga
Engenheiro Residente

Consórcio Logos Concremat
28/04/10
Hora: 15:03
Lislene Barbosa
Lislene Daiana Barbosa dos Santos

Rua José de Magalhães, 198
Vila Clementino . 04026-090
São Paulo SP Brasil
Tel.: 55 11 5081-9900
Fax: 55 11 5081-9909
UMA EMPRESA DO GRUPO MONTGOMERY WATSON HARZA - MWH

Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Salgueiro (PE), 26 de Abril de 2010
CL/405-CSF-L03/10/412

À
MWH Brasil
Av. Antônio Angelim, nº 580, 2º Andar; Sala 201
Centro Empresarial Gonzaga Patriota - Centro
Salgueiro - PE
CEP - 56.000-000

At.: Judas Tadeu Braga / Engenheiro Residente.

Ref: Contrato Administrativo 26/2008 – MI – Lote 03 – Pacote 1420.
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, o projeto nº 1210-DEP-1218-03-57-001 e 1210-DEP-1219-04-57-003, 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,

Eng. Luis Alberto Assis Mendonça
Gerente de Contrato
Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

MWH BRASIL
Recebido em: 28/04/10
Hora: 08:50
Ass. MARCOS

MACCAFERRI
Maccaferri do Brasil Ltda.
Rod. Dom Gabriel Paulino Bueno Couto, km 66
CP 520 – CEP 13201-970 – Jundiaí – SP
Tel. (11) 4589-3204 – Fax: (11) 4582-3272
e-mail: petrucio@maccaferri.com.br

23 de Março de 2009

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

Ref.: 01 3/09

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/PQR_MacDrain_2L.pdf?PHPSESSID=h5p1f60u3fvjr1en0u1cb7ijf2

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.

	Drenagem horizontal										Drenagem vertical	
Gradiente hidráulico	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 m^3/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	m^3/s	m^3/s	m^3/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(m^3/s)	1,00E-04	5,00E-04	1,00E-03
Q_{DRENO} (m^3/s)	5,00E-05	**2,50E-04**	**5,00E-04**
Q_{ESTACA} (m^3/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 $1.50x10^{-4}m^3/s$** (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 fatidicamente 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 fluído para os pontos de saída, sem obstáculos ou possibilidade de colmatação interna do núcleo, a condição ideal para um dreno de resposta rápida.

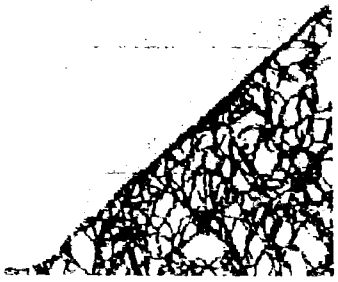
A solução MacDrain® para a obra em questão apresenta, vantagem construtiva por sua simplicidade de instalação, vazão admissível compatível com a vazão de projeto e a velocidade de resposta esperada para um dreno sub-horizontal.

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 temaem 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	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

Propriedades hidráulicas			Geocomposto	Geotêxtil
Abertura de filtração	mm	AFNOR G 38017	---	0,145
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	—	1,51
Permeabilidade	cm/s	ASTM D 4491	—	$1,1 \times 10^{-1}$

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^2	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^2	6,0	12	18
Diâmetro médio	m	0,6	0,6	0,6
Peso	kg	5,0	9,0	13

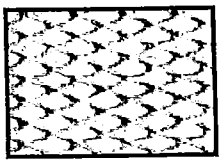
MACCAFERRI AMÉRICA LATINA

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

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^2/s	ASTM D 4716	$5,68 \times 10^{-5}$
Resistência ao Descolamento	kN/m	ASTM D 7005	1,41
Georrede ROMANET TTG 730			
Gramatura Nominal	g/m^2	ABNT NBR 12568	730
Espessura Nominal	mm	ABNT NBR 12569	5,50
Densidade	g/cm^3	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_{95})	mm	ASTM D 4751	0,16

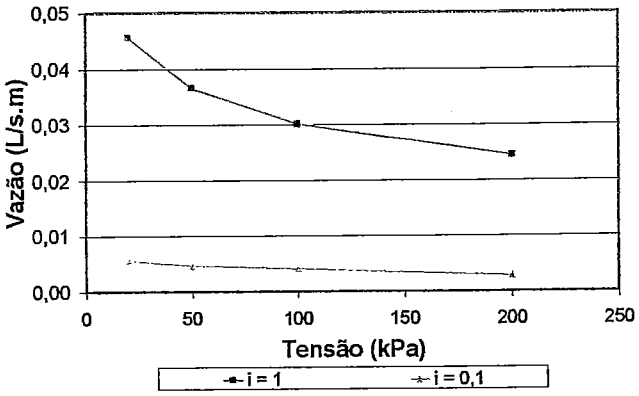
*Gradiente de 0,1 e Tensão Aplicada de 20 kPa

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

Obs.: Os valores poderão ser alterados sem aviso prévio

➢ **Capacidade de Vazão em Projeto ($q_{p,i}$):**

CAPACIDADE DE VAZÃO (L/s·m) ROMADRAIN 730/2GT				
Gradiente Hidráulico	Tensão (kPa)			
	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

Tecelagem Roma Ltda – Rua Prof. Elza Orsi Avalone, 230, Jardim Saba – Tatuí – SP – Brasil - CEP: 18276-760
(55-11) 4789-2369 – www.roma.ind.br – geossinteticos@roma.ind.br

0	14/05/10	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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG		MSTC	DATA:	14/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	14/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL	DATA:	14/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	14/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 3

GEOMEMBRANAS EMPREGADAS NO REVESTIMENTO DOS CANAIS DE ADUÇÃO

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0075** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-021**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

NOTA TÉCNICA – ATO – LOTE 3

GEOMEMBRANAS EMPREGADAS NO REVESTIMENTO DOS CANAIS DE ADUÇÃO

885-MIN-ISF-NT-A0075
1210-NTC-1201-00-40-021
Rev. 0
Maio/2010

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETIVO

Conforme solicitado pela Supervisora, através das cartas datadas de 12/03/2010 e 26/04/2010, e pelas cartas CTE4873 e CTE5073 da Gerenciadora, com datas de 01/04/2010 e 04/05/2010, esta nota técnica tem por objetivo apresentar as especificações técnicas das geomembranas empregadas no revestimento dos canais de adução do Lote 3, do Projeto de Integração do São Francisco (PISF).

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As geomembranas são materiais poliméricos de baixíssima permeabilidade, empregadas no revestimento dos canais de adução do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF). Conforme descrito no "Anexo IX – Especificações Técnicas de Obras Civis e Normas de Medição e Pagamento", da etapa de Projeto Básico, podem ser empregadas no revestimento dos canais, geomembranas de policloreto de vinila (PVC), sendo esta acoplada a um geotêxtil não tecido em uma das faces, ou geomembranas de polietileno de alta densidade (PEAD), sendo esta texturizada em ambas as faces.

Para a opção com geomembrana de PVC acoplada a um geotêxtil não tecido em uma das faces, esta deverá se constituir de mantas de PVC, com espessura mínima de 1mm, acoplada a um geotêxtil não tecido, com gramatura mínima de 150 g/m^2. Este geotêxtil deve ser posicionado entre a geomembrana e a camada de concreto, para evitar o deslizamento do concreto sobre a superfície da geomembrana.

Para a alternativa com geomembrana de PEAD, esta deverá apresentar espessura mínima de 1mm e ser texturizada nas duas faces, garantindo atrito na interface geomembrana-solo e na interface com o revestimento de concreto. As faces texturizadas devem ser obtidas durante o processo de fabricação de modo a não ser possível sua remoção por absorção química de produtos ou por abrasão.

Previamente à instalação da geomembrana, com o intuito de restringir a ocorrência de danos mecânicos que possam comprometer a integridade da manta, deve ser executada a regularização dos taludes com solo-cimento, nos trechos em que é verificado predomínio de solo e/ou saprolito, ou com concreto poroso, para os trechos em que é verificado predomínio de rocha nos taludes hidráulicos.

Para a proteção mecânica da geomembrana, deve ser aplicado sobre sua superfície uma camada de concreto, com espessura de 5 cm nos taludes e 7 cm na base. Neste concreto são agregadas fibras sintéticas de polipropileno ou náilon ("crack-stop"), a fim de evitar fissuramentos devidos às variações de temperatura, visto que os canais estarão, parcialmente cheios ao longo de sua operação.

3. CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS À GEOMEMBRANA

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Como característica básica, para o revestimento dos canais pode ser empregada uma manta polimérica, com espessura mínima de 1,0 mm.

Para o caso das geomembranas de PVC acopladas a um geotêxtil não tecido em uma das faces, as geomembranas, devem possuir espessura mínima de 1,0 mm isoladas, ou seja, não é considerado o incremento de espessura devido ao acoplamento de uma manta geotêxtil em uma das faces. Este geotêxtil não tecido acoplado deve possuir gramatura mínima de 150 g/m^2. Em função de sua composição, as geomembranas de PVC possuem densidade que varia de 1,20 a 1,34 g/cm^3.

As geomembranas de PEAD texturizadas em ambas as faces devem possuir espessura mínima de 1,0 mm, desconsiderando o incremento na espessura devido à presença das protuberâncias e/ou saliências em sua superfície, que por sua vez tem como finalidade aumentar o atrito de interface da manta. As geomembranas de PEAD possuem densidade média de 0,94 g/cm^3

Com relação à composição dos produtos (percentagem do polímero base e aditivos), as geomembranas empregadas no revestimento dos canais devem atender aos critérios das normas vigentes no país e/ou tabelas de referências, como as especificações apresentadas pelo PVC Geomembrane Institute, através da PGI-1104, para geomembranas de PVC, e pelo Geosynthetics Research Institute, através da GRI-GM13, para geomembranas de PEAD.

3.2 CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

Durante a etapa de instalação e operação, as geomembranas podem ser submetidas a solicitações mecânicas, devidas a esforços de tração e puncionamento.

Com o intuito de minimizar danos em sua superfície, previamente à instalação da geomembrana, deverá ser realizada a regularização da superfície dos taludes e do fundo, removendo quaisquer protuberâncias ou irregularidades que possam danificá-la, comprometendo seu desempenho como barreira hidráulica. Após a instalação da geomembrana, deve ser executada uma camada de proteção com concreto, sendo restringido o trânsito de pessoas e de maquinários sobre a manta neste intervalo, permitindo-se somente aqueles referentes aos serviços indispensáveis, sendo adotadas medidas que evitem quaisquer danos à superfície da geomembrana.

Durante a etapa de instalação e execução do revestimento em concreto, a geomembrana estará submetida a esforços de tração, na região superior do talude. No Anexo I estão apresentados os cálculos para determinação da resistência à tração, requerida à geomembrana.

Com base nestes cálculos, é necessária à geomembrana empregada no revestimento dos canais, uma resistência à tração mínima de 12,74 kN/m.

3.3 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

As geomembranas são materiais de baixíssima permeabilidade, empregadas como barreira para controle e desvio de fluxo. Quando estes materiais apresentam-se íntegros, ou seja, sem a presença de perfurações ou danos de instalação, as geomembranas possuem permeabilidade, normal ao plano, variando de 10^{-9} a 10^{-14} cm/s.

3.4 CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

Para evitar possíveis degradações no meio em que a geomembrana será instalada, que possam ocasionar redução da resistência da geomembrana e danos que ocasionem a sua ruptura, a geomembrana deve apresentar:

- ✓ Resistência à ação de raios UV;
- ✓ Resistência à degradação química, devido ao contato com concreto/cimento;
- ✓ Resistência à degradação biológica, devido ao contato com micro-organismos;
- ✓ Resistência à degradação térmica, devido às temperaturas do local.

Além da resistência ao meio em que esta será instalada, as geomembranas devem apresentar as seguintes características de desempenho:

- ✓ Resistência contra fissuramento sob tensão (*stress cracking*), que é a ruptura frágil da manta, com tensões inferiores à tensão de escoamento. Este fenômeno é mais frequente em geomembranas mais cristalinas, como as geomembranas de PEAD ;
- ✓ Resistência das soldas empregadas na etapa de instalação do material;
- ✓ Atrito de interface, suficiente para garantir a estabilidade da geomembrana durante a instalação (ancoragem) e no contato com o concreto empregado no revestimento, evitando o deslizamento da camada de concreto.

4. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

4.1 PROCEDIMENTOS DE RECEBIMENTO

O CONSTRUTOR deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO, os certificados de ensaios de qualidade de cada partida ou lote de geomembrana a ser aplicada, pelo menos 30 dias antes do início da instalação da geomembrana, bem como amostras da geomembrana que será fornecida, para serem ensaiadas por laboratório especializado da seguinte forma:

- ✓ Uma amostra com comprimento de 1m pela largura padrão do fabricante;

- ✓ Uma amostra de solda, com comprimento mínimo de 1m e pelo menos 30cm de geomembrana dos dois lados da solda.

O Fabricante deverá fornecer o Certificado de Controle de Qualidade de toda a geomembrana fornecida, incluindo:

- ✓ A quantidade de bobinas fornecidas com as respectivas identificações de cada bobina, de acordo com a norma NBR 12592 ou seja, contendo uma etiqueta, que além de identificar o produto com o número da bobina, indique suas principais características, como:
- ✓ Espessura, largura, comprimento e peso;
- ✓ Resultado dos ensaios do Controle de Qualidade, contendo espessura, resistências à tração e alongamentos, segundo as normas aplicáveis ao tipo de geomembrana de acordo com o que se estabelece nestas Especificações.

O descarregamento das bobinas na obra deve ser feito por equipamentos apropriados, para permitir o içamento e a movimentação segura. O içamento deverá ser efetuado utilizando cintas de poliéster, tomando o cuidado para não estrangular as bobinas e efetuar o içamento através de no mínimo dois pontos de sustentação, para evitar deformação da mesma. Não deverão ser utilizados cabos e/ou cintas metálicos.

Será feita a inspeção visual das bobinas recebidas, sem que as mesmas sejam desenroladas, a menos que se suspeite de danos ou defeitos no seu interior. A geomembrana do exterior da bobina deve estar livre de perfurações, bolhas, cortes, dobras, rachaduras, etc.

4.2 PROCEDIMENTOS DE ARMAZENAGEM E TRANSPORTE

As bobinas ou os painéis devem ser armazenados sobre tablados de madeira ou sobre um colchão de areia, para evitar o contato direto com o solo, sendo que a superfície deve ser plana, lisa e livre de pedras e materiais pontiagudos que possam danificar a geomembrana. Recomenda-se proteger as bobinas e painéis das intempéries e da ação dos raios solares, evitando a exposição ao calor excessivo, que pode causar alterações irreversíveis no produto. Deve-se evitar o armazenamento próximo a agentes químicos e fontes de calor.

Quanto ao empilhamento, devem ser seguidas as recomendações do fabricante que acompanham o produto, conforme indica a NBR 12592. Na falta destas recomendações é aconselhável o empilhamento em no máximo três níveis de bobinas ou de painéis (uma sobre o berço e duas acima).

Todas as precauções deverão ser tomadas para não danificar a geomembrana quando de uma estocagem prolongada no canteiro de obras.

O CONSTRUTOR deverá:

- ✓ Dispor de uma área plana, de resistência suficiente para permitir a circulação de máquinas, desembaraçada de quaisquer materiais ou ferramentas;
- ✓ Colocar as extremidades do eixo das bobinas num suporte, de maneira que o peso da bobina não comprima a camada externa, em caso de bobina de peso elevado;
- ✓ Não sobrepor as bobinas em falso ou em camadas perpendiculares umas às outras;
- ✓ Dispor os rolos de geomembrana em posição horizontal e, em lugar seco, ao abrigo do calor. As superfícies e particularmente os bordos deverão ser protegidos para evitar qualquer degradação dos materiais.

Igualmente, durante o transporte e nas operações de carregamento e descarregamento, o CONSTRUTOR deverá tomar todas as precauções destinadas a evitar dano nas primeiras camadas de cada bobina.

4.3 PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO

O Fabricante deverá apresentar garantia do material contra qualquer defeito de fabricação por um período de no mínimo 5 anos após a aplicação da manta.

O Fornecedor deverá prestar assistência técnica na instalação da manta, através de pessoal técnico especializado.

Deverá ser realizado um teste de campo, em uma seção com taludes de geometria e características idênticas às dos taludes do canal, que tem como finalidade comprovar que a geomembrana empregada possui atrito de interface suficiente para evitar o deslizamento da camada de concreto, aplicada sobre sua superfície.

Os serviços de preparação da superfície de apoio da geomembrana deverão ter defasagem mínima da sua colocação, para evitar a deterioração do terreno, produzida pela chuva, vento, perda de umidade do solo e trânsito local.

A superfície sobre a qual será instalada a geomembrana, no fundo da escavação e nos taludes, deve estar regularizada, nivelada, compactada e isenta de qualquer tipo e tamanho de pedra ou resíduos, raízes, afloramentos rochosos, depressões e mudanças abruptas de inclinação do terreno.

Para instalação da geomembrana, deverá ser realizada a ancoragem da manta no topo dos taludes, que tem como finalidade impedir o deslizamento da geomembrana sobre o talude e ajudar na resistência da geomembrana, não lastreada, aos esforços de elevação gerados pela ação do vento. Poderá ser realizada uma ancoragem provisória, com o emprego de sacos de areia, para facilitar o ajuste dos painéis durante o procedimento de instalação e solda da manta.

Para ligação com estruturas de concreto, a geomembrana deve ser fixada através de perfis de aço ou de insertos de mesmo material que compõe a manta, este último embutido no concreto, de tal forma que seja garantida uma perfeita estanqueidade. Deverão ser observadas as recomendações do Fabricante, conforme o tipo de geomembrana a ser utilizado.

O CONSTRUTOR deverá assegurar a manutenção da geomembrana no topo do talude antes da execução da ancoragem. Deverá ser efetuado imediatamente um lastreamento parcial na trincheira de ancoragem.

O CONSTRUTOR poderá recorrer a outros dispositivos, para ancoragem/travamento da geomembrana, tais como:

- ✓ Fixação da geomembrana no talude ou no topo por grampos cravados na base;
- ✓ Fixação da geomembrana através de um perfil, que poderá ser colado ou soldado a ela, preso por cavilhas.

Deverão ser adotadas todas as disposições necessárias para que o cordão de lastreamento não sofra erosão ao longo do tempo. Quando da execução do revestimento, os taludes onde estarão localizadas as rampas de acesso ao fundo do canal serão considerados como taludes com bermas intermediárias.

Nestes taludes as ancoragens serão realizadas por lastreamento ao nível da rampa aguardando a execução do revestimento de proteção. O preenchimento e compactação da trincheira de ancoragem deverão ser efetuados de modo a evitar:

- ✓ Tensionamento da geomembrana;
- ✓ A perfuração da geomembrana na ancoragem ou na crista do talude;
- ✓ A queda de materiais no interior da obra;
- ✓ A penetração de água sob a geomembrana (risco de erosão);
- ✓ A estagnação de água na crista da obra.

As transições da geomembrana com as obras em concreto deverão respeitar as seguintes normas:

- ✓ A transição não deverá provocar esforços elevados na interface geomembrana - estrutura de concreto. Deverá se procurar executar formas inclinadas ou arredondadas de modo que a pressão hidrostática e o peso do revestimento comprimam o complexo estanque sobre as partes rígidas;
- ✓ Não deverá haver risco de cisalhamento no contato como consequência de recalques diferenciais em relação à obra. A transição solo-concreto deverá ser perfeitamente

compactada. A espessura de solo deverá variar progressivamente no entorno da ancoragem;

- ✓ No caso de estruturas rígidas, a drenagem poderá ser constituída por concreto poroso e uma rede de coletores tubulares. O CONSTRUTOR deverá seguir as especificações contidas nos desenhos de projeto;
- ✓ Dispositivo de ancoragem não deverá permitir infiltração, seja no contato com o concreto, seja através do próprio concreto ("ninhos de pedras", fissuras, juntas de dilatação perpendiculares à ancoragem, etc.);
- ✓ A transição com as obras de concreto será feita por meio da fixação mecânica de uma régua em metal inoxidável ou de um perfil inalterável (metal ou plástico) que comprima duas faixas compressíveis estanques colocadas de um lado e de outro da geomembrana. As placas deverão ter uma inércia suficiente e serão previstas fixações a cada 20 cm no máximo.

Uma junta de estanqueidade (borracha natural ou outro material de polipropileno) deverá ser colocada entre o complexo estanque e o concreto, o qual deverá ter uma superfície regular. Será executado um acabamento da superfície com resina de poliuretano ou epóxi, segundo as especificações da FISCALIZAÇÃO para o assentamento da junta. Deverão ser empregadas placas e fixações mecânicas não corrosíveis de modo a assegurar a durabilidade e facilitar a manutenção.

4.3.1 Planejamento da Instalação

O CONSTRUTOR deverá apresentar para aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO, um planejamento da instalação, incluindo a modulação, a identificação dos painéis e o sistema de ancoragem, com indicação de como serão executados os detalhes das interferências com estruturas de concreto, tubos, etc.

O CONSTRUTOR deverá fornecer e instalar as geomembranas, de acordo com as instruções do Fabricante, onde indicado pelo projeto e aprovado pela FISCALIZAÇAO.

A instalação da geomembrana somente será feita através de mão de obra qualificada pelo fabricante e aprovada previamente pela FISCALIZAÇÃO. A FISCALIZAÇÃO deverá inspecionar detalhadamente toda a extensão da superfície de terraplenagem, devidamente regularizada, sobre a qual deverão ser aplicadas as geomembranas. Todas as pedras pontiagudas ou quaisquer elementos cortantes, bem como raízes, deverão ser removidos da superfície, evitando a possibilidade de dano (perfuração) da geomembrana durante sua colocação ou operação do sistema.

Deverá ser registrada, em forma de relatório, o número, a localização e a data de colocação de cada painel, e o como construído diário de toda a geomembrana instalada deverá ser apresentado à FISCALIZAÇÃO e à projetista.

4.3.2 Abertura e posicionamento das bobinas

O CONSTRUTOR conduzirá o desenrolamento ou o desdobramento de maneira a permitir a boa execução das operações posteriores de emenda e de ancoragem.

O CONSTRUTOR deverá tomar especial cuidado com os seguintes pontos:

- ✓ Não permitir rolar sobre a geomembrana, cascalho ou blocos de rocha situados no topo do talude;
- ✓ Respeitar as larguras mínimas de recobrimento e ancoragem;
- ✓ Nos taludes, de forma geral, lançar a geomembrana de cima para baixo para facilitar o assentamento e minimizar a degradação da base;
- ✓ Nos taludes posicionar a linha de emenda seguindo a linha da maior declividade e evitar, na medida do possível, emendas horizontais;
- ✓ Desenrolar ou desdobrar a geomembrana no sentido do vento para evitar que sejam levantadas;
- ✓ Evitar também qualquer dobra considerável na geomembrana a fim de facilitar as operações de solda no local;
- ✓ Impedir o trânsito de qualquer veículo sobre a geomembrana;
- ✓ Não deteriorar a base do canal onde será colocada a geomembrana, com máquinas de manuseio ou quando do deslocamento da geomembrana sobre o fundo;
- ✓ Evitar a formação de dobras importantes ou qualquer deslocamento do geotêxtil, quando este for utilizado.

O CONSTRUTOR poderá recorrer a um lastreamento temporário ou a uma ancoragem provisória com a finalidade de evitar a elevação eventual da superfície assentada.

O desenvolvimento ou desdobramento será seguido o mais rapidamente possível da emenda, que necessitará sempre de superfícies limpas e secas.

Quando os painéis forem as próprias bobinas, a abertura deve ser iniciada a partir da crista dos taludes, observando o sentido correto do desenrolamento.

A geomembrana deve ser aplicada no sentido da máxima inclinação do talude.

Deve-se, imediatamente, fazer ancoragens temporárias com sacos de areia, na ponta livre da geomembrana para evitar o seu levantamento pelo vento.

4.3.3 Execução de emendas

As emendas devem se dar sempre no sentido da máxima inclinação do talude, devendo ser numeradas de acordo com a numeração dos painéis e identificadas no relatório de instalação.

Os transpasses entre os painéis a serem emendados devem ser de 10 cm para soldas por fusão e de 7,5 cm para soldas por extrusão, ou conforme especificação do Fabricante. Antes do início da solda os transpasses devem estar limpos e isentos de umidade.

A operação de emenda propriamente dita necessita de um recobrimento prévio entre as mantas.

O CONSTRUTOR deverá efetuar as operações de emenda com o máximo de cuidado e deverá evitar realiza-las nas seguintes condições:

- ✓ Sob chuva ou sob água;
- ✓ Na lama;
- ✓ Em condições de vento violento;
- ✓ Em condições de temperatura extrema.

A FISCALIZAÇÃO só aceitará a sobreposição de no máximo três elementos em um determinado ponto.

As juntas serão efetuadas por solda térmica (ponteira aquecida ou ar quente) simples ou dupla com canal central de controle (PVC ou PEAD).

O CONSTRUTOR deverá efetuar o recobrimento entre os dois lados garantindo no mínimo as larguras definidas pelo Fabricante. O CONSTRUTOR deverá adequar o recobrimento dos lados para atender estas exigências.

Para as soldas em T, o CONSTRUTOR deverá evitar qualquer dobra, mesmo mínima, quando desta operação. Deverá ser verificada a estanqueidade do ponto triplo.

Serão destacados os casos de soldas em T, situadas em zonas de tração potencial ou onde ocorrerem falhas, mesmo mínimas. O CONSTRUTOR deverá colocar uma peça de reforço para garantir a estanqueidade. Sobre a seção regularizada do canal o CONSTRUTOR deverá colocar uma placa de madeira, ou polietileno que deverá ser deslocada a medida do avanço da solda sob a geomembrana para facilitar a emenda (limpeza da solda, facilidade de avanço das máquinas automáticas, etc.). Especial atenção deverá ser dada ao fato de que a qualidade da solda é função da limpeza das geomembranas ao nível das soldas (limpeza com estopa, água ou material limpante, do qual o CONSTRUTOR deverá estar seguro quanto à compatibilidade com o material assentado); da boa regulagem das máquinas de solda; e da qualificação e do cuidado do pessoal em serviço.

4.3.4 Avaliação das soldas

Os equipamentos de solda devem ser testados através de ensaios que avaliem as soldas executadas, em tiras da geomembrana, nas mesmas condições das soldas dos painéis. Esta avaliação deve ser feita imediatamente antes do inicio de cada jornada de trabalho (pela manhã e à tarde) e sempre que houver qualquer mudança nas condições do serviço (por exemplo, quando a máquina é desligada e esfria completamente) . Os ensaios são realizados em tiras de 1 m de comprimento por 30 cm de largura, com a solda centrada ao longo do comprimento.

Da tira soldada para teste devem ser cortados dois corpos de prova para serem ensaiados no tensiômetro de obra para a verificação de suas resistências ao cisalhamento e ao arrancamento. Estes corpos de prova não devem romper na região da solda. Caso haja ruptura, todo o teste de solda deverá ser refeito e a máquina de solda com o respectivo soldador não devem ser aceitos até que as deficiências sejam corrigidas e duas outras soldas de teste sejam executadas com sucesso.

Quando durante a soldagem o transpasse apresentar rugas ou "boca de peixe", estas deverão ser cortadas de modo a tornar a área plana para a passagem da máquina. Caso as áreas cortadas fiquem com traspasses inadequados, estes deverão receber "manchões" com formato oval ou redondo, da mesma geomembrana aplicada, conforme recomendação do fabricante e, com tamanho de no mínimo 15 cm além da área cortada. Todo cruzamento de solda resulta em ponto de concentração de esforços e as recomendações do fabricante, para execução das emendas nestes cruzamentos, devem ser rigorosamente obedecidas, para a perfeita estanqueidade da obra impermeabilizada.

4.3.5 Controle de Qualidade de Execução

O CONSTRUTOR deverá assegurar a qualidade do sistema impermeabilizante instalado através da realização dos ensaios a seguir relacionados, os quais deverão ser documentados por meio de relatórios que serão entregues à FISCALIZAÇÃO.

Deverão ser executados ensaios não destrutivos, segundo os quais todas as soldas deverão ter a sua estanqueidade verificada ao longo de todo o comprimento. Estes ensaios devem ser realizados simultaneamente com os serviços de solda, e de acordo com a norma ASTM D 4437:

- ✓ Ensaio do canal de ar;
- ✓ Ensaio de vácuo.

A FISCALIZAÇÃO deverá definir a política de amostragem, estabelecendo a frequência e localização dos ensaios e os critérios de aceitação/rejeição das amostras, que normalmente seguem as recomendações da norma ASTM D 4437.

Todo o Controle de Qualidade deverá ser documentado através de relatórios de registros. No Controle de Qualidade devem ser checados todos os procedimentos de colocação, emenda da geomembrana, ancoragem e também acompanhados os ensaios não destrutivos realizados durante os serviços de instalação.

Além disso, devem ser realizados os ensaios destrutivos, feitos para avaliar estatisticamente a qualidade das soldas, em corpos de prova de 2,5 cm de largura por 12 cm de comprimento.

Os ensaios destrutivos devem ser executados à medida que as soldas vão sendo realizadas. É recomendável que as amostras para tal teste sejam retiradas a cada 150 m lineares de solda. Os ensaios a serem executados serão o ensaio de cisalhamento e o de arrancamento. Estes ensaios devem ser realizados de acordo com as normas ASTM D 4437, D 413 e D 638.

Deverá fazer parte do controle de qualidade também, o ensaio de pelo menos duas amostras de cada bobina (painel), que podem ser obtidas das sobras, não havendo necessidade de danificar a geomembrana para sua retirada. Estes ensaios serão os mesmos do controle de qualidade da fabricação, quais sejam: espessura e resistências à tração e ao alongamento.

Todas as emendas de campo deverão ser executadas com supervisão de pessoal técnico do Fabricante, observando o uso de processos de soldagem adequados para o tipo de geomembrana escolhido. A FISCALIZAÇÃO deverá executar testes de campo (ar comprimido) e revisões de todas as emendas de forma a assegurar a integridade da geomembrana, garantindo sua finalidade de impermeabilização. Eventuais danos e perfurações deverão ser restaurados pela colagem de uma sobremanta.

O processo executivo das placas de revestimento em concreto deverá ser orientado de forma que sejam evitados rasgos ou perfurações da geomembrana impermeável.

Deverão ser utilizados, na concretagem, formas deslizantes ou gabaritos metálicos que se apoiem no topo das bermas, sem necessidade de cravação de grampos ou estacas que possam danificar a geomembrana.

O CONSTRUTOR deverá reparar, às suas custas, todos os segmentos não satisfatórios indicados pela FISCALIZAÇÃO.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises anteriormente descritas, a geomembrana deve possuir as seguintes características técnicas:

- ✓ Espessura ≥ 1,0 mm;
- ✓ Resistência à tração ≥ 12,74 kN/m;
- ✓ Resistência à degradação por raios UV, química, biológica e térmica;

- ✓ Resistência contra FST (*stress cracking*), para o caso das geomembranas de PEAD;
- ✓ Atrito de interface, que permita a instalação no talude e aderência do revestimento em concreto empregado na camada de proteção mecânica;
- ✓ Atenda aos requisitos técnicos apresentados pelas normas vigentes de geossintéticos e/ou pelos valores de referência, apresentados por entidades qualificadas e idôneas.

Além destas características requeridas à geomembrana, devem ser atendidos os procedimentos descritos no item 4 do presente relatório, pelo Fornecedor e CONSTRUTOR. É de responsabilidade do consórcio CONSTRUTOR a reparação de quaisquer danos ou irregularidades, relativos aos procedimentos de instalação da geomembrana e execução da camada de proteção em concreto, para os segmentos não satisfatórios indicados pela FISCALIZAÇÃO.

ANEXO I – CÁLCULO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO REQUERIDA À GEOMEMBRANA

1. INTRODUÇÃO

Durante a etapa de instalação da geomembrana, esta pode ser submetida a esforços de tração em sua superfície. Estes esforços ocorrem durante a execução da camada de concreto sobre a superfície da manta, em que, a geomembrana já ancorada no topo dos taludes, é tracionada devido ao peso próprio da manta e principalmente do revestimento de concreto.

Para resistir a estes esforços, além do correto dimensionamento da ancoragem no topo, a geomembrana deve possuir resistência mínima à tração, que evite tensões em sua superfície, que possam danificar (escoar) o material ou ocasionar sua ruptura.

O dimensionamento da geomembrana considerou a execução do revestimento de concreto, na superfície da geomembrana, sendo que esta já está ancorada no topo do canal. Para o cálculo, foi desconsiderada a contribuição estabilizante da execução do revestimento em concreto na base do canal.

2. PARÂMETROS DE CÁLCULO

Para o dimensionamento da geomembrana, foi considerada a alternativa crítica, com a instalação de uma geomembrana de PVC, que possui maior densidade e menor ângulo de atrito, quando comparada à geomembrana de PEAD texturizada.

As características dos materiais e do canal, inerentes aos cálculos para o dimensionamento da vala de ancoragem e verificação da sua estabilidade global, estão apresentadas a seguir.

2.1 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

O Quadro 2.1 apresenta as propriedades adotadas para o solo do aterro, a mistura solo-cimento, o concreto utilizado no revestimento e para a geomembrana de PVC.

QUADRO 2.1
PARÂMETROS ADOTADOS PARA OS MATERIAIS UTILIZADOS NAS ANÁLISES

Material	*Peso Específico γ_n (kN/m³)*	*Coesão Efetiva c′ (kPa)*	*Ângulo de Atrito Efetivo Ø′(º)*
Solo do Aterro	20,00	20,00	26,00
Solo - cimento	18,00	80,00	32,00
Concreto	24,00	-	-
GM – PVC	13,50	-	17,50[1]

[1] – Ângulo de atrito da interface GM de PVC/Solo argiloso (Masada *et al.*, 1994)

2.2 GEOMETRIA DO TALUDE

A geometria do talude dos canais (h=5,70m) do Lote 3, pode ser observada na Figura 2.1.

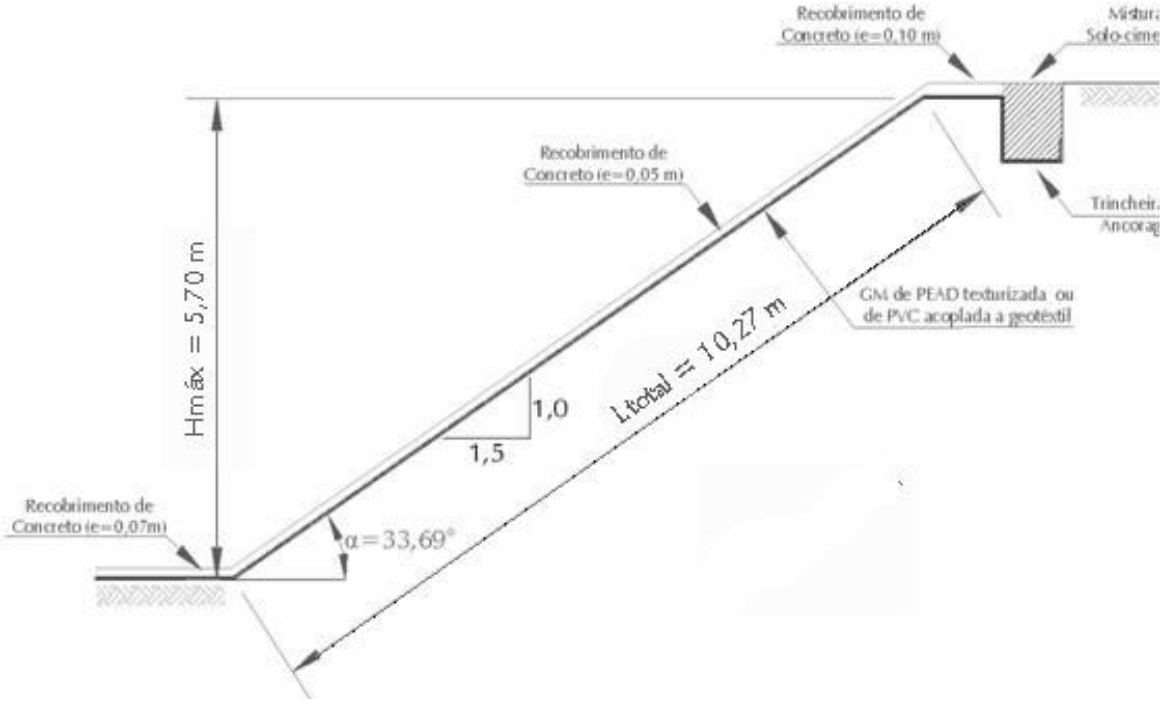


Figura 2.1 – Geometria da Seção Típica do Talude do Canal

3. RESISTÊNCIA À TRAÇÃO REQUERIDA À GEOMEMBRANA

A resistência à tração requerida a geomembrana (T_{REQ}) é determinada através da análise dos esforços atuantes e resistentes na interface da geomembrana com os taludes, e a resultante desta relação aplicada na geomembrana.

As componentes das forças atuantes e resistentes no talude estão ilustradas na Figura 3.1.

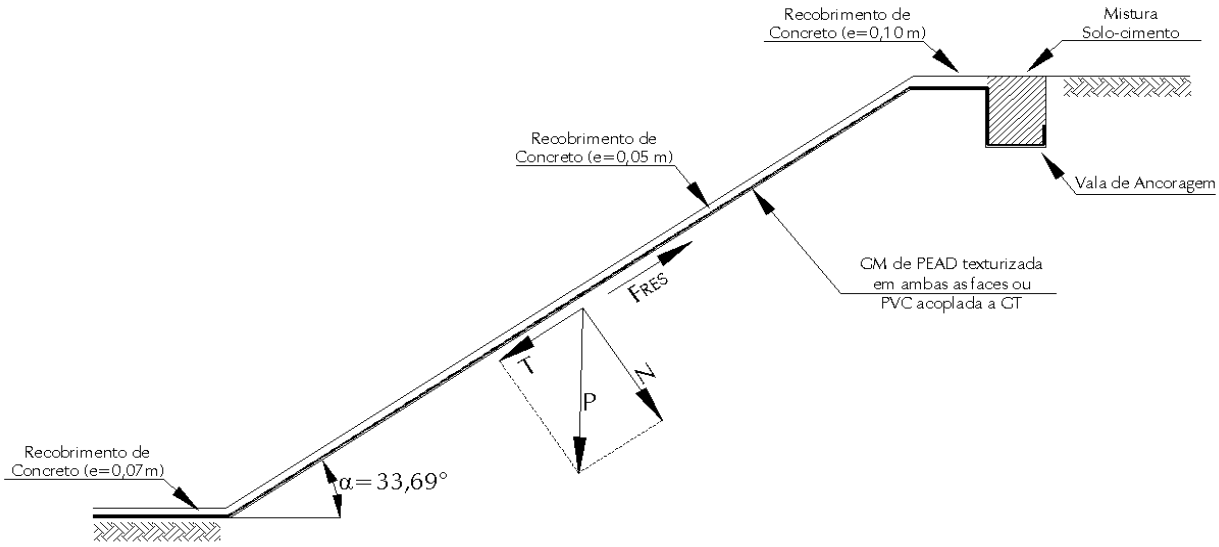


Figura 3.1 – Componentes das Forças Atuantes e Resistentes

Os cálculos para determinar a sobrecarga devido ao peso próprio da geomembrana e do revestimento de concreto e, consequentemente dos esforços atuantes na geomembrana, estão apresentados a seguir:

O peso próprio da geomembrana é determinado pela seguinte equação:

$$P_{manta} = L_{total} \cdot e \cdot \gamma_{PVC} \Rightarrow 10{,}27 \cdot 0{,}001 \cdot 13{,}50$$
$$P_{manta} = 0{,}14 kN/m$$

A seguir é determinado o peso próprio da camada de concreto.

$$P_{conc} = L_{total} \cdot e \cdot \gamma_{conc} \Rightarrow 10{,}27 \cdot 0{,}05 \cdot 24{,}00$$
$$P_{conc} = 12{,}32 kN/m$$

O peso total do conjunto é obtido pela soma do peso da geomembrana e da camada de concreto, sendo apresentado a seguir:

$$P_{total} = P_{manta} + P_{conc} \Rightarrow 0{,}14 + 12{,}32$$
$$P_{total} = 12{,}46 kN/m$$

Com os valores de sobrecarga devida ao peso próprio, podem ser determinados os esforços normais e tangenciais atuantes. A força normal é obtida pela seguinte equação:

$$N = P_{total} \cdot \cos(\phi) \Rightarrow 12{,}46 \cdot \cos\left(33{,}69^o\right)$$
$$N = 10{,}37 kN/m$$

O esforço tangencial é determinado pela seguinte equação:

$$T = P_{total} \cdot sen(\phi) \Rightarrow 12{,}46 \cdot sen\left(33{,}69^o\right)$$
$$T = 6{,}91 kN/m$$

A força de atrito na interface solo/revestimento, considerando-se um ângulo de atrito de 17,5° na interface solo/geomembrana de PVC, é obtida pela seguinte equação:

$$F_{RES} = N \cdot \tan\left[\left(\phi_{GM-PVC}\right)\right] \Rightarrow 10{,}37 \cdot \tan\left(17{,}5^o\right)$$
$$F_{RES} = 3{,}27 kN/m$$

A partir dos esforços solicitantes (T) e resistentes (F_{RES}), obtidos nos cálculos acima realizados, é possível determinar a tração resultante na geomembrana, e realizar o dimensionamento (resistência à tração) requerida à manta.

O cálculo do esforço de tração solicitante à geomembrana é apresentado a seguir:

$T_{SOL.} = T - F_{RES}$
$T_{SOL.} = 6,91 - 3,27$
$T_{SOL.} = 3,64 kN/m$

A resistência à tração requerida para a geomembrana é determinada com a aplicação dos fatores de redução parciais, apresentados a seguir:

- ✓ Fcr (fator de redução parcial devido à fluência): 2,00
- ✓ Fmr (fator de redução parcial devido a danos mecânicos): 1,50
- ✓ Fa (fator de redução parcial devido à degradação química e biológica): 1,10
- ✓ Fm (fator de redução parcial devido às incertezas estatísticas): 1,05

Com base nestes fatores de redução parciais, foi determinado o fator de redução global para a determinação da resistência à tração mínima requerida à geomembrana.

- ✓ FR (fator de redução global):.....3,50

A resistência à tração requerida à geomembrana é definida pela seguinte equação:

$T_{REQ} = T_{SOL.} \cdot FR_{GLOBAL}$
$T_{REQ} = 3,64 \cdot 3,50$
$T_{REQ} \geq 12,74 kN/m$

Desta forma, a geomembrana a ser empregada no sistema de revestimento da seção hidráulica do canal, deverá possuir resistência à tração mínima de 12,74 kN/m.

ANEXO II – CARTA CTE4873

Brasília, 1/4/2010

CTE4873

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)
Al. Tocantins, 125 - 4° andar - Ed. West Side - Alphaville
Barueri - SP
Cep.06455-020

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

Assunto: Especificações Técnicas de Geomembrana.

Prezado Senhor,

Pela presente encaminhamos para sua análise as especificações técnicas da geomembrana, material a ser utilizado na impermeabilização dos canais, apresentadas por fabricantes do referido material.

Solicitamos o posicionamento de V.Sas.

Sendo o que tínhamos para o momento,

Atenciosamente,

Eng. Carlos Rosa
Supervisor do Contrato
Projeto de Integração do Rio São Francisco
Consórcio Logos-Concremat²

Anexos
Carta DF. 19/02/587 – MWH Brasil
Carta CL/405-CSF-L03/10-346 – Encalso Construções Ltda

Fc/CR

MWH BRASIL

CONTRIBUINDO PARA UM MUNDO MELHOR

Salgueiro-PE, 12 de Março de 2010.
DF. 19/02/587

Ao
Consórcio LOGOS-CONCREMAT
Rua: João Veras de Siqueira, n.º 2113
Salgueiro - PE

Att.: **Gilmar Ferreira da Silva**
Supervisor de Contrato – Eixo Norte Lote 03

C.C. **José Luiz Godoy Vasconcellos**
Gestor de Contrato Eixo Norte Lote 03 do MI.
Renato Saraiva
Fiscal do MI (Campo)

Ref.: Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, Contrato Nº 15/2008 – MI, Pacote 1315 – Lote 03

Assunto: Especificações Técnicas de Geomembrana.

Prezado(s) Senhor(es),

Ao cumprimentá-lo cordialmente, estamos encaminhando oficio nº CL/405-CSF-L03/10/346 do consórcio ECAR, em que apresenta para análise e aprovação as especificações técnicas da geomembrana, material para ser utilizado na impermeabilização do canal.

Diante do exposto a supervisora solicita que seja submetida à análise da projetista ENGECORPS, para que a mesma emita parecer definitivo sobre material apresentado pelo consórcio construtor ECAR.

Colocando-nos ao inteiro dispor para quaisquer informações adicionais julgadas necessárias, aproveitamos para reiterar protestos de elevada estima e consideração.

Sendo o que nos apresenta para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

MWH BRASIL

Judas Tadeu Braga
Engenheiro Residente

Consórcio Logos Concremat
Recebido em:
12/03/2010
Hora: 15:52
Lislene Barbosa
Lislene Daiana Barbosa dos Santos

Rua José de Magalhães, 198
Vila Clementino . 04026-090
São Paulo . SP . Brasil
Tel.: 55 11 5081-9900
Fax: 55 11 5081-9909
UMA EMPRESA DO GRUPO MONTGOMERY WATSON HARZA - MWH

Encalso Construções Ltda

CL/405-CSF-L03/10/346

Salgueiro/PE, 25 de Fevereiro de 2009.

À
MWH Brasil
Av. Antônio Angelim, nº 580, 2º Andar; Sala 201
Centro Empresarial Gonzaga Patriota - Centro
Salgueiro - PE
CEP - 56.000-000

At.: Judas Tadeu Braga / Engenheiro Residente.

Ref: Contrato Administrativo 26/2008 – MI – Lote 03 – Pacote 1420.
Construção das Obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Assunto: **Especificações Técnicas de Geomembrana**

Prezado Senhor,

O Consórcio construtor, através desta correspondência, em atendimento ao item 7.10 do Anexo IX – Especificações Técnicas de Obras Civis e Normas de Medição e Pagamento, apresenta para análise e aprovação as Especificações Técnicas de Geomembrana, material para ser utilizado na impermeabilização do canal, dos seguintes fornecedores:

- Engepol Geossintéticos Ltda;
- Firestone Building Products Brasil;
- Nacional Plásticos;
- Neoplastic Embalagens Plásticas Ltda;
- Tecelagem Roma Ltda;

Sendo o que tínhamos para o momento, nos colocamos a disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente,

Marcelo Felizardo de Souza
Gerente de Obras
Consórcio Encalso – Convap – Arvek - Record

MWH BRASIL
Recebido em: 25/02/10
Hora: 15:50
Ass. MARCOS

ENGEPOL

Certificado de Qualidade da Polimanta®

Geomembrana Texturizada

Cliente:

Número da Nota Fiscal:

Tipo de Polimanta®: 58TXT2L-IRR

Certificado N°:

Lote:

A **Engepol Geossintéticos Ltda.** certifica as propriedades dos lotes de Polimanta, fabricados pelo processo de matriz plana, conforme os valores descritos abaixo:

Propriedades da Polimanta®:

Ensaios Realizados	Norma	Unidade	Valor Especificado	Valor Obtido
Densidade	ASTM D 792	g/cm^3	0,940	0,951
Tensão no Escoamento	ASTM D 6693	kN/m	15,0	15,5
Tensão na Ruptura	ASTM D 6693	kN/m	10,0	16,4
Alongamento no Escoamento	ASTM D 6693	%	12,0	17,9
Alongamento na Ruptura	ASTM D 6693	%	100,0	305,2
Resistência ao Rasgo	ASTM D 1004	N	125,0	139,1
Resistência à Perfuração	ASTM D 4833	N	267,0	383,7
Teor de Negro de Fumo	ASTM D 4218	%	2 a 3	2,3
Dispersão de Negro de Fumo	ASTM D 5596	categoria	1 e 2	1

Data: janeiro 2010.

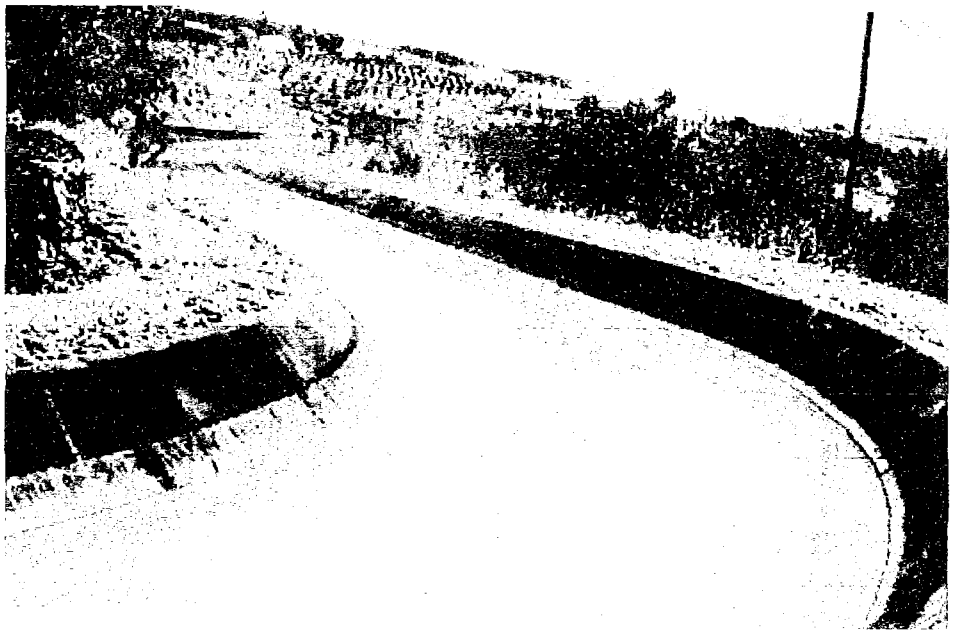
Responsável:

Elaborado:	Aprovado:	Revisão: 02	Visto:
24/08/2001	27/08/2001	Válido a partir de 23/01/2008	

ESPECIFICAÇÃO SISTEMA

GEOMEMBRANA FIRESTONE EPDM

PROJETO: CANAL DO SERTÃO ALAGOANO



Data: 5 de maio de 2008

ÍNDICE

1. Sistema de Geomembrana Firestone EPDM

- Geomembrana

A geomembrana Firestone EPDM é feita de EPDM, uma borracha sintética de alta performance, composta por um monômero de etileno, propileno e dieno. A geomembrana Firestone é disponível em painéis de grandes dimensões, sem emendas (veja foto abaixo).

Características – Geomembrana

- Dimensões padronizadas

Espessura (mm)	1,15-1,52
Largura (m)	3,05 – 6,10 – 9,15 – 12,20 – 15,25
Comprimento (m)	30,50 – 45,75 – 61

Grandes painéis sem emendas.

- Ficha técnica

Propriedade	Ensaio	Resultado	Unidade
Peso específico	Medida direta	1,15	-
Resistência à tração (Novo)	EN 12311.2 ASTM D412	≥ 8,0 ≥ 9,0	N/mm^2
Alongamento (Novo)	EN 12311.2 ASTM D412	> 300 > 450	% %
Rasgamento	EN 12112.2	> 50	N
Estabilidade dimensional	EN 12112.2 ASTM D1204	≤ 0,5 < 1	% %
Flexibilidade – baixa temperatura	ASTM D2137	< -45	°C
Absorção de água	ASTM D471	≤ 2	%
Resistência ao ozônio	DIN 7864	Sem fissura	-
Resistência UV – 4000 horas	ASTM G53-84	Sem fissura	-
Penetração – raiz	DIN 4062	Sem penetração	-
Resistência punção estática	*UEAtc*	L_4	-

Acessórios – Geomembrana

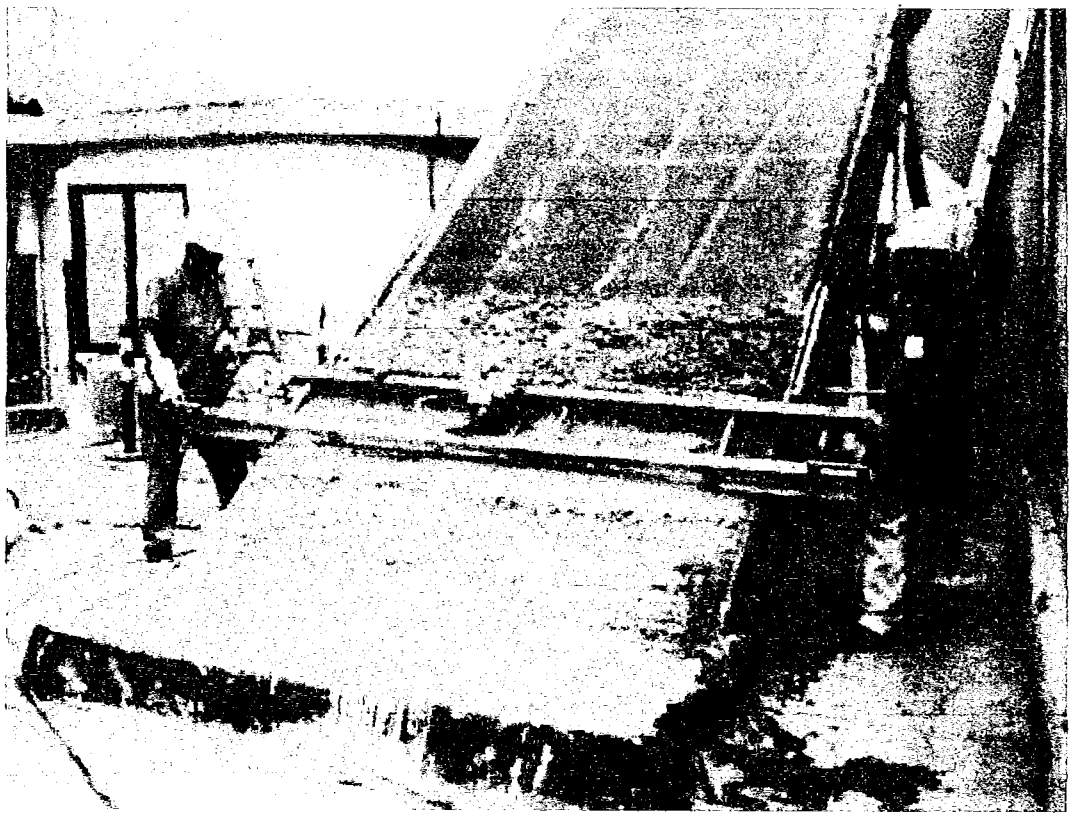
A geomembrana Firestone EPDM é complementada por ampla linha de acessórios que permitem rapidez e facilidade na execução das emendas e no reparo de eventuais danificações.

Os principais produtos são:

- EPDM FormFlash: Manta EPDM semi-vulcanizada para realizar reparos.
- QuickSeam Splice Tape: Fita auto-adesiva para emendas.
- Quick Prime Plus: Produto de limpeza para preparar as mantas na área das emendas, antes da instalação da fita.
- Splice Wash: Produto de limpeza para preparar as mantas na área onde vai ser aplicado o produto Quick Prime Plus ou o produto Splice Adhesive
- Splice Adhesive: Adesivo de contato a base de butil para colar a *manta EPDM semi-vulcanizada (reparos).*

Ensaios e certificações

- Todos os componentes do sistema Firestone EPDM são testados e aprovados pelas mais exigentes normas dos EUA e da Europa.
- A geomembrana Firestone EPDM e as emendas foram testadas no Brasil pelo instituto Falcão Bauer e atendem integralmente as normas brasileiras (Relatórios EE/12432/07 – 12413-07 – 1/2/3).
- *A Falcão Bauer também fez um ensaio de deslizamento de concreto* sobre manta Firestone EPDM. O objetivo do ensaio foi a avaliação do desempenho do sistema de geomembrana Firestone EPDM, quanto ao deslizamento do concreto fresco aplicado sobre a manta em superfície inclinada. O sistema EPDM foi aprovado (Relatório 143 BNA 07).



2. Instalação

- Preparo do terreno

A Firestone recomenda que as geomembranas EPDM sejam instaladas sobre solos com 85% até 95% de compactação.

O substrato em contato com a geomembrana não pode ter pedriscos com diâmetro superior a 5 mm ou objetos cortantes.

A geomembrana pode ser instalada diretamente sobre solo argiloso ou arenoso. A Firestone recomenda a instalação de um geo-têxtil (no mínimo300 g/m^2), no caso de rocha ou substrato que possa danificar a membrana.

- Transporte e depósito

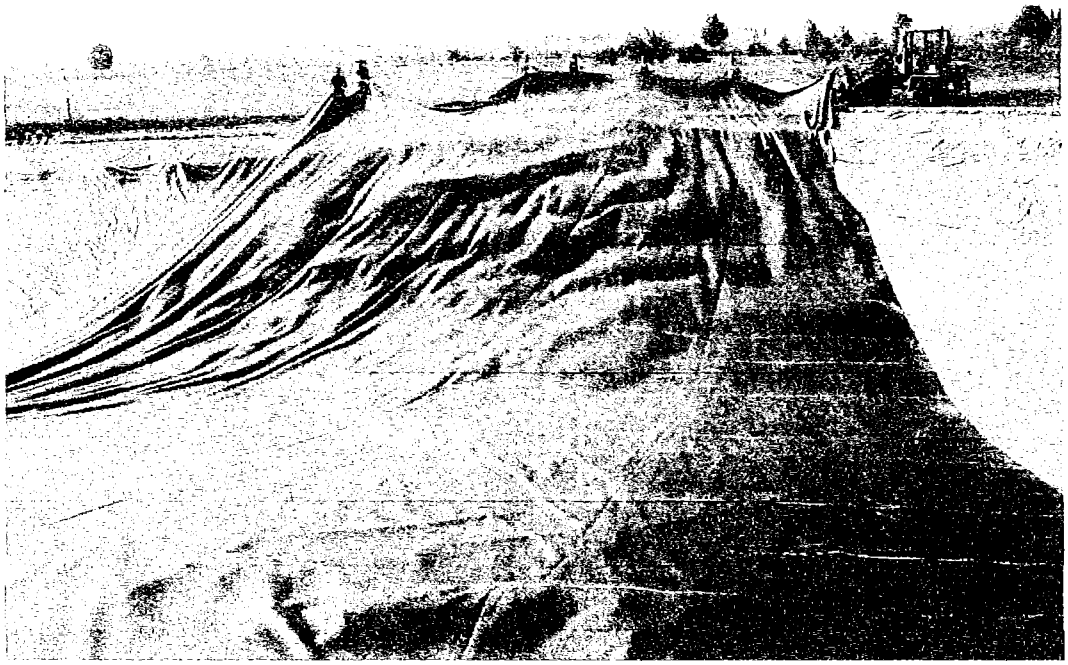
Os rolos de geomembranas EPDM devem ser transportados com um trator até o lugar onde vão ser instalados

As mantas Firestone EPDM não precisam de proteção especial contra chuva; porém, todos os acessórios precisam ser depositados em um local seco e na sombra.

- Posicionamento das geomembranas

A instalação das membranas deve começar de preferência no topo do talude. A Firestone recomenda abrir o rolo e desenrolar a geomembrana no sentido paralelo ao talude.

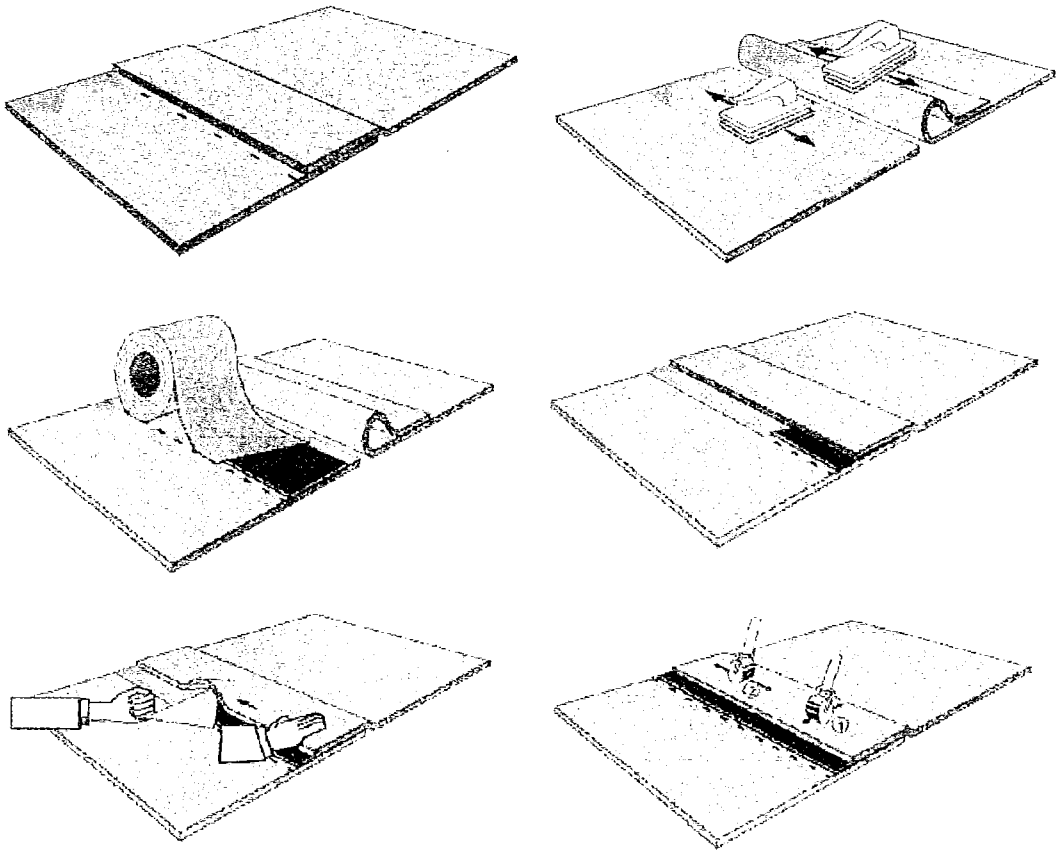
Para facilitar o posicionamento das membranas é preciso levantar as mantas permitindo o ar se colocar debaixo delas. O movimento das mantas sobre uma camada de ar facilita o seu posicionamento.



Toda geomembrana precisa de no mínimo 30 até 45 minutos para relaxar antes da realização das emendas.

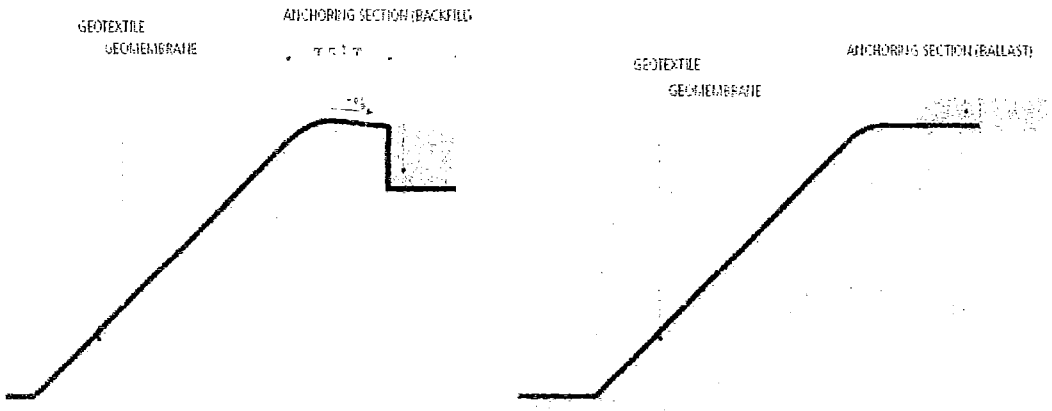
Emendas

As geomembranas são posicionadas com uma sobreposição de 20 cm. Após limpeza das mantas na área da emenda, com o produto Splice Wash, será aplicado o produto Quick Prime Plus e instalada a fita auto-adesiva, seguindo os procedimentos ilustrados abaixo.



- Ancoragem da geomembrana

A ancoragem da geomembrana no topo será realizada conforme o esquema abaixo. As dimensões da canaleta são de no mínimo 40 cm x 40 cm.



- Procedimento para reparos
  - Rasgamentos da membrana (fissuras) podem ser consertados, utilizando um pedaço de membrana cobrindo a fissura com um mínimo de 150 mm em toda direção.
  - A membrana deve estar límpa na área onde será aplícado o adesívo. Utiliza-se Splice Wash pra limpar a membrana.
  - Utiliza-se o adesivo Splice Adhesive para colar a nova manta sobre a manta danificada.

3. Principais vantagens

- Rapidez na instalação. Os grandes painéis da Firestone EPDM e a utilização da fita de colagem rápida para as emendas resultam em rapidez na execução. Utilizam-se 8 pessoas (posicionamento das mantas) para instalar 5 rolos de 15,25 m x 61 m/dia (4500 m^2/dia).

- Durabilidade. A composição química do EPDM confere-lhe elevada resistência à radiação UV., ao ozônio e ao desgaste por calor. A vida útil da membrana ultrapassa 40 anos.

- Elasticidade. O EPDM da Firestone mantém-se flexível e pode alongar-se além de 400%, o que lhe permite acomodar-se facilmente às irregularidades do terreno.

- A instalação das geomembranas não requer equipamentos ou uso de energia. Todas as ferramentas para realizar emendas ou fazer reparos são fornecidas pela Firestone.

- O sistema Firestone EPDM é fácil para consertar (sistema de colagem a frio).

- A instalação do sistema Firestone EPDM não é incomodado por condições de calor.

4. Teste – Canal do Sertão Alagoano

- Tipo de Teste

  Instalação de 4 mantas Firestone EPDM (12,20 m x 30,50 m) para revestir um trecho do canal.

  A finalidade do teste é mostrar as principais características e vantagens do sistema Geomembrana Firestone EPDM, sendo estas a sua facilidade e rapidez na instalação.

  As dimensões das mantas foram definidas baseadas nas dimensões do canal (desenvolvimento de aproximadamente 22 m). Estamos instalando as membranas com duas emendas (uma emenda no centro do canal e *outra no sentido transversal).*

- Equipamentos – Ferramentas

  Como os rolos pesam aproximadamente 500 kg cada um, é bom transportar estes o mais próximo possível até o lugar, onde vão ser instalados definitivamente

  Todas as ferramentas necessárias para a execução do sistema Firestone são fornecidas pela Firestone. Segue abaixo uma lista de ferramentas básicas:

  - Trena (30 m)
  - Tesoura
  - Bate-linha
  - Marcador (giz)
  - Panos de algodão
  - Pincéis
  - Balde/recipiente (para colocar primer)
  - Rolinho (silicone)

- Pessoal – Mão de obra

  Mão de obra não qualificada (para posicionar as mantas): 6 pessoas

  Mão de obra a ser treinada (para instalação das emendas): 2 pessoas

  No caso de teste não será preciso providenciar mão de obra qualificada

- Cronograma de execução

  A instalação do sistema Firestone é rápida.

  Previsão para posicionar os quatro rolos 4 x 45 min: 3 horas.

  Previsão para realizar as duas emendas: 3 horas.

Firestone
BUILDING PRODUCTS COMPANY

RubberGard Non-Reinforced EPDM Membrane

DESCRIPTION:

Firestone RubberGard non-reinforced EPDM is a cured single-ply roofing membrane that can be used in ballasted, fully adhered and mechanically attached systems.

PREPARATION OF SUBSTRATES:

1. Substrates must be clean, dry, smooth, and free of sharp edges, fins, loose or foreign materials, oil, grease, and other materials that may damage the membrane.
2. All roughened surfaces that can damage the membrane shall be repaired as specified to offer a smooth substrate.
3. All surface voids greater than 1/4" (6.3 mm) wide shall be properly filled with an acceptable fill material.

METHOD OF APPLICATION:

1. RubberGard non-reinforced EPDM Membrane must be installed in accordance with current RubberGard specifications, details and workmanship requirements

STORAGE:

1. Store away from sources of punctures, and physical damage.
2. Assure that structural decking will support the loads incurred by material when stored on rooftop. The deck load limitations should be specified by the project designer.
3. Store away from ignition sources as membrane will burn when exposed to open flame.

PRODUCT DATA

PACKAGING:

Thickness	Widths*	Lengths *	Weight
.045" (1.1 mm)	7.5 ft (2.3 m) 9 ft (2.7 m) 10 ft (3 m) 20 ft (6.1 m) 30 ft (9.1m) 40 ft (12.2 m) 50 ft (15.2 m)	50 ft (15.2 m) 100 ft (30.5 m) 200 ft (61 m)	0.29 lb/sf (1.4 kg/m^2)
.060" (1.5 mm)	7.5 ft (2.3 m) 9 ft (2.7 m) 10 ft (3 m) 20 ft (6.1 m)	50 ft (15.2 m) 100 ft (30.5 m)	0.40 lb (1.9 kg/m^2)

* Availability varies by product. Contact your Firestone Customer Service Representative for availability and packaging information.

PRECAUTIONS:

1. Take care when moving, transporting, handling, etc. to avoid sources of punctures and physical damage.
2. Isolate waste products, such as petroleum products, greases, oils (mineral and vegetable) and animal fats from the RubberGard membrane. Contact Firestone Roofing System Solutions Department for specific recommendations.
3. Refer to Material Safety Data Sheets (MSDS) for safety information.

LEED INFORMATION:

Post Consumer Recycled Content:	0%
Post Industrial Recycled Content:	0%
Manufacturing Locations:	Prescott, AR Kingstree, SC

FM APPROVED

Membrane for Roofing Systems
As to an External Fire Exposure Only
61P2
See UL Directory of Products
Certified for Canada
And UL Roofing Materials
And Systems Directory
R9516

Cool Roof Rating Council Product
Identification Number: 0608-0004

Firestone Building Products Company
A Division of BFS Diversified Products, LLC
310 E. 96th Street, Indianapolis, IN 46240
Sales: (800) 428-4442 • Technical (800) 428-4511
www.firestonebpco.com

RubberGard Non-Reinforced EPDM Membrane

Firestone
BUILDING PRODUCTS COMPANY

PHYSICAL PROPERTIES

Property	Test Method	Minimum ASTM Performance	Typical Values
Thickness, min			
Sheet-overall	ASTM D 412	0.0405 in (1.028 mm)	0.043 in (1.092 mm)
Tensile strength, min	ASTM D 412 (Die C)	1305 psi (9.0 MPa)	1425 psi (9.8 MPa)
Elongation, ultimate, min	ASTM D 412 (Die C)	300%	450%
Tensile set, max	ASTM D 412 Method A, (Die C)	10%	5%
Tear resistance, min	ASTM D 624 (Die C)	150 lbf/in (26.3 kN/m)	200 lbf/in (35.0 kN/m)
Brittleness point, max	ASTM D 2137	-49° F (-45° C)	-63° F (-53° C)
Ozone resistance, no cracks	ASTM D 1149	pass	pass
Heat Aging:	ASTM D 573		
Tensile strength, min	ASTM D 412 (Die C)	1205 psi (8.3 MPa)	1415 psi (9.7 MPa)
Elongation, ultimate, min	ASTM D 412 (Die C)	200%	290%
Tear resistance, min	ASTM D 624 (Die C)	125 lbf/in (21.9 kN/m)	180 lbf/in (31.5 kN/m)
Linear dimensional change, max	ASTM D 1204	±1.0 %	-0.7%
Water absorption, max, mass %	ASTM D 471	+8, -2%	+1.8%
Factory seam strength, min	ASTM D 816, Method B 50 lbf/in (Modified)	(8.8 kN/m) or sheet failure	sheet failure
Weather resistance:			
Visual inspection	ASTM D 518	pass	pass
PRFSE, min	ASTM D 518	30%	63%
Elongation, ultimate, min	ASTM D 412 (Die C)	200%	290%

RubberGard membrane meets or exceeds the minimum requirements set forth by ASTM D 4637, and CGSB 37-GP-52M, for *Type I, Class A, non-reinforced EPDM single-ply roofing membranes.*

São Paulo, 12 de novembro de 2007.

À
FIRESTONE BUILDING PRODUCTS BRASIL
Avenida Brasil, 1.987 - Jardim América.
01431-001 - SÃO PAULO - SP.

À att.:	**Eng.º Fernando Josias Gomes**
Ref.:	143/BNA/07
Produto:	**Sistema de GeoMembrana EPDM Firestone**
Ass.:	**AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL QUANTO AO DESLIZAMENTO DO CONCRETO FRESCO APLICADO SOBRE A GEOMEMBRANA**
-	Relatório Técnico.

Prezados Senhores,

Em cumprimento aos termos de nossa carta proposta Ref.: PR-64.485-0 de 03 de agosto de 2007, estamos apresentando o Relatório Técnico referente aos serviços realizados no produto em pauta.

SUMÁRIO:

I. OBJETO DOS SERVIÇOS

O objeto do presente relatório técnico é a avaliação do desempenho do Sistema de GeoMembrana EPDM Firestone, quanto ao deslizamento do concreto fresco aplicado sobre o sistema instalado em superfície inclinada.

A avaliação foi efetuada mediante a realização de experimento nas dependências da L. A. Falcão Bauer, efetuada em plataforma inclinada de madeira.

II. FATO GERADOR

Foi à solicitação do interessado, na pessoa do Eng.º Jorge Gennari, tendo em vista simular a funcionalidade do produto sob condições de aplicação em obras hidráulicas.

III. EQUIPE TÉCNICA / DATA DO ENSAIO

O ensaio foi realizado no dia 10/10/2007, pelos engenheiros Edvar Pegoretti e Ioel Levy e auxiliares José Gabriel Oliveira Silva, Wilson Pereira da Cruz e Djalma Néris Rui Santos, todos de nossa equipe técnica.

IV. PARÂMETROS CONSIDERADOS

Parâmetros fornecidos pelo Eng.º Fernando Josias Gomes da Firestone:

- A inclinação da superfície a ser aplicado o sistema deve ser de 34º em relação à horizontal;
- O concreto a ser empregado deve ter resistência a compressão axial - fck 5,0 MPa.

V. METODOLOGIA ADOTADA PARA REALIZAÇÃO SERVIÇOS PRESTADOS

1. *Plataforma*

A plataforma em que o sistema foi aplicado é constituída por estrutura em vigas e pontaletes de madeira, sobre a qual foram fixadas chapas de compensado em duas camadas formando uma superfície lisa e uniforme.

No total a plataforma ficou com dimensões aproximadas de 5,50 metros de comprimento por 2,00 metros de largura, sendo uma base horizontal com aproximadamente 0,50 m e o restante com inclinação de 34°. Ao longo dos dois bordos longitudinais foram colocados sarrafos, permitindo a confecção de placa com cerca de 7,0 cm de espessura.

2. GeoMembrana

A GeoMembrana, fornecida pelo interessado, foi colocada sobre a superfície da plataforma, sem a utilização de adesivos, envolvendo totalmente, em uma única peça, o segmento horizontal e o inclinado, sendo somente fixada com pregos na face externa dos sarrafos de bordo.

A foto a seguir ilustra algumas das peculiaridades citadas acima:

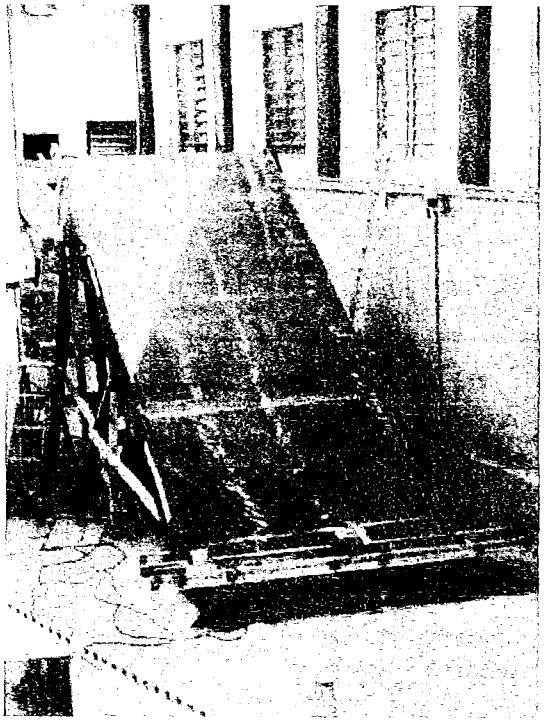


Foto 1 – Vista geral da plataforma já com a GeoMembrana

3. Concreto / Preparo / Aplicação

3.1 Características da dosagem adotada

Tendo em vista não ter sido fornecida a composição e as características do concreto a ser utilizado, para a sua confecção foi adotada dosagem teórica considerando as seguintes características:

- fck 5,0 MPa;
- Traço unitário em volume - 1: 4,49: 4,89: 0,65;
- Consumo de cimento tipo CPII E - 233 kg/m³;
- Agregados - areia fina / brita;
- Abatimento - 40,0+/- 10 mm (consistência seca);
- Teor de argamassa - 53%.

3.2 Preparo do concreto

O concreto foi preparado em betoneira estacionária de eixo inclinado, com capacidade para 150 litros (foto 3) . O controle do proporcionamento dos materiais foi volumétrico, sendo os materiais adicionados à betoneira por meio da utilização de recipientes com volume conhecido, de forma que cada massada de concreto tinha 52,8 litros.

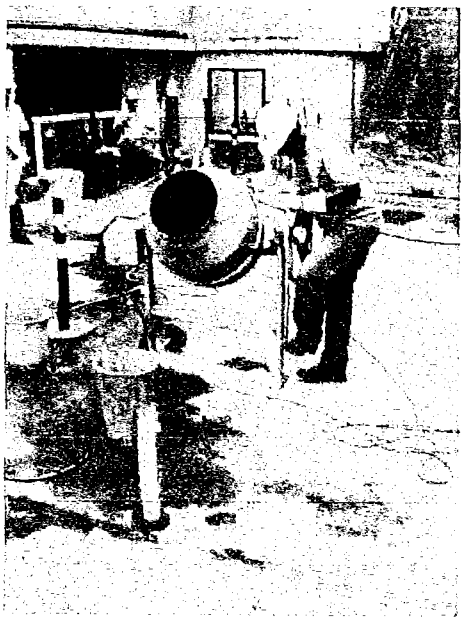


Foto 3 – Fabricação do concreto na betoneira estacionária de eixo inclinado

Após os ajustes iniciais a consistência do concreto foi medida através do abatimento do tronco de cone, obtendo-se o valor de 30,0 mm (foto 4).

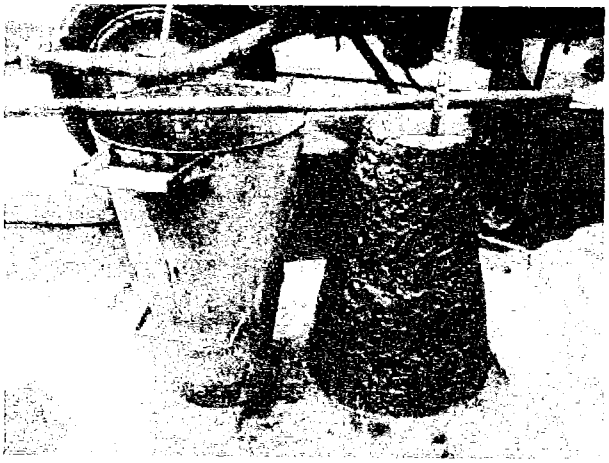


Foto 4 – Detalhe do abatimento do tronco de cone

Visando acompanhar a evolução da resistência mecânica do concreto foram moldados 4 (quatro) corpos de prova para serem ensaiados a compressão axial aos 7 e 28 dias de idade (foto 5 e 6). Os resultados obtidos constam do quadro a seguir apresentado.

Data da Moldagem	Tensão de Ruptura (MPa)	
	7 dias	28 dias
10/10/2007	4,2 / 5,4	7,3 / 8,5

Foto 5 – Corpos de prova moldados "in-loco"

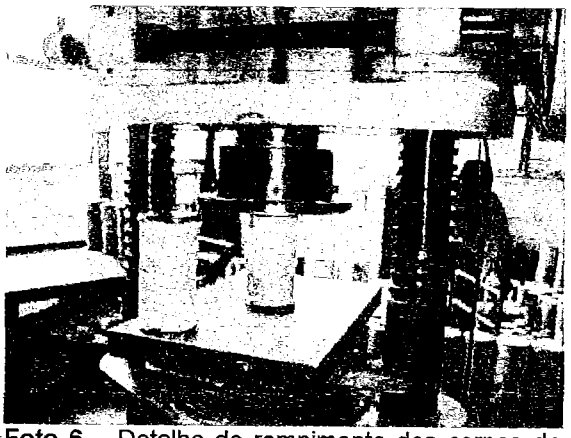


Foto 6 – Detalhe do rompimento dos corpos de prova na prensa mecânica

3.3 Aplicação do concreto

A aplicação do concreto foi realizada mediante transporte com carrinho de mão e lançamento com o emprego de ferramentas manuais, ou seja, pás, desempenadeiras e colher de pedreiro. Cada betonada avançava cerca de 0,30 m na plataforma.

O adensamento foi efetuado por meio de régua vibratória apoiada nos sarrafos guias fixados nos bordos da plataforma. O acabamento superficial foi dado mediante a utilização de desempenadeira de madeira.

A cura do concreto foi realizada mediante cobertura da placa com lona plástica por um período de 7 dias.

As fotos a seguir ilustram esses procedimentos:

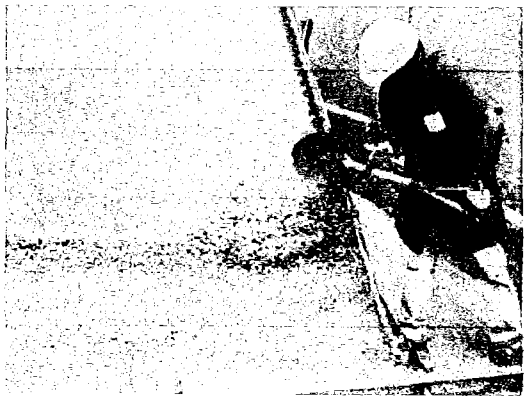


Foto 7 - Lançamento com o emprego de ferramentas manuais

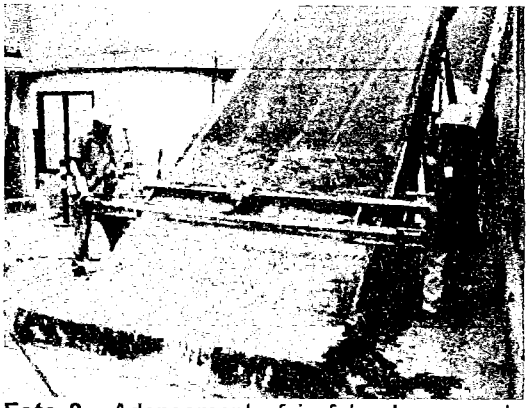


Foto 8 - Adensamento foi efetuado por meio de régua vibratória

VI. CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS

1. Durante a concretagem, mais precisamente na quarta betonada, o abatimento do concreto foi elevado para 90,0 mm. Este concreto foi lançado no início do trecho em rampa da plataforma, ocupando toda a sua largura.

Tal procedimento foi proposital, tendo como objetivo avaliar o desempenho do sistema mediante a utilização de concretos com abatimento tipo "bombeável".

Como resultado obtivemos os seguintes fatos:

- O lançamento, adensamento e desempeno do concreto nestas condições é extremamente difícil;

- Imediatamente após o seu lançamento, ocorreu o escorregamento do concreto;

- Com o lançamento do concreto das etapas posteriores, nas regiões mais elevadas, há a formação de um empolamento do concreto com abatimento de 90,0 mm, decorrente do seu escorregamento sob pressão das etapas subseqüentes (foto 9).

Tal fato demonstra que é fundamental a manutenção do concreto com abatimento em torno 40,0 mm.

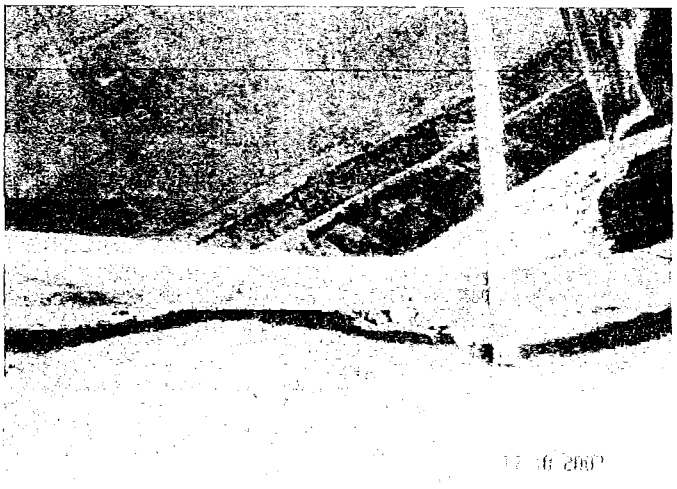


Foto 9 – Detalhe da formação de um empolamento do concreto no trecho com abatimento de 90 mm

2. O concreto utilizado apresentava teor de argamassa igual a 53,0%, maior que o teor usual para concretos bombeáveis que é de 52,0%. Tal fato indica que o fator principal para se obter sucesso em concretagens deste tipo é a manutenção do abatimento em torno de 40,0 mm.

3. A utilização de régua vibratória para adensamento do concreto mostrou-se adequada, pois mantém o equilíbrio do concreto em toda a largura da placa, uma vez que distribui a energia de vibração de forma homogênea e paulatina, evitando a ocorrência de pontos isolados de escorregamento que poderiam ser causados por vibradores de imersão.

4. Quando foi procedida a desmontagem da rampa, verificamos que a manta GeoMembrana mantinha sua total integridade inclusive da face que entrou em contato com o concreto. Observamos também a elevada aderência que havia entre a manta e o concreto (foto 10).

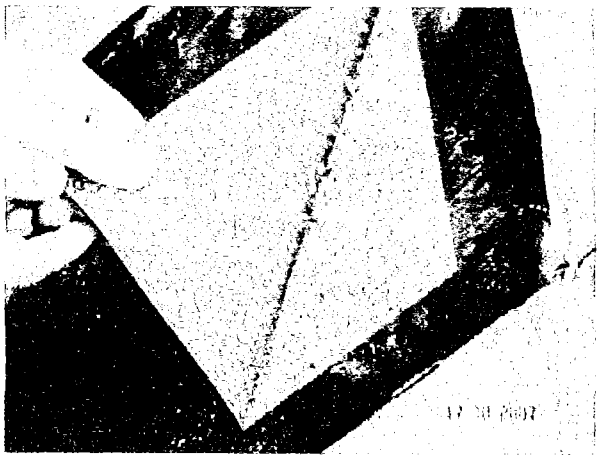


Foto 10

5. Tanto durante o lançamento do concreto, como durante o período de cura e quando da remoção do concreto e desmontagem da rampa, não foram constatadas quaisquer indícios de escorregamentos ou deficiências que pudessem comprometer o sistema.

VII. CONCLUSÃO / RECOMENDAÇÃO

Diante do exposto, podemos concluir que o sistema GeoMembrana apresentou desempenho satisfatório para as condições do ensaio descrito, ou seja, deslizamento do concreto fresco aplicado sobre a membrana fixada em superfície com inclinação de 34° em relação à horizontal. Em síntese, não ocorreu o deslizamento do concreto fresco sobre a manta.

Salientamos, no entanto, que, para a eficácia do sistema deverão ser atendidos os seguintes requisitos:

- Utilização de concretos com abatimento $\leq$ 40,0 mm;
- Adensamento do concreto com régua vibratória;
- Execução de cura eficaz, visando evitar o empenamento da placa;

Prontos para quaisquer esclarecimentos adicionais, apresentamos nossas,

Atenciosas saudações.

BNA ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA.
GRUPO FALCÃO BAUER

(ORIGINAL ASSINADO POR)

ENG.º IOEL LEVY
Coordenador Técnico
CREA nº 0601963129

BNA ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA.
GRUPO FALCÃO BAUER

(ORIGINAL ASSINADO POR)

ENG.º ROBERTO JOSÉ FALCÃO BAUER
Diretor Técnico
CREA nº 0600620950

BNA ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA.
GRUPO FALCÃO BAUER

(ORIGINAL ASSINADO POR)

ENG.º EDVAR PEGORETTI
Coordenador Operacional
CREA nº 5060957005

IL/il

RELATORIO DE ENSAIO COMPLEMENTAR EF/12432/07
MANTA EPDM – ENSAIOS DIVERSOS

INTERESSADO: [illegible] BRASIL IND. E COMÉRCIO LTDA.
Av. BRASIL [illegible]
BAIRRO: [illegible]
[illegible] – SÃO PAULO – SP

ENSAIOS: (ZC759)

1 **MATERIAL ENSAIADO:** Identificação do material ensaiado (declarado pelo interessado):

01 (uma) amostra de manta EPDM com [illegible] de [illegible] e [illegible] x 1,0mm, entregue no laboratório pelo interessado em [illegible]

2 **ENSAIOS REALIZADOS:**

2.1 Determinação da Espessura

2.2 Densidade

2.3. Resistência à tração com ruptura a 100% e 300% de alongamento

2.4. Resistência à ação [illegible] em estufa 168 horas a 80°C

2.5 Absorção de água [illegible]

2.6. Resistência ao ozônio 168 horas a 100pphm de 0,5 50% de alongamento

3 **METODOLOGIAS APLICADAS:**

3.1. NBR 5086:93 – Vulcanizados [illegible] – Determinação da espessura

3.2. ASTM D 297-06 – Standard Test Methods for Rubber Products – Chemical Analysis.

3.3 NBR [illegible] – Elastômero vulcanizado – Determinação da resistência à tração.

3.4 NBR 5102:92 – Elastômero vulcanizado – Determinação da envelhecimento acelerado em estufa 168 horas a 80°C

3.5. ASTM D 471-06 – Standard Test Method for Rubber Property – Effect on Liquids

3.6 NBR [illegible] – Elastômero vulcanizado – Envelhecimento acelerado em estufa a [illegible] – ensaio dinâmico

3.7. NBR [illegible] – Manta de polímero [illegible] – [illegible] – [illegible] – Especificação

4 **RESULTADOS OBTIDOS:**

4.1. Espessura (mm)

PARÂMETRO	CARTA	CONFORMIDADE
[illegible]	1,00	[illegible]

4.2 Densidade

PARÂMETRO	CARTA	CONFORMIDADE
[illegible]	[illegible]	[illegible]

4.3 [illegible]

PARÂMETRO	OBTIDO	ESPECIFICADO
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

4.4. Resistência à tração após envelhecimento em estufa [illegible] a 60°C

PARÂMETRO	OBTIDO	ESPECIFICADO
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

4.5. Absorção de água [illegible] 25°C

PARÂMETRO	OBTIDO	ESPECIFICADO
[illegible]	[illegible]	[illegible]

4.6. Resistência [illegible] (8h) [illegible] 40°C - 50% [illegible]

PARÂMETRO	OBTIDO	ESPECIFICADO
[illegible]	[illegible]	[illegible]

5. **OBSERVAÇÕES:**

5.1. Os resultados apresentados no presente [illegible] a [illegible].

5.2 [illegible] 14.87.02

5.3. O ensaio de resistência ao ozônio foi realizado no Jeriz-Delegia.

6. **DATA DOS ENSAIOS:** [illegible]

7. **CONCLUSÃO:**

Os resultados obtidos atendem as exigências da norma NBR [illegible] Associação Brasileira [illegible] para impermeabilização. [illegible] ensaios realizados [illegible].

São Paulo, 23 de dezembro de 2007

L.A. FALCÃO BAUER LTDA
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

L.A. FALCÃO BAUER LTDA
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

DANIEL ALTAI
ENCARREGADO DE LABORATÓRIO

ROLANDO BÁRCCES
GERENTE DE LABORATÓRIO
Engº Mecânico - CREA nº 060105621

João Pessoa, 03 de fevereiro de 2.010

AO
GRUPO ENCALSO

Att: Eng. Alex Silveira Cardoso

Ref.: Lotes 03 / 04 / 13 - **CODEVASF – GEOSSINTÉTICO NACIONALGEO**

1- **Características técnicas do produto: Geossintético em PVC,** com espessura na camada de PVC de **1,0 mm** acoplado a uma manta agulhada de poliéster com 150 gramas por metro quadrado, produzido na cor preta, com proteção anti-fungos e com aba lateral de aproximadamente 60 mm de largura na qual não haverá a manta de poliéster para facilitar instalação por processo de termo-soldagem (fusão) através de máquina sopradora de ar quente.

2- O produto é acondicionado em rolos com até 50 metros de comprimento, ou em dimensões a serem definidas pelo perímetro da obra atendendo as especificações do CODEVASF, a qual determina que a instalação do geossintético deverá ser executada na posição transversal à construção do canal.

3- O geossintético será fornecido na largura útil de 1.400 mm com gravação chamada de "Ponta de Diamante" que permite uma melhor acomodação/fixação do produto com o solo.

4- A **Nacionalgeo** com 1,0 mm de espessura e percentual de 2% de Negro de Fumo (carbon black) é aplicado sobre um geotêxtil de poliéster com 150 gramas/m2 e encontra-se RIGOROSAMENTE dentro das especificações da CODEVASF.

Enumeramos abaixo algumas vantagens diferenciais na utilização do geossíntético em PVC (acoplado a geotêxtil em poliéster):

a- Evitam-se deformações devido às temperaturas elevadas em aplicações diurnas dado que o PVC absorve bem estas variações térmicas.

b- O geotêxtil acoplado ao PVC é parte integrante do geossintético e proporciona um coeficiente de atrito suficiente para permitir uma concretagem mais rápida e mais eficiente, evitando perdas em medições.

c- As peças do produto (bobinas) são produzidas de forma customizada para atender ao comprimento dos taludes, fundo e cravas, evitando desperdícios de material.

Atenciosamente,

Nacional Plásticos S/A

RELATÓRIO DE ENSAIOS			
LABORATÓRIO DE GEOSSINTÉTICOS			
	N.E: 127-11-2009		Laudo: 006/2010
PRODUTO: GEOCOMPOSTO DE PVC			
SOLICITANTE DO SERVIÇO: NACIONAL PLÁSTICOS			
PROPRIEDADES	NORMA	UNID.	VALOR
HIDRÁULICAS			
PERMEABILIDADE	ASTM E 96	g/Pa.s.m	1,37E-12

Obs.:

É vedado a utilização deste laudo, total ou em parte, como material de propaganda.

A responsabilidade pela coleta, condições físicas e identificação das amostras é inteiramente do solicitante dos serviços. Os CPs ensaiados serão armazenados no laboratório pelo período de 01 (um) mês, para qualquer tipo de verificação. Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra ensaiada, não sendo instrumento de qualquer tipo de certificação técnica do material ensaiado.

São Carlos, Janeiro de 2010

Prof. Dr. Benedito de Souza Bueno
Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Geotecnia
Laboratório de Geossintéticos

RELATÓRIO DE ENSAIOS

LABORATÓRIO DE GEOSSINTÉTICOS

PRODUTO: GEOCOMPOSTO PVC NACIONAL PLASTICOS | LAUDO: 075/2009

SOLICITANTE DO SERVIÇO: NACIONAL PLASTICOS

PROPRIEDADES	NORMA	UNID.	VALOR
FÍSICAS:			
GRAMATURA	ABNT NBR12568	g/m²	981
ESPESSURA NOMINAL	ABNT NBR12569	mm	1,17
MECÂNICAS			
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO EM FAIXA LARGA	ABNT NBR12824		
Sentido longitudinal		kN/m	8,70
		%	60,71
Sentido transversal		kN/m	8,65
		%	154,30
RESISTÊNCIA AO RASGO TRAPEZOIDAL	ASTM D 4533		
Sentido longitudinal		N	279,30
Sentido transversal		N	340,40
RESISTÊNCIA AO PUNCIONAMENTO	ABNT NBR13359		
Força		kN	1,53
Deslocamento		mm	54,83
HIDRÁULICAS			
PERMEABILIDADE	ASTM E 96	g/Pa.s.m	2,29 E-12

Obs.:

É vedado a utilização deste laudo, total ou em parte, como material de propaganda.

A responsabilidade pela coleta, condições físicas e identificação das amostras é inteiramente do solicitante dos serviços. Os CPs ensaiados serão armazenados no laboratório pelo período de 01 (um) mês, para qualquer tipo de verificação. Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra ensaiada, não sendo instrumento de qualquer tipo de certificação técnica do material ensaiado.

São Carlos, Abril de 2009

Prof. Benedito de Souza Bueno

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA - LABORATÓRIO DE GEOSSINTÉTICOS

PRODUTO: GEOCOMPOSTO PVC NACIONAL PLASTICOS

Ensaio de Transmissividade ao Vapor ASTM E 96

Corpo de Prova 1

Data Inicial	28/3/08 10:45			
Massa Inicial	383,195			
Area do Cp(m²)	0,0079			Perm
Tempos	Massa (g)	Gramas Variação M	Dias Variação T	
			0	
31/3/08 9:05	383,067	0,124	2,931	6,95E-09
1/4/08 16:30	383,030	0,165	4,240	6,08E-09
3/4/08 11:00	383,014	0,181	6,010	4,58E-09
7/4/08 15:50	382,945	0,250	10,212	2,99E-09
9/4/08 16:00	382,913	0,282	12,219	2,92E-09
11/4/08 13:50	382,875	0,320	14,128	2,32E-09
14/4/08 9:40	382,828	0,367	16,956	2,57E-09
16/4/08 9:20	382,801	0,394	18,941	2,74E-09
18/4/08 8:50	382,776	0,419	20,920	2,83E-09
23/4/08 9:11	382,706	0,489	25,935	2,48E-09
			Média	3,74E-09

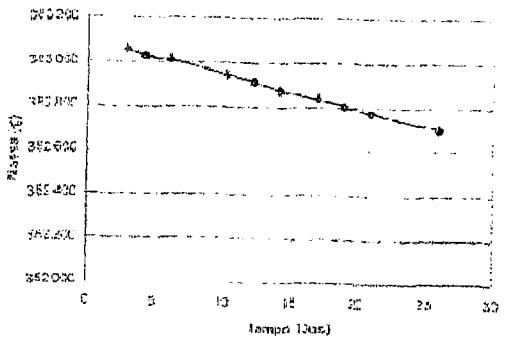
Corpo de Prova 2

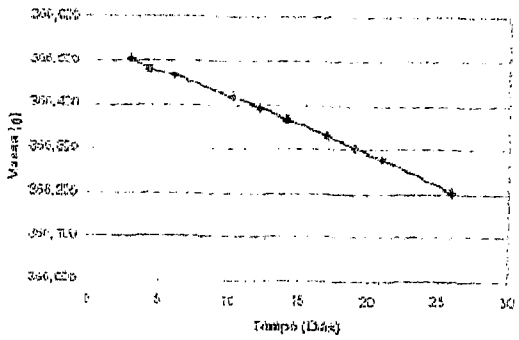
Data Inicial	28/3/08 10:45			
Massa Inicial	383,579			Perm
Área do Cp(m²)	0,0079	Gramas Variação M	Dias Variação T	
Tempos	Massa (g)			
			0	
31/3/08 9:05	383,506	0,073	2,931	5,79E-09
1/4/08 16:30	383,481	0,098	4,240	3,61E-09
3/4/08 11:00	383,468	0,111	6,010	2,91E-09
7/4/08 15:50	383,430	0,149	10,212	1,90E-09
9/4/08 16:00	383,395	0,184	12,219	1,91E-09
11/4/08 13:50	383,368	0,211	14,128	2,19E-09
14/4/08 9:40	383,334	0,245	16,956	1,93E-09
16/4/08 9:20	383,305	0,274	18,941	1,90E-09
18/4/08 8:50	383,280	0,299	20,920	1,88E-09
23/4/08 9:11	383,203	0,376	25,935	1,91E-09
			Média	2,27E-09

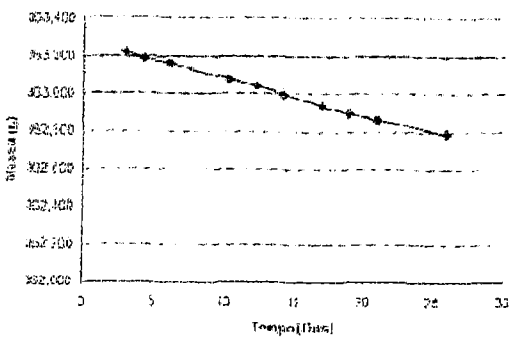
Corpo de Prova 3

Data Inicial	28/3/08 10:45			
Massa Inicial	383,340			Perm
Area do Cp(m²)	0,0079	Gramas Variação M	Dias Variação T	
Tempos	Massa (g)			
			0	
31/3/08 9:05	383,225	0,115	2,931	5,93E-09
1/4/08 16:30	383,190	0,150	4,240	5,50E-09
3/4/08 11:00	383,164	0,176	6,010	4,42E-09
7/4/08 15:50	383,080	0,260	10,212	3,09E-09
9/4/08 16:00	383,045	0,295	12,219	3,04E-09
11/4/08 13:50	383,000	0,340	14,128	3,51E-09
14/4/08 9:40	382,939	0,401	16,956	2,98E-09
16/4/08 9:20	382,897	0,443	18,941	3,00E-09
18/4/08 8:50	382,864	0,476	20,920	2,97E-09
23/4/08 9:11	382,790	0,550	25,935	2,77E-09
			Média	3,23E-09

Permeância Média	3,23E-09	g/Pa.s.m²
Permeabilidade Média	2,23E-12	g/Pa.s.m







FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE GEOMEMBRANA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO CANAL.

1.1. Especificações Técnicas

1.1.1. Opções de Geomembrana

Para o revestimento rígido-flexível do projeto poderão ser utilizados duas opções de geomembrana:

- Opção I – Geomembrana de PVC acoplada a geotextil e
- Opção II – Geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade)

Na Opção I com geomembrana acoplada a geotextil, esta deverá se constituir de manta de PVC de 1mm de espessura, acoplada a um geotextil de características drenantes.

O geotextil deverá ser colocado entre a geoembrana e a camada de concreto, para evitar o deslizamento do mesmo sobre a geomembrana. A geomembrana de PVC terá espessura mínima de 1mm e o geotextil, do tipo OP-15 ou OP-20, deverá vir acoplado à manta de PVC.

Na Opção II com geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) esta deverá apresentar espessura mínima de 1mm e ser texturizada nas duas faces.

Neoplastic Embalagens Plásticas Ltda.
Av. Pacaembu, 485, Serra dos Abreus, Franco da Rocha - SP – CEP 07810-000
Tel.: (11) 3436-0640 – Cel.: (11) 9572-3405
Edilson da Silva Tavares – Técnico Comercial

A geomembrana deverá apresentar as características técnicas indicadas na tabela a seguir:

CARACTERÍSTICAS		**MÉTODO DE ENSAIO**
Espessura nominal	1 mm	ASTM D5994
Espessura média (mínima)	0,9 mm	ASTM D5994
Elongação no escoamento	13%	ASTM D638
Elongação na ruptura	100%	ASTM D638
Tensão de tração no escoamento (mínima)	15 N/mm²	ASTM D638
Tensão de tração na ruptura (mínima)	11 N/mm²	ASTM D638
Densidade	0,94	ASTM D1505
Resistência ao puncionamento (mínima)	100 N	ASTM D4833
Resistência ao rasgo (mínima)	125 N	ASTM D1603
Conteúdo negro de fumo	2%	ASTM 1004

As faces texturizadas devem ser obtidas durante o processo de fabricação de modo a não ser possível sua remoção por absorção química de produtos ou por abrasão.

Edilson S. Tavares
Técnico Comercial
(11)-9572-3405
(11)-3436-0640
(11)-2408-8785 - FAX
edilson@neoplastic.com.br
edilson.s.tavares@terra.com.br

ROMA

ROMA GEOSSINTÉTICOS
IMPERMEABILIZA · DRENA · FILTRA · PROTEGE · SEPARA

GEOMEMBRANA PEAD GEOROMA

A **GEOROMA** é uma geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD). Sua formulação contempla aditivação de negro de fumo, antioxidantes e termoestabilizantes, de modo a garantir a longevidade do produto. Possui excelente resistência química e boa soldabilidade. É comercializada na largura de até 5,90 m e comprimentos de 50 e 100 m.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PROPRIEDADES	UNIDADES	MÉTODOS DE ENSAIO	VALORES DE ENSAIO				
			0,50 mm	0,80 mm	1,00 mm	1,50 mm	2,00 mm
Espessura	mm	ASTM D 5199 / NBR 15227	0,50	0,80	1,00	1,50	2,00
Densidade	g/cm³	ASTM D 792 / ASTM D 1505	≥ 0,940	≥ 0,940	≥ 0,940	≥ 0,940	≥ 0,940
Resistência à Tração no Escoamento	kN/m	ASTM D 6693	7	12	15	22	29
Alongamento no Escoamento	%	ASTM D 6693	12	12	12	12	12
Resistência à Tração na Ruptura	kN/m	ASTM D 6693	13	22	27	40	53
Alongamento na Ruptura	%	ASTM D 6693	700	700	700	700	700
Resistência ao Rasgo	N	ASTM D 1004	62	100	125	187	249
Resistência à Punção	N	ASTM D 4833	160	256	320	480	640
Resistência ao *Stress Cracking*	hr.	Anexo ASTM D 5397	≥ 300	≥ 300	≥ 300	≥ 300	≥ 300
Teor de Negro de Fumo	%	ASTM D 1603 / ASTM D 4218	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0
Dispersão de Negro de Fumo	*Categoria*	*ASTM D 5596*	*1 ou 2*	*1 ou 2*	*1 ou 2*	*1 ou 2*	*1 ou 2*
Tempo de Indução Oxidativa - OIT	min.	ASTM D 3895	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100

Os valores poderão ser alterados sem aviso prévio.

Rev.: 00
Data: 03/08/2007

Tecelagem Roma Ltda – Rua Prof. Elza Orsi Avalone, 230, Jardim Saba – Tatuí – SP – Brasil - CEP: 18276-760
(55-11) 4789-2369 – www.roma.ind.br – geossintéticos@roma.ind.br

ANEXO III – CARTA CTE5073

Brasília, 4/5/2010

CTE5073

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)
Al. Tocantins, 125 - 4° andar - Ed. West Side - Alphaville
Barueri - SP
Cep.06455-020

Referência: Contrato n° 30/2007-MI – Lote A - Pacote 1210

Assunto: Especificações Técnicas de Geomembrana

Prezado Senhor,

Vimos por meio desta, encaminhar correspondência da supervisora MWH Brasil, responsável pela supervisão de obras do lote 3, que solicita análise e aprovação da geomembrana que será utilizada na impermeabilização dos canais.

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-Concremat²

Anexo:
Carta DF.19/02/634 – MWH BRASIL
Carta CL/405-CSF-L03/10/405 – Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Fc/CR

MWH BRASIL

CONTRIBUINDO PARA UM MUNDO MELHOR

Salgueiro-PE, 26 de Abril de 2010.
DF. 19/02/634

Ao
Consórcio LOGOS-CONCREMAT
Rua: João Veras de Siqueira, n.º 2113
Salgueiro - PE

Att.: **Gilmar Ferreira da Silva**
Supervisor de Contrato – Eixo Norte Lote 03

C.C. **José Luiz Godoy Vasconcellos**
Gestor de Contrato Eixo Norte Lote 03 do MI.
Renato Saraiva
Fiscal do MI (Campo)

Ref.: Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, Contrato Nº 15/2008 – MI, Pacote 1315 – Lote 03

Assunto: Especificações Técnicas de Geomembrana.

Prezado(s) Senhor(es),

Ao cumprimentá-lo cordialmente, estamos encaminhando oficio nº CL/405-CSF-L03/10/405 do consórcio ECAR, em que apresenta para análise e aprovação as especificações técnicas da geomembrana, material para ser utilizado na impermeabilização do canal.

Diante do exposto a supervisora solicita que seja submetida à análise da projetista ENGECORPS, para que a mesma emita parecer definitivo sobre material apresentado pelo consórcio construtor ECAR.

Colocando-nos ao inteiro dispor para quaisquer informações adicionais julgadas necessárias, aproveitamos para reiterar protestos de elevada estima e consideração.

Sendo o que nos apresenta para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

MWH BRASIL

Judas Tadeu Braga
Engenheiro Residente

Consórcio Logos Concremat
Recebido em:
28/04/10
Hora: 08 : 00
Lislene Barbosa
Lislene Daiana Barbosa dos Santos

Rua José de Magalhães, 198
Vila Clementino . 04026-090
São Paulo . SP . Brasil
Tel.: 55 11 5081-9900
Fax: 55 11 5081-9909
UMA EMPRESA DO GRUPO MONTGOMERY WATSON HARZA - MWH

Salgueiro (PE), 22 de Abril de 2010
CL/405-CSF-L03/10/405

À
MWH Brasil
Av. Antônio Angelim, nº 580, 2º Andar; Sala 201
Centro Empresarial Gonzaga Patriota - Centro
Salgueiro - PE
CEP - 56.000-000

At.: Judas Tadeu Braga / Engenheiro Residente.

Ref: Contrato Administrativo 26/2008 – MI – Lote 03 – Pacote 1420.
Construção das Obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Assunto: **Especificações Técnicas de Geomembrana**

Prezado Senhor,

O Consórcio construtor, através desta correspondência, em atendimento ao item 7.10 do Anexo IX – Especificações Técnicas de Obras Civis e Normas de Medição e Pagamento apresenta anexas para análise e aprovação as Especificações Técnicas de Geomembrana, material para ser utilizado na impermeabilização do canal, do seguinte fornecedor:

- Sansuy S.A. Indústria de Plásticos;

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

Atenciosamente,

Eng. Luis Alberto Assis Mendonça
Gerente de Contrato
Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Anexo

Anexo I – Especificações técnicas geomembrana

MWH BRASIL
Recebido em: 23/04/10
Hora: 15:00
Ass. MARCOS

PISF [illegible] 2010 Penedinha [illegible] de Março de 2010.

Ao
SANSIN S.A. INDÚSTRIA DE PLÁSTICO
Rodovia Régis Bittencourt, Km 286
Itaiba – SP.

Att.: Tosnio Nakabayashi
Diretor Presidente

Ref.: PISF – Contrato 56/2008-MI Lote 9

Assunto: Encaminhamento do Parecer Técnico Sobre o Geocomposto de PVC – S 1606.

Prezado Senhor,

Pela presente estamos encaminhando a V. Sª. o nosso Parecer Técnico da aplicação do concreto sobre a Manta de Impermeabilização (Geocomposto de PVC Geotextil), aplicada no Canal de Condução do Segmento WBS 2205, entre as estacas 612 + 0,40 e 622 + [illegible].

Sendo o que se apresenta para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

Eugênio Pacelli de Miranda
[illegible]

ENGER ENGENHARIA S.A.
[illegible]

PARECER TÉCNICO 05/2010

Referência: PISI – Contrato Nº 36/2008 – MI – Lote 9 – Pacote 1450 – Eixo Leste

Assunto: Campo de Prova da aplicação do concreto sobre a Manta de Impermeabilização (Geocomposto S 1600 (PVC – Geotextil).

Dando seqüência ao parecer técnico 04/2010, relatamos as seguintes observações:

- A concretagem foi executada em três fases, fundo do canal, talude do lado esquerdo e talude do lado direito.
- A concretagem do talude do lado esquerdo foi realizada com a máquina "GOMACO" no dia 04/03/2010 e na seqüência o talude do lado direito pelo processo manual (rolo "Banner").
- Durante a concretagem com a máquina "GOMACO", houve sensível melhora no aproveitamento do equipamento, aumentando sua produtividade devido não haver enrugamento da manta.
- O concreto para preenchimento das placas do talude, fluía melhor na medida necessária conforme o posicionamento requerido.
- O Geocomposto de PVC (Geotextil) retem mais água espargida no talude antes da concretagem, permitindo utilizar concreto FCK 15 Mpa, "SLUMP" 3±1, facilitando o início da pega e acabamento dos taludes, com isto a equipe de acabamento anda mais perto da equipe de lançamento, diminuindo as possibilidades de aparecimento de fissuras.
- Durante a concretagem com o Geocomposto de PVC (PVC – Geotextil), houve sensível melhora no enrugamento, comparado com a geomanta de PEAD, pois a primeira é mais flexível permitindo que mesmo com pequenas rugas, o resultado da camada final de concreto, é bem maior, aumentando a confiabilidade da estrutura. A impressão é que a manta de geocomposto "veste o talude".
- Após a concretagem verificou-se melhora no acabamento do talude, reduzindo-se drasticamente o aparecimento de fissuras.

Conclusão.

Pelo experimento realizado em campo "segmento WBS 2205 estacas 621 a 622 +10 mts", com geocomposto S1600 (PVC – Geotextil) ficou comprovado a viabilidade técnica em seu uso, devido as vantagens descritas acima (maleabilidade, aderência facilidade ao concretar, acabamento, redução drástica de fissuras).

Petrolândia, 16 de Março de 2010.

Eugênio Pacelli de Miranda
Engenheiro Residente – Lote 9
Cinco Consultoria S.A.

ENGER ENGENHARIA S.A.

sansuy®

Sansuy S.A. Industria de Plásticos
Unidade Industrial Embu
Rod. Régis Bittencourt, Km 280 (BR 116)
06830-900 – Embu – SP
Tel.: (55)11 2139-2600 – Fax: (55)11 4704-2993
Home page: www.sansuy.com.br

Embu, 12 de abril de 2010

À
ENCALSO CONSTRUÇÕES

a/c Engº Alex Silveira Cardoso

Ref.: Apresentação e Solicitação para homologação de Geocomposto S 1600

Prezado,

Em 26 de Janeiro de 2010, em visita que realizamos no canteiro da ENCALSO Construções do lote 3 da Transposição do Rio São Francisco, fomos recebidos em reunião por vosso grupo de trabalho, junto ao Engº Judas Tadeu Braga (responsável da fiscalizadora MWH – Montgomery Watson Harza). Sugerimos na ocasião, interesse de apresentarmos material constituído de PVC acoplado a Geotextil, com características que atendam especificamente ao processo construtivo dos canais da obra da Transposição do Rio São Francisco.

Abaixo enviamos nossa "Apresentação do Produto" e "Especificação Técnica" do Geocomposto S 1600, para sua avaliação inicial.

Solicitamos que nos determine uma data para realizarmos um teste de campo, sem ônus para a ENCALSO com relação a material e mão de obra para instalação, a fim de termos os interessados em adquirir este novo produto e os envolvidos em homologar e nos aprovar para a devida comercialização do "Geocomposto S 1600", presentes neste dia de campo.

Obs.: Para o devido teste solicitamos apenas que a ENCALSO nos entregue as superfícies do canal previamente regularizadas. E nos disponibilize energia elétrica no local (220 volts) e operários para abertura do módulo a ser definido.

Tendo seu aceite para realizarmos este teste e sua devida aprovação do material e do sistema que estamos propondo, solicitamos o envio de uma carta de aprovação da fiscalizadora ao projetista Engecorps, para aprovação do material e informação ao Ministério da Integração.

Aguardamos seu parecer, para estarmos acertando o teste solicitado.

Atenciosamente,

Sandro Tiburzi
Sansuy S/A Indústria de Plásticos

sansuy®

Sansuy S.A. Industria de Plásticos
Unidade Industrial Embu
Rod. Régis Bittencourt, Km 280 (BR 116)
06830-900 – Embu – SP
Tel.: (55)11 2139-2600 – Fax: (55)11 4704-2993
Home page: www.sansuy.com.br

Apresentação do Produto

Produto: Geocomposto de PVC, tipo S1600, cor Preta, marca Vinigeomanta.

Aplicação: Revestimento para Canal de Irrigação com proteção mecânica (concreto).

Vantagens do Geocomposto de PVC

Flexibilidade:

O Geocomposto de PVC é flexível e elástico conferindo seu perfeito assentamento sobre o solo, facilitando em muito a execução da camada de proteção mecânica, principalmente quando utilizado com máquina específica para aplicação do concreto.

A flexibilidade e elasticidade do Geocomposto de PVC também garantem o perfeito acompanhamento dos recalques e possíveis deformações do solo sem que ocorra a ruptura da membrana impermeabilizante por fadiga (stress-craking), o que levaria ao colapso do sistema.

Emendas de Campo:

No geocomposto de PVC, as emendas de campo podem ser feitas pelo processo tradicional (termo fusão) ou pela soldagem "química" a frio (aplicação de adesivo específico que funde o material no contato) eliminando a necessidade de gerador de energia elétrica, agilizando e acelerando o trabalho no campo, reduzindo assim elevados custos de mão-de-obra.

Emendas de Fábrica:

As emendas de fábrica são executadas por soldagem eletrônica de alta freqüência (vibração molecular das partículas geradas através de alta freqüência), ou termo-fusão com máquina de cunha quente, e proporcionam total controle de qualidade devido ao controle em ambiente com sistema de qualidade implantado. Todo trabalho em fábrica é controlado e inspecionado em conformidade com o Sistema de Qualidade ISO-9001:2008.

Modulação:

O Geocomposto de PVC é fornecido em grandes painéis pré-confeccionados em fábrica conforme projeto executivo, de forma a agilizar o trabalho de campo, proporcionando cobertura de grandes áreas minimizando significativamente a quantidade de emendas no local da instalação, e eliminando totalmente as perdas na obra, ao contrário do que ocorre com outras geomembranas fornecidas em bobinas.

A redução dos trabalhos em campo é muito importante porque aproximadamente 75% dos possíveis danos de elementos impermeabilizantes ocorrem durante a sua instalação, conforme pesquisa apresentada no 7º Congresso Internacional do IGS.

Sansuy S.A. Industria de Plásticos
Unidade Industrial Embu
Rod. Régis Bittencourt, Km 280 (BR 116)
06830-900 – Embu – SP
Tel.: (55)11 2139-2600 – Fax: (55)11 4704-2993
Home page: www.sansuy.com.br

Coeficiente de Dilatação Térmica:

O geocomposto é proveniente da fusão de geomembrana de PVC "multiple ply" à fibras de um geotêxtil e possui baixo coeficiente de dilatação térmica, portanto pode ser instalado a qualquer hora do dia mesmo em ambiente de extremo calor, sem que ocorram ondulações indesejáveis que prejudicam a qualidade da instalação e dificultam sobremaneira a execução da camada de proteção mecânica de concreto.

Ausência de ruptura por fadiga "Stress-Craking":

Outra grande vantagem das Geomembranas de **PVC** é a não ocorrência do fenômeno do "Stress-Craking". Isto se deve à sua estrutura molecular que é predominantemente não cristalina. O "Stress Cracking" leva a ruptura do material por fadiga, mesmo quando submetido a baixas tensões, e ocorre com freqüência com outras geomembranas, principalmente em contornos de interferências e obras de arte.

Controle de Qualidade das Emendas

Controle de qualidade em fábrica:

O Sistema de Qualidade da unidade fabril de Camaçari/BA é credenciado pela norma **ISO-9001:2008,** portanto as atividades de confecção dos módulos e soldas são inspecionadas e aprovadas por rigoroso Sistema da Qualidade.

Teste de Emenda em campo:

É necessário que todas as emendas de campo sejam testadas após a sua execução através da aplicação de um jato de ar comprimido na borda da sobreposição da emenda expelido através de orifício padrão calibrado a uma pressão de 50 psi de forma perpendicular à linha da emenda. Quando há uma solda deficiente, a aba superior do material levanta e o operador detecta a falha facilmente e faz uma marcação para o devido reparo. **(ASTM D 4437).**

Havendo suspeita de dano mecânico externo, a instalação poderá ainda ser inspecionada utilizando aparelho de "Spark Test" conforme especifica as Recomendações IGSBR IGMT 01-2003 para verificação dos painéis quanto à possibilidade de ocorrência de furos no transporte, danos provocados por animais ou acidentes.

sansuy®

Sansuy S.A. Industria de Plásticos
Unidade Industrial Embu
Rod. Régis Bittencourt, Km 280 (BR 116)
06830-900 – Embu – SP
Tel.: (55)11 2139-2600 – Fax: (55)11 4704-2993
Home page: www.sansuy.com.br

Especificações Técnicas

Descrição do Produto:

Geocomposto de PVC, tipo S1600, cor Preta, marca vinigeomanta®

Especificação:

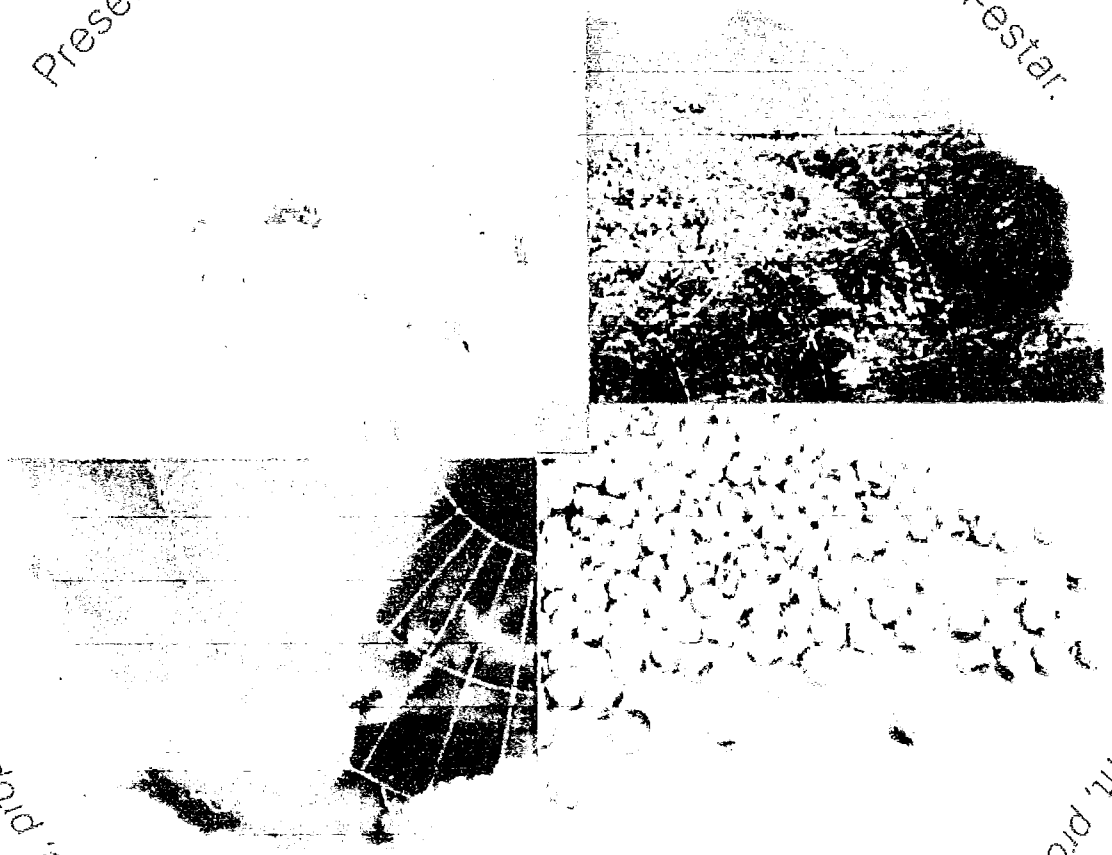
Geocomposto de PVC "multiple ply" produzido por processo de calandragem, com dupla camada de geomembranas de PVC colaminadas por termo-fusão, fundida às fibras de geotextil com abertura de filtração compatível com a pega de concreto FCK-15-Mpa.

Características Técnicas	Especificação	Método de Ensaio
Espessura nominal (mm)	Mínimo 1,50	ASTM D1593
Espessura mínima (mm)	Mínimo 1,35	ASTM D1593
Gramatura (g/m²)	Mínimo 1000	ASTM D5261
Resistência à Tração (N/mm) - Sentido Longitudinal - Sentido Transversal	Mínimo 10	ASTM D-882
Alongamento de Tração (%) - Sentido Longitudinal - Sentido Transversal	100%	ASTM D-882
Módulo de Deformação (KN/m) - Sentido Longitudinal - Sentido Transversal	Mínimo 6	ASTM D-882
Resistência ao Rasgamento (N) - Sentido Longitudinal - Sentido Transversal	Mínimo 50	ASTM D-1004
Estabilidade Dimensional (%) - Sentido Longitudinal - Sentido Transversal	Máximo 3	ASTM D-1204 100 °C 15 min.
Puncionamento (N)	Mínimo 300	ASTM D4833
Resistência a pelagem entre camadas de geomembrana de PVC (N/mm)	Não pode delaminar	ASTM D413
Adesão Geotextil/Geomembrana – Resistência ao Cisalhamento (N/mm)	Mínimo 10	ASTM D3083 (*)

(*) Cisalhamento entre Geotextil/Geomembrana: - delaminam-se os componentes e, prende a geomembrana de PVC na garra superior do dinamômetro e o Geotextil na garra inferior.

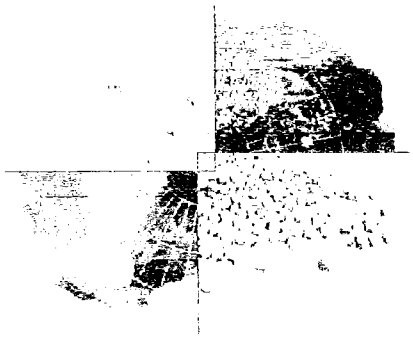
sansuy

Preservar o meio ambiente, proporcionando bem-estar.



preserve the environment, providing well-being

Preservar el medio ambiente, proporcionando bien estar



Diante do cenário de grandes transformações que marcaram a década de 60, foi fundada a Sansuy, iniciativa de imigrantes japoneses determinados em criar produtos para pulverização agrícola.

Desde o início de sua trajetória, em 1966, a Sansuy uma empresa 100% brasileira, é movida pela determinação de criar soluções.

O primeiro passo foi o desenvolvimento das mangueiras de alta pressão e, ao longo do tempo, com o aumento dos seus investimentos em tecnologia e estrutura, passou a atender vários setores industriais.

Brazil went through major economic and Industrial transformation in the 1960's. During this period, Sansuy was founded by Japanese immigrants.

In 1966 Sansuy was thus founded 100% Brazilian, carrying a strong Japanese business ethics commitment to hard work and quality products. And has since its inception been committed to bring to market superior solutions to several different industries.

Sansuy, a true pioneer company, produced initially agricultural spraying products and the company's first big hit was a line of pressure hoses.

Ante el escenario de grandes transformaciones que han marcado la década de 60, fue fundada Sansuy, iniciativa de inmigrantes japoneses determinados en crear productos para pulverización agrícola.

Desde el inicio de su trayectoria en 1966, Sansuy una empresa 100% brasileña, es motivada en la determinación de crear soluciones.

El primer paso fue el desarrollo de las mangueras de alta presión y al lo largo del tiempo, con el aumento de sus inversiones en tecnología y estructura, pasó a atender varios sectores industriales.

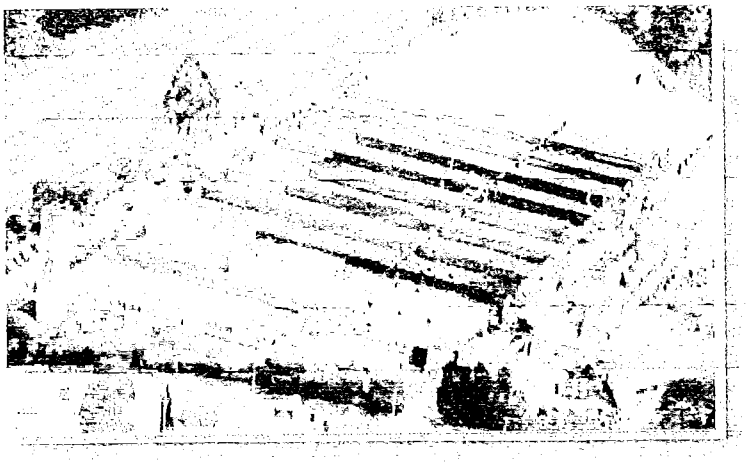
sansuy®

A Sansuy / *Sansuy / Sansuy*

A Sansuy produz, atualmente, 38.000 toneladas/ano de laminados de PVC flexíveis calandrados. Com unidades industriais estrategicamente posicionadas na Bahia e em São Paulo, onde também está seu escritório comercial, atua através de uma rede de representantes no País e no exterior.

Desenvolvendo uma gestão voltada à qualidade de seus processos, produtos e serviços, a Sansuy possui uma série de certificações amplamente reconhecidas pelo mercado, como ISO 9001:2000 e ISO TS 16949:2002. Esta postura, aliada a um perfil reconhecidamente inovador, vem garantindo à empresa uma posição de liderança na América Latina com relação à fabricação de PVC , tendo conquistado mercados, exportando sua diversificada linha de produtos.

Presente em áreas diversas, como proteção ambiental, energia renovável, agronegócio, transportes, construção civil, mineração, indústria automobilística, lazer, comunicação visual e em muitos outros setores da economia, a Sansuy já faz parte do dia-a-dia de milhões de pessoas em todo o mundo, como parte integrante de inúmeros produtos industrializados.



Unidade Industrial Embu (SP)
Embu (SP) Industrial Plant
Planta Industrial Embu (SP)

Currently Sansuy produces 38,000 metric tons a year of flexible calendered PVC laminated film. With industrial plants strategically positioned in Bahia and São Paulo states, where its headquarters and sales arms are sell through a representatives network in Brazil and abroad.

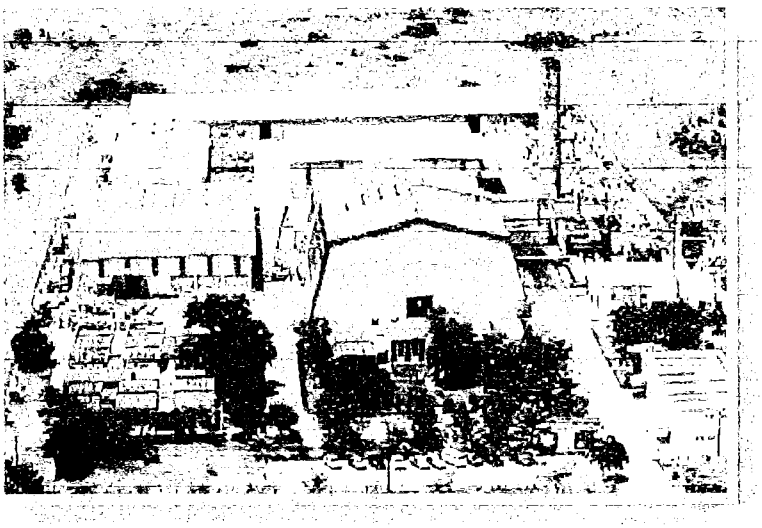
Committed to the quality of production processes, products and services, Sansuy is certified under ISO 9001-2000 and ISO TS 16949-2002. Its commitment to overall product performance coupled with an aggressive market expansion strategy has enabled Sansuy to achieve leading market share positions all across Latin American and at several other overseas countries.

Sansuy brings products and solutions to the following industries: environment protection, renewable energy, agro-business, transportation, civil construction, mining, automotive, leisure, visual communication, and many others. Sansuy is part of the daily life of millions of people around the world.

Sansuy actualmente fabrica 38.000 toneladas/año de laminados de PVC flexibles calandrados. Con unidades industriales estratégicamente posicionadas en Bahia y São Paulo, donde también está su oficina comercial, actúa a través de una red de representantes en el País y en el extranjero.

Desarrollando una gestión dirigida a la calidad de sus procesos, productos y servicios, Sansuy tiene una serie de certificaciones ampliamente reconocidas por el mercado, como ISO 9001-2000 e ISO TS 16949-2002. Esta posición aliada a un perfil reconocidamente innovador, viene garantizando a la empresa una posición de liderazgo en América Latina respeto a la fabricación de PVC , habiendo conquistado mercados, exportando su diversificada línea de productos.

Presente en varias áreas, como protección ambiental, energía renovable, negocios agrícolas, transportes, construcción civil, minería, industria automovilística, entretenimiento, comunicación visual y en muchos sectores de la economía, Sansuy ya hace parte del día a día de millones de personas en todo el mundo, como parte integrante de innúmeros productos industrializados.



Unidade Industrial Camaçari (BA)
Camaçari (BA) Industrial Plant
Planta Industrial Camaçari (BA)

Valores / *Values / Valores*

Valores / *Values / Valores*

- Ampliar o posicionamento de empresa líder na América Latina na transformação inovadora de laminados flexíveis de PVC com e sem suporte, e produtos confeccionados.
- Ampliar o atendimento aos segmentos em que atua, com ética, seriedade, transparência e versatilidade.
- Identificar e atender as necessidades do mercado e dos clientes, oferecendo soluções inovadoras, otimizando resultados com suporte tecnológico, serviços de pós-venda e assistência técnica.
- Ter uma atuação alinhada ao perfil de empresa cidadã, com foco na responsabilidade social e na preservação ambiental, conquistando, assim, a confiança plena de colaboradores, parceiros, clientes e comunidade.

- *Be the Market Leader in Latin America in the market of supported and unsupported flexible PVC laminates, as well as finished products.*
- *Deliver products through a system that incorporates business ethics, integrity, and transparent practices.*
- *Identify and address the needs of business markets and customers, by way of offering innovative solutions, superior results, technological development, after-sale services, and technical assistance.*
- *To be a socially and environmentally responsible company fully achieving the trust of its employees, business partners, customers, and community.*

- *Ampliar la posición de empresa líder en América Latina en la transformación innovadora de laminados flexibles de PVC con y sin soporte, y productos confeccionados.*
- *Ampliar la atención a los segmentos in que actúa, con ética, seriedad, transparencia y versatilidad.*
- *Identificar y atender a las necesidades del mercado y de los clientes, ofreciendo soluciones innovadoras, optimizando resultados con soporte tecnológico, servicios posventa y asistencia técnica.*
- *Tener actuación compatible con un perfil de empresa ciudadana, con foco en la responsabilidad social y en la preservación ambiental, conquistando, así, la confianza total de colaboradores, socios, clientes y comunidad.*

Parcerias & Investimentos

Partnerships & Investments/Alianzas & Inversiones

Sempre buscando agregar valor ao seu negócio, a Sansuy promoveu, ao longo de sua história, várias associações e fusões, que ampliaram significativamente suas oportunidades de negócios.

Em 1974 associou-se à Totaku do Japão para constituir a Kanaflex, empresa fabricante de dutos para saneamento básico, energia elétrica, telecomunicação, indústria química, alimentícia, construção civil e agricultura. A partir de 1998, também formou joint-venture com a alemã Benecke-Kaliko AG, constituindo a Sansuy Benecke, que produz revestimentos internos de veículos.

Como líder consciente e participativa, a Sansuy está vinculada a institutos, associações e órgãos como o Instituto do PVC, ABIPLAST e Instituto Nacional do Plástico, voltados à regulamentação da qualidade de produtos plásticos e assemelhados.

Always seeking to aggregate value to its business, Sansuy promoted along its history, several associations and mergers that significantly broadened its business opportunities. In 1974 Sansuy associated to Totaku from Japan to incorporate Kanaflex, a company manufacturing ducts for basic sanitation, energy, telecommunication, chemical, food industry, civil construction and agriculture. Beginning 1998, also formed a joint-venture with the German company Benecke-Kaliko AG, creating Sansuy Benecke, which produces inner vehicles coverings.

As conscious and participative leader, Sansuy is linked to institutes and associations like the Instituto do PVC (PVC Institute), ABIPLAST and the Instituto Nacional do Plástico (Plastic National Institute), directed to the regulations of the plastic and similar products quality.

Siempre buscando agregar valor a su negocio, Sansuy ha promovido, a lo largo de su historia, varias asociaciones y fusiones, que ampliaron significativamente sus oportunidades de negocios.

En 1974 se asoció a Totaku de Japón para constituir Kanaflex, empresa fabricante de conductos para saneamiento básico, energía eléctrica, telecomunicación, industria química, alimenticia, construcción civil y agricultura.

A partir de 1998, también formó joint-venture con la alemana Benecke-Kaliko AG, constituyendo Sansuy Benecke, que produce revestimientos internos de vehículos.

Como líder consciente y participativo, Sansuy está vinculada a institutos y asociaciones como el Instituto del PVC, ABIPLAST e Instituto Nacional del Plástico, dirigidos a la reglamentación de la calidad de productos plásticos y semejantes.

Exportação / *Export / Exportación*

Como resultado de sua estratégia de crescimento, a Sansuy tem ampliado sua presença internacional ao longo de sua história, com mais de 330 milhões de dólares já exportados.

Atua no desenvolvimento de produtos que agregam tecnologia para um mundo globalizado, com desafios de desenvolver soluções para mercados cada vez mais exigentes.

A Sansuy tem sua marca respeitada e reconhecida na América do Norte, América do Sul, Europa, África, Oriente Médio, entre outros lugares do globo.

As result of its growth strategy, Sansuy has increased its international presence with more than 330 million dollars exported to date.

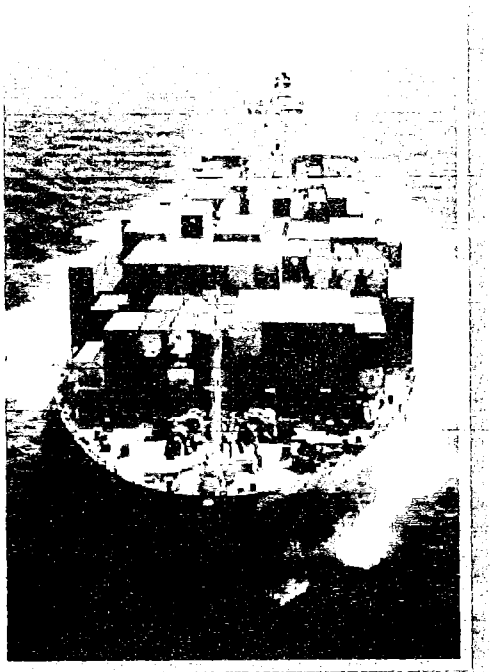
Since the late 70's Sansuy acts as global player bringing to market products to a very diverse customer base.

Sansuy has its brand respected and recognized in North and South America, Europe, Africa, and Middle East.

Como resultado de su estrategia de crecimiento, Sansuy ha ampliado su presencia internacional a lo largo de su historia, con más de 330 millones de dólares ya exportados.

Actúa en el desarrollo de productos que agregan tecnología para un mundo globalizado, con desafíos de desarrollar soluciones para mercados cada vez más exigentes.

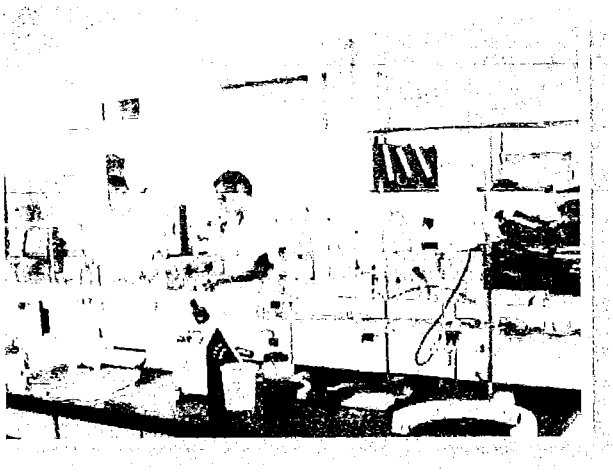
Sansuy tiene su marca respetada y reconocida en la Norte América, Sud América, Europa, África, Oriente Medio, entre otros lugares del mundo.

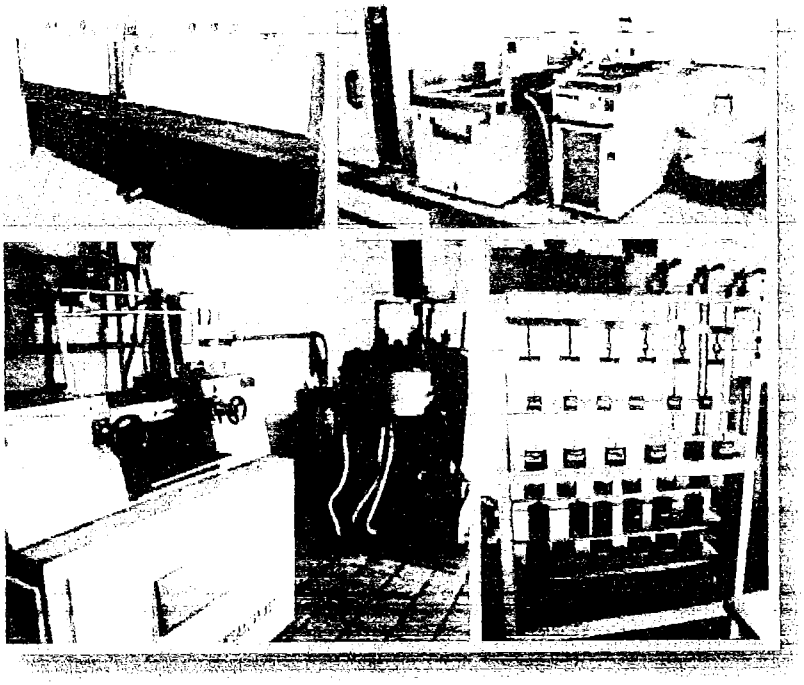


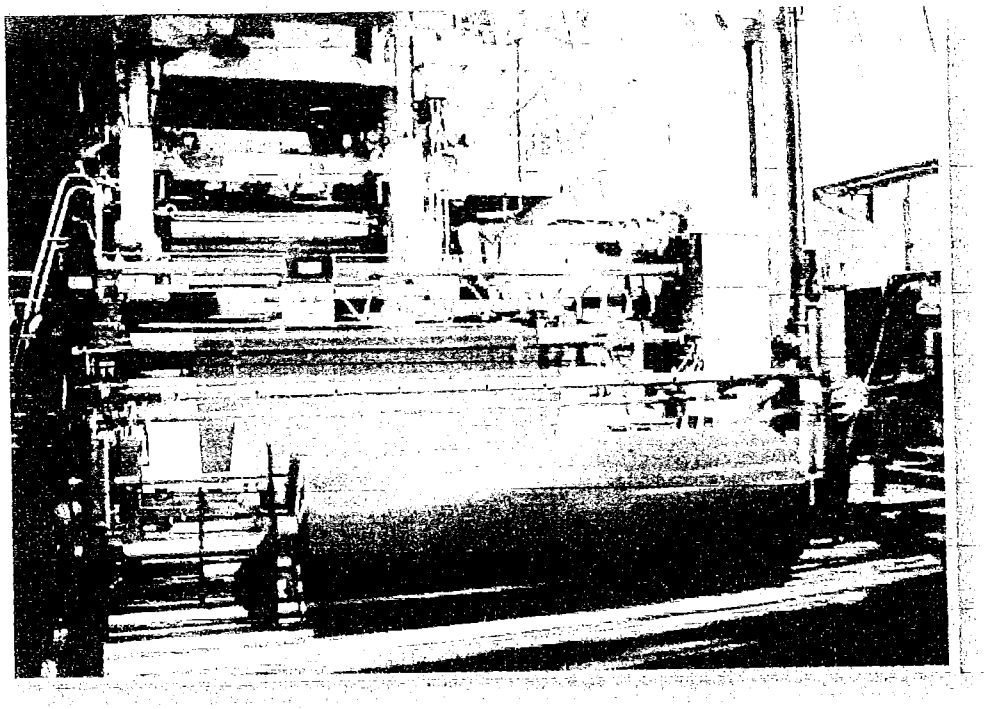
Sempre comprometida com inovações e soluções, a Sansuy possui centro tecnológico com profissionais especializados e capacitados para desenvolvimento de produtos, equipe de assistência técnica, e engenharia de produtos manufaturados sob projetos. Mantém parcerias com as Universidades de São Carlos, UNESP - Jaboticabal/SP, Viçosa/MG e ESALQ, além dos centros de pesquisas da EMBRAPA, EMATER e CONAB.

Isto permite o atendimento de solicitações específicas de clientes e segmentos industriais.

Sua sistemática de controle de qualidade junto aos fornecedores assegura a consistência e o desempenho dos produtos em conformidade com as mais severas e sofisticadas especificações de aplicação.







Always compromised with innovation and solutions, Sansuy has a technological center with expertise and qualified professionals for the development of products, technical assistance team, and engineering of manufactured products under special projects.

Sansuy maintains partnerships with Tecnological centers such as the Universities of São Carlos, UNESP – Jaboticabal/SP, Viçosa/MG and ESALQ, as well as EMBRAPA, EMATER and CONAB research centers.

Its Quality Control System assures consistency and performance of products even under the strictest requirements.

Siempre comprometida con innovaciones y soluciones, Sansuy tiene centro tecnológico con profesionales especializados y capacitados para el desarrollo de productos, equipo de asistencia técnica, e ingeniería de productos confeccionados permanentemente actualizada para presentación de proyectos manufacturados bajo proyectos.

Mantiene sociedades con las Universidades de São Carlos, UNESP – Jaboticabal/SP, Vinosa/MG y ESALQ, además de los centros de investigación de EMBRAPA, EMATER y CONAB. Eso permite la atención de solicitudes específicas de clientes y de segmentos industriales.

Su sistemática de Control de Calidad ante suministradores asegura la consistencia y el desempeño de los productos en conformidad con las más severas y sofisticadas especificaciones de aplicación.

Projetos Especiais

Special Projects / Proyectos Especiales

Desenvolvimento específico para as mais variadas aplicações.

A Sansuy dispõe de engenheiros altamente qualificados para o desenvolvimento de produtos manufaturados sob projeto, com objetivo de atender necessidades especiais do mercado, como por exemplo:

- Formas infláveis, contentores para teste de célula de carga, bags para imersão e submersão de tubulações, barreiras para vazamento de óleo
- Tanques para armazenamento de óleo diesel
- Barracas para grandes acampamentos
- Contentores para gás, revestimento para piscinão, içamento de barcos, fechamento de ramais de túneis, sistema para limpeza de canais

Unique product development to new markets.

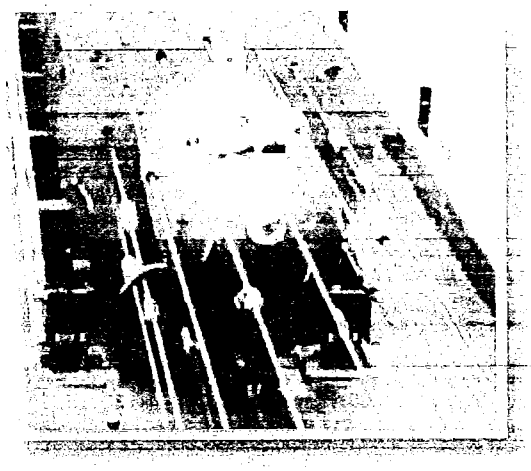
Sansuy has highly qualified engineers in charge of new product development. Some of the more recent product breakthroughs:

- *inflating concrete forms, containers for load cell test, bags for piping immersion and submersion, floating barriers for oil containment*
- *Tanks for diesel storage*
- *Shelters for construction, military and others types of camps*
- *Containers for gas storage, linings for big lagoons, boat hoisting gear, parts for tunnels closure, and canal cleaning systems*

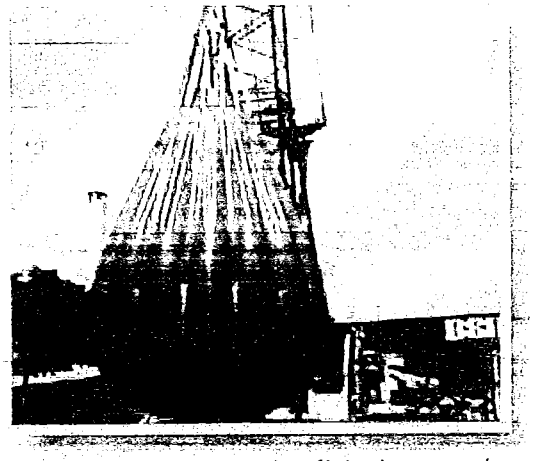
Desarrollo específico para las más variadas aplicaciones.

Sansuy tiene ingenieros altamente calificados para el desarrollo de productos manufacturados bajo proyecto, con el objetivo de atender necesidades especiales del mercado, como por ejemplo:

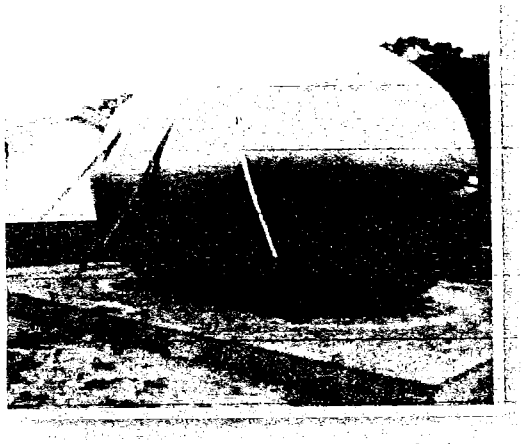
- *formas inflables para hormigón, contenedores para ensayo de celdas de carga, bolsas para inmersión y sumersión de tuberías, barreras para contención de aceite*
- *Tanques para almacenamiento de diesel*
- *Albergues para grandes campamentos (Construcción, Militar y otros).*
- *Contenedores para gas / revestimiento para grandes lagunas / izamiento de barcos /cierre de ramales de túneles, sistema para limpieza de canales*



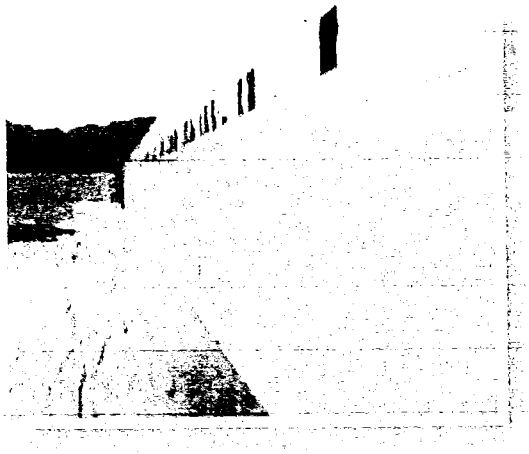
Formas infláveis / *Inflating forms / Formas inflables*



Contentores para teste de célula de carga / *Containers for charge cell test / Contenedores para ensayo de celda de car*

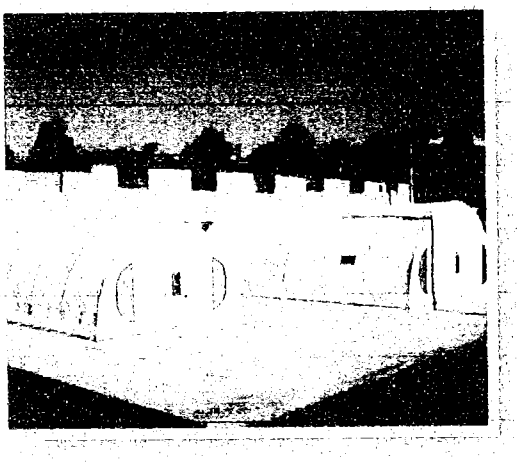


Contentores para armazenagem de gás /
Containers for gas storage /
Contenedores para gás

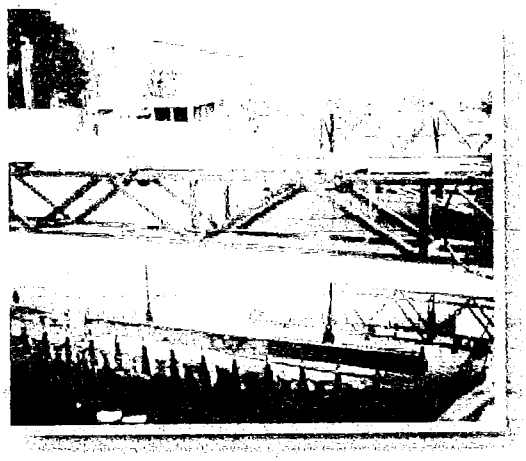


Cortinas defletoras para Estação Tratamento Esgoto (ETE)
Deflector curtains for Sewer Treatment Station (STS)
Cortinas deflectoras para Estación de Tratamiento de Cloaca (ETC)

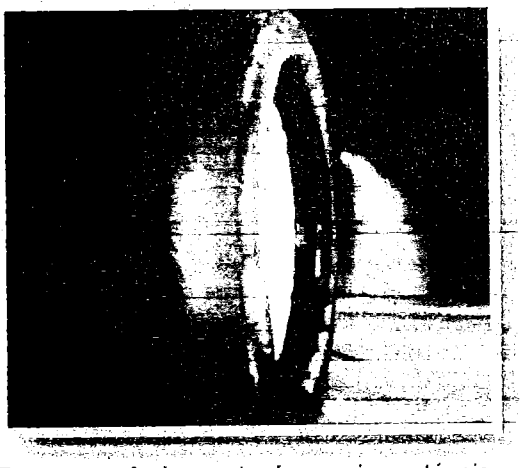
Bags para imersão e submersão /
Bags for immersion and submersion /
Bolsas para inmersión y sumersión



Barracas para grandes acampamentos /
Barracks for big camps /
Tiendas para grandes campamentos



Sistema para limpeza de canais /
Channels cleaning system /
Sistema para limpieza de canales



Peças para fechamento de ramais em túneis
Parts for branches closing in tunnels /
Piezas para cierre de ramales de túneles

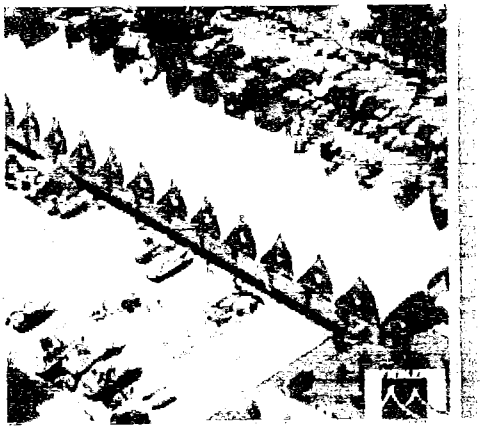
Comunicação Visual / *Visual Communication / Comunicación Visual*

- Laminados reforçados para painéis ou out-doors tipo back-light, front-light, banners, fachadas para postos de gasolina e vinil adesivo
- *Reinforced laminates for panels or back-light, front-light out-doors, banners, illuminated fascia system for gas statiosn and adhesive vinyl (PSA)*
- *Laminados reforzados para paneles u out-doors tipo back-light, front-light, banners, fachadas para estaciones de servicio y vinilo adhesivo*

Industrialização e Manufatura / *Industrialization and Fabrication / Industrialización y Manufactura*

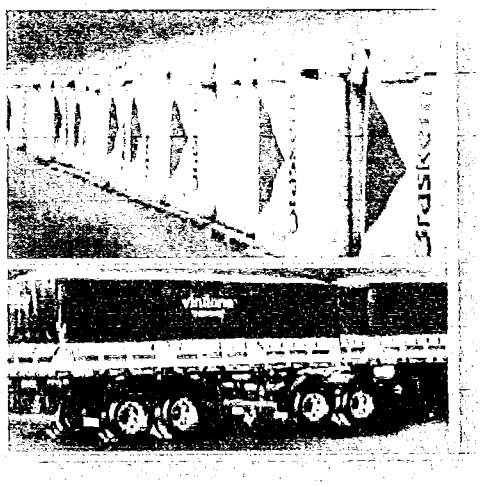
- Laminados simples, reforçados e suportados para embalagens, calçados, móveis estofados, roupas especiais, artigos de papelaria, brindes, peças infláveis e telas para projeção de imagens
- *PVC films, supported and unsupported PVC film for packaging, footwear, upholstered furniture, special clothing, stationery, general purpose, inflated products, and projection screen*
- *Laminados simples, reforzados y soportados para embalajes, calzados, muebles estofados, ropas especiales, artículos de papelería, brindes, productos inflables, y pantallas para proyección de imágenes*

Coberturas Tensionadas / *Tensile Covers / Coberturas Tensionadas*



- Laminados reforçados para estruturas tensionadas, tendas e circos
- *Reinforced laminates for Tensile Structures, Tents and Circus Covers*
- *Laminados Reforzados para Estructuras Tensionadas, Tiendas y Circos*

Transporte e Logística / *Transport and Logistic / Transporte y Logística*

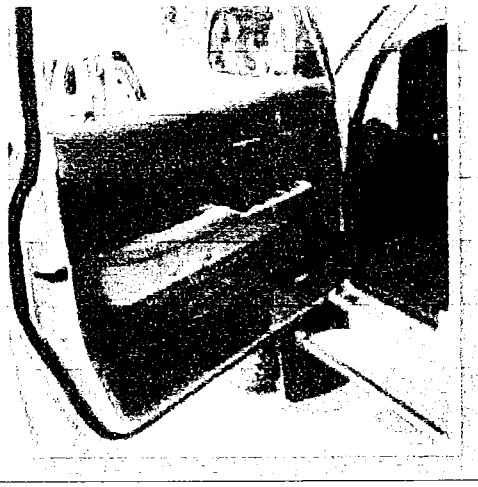


- Contentores flexíveis multi way (big bags)
- Coberturas para caminhões, trens e embarcações, laminados reforçados para cortinas laterais, tetos para carrocerias, "sanfonas" de ônibus articulados e capotas de veículos.
- Tanque para transporte de água

- *Multi-way Flexible Containers (Big Bags)*
- *Covers for Trucks, Trains and Boats; Reinforced Laminates for Side Curtains and Roofs, Articulated Buses, and Vehicle Covers*
- *Tanks for water transportation*

- *Contenedores flexibles multi way (big bags)*
- *Coberturas para camiones, trenes y embarcaciones, laminados reforzados para cortinas laterales e techos para carrocerías, "fuelles" de autobuses articulados y laminados soportados para capotas*
- *Tanque para transporte de agua*

Automobilístico / *Automotive / Automovilístico*



- Laminados simples, reforçados, suportados e expandidos para revestimentos e forrações interiores de veículos, pisos e tapetes, podendo ser estampados ou microperfurados

- *Supported and unsupported PVC laminates, in bothreinforced and expanded versions for laminatesal vehicles linings, floors and carpet, either printed or micro-perforated*

- *Laminados simples, reforzados, soportados, sin soporte y expandidos para revestimientos y forraciones interiores de vehículos, pisos y tapetes, pudiendo ser estampados o micro perforados*

Lazer / *Leisure / Entretenimiento*

- Laminados simples, reforçados, com ou sem estampa, para piscinas tipo bolsão, piscinas infantis e coberturas de piscina
- Laminados reforçados para toldos e pequenas coberturas

- *Supported and unsupported PVC laminates, in both printed or unprinted versions for in ground and children's swimming-pool and pool covers*
- *Reinforced laminates for awnings and small covers*

- *Laminados simples, reforzados, con o sin estampa, para piscinas tipo bolsón e infantiles y coberturas de piscina*
- *Laminados reforzados para toldos y pequeñas coberturas*

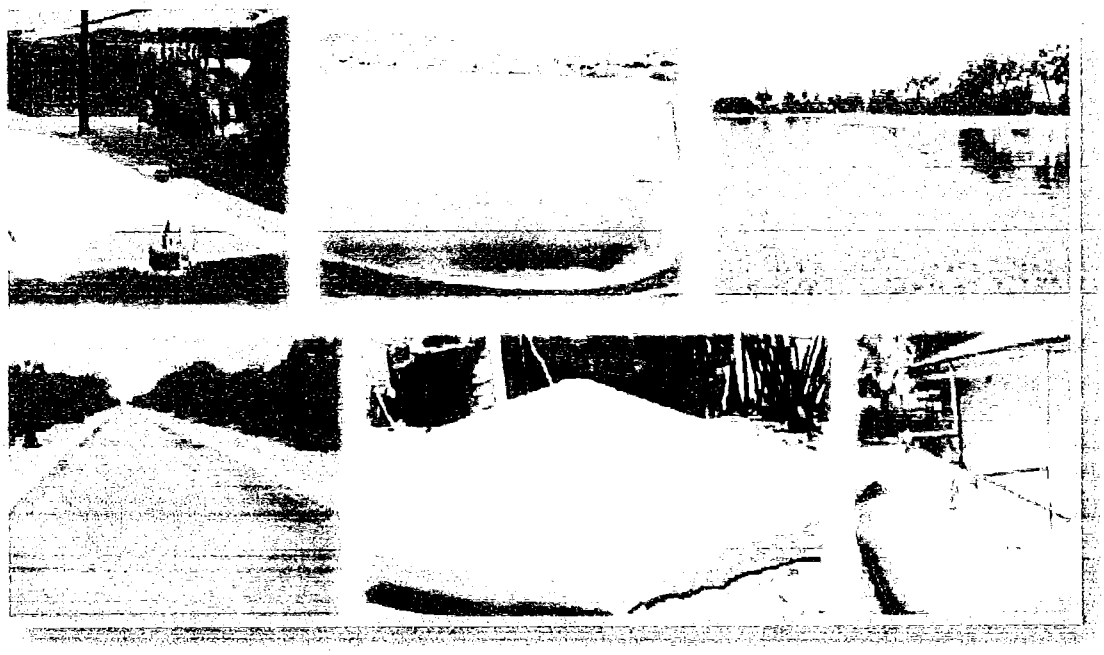
Consciência Ecológica

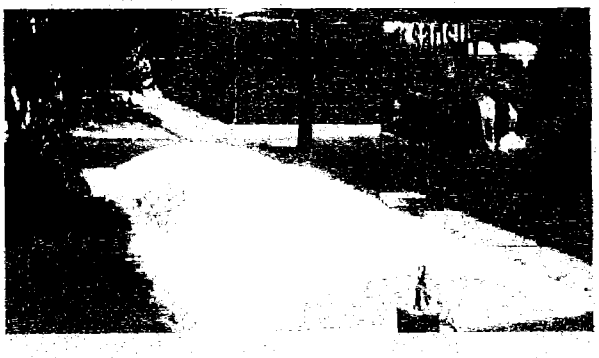
Ecological Conscience / Consciencia Ecológica

Consciente de que a preservação do meio ambiente é fundamental para a nossa sociedade, pois está relacionada à qualidade de vida, a Sansuy desenvolve produtos voltados à proteção dos recursos naturais e ao bem-estar das pessoas.
São soluções que contribuem para a produção de alimentos, evitam o desperdício de água, geram energia e preservam o meio ambiente, proporcionando bem-estar à população e melhor consciência ambiental no campo e na cidade.

Committed to environment protection Sansuy develops products designed to protect natural resources.
Sansuy products contribute to the production and conservation of food and water as well as management of waste and energy generation.
Sansuy touches the lives of people in the country and the city, contributing to the overall environment protection everywhere.

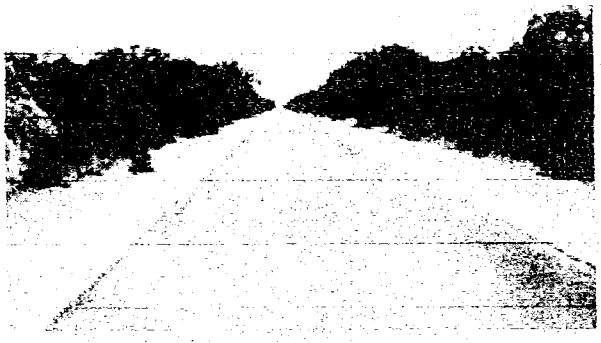
Consciente de que la preservación del medio ambiente es fundamental para nuestra sociedad, pues está relacionada a la calidad de vida, Sansuy desarrolla productos dirigidos a la protección de los recursos naturales y al bienestar de las personas.
Son soluciones que contribuyen para la producción de alimentos, evitan el desperdicio de agua, generan energía y preservan el medio ambiente, proporcionando bienestar a la población y mejor consciencia ambiental en el campo y en la ciudad.





Cisterna / *Well / Cisterna*

vinilona

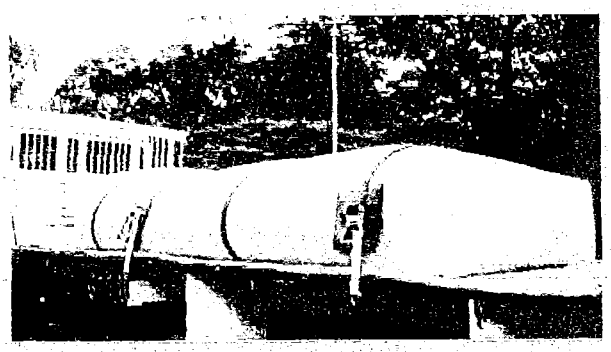


Canal para irrigação
Channel for irrigation / Canal de riego

vinimanta

Cobertura e revestimento para aterro sanitário
Cover and sanitation burying /
Cobertura y revestimiento de relleno sanitario

vinimanta



Reservatório para transporte de água / *Vinyl pipe /*
Vinilo pipa

viniliq pipa

Reservatórios estacionários para água / *Vinyl stationary / Vinilo estacionário*

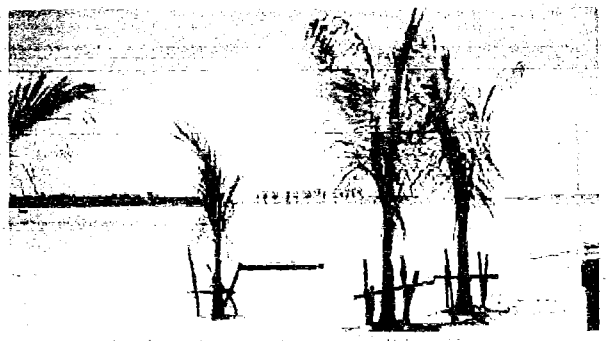
viniliq

Tubos para irrigação / *Vinyl tube / Vinilo tubo*

vinitubo

Revestimento para lagos decorativos
Coating for decoration lakes / Revestimiento para lagos decorativos

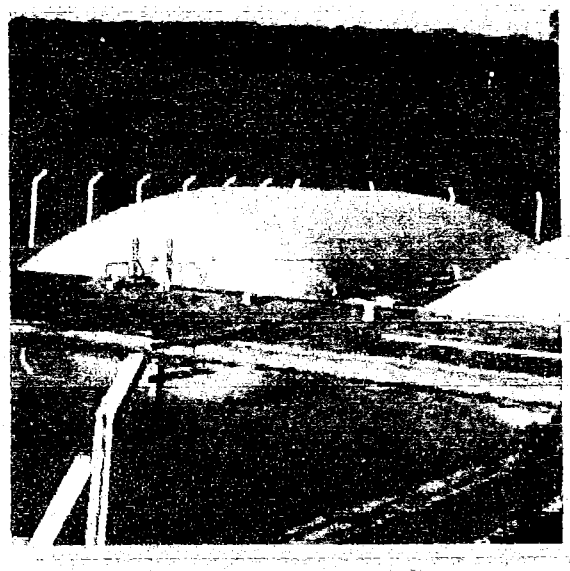
vinimanta



Revestimento para lagos artificiais (Piscinões)
Lining for artificial beaches (Big ponds /
Revestimiento para playas artificiales (grandes piletas)

vinimanta

Vinibiodigestor / *Vinyl bio-digester / Vinilo biodigestor*



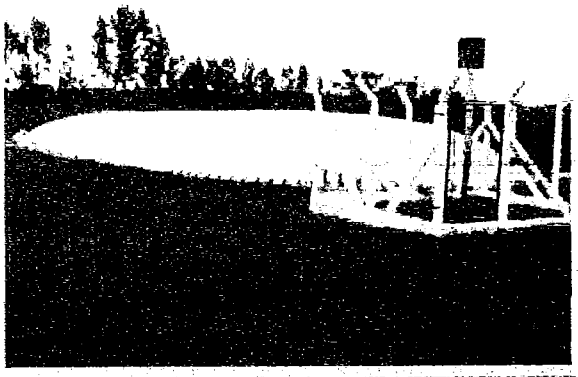
Uma solução econômica e ecologicamente correta para o tratamento de dejetos animais, provenientes da suinocultura, bovinocultura, avicultura, que são transformados em gás metano, biofertilizantes e bioenergia

Sansuy's biodigestors are and economically and ecologically-correct solution for the treatment of animal waste, produced by the pork, beef, and poultry industries. Sansuy biodigestors ultimately turns waste into methane gas, bio-fertilizers and renewable energy

Una solución económica y ecológicamente correcta para el tratamiento de excrementos animales, provenientes de la cultura porcina, ganadera, avícola, que son transformados en gas metano, bio-fertilizantes y bio-energía

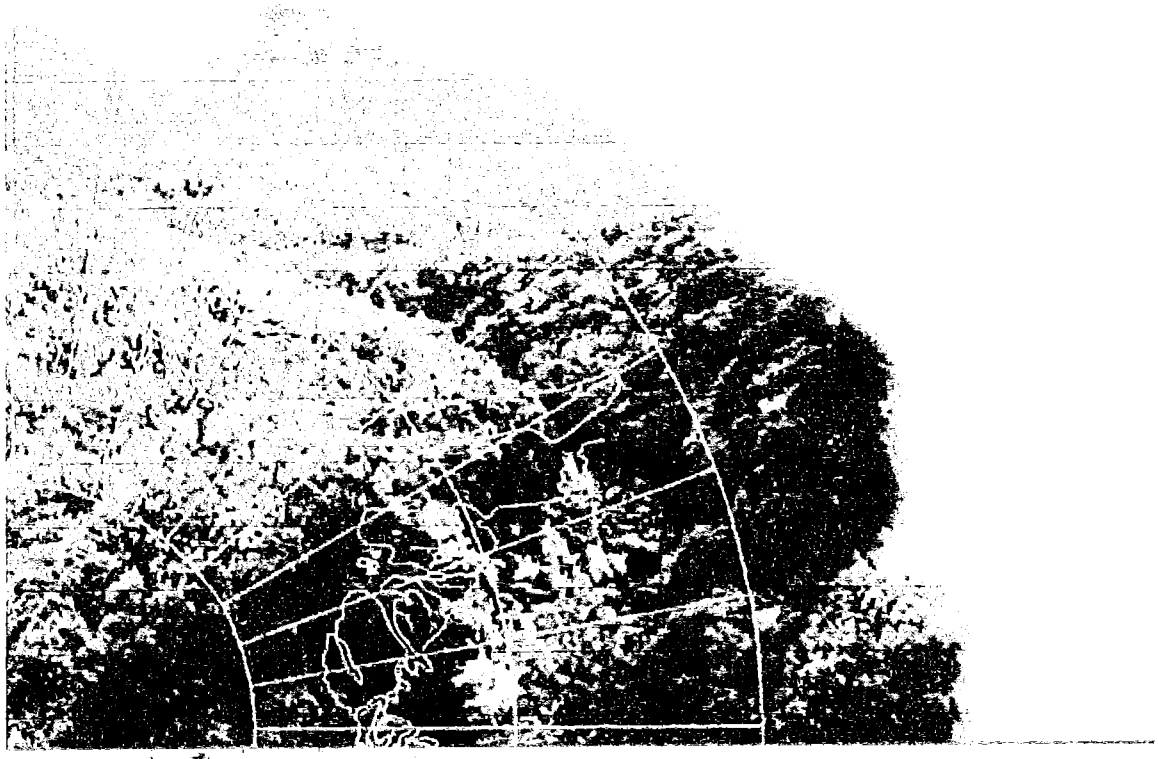
Cobertura para lagoas de ETE / *Cover for STS Ponds / Cubierta para lagunas de ETC*

A Sansuy vem desenvolvendo em conjunto aos Órgãos Públicos, projetos de coberturas para lagoas de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) com o objetivo de eliminar o mau cheiro e captar biogás



Sansuy has been developing in cooperation with Public Entities, cover designs for Sewage Treatment Stations (STS) ponds aiming to eliminate the foul odor and capture biogas

Sansuy viene desarrollando en conjunto con Organismos Públicos, proyectos de cubiertas para Estaciones de Tratamiento de Cloaca (ETC) con el objetivo de eliminar el olor y captar biogás



sansuy

PRESENTE NO SEU DIA-A-DIA

Sansuy S.A. Indústria de Plásticos

Rod. Régis Bittencourt - km 280 - CEP 06830-900 - Embu - SP

Fone: (11) 2139-2600 / Fax: (11) 2139-2850

www.sansuy.com.br

0	12/05/10	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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG	MSTC		DATA:	12/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	12/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM	PACL		DATA:	12/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	12/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS

LOTES 1 E 2 – ANÁLISE DE DETALHES DAS ENTRADAS E SAÍDAS DOS BUEIROS E DAS CAIXAS DE PASSAGEM

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0078** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-024**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

ATO – Acompanhamento Técnico das Obras

NOTA TÉCNICA – ATO OBRAS CIVIS

LOTES 1 E 2 – ANÁLISE DE DETALHES DAS ENTRADAS E SAÍDAS DOS BUEIROS E DAS CAIXAS DE PASSAGEM

885-MIN-ISF-NT-A0078
1210-NTC-1201-00-40-024
Maio/2010
Rev. 0

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETIVO

Este nota técnica tem por objetivo apresentar a análise do projeto dos detalhes das caixas de entrada e de saída dos bueiros circulares, e das caixas de passagem desses bueiros, como partes integrantes do sistema de drenagem superficial dos canais de adução do Eixo Norte – Lotes 1 e 2, do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF).

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foi solicitada pela Gerenciadora, através da carta CTE4087, uma análise pela ENGECORPS dos detalhes apresentados pelo Consórcio CCASF, para os dispositivos de entrada dos bueiros, dispositivos de saída dos bueiros e as caixas de passagem intermediárias dos bueiros, para o segmento de canal CN-10 (1214).

O material enviado para análise, correspondente à carta CTE4087 – Encaminhamento de projetos de detalhamento de caixas de passagem, alas de entrada e de saída dos bueiros tubulares, está apresentado no Anexo I desta nota técnica e consta do seguinte documento:

- ✓ Desenho CCASF-DEP-1700-30-82-000-R00 – Projeto Padrão de Implantação de Bueiro Simples Tubular – Boca Tipo C1 em Concreto Armado – Armação

Este foi o único documento enviado em papel através da carta CTE4087, pois vieram 3 cópias iguais do mesmo desenho.

No entanto, na carta de encaminhamento do CCASF à Supervisora constam mais três desenhos: CCASF-DEP-1700-30-82-001-R00 – Projeto Padrão de Implantação de Bueiro Simples Tubular – Boca Tipo C2 em Concreto Armado – Armação; CCASF-DEP-1700-30-82-002-R00 – Projeto Padrão de Implantação de Bueiro Simples Tubular – Caixa de Transição em Concreto Armado CT1 a CT5 – Armação; CCASF-DEP-1700-30-82-003-R00 – Projeto Padrão de Implantação de Bueiro Simples Tubular – Caixa de Transição em Concreto Armado CT4 a CT5 – Armação.

3. ANÁLISE GERAL DA UTILIZAÇÃO DE TUBOS CIRCULARES PARA BUEIROS

A ENGECORPS emitiu a Nota Técnica 1210-NTC-1201-00-40-004-R00 – Lotes 1 e 2 – Análise da Utilização de Tubos Circulares para Bueiros, datada de 27/08/09, através da qual foram analisadas diversas solicitações feitas pelo CCASF no sentido da utilização de tubos circulares para os bueiros do canal CN-10, em vez de estes serem executados moldados "in loco", como concebido originalmente no Projeto Executivo.

Após uma série de estudos e análises, a ENGECORPS fez as seguintes observações e comentários técnicos a respeito, conforme foi apresentado no item 3 da Nota Técnica 1210-NTC-1201-00-40-004-R00:

a) Com relação aos aspectos hidráulicos, não há restrições à alternativa de execução dos bueiros (galerias) em concreto pré-moldado, desde que os tubos sejam dimensionados para tanto e que se tenha o cuidado do acabamento da superfície interna dos tubos, para manter a rugosidade e proteção quanto às velocidades de escoamento.

b) Com relação aos aspectos estruturais, os tubos deverão ser dimensionados computando-se os esforços existentes na tubulação, provenientes da sobrecarga representada pelo aterro do canal, resultando em classe especial de tubos, que deverá ser encomendada. Além do dimensionamento dos tubos, deverão ser executados ensaios em peças fabricadas, para que seja verificado se estas atendem aos esforços solicitantes, conforme prescrito na norma NBR – 8890.

c) A principal preocupação é com possíveis vazamentos ao longo das juntas que acarretem deformações diferenciais que não poderão ocorrer sob os canais, devido à ocorrência de recalques sob os tubos. Tais juntas deverão ter tratamento tal que seu funcionamento possa suportar recalques diferenciais, devendo ser preferencialmente utilizadas juntas tipo macho e fêmea. Assim sendo, deverá ser evitado o preenchimento das juntas somente com argamassa. Por esses motivos e visando uma análise mais consistente e criteriosa, a ENGECORPS solicitou que fossem enviados os detalhes das respectivas juntas.

d) As velocidades do fluxo d'água no interior desses bueiros para as seções circulares apresentadas não devem ser superiores a 5m/s, para evitar a possibilidade de ocorrência de cavitação.

e) A ENGECORPS solicita a análise da profundidade da carga hidráulica a montante de cada bueiro, para essa estrutura.

f) Os trechos críticos em termos de estanqueidade, para os quais existe uma preocupação com recalques diferenciais, são as ligações nos seguintes pontos: estrutura de entrada e tubulação; tubulação e caixa intermediária; tubulação e estrutura de saída.

g) A estrutura de dissipação projetada na saída desses bueiros foi eliminada. Essa dissipação é necessária para não trazer impactos no terreno natural, a partir da saída do bueiro. Desta forma, deve-se adequar a estrutura original à tubulação, mantendo-se essa estrutura de dissipação.

h) O rejuntamento dos tubos deve ser executado em todo o perímetro das juntas com argamassa adequada que apresente pequeno grau de retração, associada a um dispositivo que suporte recalques diferenciais para evitar trincas.

i) Com relação ao dreno na saída, deve ser apresentado seu detalhamento e o seu dimensionamento, ou adotado o detalhe original apresentado pela ENGECORPS.

j) Também é igualmente importante a apresentação do detalhamento e dimensionamento estrutural da caixa intermediária, situada no ponto de mudança de declividade. Essa estrutura exige um grande cuidado construtivo e de concepção, pois caracteriza um ponto crítico na obra.

Assim sendo, as principais conclusões apresentadas no item 4 da Nota Técnica 1210-NTC-1201-00-40-004-R00 foram as seguintes:

a) Com relação aos aspectos estruturais, os tubos atendem às exigências estabelecidas no Projeto Executivo, desde que seja executada de maneira satisfatória a compactação do material de assentamento e confinamento dos tubos, que deverá ser de moderada (grau de compactação de 85 a 95%) a boa (grau de compactação superior a 95%), e que sejam mantidas as soluções de assentamento e envolvimento previstas no projeto.

b) Com relação aos aspectos hidráulicos, a Construtora deverá realizar o dimensionamento desses tubos, com base nos valores de vazões encaminhados pela Projetista à Supervisora.

c) De forma geral, é importante observar que não há restrições maiores à utilização de tubos circulares para os bueiros em questão, apenas deverão ser observados os aspectos anteriormente observados.

d) Também devem ser salientados dois outros aspectos importantes:

- ✧ As questões de custos e preços relacionadas às alternativas de modificações de obra não foram analisadas e deverão ser verificadas pela Fiscalização.
- ✧ As eventuais interferências relacionadas ao meio ambiente deverão ser verificadas pela Fiscalização.

4. ANÁLISE DOS DETALHES DOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA E DE SAÍDA E DAS CAIXAS DE PASSAGEM

4.1 ANÁLISE DOS PROJETOS

A análise dos detalhes apresentados no desenho CCASF-DEP-1700-30-82-000-R00 indicou que os mesmos atendem às premissas de projeto para a estrutura de saída dos bueiros, porém não foram enviados junto com a carta CTE4087 os outros três desenhos nela citados (ver item 2 desta nota técnica), que são correspondentes à estrutura de entrada dos bueiros e às caixas de passagem (transição).

Não está especificado nesse desenho o tipo de argamassa que será empregado no rejuntamento dos tubos circulares dos bueiros. Deve ser salientado que é de primordial importância o uso de uma argamassa adequada, para que não haja trincas nas junções entre os tubos, o que compromete o desempenho dos trechos em aterro dos canais, devido à conseqüente perda de água.

4.2 CUIDADOS CONSTRUTIVOS

Deve-se observar que, além dos detalhes apresentados, a implantação de tubos circulares para bueiros somente será considerada plenamente satisfatória se forem atendidas as seguintes condições principais:

- ✓ Execução de rejuntamento dos tubos o em todo o perímetro das juntas com argamassa adequada que apresente pequeno grau de retração, associada a um dispositivo que suporte recalques diferenciais para evitar trincas.
- ✓ Execução adequada da compactação do material de assentamento e confinamento dos tubos, que deverá ser de moderada (grau de compactação de 85 a 95%) a boa (grau de compactação superior a 95%).
- ✓ Implantação de estrutura de dissipação a jusante da saída dos bueiros, para evitar danos (ex: erosões) ao terreno natural.

ANEXO I – CARTA CTE 4087 E DESENHO ASSOCIADO

Brasília, 25/11/2009

CTE4087

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)
Al. Tocantins, 125 - 4° andar - Ed. West Side - Alphaville
Barueri - SP
Cep.06455-020

Referência: Contrato n° 30/2007-MI - Lote A - Pacote 1210

Assunto: Encaminhamento de projetos de detalhamento de caixas de passagem, alas de entrada e de saídas dos bueiros tubulares.

Prezado Senhor,

Encaminhamos em anexo os projetos de detalhamento de caixas de passagem, alas de entrada e de saídas dos bueiros tubulares elaborados pelo CCASF para sua análise.

Sendo o que tínhamos para o momento,

Atenciosamente,

Eng. Carlos Rosa
Supervisor do Contrato
Projeto de Integração do Rio São Francisco
Consórcio Logos-Concremat

Anexo:
Memorando MES1305 de 11/11/2009 de Salgueiro
Carta 1016/09-PISF02 de 10/11/2009 da SONDOTÉCNICA
Memorando n° 236/2009 de 03/11/2009 do CCASF
Desenho n° CCASF-DEP-1700-30-82-00 (4 vias)

Fc/cr

consórcio
LOGOS - CONCREMAT
Gerenciamento do Projeto de Integração do Rio São Francisco

Ministério da Integração Nacional

MEMORANDO

MES1305

Salgueiro, 11/11/2009

Referência: Contrato Nº. 41/2007-MI - Pacote 1310

Assunto: Envio da Carta da Sondotécnica nº. 1016/09-PISF02-E1944.6/123 - Encaminha Projetos – Detalhamento de caixas de passagem, alas de entrada e de saída dos bueiros tubulares.

Destinatário: Carlos Rosa

Em anexo, estamos encaminhando para conhecimento e providências, a carta da Supervisora Sondotécnica – Lote 02.

- 1016/09-PISF02-E1944.6/123 – Encaminha Projetos – Detalhamento de caixas de passagem, alas de entrada e de saída dos bueiros tubulares.

Por gentileza, acuse recebimento e devolva-nos uma via assinada.

Atenciosamente,

Gilmar Ferreira da Silva
Supervisor de Contrato – Eixo Norte
Projeto de Integração do Rio São Francisco
Fones: (087) 3871-2575

SONDOTÉCNICA

1016/09-PISF02
E1944.6/123

Cabrobó, 10 de Novembro de 2009.

Ao
Consórcio Logos/Concremat
At. Eng. Gilmar Ferreira da Silva
Supervisor do Contrato da Gerenciadora do Projeto de Integração do Rio São Francisco
Salgueiro - PE

Assunto: Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional
Supervisão, Acompanhamento Técnico e Controle Tecnológico – **Lote 02**
Pacote 1310

Ref. Encaminha Projetos – Detalhamento de caixas de passagem, alas de entrada e de saída dos bueiros tubulares 1.500 mm

Prezados Senhores

Estamos encaminhando em anexo o Memorando 236/2009, recebido do CCASF referente ao assunto "Encaminha Projetos – Detalhamento de caixas de passagem, alas de entrada e de saída dos bueiros tubulares 1.500 mm", sendo três (1) via impressa e três (3) vias em arquivo magnético, para análise e providências, junto à Projetista.

Sendo o que tínhamos para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

Habib Sabagh Neto
Coordenador do Contrato

Recebi em, 11/11/09

Gilmar Ferreira da Silva
Engenheiro Civil
Supervisor do EIXO NORTE
Consorcio Logos Concremat

Consórcio Logos Concremat
Recebido em: 11/11/09
Hora: 10:39
Fábia de Sá Macêdo

Anexo:

- Projeto padrão de implantação de bueiro simples tubular – Boca tipo C1 em concreto armado CCASF – DEP – 1700 – 30 – 82 – 000
- Projeto padrão de implantação de bueiro simples tubular – Boca tipo C2 em concreto armado CCASF – DEP – 1700 – 30 – 82 – 001
- Projeto padrão de implantação de bueiro simples tubular – Caixa de transição em concreto armado CT1 a CT5 – Armação CCASF – DEP – 1700 – 30 – 82 – 002
- Projeto padrão de implantação de bueiro simples tubular – Caixa de transição em concreto armado CT4 a CT5 – Tabela de armação CCASF – DEP – 1700 – 30 – 82 – 003

C/ cópia: **Ministério de Integração Nacional – Eng. Jorge Massuyama**
Ministério de Integração Nacional – Eng. Frederico Fernandes
Consórcio Logos/Concremat - Eng. Carlos Rosa

CONSÓRCIO CONSTRUTOR
ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO
COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

CONSÓRCIO CONSTRUTOR ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO – LOTE 02 PACOTE – 1415

MEMORANDO N° 236/2009 DATA: 03/11/2009
Folha: 1/5

DE: Eng. Cássio Vittori - Gerente de Engenharia - Consórcio Construtor Águas do São Francisco

PARA: Eng°. Habib Sabagh Neto - Coordenador de Contrato – Supervisão Lote 02.

Assunto: Encaminha projetos – Detalhamento das caixas de passagem, alas de entrada e de saída dos bueiros tubulares 1.500 mm

Prezado Senhor,

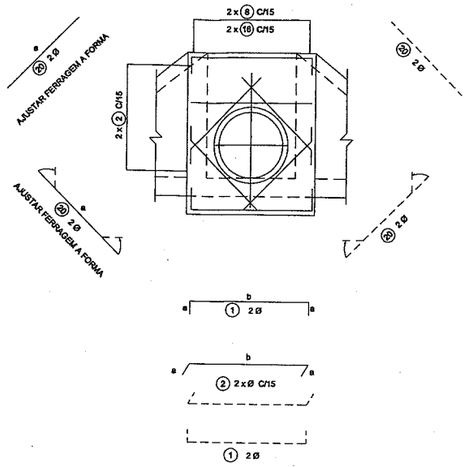
Encaminhamos para vossa apreciação, os projetos referentes aos detalhamentos das caixas de passagem, alas de entrada e alas de saída dos bueiros tubulares – 1.500 mm, conforme listados abaixo.

- Projeto padrão de implantação de bueiro simples tubular – Boca tipo C1 em concreto armado CCASF – DEP – 1700 – 30 – 82 – 000
- Projeto padrão de implantação de bueiro simples tubular – Boca tipo C2 em concreto armado CCASF – DEP – 1700 – 30 – 82 – 001
- Projeto padrão de implantação de bueiro simples tubular – Caixa de transição em concreto armado CT1 a CT5 – Armação CCASF – DEP – 1700 – 30 – 82 – 002
- Projeto padrão de implantação de bueiro simples tubular – Caixa de transição em concreto armado CT4 a CT5 – Tabela de armação CCASF – DEP – 1700 – 30 – 82 – 003

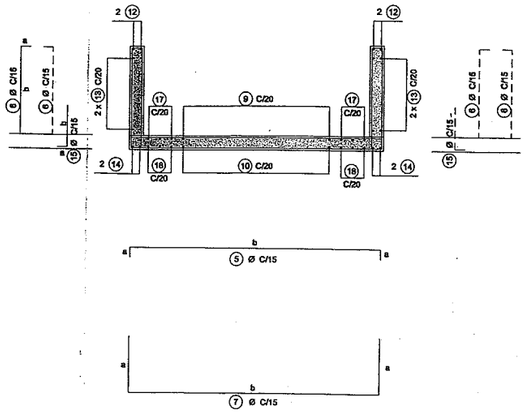
Sem mais para o momento,
Atenciosamente

Cássio Vittori de Campos
Gerente de Engenharia

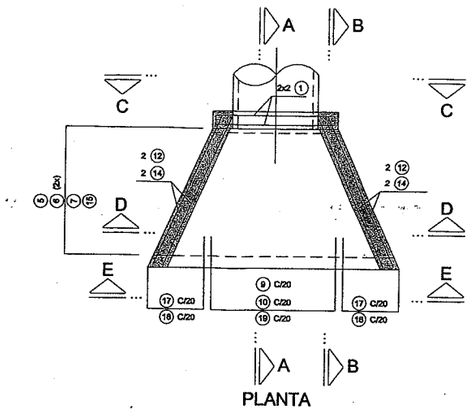
recebido em 04/11/09
SONDOTÉCNICA
13:30 hs



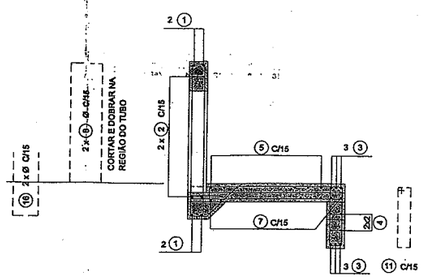
VISTA C-C

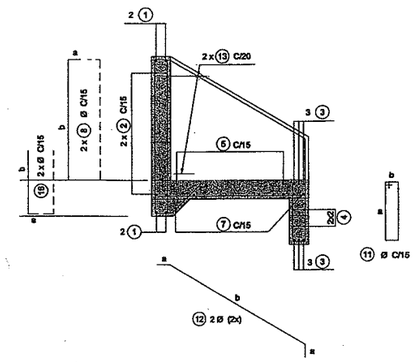


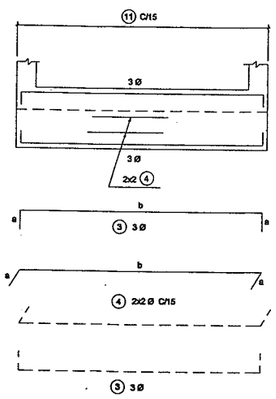
CORTE D-D



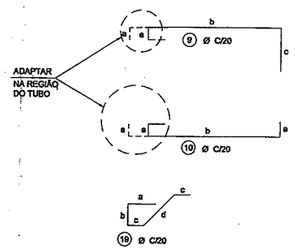
PLANTA



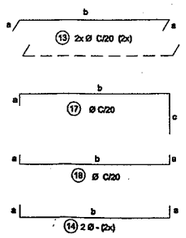




VISTA E-E



CORTE A-A



CORTE B-B

LISTA DE FERROS Ø 0,60 m

POS.	Ø	QUAN.	DIMENSÕES a	b	c	d	COMPRIMENTOS UNIT.	TOTAL
1	10	4	20	118	-	-	158	632
2	6,3	16	9	118	-	-	136	2176
3	10	6	20	VAR	-	-	CM=260	1560
4	6,3	4	9	VAR	-	-	CM=240	960
5	6,3	7	9	VAR	-	-	CM=180	1260
6	6,3	32	9	VAR	-	-	CM=74	2368
7	6,3	8	45	VAR	-	-	CM=253	2024
8	6,3	16	9	112	-	-	121	2176
9	6,3	7	9	122	30	-	161	1127
10	6,3	7	9	122	-	-	140	980
11	6,3	15	34	9	-	-	100	1500
12	10	4	16	165	-	-	197	788
13	6,3	24	9	VAR	-	-	CM=100	2400
14	10	4	9	136	-	-	154	616
15	6,3	16	9	40	-	-	49	784
16	6,3	18	9	50	-	-	59	1062
17	6,3	6	9	VAR	30	-	CM=106	636
18	6,3	6	9	VAR	-	-	CM=76	456
19	6,3	7	40	19	20	26	125	875
20	10	8	140	-	-	-	140	1120

RESUMO AÇO CA-50		
Ø (mm)	COMPR. (m)	PESO (Kg)
6,3	207,86	52
10	47,16	29
TOTAL		81

LISTA DE FERROS Ø 0,80 m

POS.	Ø	QUAN.	DIMENSÕES a	b	c	d	COMPRIMENTOS UNIT.	TOTAL
1	10	4	20	148	-	-	188	752
2	6,3	18	9	148	-	-	166	2988
3	10	6	20	VAR	-	-	CM=290	1740
4	6,3	4	9	VAR	-	-	CM=270	1080
5	6,3	9	9	VAR	-	-	CM=243	2187
6	6,3	40	9	VAR	-	-	CM=97	3880
7	6,3	10	45	VAR	-	-	CM=315	3150
8	6,3	22	9	114	-	-	123	2706
9	6,3	7	9	152	30	-	191	1337
10	6,3	7	9	152	-	-	170	1190
11	6,3	19	34	9	-	-	100	1900
12	10	4	16	200	-	-	232	928
13	6,3	28	9	VAR	-	-	CM=123	3444
14	10	4	9	169	-	-	187	748
15	6,3	20	9	40	-	-	49	980
16	6,3	22	9	50	-	-	59	1298
17	6,3	8	9	VAR	30	-	CM=124	992
18	6,3	8	9	VAR	-	-	CM=103	824
19	6,3	9	40	19	20	26	125	1125
20	10	8	150	-	-	-	150	1200

RESUMO AÇO CA-50		
Ø (mm)	COMPR. (m)	PESO (Kg)
6,3	290,77	73
10	53,68	33
TOTAL		106

LISTA DE FERROS Ø 1,00 m

POS.	Ø	QUAN.	DIMENSÕES a	b	c	d	COMPRIMENTOS UNIT.	TOTAL
1	12,5	4	20	188	-	-	228	912
2	8	22	14	188	-	-	216	4752
3	10	6	20	VAR	-	-	CM=392	2352
4	8	4	14	VAR	-	-	CM=380	1520
5	8	10	14	VAR	-	-	CM=300	3000
6	8	44	14	VAR	-	-	CM=105	4620
7	8	11	50	VAR	-	-	CM=380	4180
8	8	28	14	142	-	-	156	4368
9	8	10	14	179	50	-	243	2430
10	8	10	14	179	-	-	207	2070
11	8	23	54	14	-	-	155	3565
12	10	4	16	215	-	-	247	988
13	8	32	14	VAR	-	-	CM=154	4928
14	10	4	14	202	-	-	230	920
15	8	22	14	50	-	-	64	1408
16	8	28	14	60	-	-	74	2072
17	8	10	14	VAR	50	-	CM=170	1700
18	8	10	14	VAR	-	-	CM=134	1340
19	8	14	45	24	20	33	142	1988
20	12,5	8	210	-	-	-	210	1680

RESUMO AÇO CA-50		
Ø (mm)	COMPR. (m)	PESO (Kg)
8	438,41	176
10	42,60	26
12,5	25,92	26
TOTAL		228

LISTA DE FERROS Ø 1,20 m

POS.	Ø	QUAN.	DIMENSÕES a	b	c	d	COMPRIMENTOS UNIT.	TOTAL
1	12,5	4	20	208	-	-	248	992
2	8	28	14	208	-	-	236	6138
3	10	6	20	VAR	-	-	CM=430	2580
4	8	4	14	VAR	-	-	CM=418	1672
5	8	12	14	VAR	-	-	CM=330	3960
6	8	56	14	VAR	-	-	CM=125	7000
7	8	14	50	VAR	-	-	CM=405	5670
8	8	30	14	172	-	-	186	5580
9	8	11	14	209	50	-	273	3003
10	8	11	14	209	-	-	237	2607
11	8	26	54	14	-	-	155	4030
12	10	4	16	245	-	-	277	1108
13	8	40	14	VAR	-	-	CM=160	6400
14	10	4	14	234	-	-	262	1048
15	8	28	14	50	-	-	64	1792
16	8	30	14	60	-	-	74	2220
17	8	12	14	VAR	40	-	CM=177	2124
18	8	12	14	VAR	-	-	CM=151	1812
19	8	11	45	24	20	33	142	1562
20	12,5	8	230	-	-	-	230	1840

RESUMO AÇO CA-50		
Ø (mm)	COMPR. (m)	PESO (Kg)
8	555,58	222
10	47,36	29
12,5	26,32	28
TOTAL		279

LISTA DE FERROS Ø 1,50 m

POS.	Ø	QUAN.	DIMENSÕES a	b	c	d	COMPRIMENTOS UNIT.	TOTAL
1	12,5	4	20	238	-	-	278	1112
2	8	32	14	238	-	-	266	8512
3	10	6	20	VAR	-	-	CM=510	3060
4	8	4	14	VAR	-	-	CM=498	1992
5	8	15	14	VAR	-	-	CM=381	5715
6	8	68	14	VAR	-	-	CM=150	10200
7	8	17	50	VAR	-	-	CM=453	7701
8	8	34	14	212	-	-	226	7684
9	8	17	14	254	50	-	318	5406
10	8	17	14	254	-	-	282	4794
11	8	31	54	14	-	-	155	4805
12	10	4	16	324	-	-	356	1424
13	8	48	14	VAR	-	-	CM=185	8880
14	10	4	14	283	-	-	311	1244
15	8	34	14	50	-	-	64	2176
16	8	34	14	65	-	-	79	2686
17	8	14	14	VAR	50	-	CM=200	2800
18	8	14	14	VAR	-	-	CM=184	2576
19	8	17	45	29	20	41	155	2635
20	12,5	8	265	-	-	-	265	2120

RESUMO AÇO CA-50		
Ø (mm)	COMPR. (m)	PESO (Kg)
8	782,82	313
10	57,28	36
12,5	32,32	32
TOTAL		381

LISTA DE FERROS Ø 2,00 m

POS.	Ø	QUAN.	DIMENSÕES a	b	c	d	COMPRIMENTOS UNIT.	TOTAL
1	12,5	4	20	298	-	-	338	1352
2	8	38	14	298	-	-	326	12388
3	12,5	6	20	VAR	-	-	CM=640	3840
4	8	4	14	VAR	-	-	CM=628	2512
5	8	20	14	VAR	-	-	CM=478	9560
6	8	88	14	VAR	-	-	CM=180	15840
7	8	22	70	VAR	-	-	CM=590	12980
8	8	42	267	14	-	-	281	11802
9	8	21	14	329	50	-	393	8253
10	8	21	14	329	-	-	357	7497
11	8	40	54	14	-	-	155	6200
12	12,5	4	16	410	-	-	442	1768
13	8	56	14	VAR	-	-	CM=228	12768
14	12,5	4	14	367	-	-	395	1580
15	8	44	14	60	-	-	74	3256
16	8	42	14	80	-	-	94	3948
17	8	16	14	VAR	50	-	CM=240	3840
18	8	16	14	VAR	-	-	CM=204	3264
19	8	21	45	34	20	46	167	3507
20	12,5	8	265	-	-	-	265	2120

RESUMO AÇO CA-50		
Ø (mm)	COMPR. (m)	PESO (Kg)
8	1176,15	471
12,5	106,60	107
TOTAL		578

NOTAS:

1 - MEDIDAS EM CENTÍMETRO, EXCETO ONDE INDICADO.
2 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS:
- CONCRETO ESTRUTURAL - CLASSE C25 (fck > 25 MPa)
- COM USO DE CIMENTO CP: III - RS.
- CONSUMO MÍNIMO DE CIMENTO = 300 kg/m3
- CONCRETO MAGRO- CLASSE C10 (fck > 10 MPa)
- AÇO CA-50 (fyk > 500MPa)
3 - COBRIMENTO DA ARMADURA - c = 3cm.
4 - OS FERROS QUE INTERFERIREM COM AS ABERTURAS DEVERÃO SER CORTADOS E DOBRADOS.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO
COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO
NORDESTE SETENTRIONAL

OBRA:
EXECUÇÃO DAS OBRAS PARA IMPLANTAÇÃO DO LOTES 1 E 2 DA PRIMEIRA ETAPA
EIXO NORTE, DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

EXECUÇÃO:
CONSÓRCIO CONSTRUTOR ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO
carioca engenharia
SERVENG
S.A. PAULISTA

DESENHO:
PROJETO PADRÃO DE IMPLANTAÇÃO DE BUEIRO SIMPLES TUBULAR
BOCA TIPO C1 EM CONCRETO ARMADO - ARMAÇÃO

FOLHA 01/01

Nº DES C.C.A.S.F.: CCASF-DEP-1700-30-82-000 | REV 0 | ESCALA INDICADA

0	12/05/10	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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG		MSTC	DATA:	12/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	12/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL	DATA:	12/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	12/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS

LOTES 1 E 2 – ANÁLISE DO PROJETO DE DETALHAMENTO DOS BUEIROS TUBULARES DE 1500 MM DE DIÂMETRO

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0079** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-025**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

ATO – Acompanhamento Técnico das Obras

NOTA TÉCNICA – ATO OBRAS CIVIS

LOTES 1 E 2 – ANÁLISE DO PROJETO DE DETALHAMENTO DOS BUEIROS TUBULARES DE 1500 MM DE DIÂMETRO

885-MIN-ISF-NT-A0079
1210-NTC-1201-00-40-025
Maio/2010
Rev. 0

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETIVO

Este nota técnica tem por objetivo apresentar a análise do projeto de detalhamento dos bueiros tubulares de 1500 mm de diâmetro, como parte integrante do sistema de drenagem superficial dos canais de adução do Eixo Norte – Lotes 1 e 2, do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF).

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foi solicitada pela Gerenciadora, através da carta CTE4102, uma análise pela ENGECORPS do projeto de detalhamento apresentado pelo Consórcio CCASF, para os bueiros circulares de diâmetro 1500 mm, a serem empregados no segmento de canal CN-10 (1214).

O material enviado para análise, correspondente à carta CTE4102 – Encaminhamento de projetos de detalhamento de bueiros tubulares 1500 mm, está apresentado no Anexo I desta nota técnica e consta dos seguintes documentos:

- ✓ Desenho do Bueiro 1714-B-001 R1 com Tubo de Concreto PA-4 – Estaca 1803 + 19,20
- ✓ Desenho do Bueiro 1714-B-004 R1 com Tubo de Concreto PA-4 – Estaca 2862 + 8,36
- ✓ Desenho do Bueiro 1714-B-013 R2 com Tubo de Concreto PA-4 – Estaca 3073 + 4,00
- ✓ Desenho do Bueiro 1714-B-016 R1 com Tubo de Concreto PA-4 – Estaca 3122 + 6,40
- ✓ Desenho do Bueiro 1714-B-018 R1 com Tubo de Concreto PA-4 – Estaca 3141 + 8,50
- ✓ Desenho do Bueiro 1714-B-021 R1 com Tubo de Concreto PA-4 – Estaca 3227 + 17,90

3. ANÁLISE GERAL DA UTILIZAÇÃO DE TUBOS CIRCULARES PARA BUEIROS

A ENGECORPS emitiu a Nota Técnica 1210-NTC-1201-00-40-004-R00 – Lotes 1 e 2 – Análise da Utilização de Tubos Circulares para Bueiros, datada de 27/08/09, através da qual foram analisadas diversas solicitações feitas pelo CCASF no sentido da utilização de tubos circulares para os bueiros do canal CN-10, em vez de estes serem executados moldados "in loco", como concebido originalmente no Projeto Executivo.

Após uma série de estudos e análises, a ENGECORPS fez as seguintes observações e comentários técnicos a respeito, conforme foi apresentado no item 3 da Nota Técnica 1210-NTC-1201-00-40-004-R00:

a) Com relação aos aspectos hidráulicos, não há restrições à alternativa de execução dos bueiros (galerias) em concreto pré-moldado, desde que os tubos sejam dimensionados para tanto e que se tenha o cuidado do acabamento da superfície interna dos tubos, para manter a rugosidade e proteção quanto às velocidades de escoamento.

b) Com relação aos aspectos estruturais, os tubos deverão ser dimensionados computando-se os esforços existentes na tubulação, provenientes da sobrecarga representada pelo aterro do canal, resultando em classe especial de tubos, que deverá ser encomendada. Além do dimensionamento dos tubos, deverão ser executados ensaios em peças fabricadas, para que seja verificado se estas atendem aos esforços solicitantes, conforme prescrito na norma NBR – 8890.

c) A principal preocupação é com possíveis vazamentos ao longo das juntas que acarretem deformações diferenciais que não poderão ocorrer sob os canais, devido à ocorrência de recalques sob os tubos. Tais juntas deverão ter tratamento tal que seu funcionamento possa suportar recalques diferenciais, devendo ser preferencialmente utilizadas juntas tipo macho e fêmea. Assim sendo, deverá ser evitado o preenchimento das juntas somente com argamassa. Por esses motivos e visando uma análise mais consistente e criteriosa, a ENGECORPS solicitou que fossem enviados os detalhes das respectivas juntas.

d) As velocidades do fluxo d'água no interior desses bueiros para as seções circulares apresentadas não devem ser superiores a 5m/s, para evitar a possibilidade de ocorrência de cavitação.

e) A ENGECORPS solicita a análise da profundidade da carga hidráulica a montante de cada bueiro, para essa estrutura.

f) Os trechos críticos em termos de estanqueidade, para os quais existe uma preocupação com recalques diferenciais, são as ligações nos seguintes pontos: estrutura de entrada e tubulação; tubulação e caixa intermediária; tubulação e estrutura de saída.

g) A estrutura de dissipação projetada na saída desses bueiros foi eliminada. Essa dissipação é necessária para não trazer impactos no terreno natural, a partir da saída do bueiro. Desta forma, deve-se adequar a estrutura original à tubulação, mantendo-se essa estrutura de dissipação.

h) O rejuntamento dos tubos deve ser executado em todo o perímetro das juntas com argamassa adequada que apresente pequeno grau de retração, associada a um dispositivo que suporte recalques diferenciais para evitar trincas.

i) Com relação ao dreno na saída, deve ser apresentado seu detalhamento e o seu dimensionamento, ou adotado o detalhe original apresentado pela ENGECORPS.

j) Também é igualmente importante a apresentação do detalhamento e dimensionamento estrutural da caixa intermediária, situada no ponto de mudança de declividade. Essa estrutura exige um grande cuidado construtivo e de concepção, pois caracteriza um ponto crítico na obra.

Assim sendo, as principais conclusões apresentadas no item 4 da Nota Técnica 1210-NTC-1201-00-40-004-R00 foram as seguintes:

a) Com relação aos aspectos estruturais, os tubos atendem às exigências estabelecidas no Projeto Executivo, desde que seja executada de maneira satisfatória a compactação do material de assentamento e confinamento dos tubos, que deverá ser de moderada (grau de compactação de 85 a 95%) a boa (grau de compactação superior a 95%), e que sejam mantidas as soluções de assentamento e envolvimento previstas no projeto.

b) Com relação aos aspectos hidráulicos, a Construtora deverá realizar o dimensionamento desses tubos, com base nos valores de vazões encaminhados pela Projetista à Supervisora.

c) De forma geral, é importante observar que não há restrições maiores à utilização de tubos circulares para os bueiros em questão, apenas deverão ser observados os aspectos anteriormente observados.

d) Também devem ser salientados dois outros aspectos importantes:

- ✧ As questões de custos e preços relacionadas às alternativas de modificações de obra não foram analisadas e deverão ser verificadas pela Fiscalização.
- ✧ As eventuais interferências relacionadas ao meio ambiente deverão ser verificadas pela Fiscalização.

4. ANÁLISE DO PROJETO DE DETALHAMENTO DOS BUEIROS TUBULARES DE 1500 MM DE DIÂMETRO

4.1 ANÁLISE DOS PROJETOS

A análise dos detalhes apresentados nos seis desenhos citados no item 2 desta nota técnica (bueiros B-001, B-004, B-013, B-016, B-018 e B-0221, todos pertencentes ao canal CN-10) indicou que os mesmos atendem às premissas de projeto para a implantação dos bueiros.

Não está especificado nesse desenho o tipo de argamassa que será empregado no rejuntamento dos tubos circulares dos bueiros. Deve ser salientado que é de primordial importância o uso de uma argamassa adequada, para que não haja trincas nas junções entre os tubos, o que compromete o desempenho dos trechos em aterro dos canais, devido à conseqüente perda de água.

4.2 CUIDADOS CONSTRUTIVOS

Deve ser observado que, além dos detalhes apresentados, a implantação de tubos circulares para bueiros somente será considerada plenamente satisfatória se forem atendidas as seguintes condições principais:

- ✓ Execução de rejuntamento dos tubos o em todo o perímetro das juntas com argamassa adequada que apresente pequeno grau de retração, associada a um dispositivo que suporte recalques diferenciais para evitar trincas.
- ✓ Execução adequada da compactação do material de assentamento e confinamento dos tubos, que deverá ser de moderada (grau de compactação de 85 a 95%) a boa (grau de compactação superior a 95%).
- ✓ Implantação de estrutura de dissipação a jusante da saída dos bueiros, para evitar danos (ex: erosões) ao terreno natural.

ANEXO I – CARTA CTE 4102 E DESENHOS ASSOCIADOS

Brasília, 27/11/2009

CTE4102

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)
Al. Tocantins, 125 - 4° andar - Ed. West Side - Alphaville
Barueri - SP
06455-020

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

Assunto: **Encaminhamento de projetos de detalhamento de bueiros tubulares 1500 mm.**

Prezado Senhor,

Encaminhamos em anexo os projetos de detalhamento de bueiros tubulares 1500 mm elaborados pelo CCASF para sua análise.

Sendo o que tínhamos para o momento,

Atenciosamente,

Eng. Carlos Rosa
Supervisor do Contrato
Projeto de Integração do Rio São Francisco
Consórcio Logos-Concremat

Anexo:
Memorando MES1332 de 19/11/2009 de Salgueiro
Carta 1028/09-PISF02 de 13/11/2009 da SONDOTÉCNICA
Memorando nº 258/2009 de 12/11/2009 do CCASF
Desenho do bueiro 1714-B-001_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 1.803 + 19,20 (1 via)
Desenho do bueiro 1714-B-004_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 2.862 + 8,36 (1 via)
Desenho do bueiro 1714-B-013_R2 com tubo de concreto PA4 estaca 3.073 + 4,00 (1 via)
Desenho do bueiro 1714-B-016_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 3.122 + 6,40 (1 via)
Desenho do bueiro 1714-B-018_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 3.141 + 8,50 (1 via)
Desenho do bueiro 1714-B-021_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 3.227 + 17,90 (1 via)

Fc/cr

consórcio
LOGOS - CONCREMAT

item 1793

Ministério da Integração Nacional

MEMORANDO MES1332

Salgueiro, 19/11/2009

Referência: Contrato Nº. 41/2007-MI - Pacote 1310

Assunto: Envio da Carta da Sondotécnica nº. 1028/09-PISF02-E1944.6/124 - Encaminha Projetos – Bueiros tubulares 1.500 mm.

Destinatário: Carlos Rosa

Em anexo, estamos encaminhando para conhecimento e providências, a carta da Supervisora Sondotécnica – Lote 02.

- Envio da Carta da Sondotécnica nº. 1028/09-PISF02-E1944.6/124 - Encaminha Projetos – Bueiros tubulares 1.500 mm.

Por gentileza, acuse recebimento e devolva-nos uma via assinada.

Atenciosamente,

Gilmar Ferreira da Silva
Supervisor de Contrato – Eixo Norte
Projeto de Integração do Rio São Francisco
Fones: (087) 3871-2575

Anexos: Carta da Sondotécnica nº. 1028/09-PISF02-E1944.6/124;
Cd.

CONSÓRCIO LOGOS - CONCREMAT
RECEBIDO EM
24 / 11 / 09
HORA: 16 : 45
OBS.: Felipe Lima

SONDOTÉCNICA

1028/09-PISF02
E1944.6/124

Cabrobó, 13 de Novembro de 2009

Ao
Consórcio Logos/Concremat
At. Eng. Gilmar Ferreira da Silva
Supervisor do Contrato da Gerenciadora do Projeto de Integração do Rio São Francisco
Salgueiro - PE

Assunto: Projeto de Integração do Rio São Francisco com
Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional
Supervisão, Acompanhamento Técnico e
Controle Tecnológico – **Lote 02**
Pacote 1310

Ref. Encaminha Projetos – Bueiros tubulares 1.500 mm

Prezados Senhores

Estamos encaminhando em anexo o Memorando 258/2009, recebido do CCASF referente ao assunto "Encaminha Projetos – Bueiros tubulares 1.500 mm", sendo três (1) via impressa e três (3) vias em arquivo magnético, para análise e providências, junto à Projetista.

Sendo o que tínhamos para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

Habib Sabagh Neto
Coordenador do Contrato

16/11/09

Anexo:
- Desenho do bueiro 1714-B-001_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 1.803 + 19,20
- Desenho do bueiro 1714-B-004_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 2.862 + 8,36
- Desenho do bueiro 1714-B-013_R2 com tubo de concreto PA4 estaca 3.073 + 4,00
- Desenho do bueiro 1714-B-016_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 3.122 + 6,40
- Desenho do bueiro 1714-B-018_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 3.141 + 8,50
- Desenho do bueiro 1714-B-021_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 3.227 + 17,90

C/ cópia: **Ministério de Integração Nacional – Eng. Jorge Massuyama**
Ministério de Integração Nacional – Eng. Frederico Fernandes
Consórcio Logos/Concremat - Eng. Carlos Rosa

Consórcio Logos Concremat
Recebido em: 13/11/2009
Hora: 14:50h
Fábia de Sá Macêdo

CONSÓRCIO CONSTRUTOR
ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO
COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

CONSÓRCIO CONSTRUTOR ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO – LOTE 02 **PACOTE – 1415**

MEMORANDO N° 258/2009 **DATA:** 12/11/2009
Folha: 1/5

DE: Eng. Cássio Vittori - Gerente de Engenharia - Consórcio Construtor Águas do São Francisco

PARA: Eng°. Habib Sabagh Neto - Coordenador de Contrato – Supervisão Lote 02.

Assunto: Encaminha projetos - Bueiros tubulares 1.500 mm

Prezado Senhor,

Em atendimento ao item 7 da Memória de Reunião da agenda Positiva dos Lotes 01 e 02 realizada em Brasília-DF em 05/11/09, encaminhamos para vossa apreciação os projetos referentes os bueiros do canal CN 10, conforme listados abaixo:

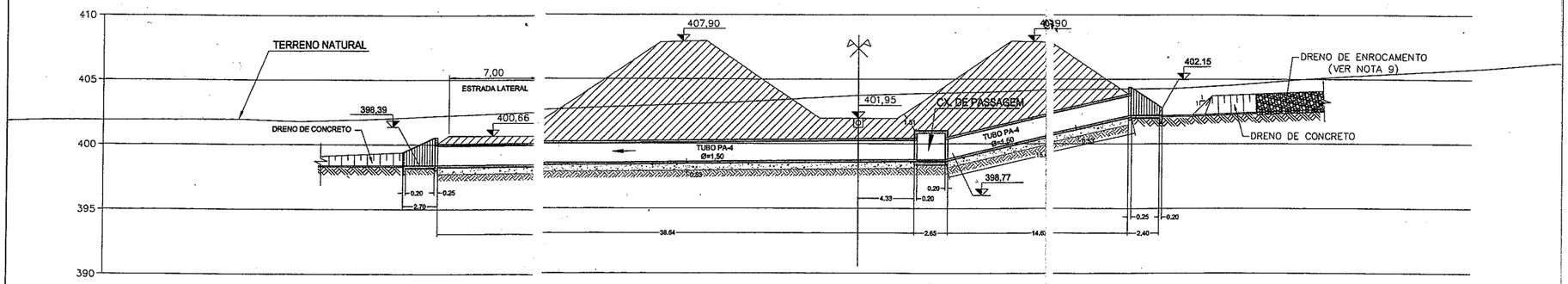
- Desenho do bueiro 1714-B-001_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 1.803 + 19,20
- Desenho do bueiro 1714-B-004_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 2.862 + 8,36
- Desenho do bueiro 1714-B-013_R2 com tubo de concreto PA4 estaca 3.073 + 4,00
- Desenho do bueiro 1714-B-016_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 3.122 + 6,40
- Desenho do bueiro 1714-B-018_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 3.141 + 8,50
- Desenho do bueiro 1714-B-021_R1 com tubo de concreto PA4 estaca 3.227 + 17,90

Atenciosamente,

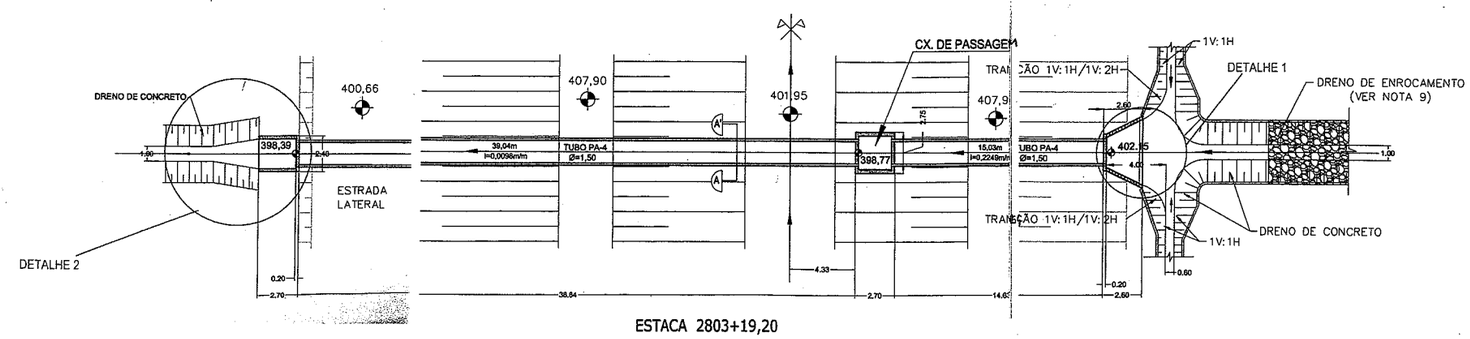
Cássio Vittori de Campos
Gerente de Engenharia

Anexo: Arquivo Digital dos Projetos

Recebido em: 12/11/09 10:00h
SUNDITECNICA

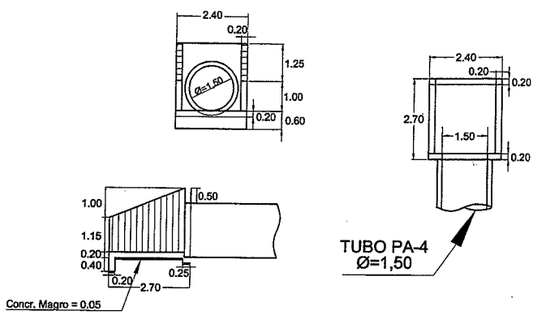


ESTACA 2803+19,20
PERFIL 1714-B-001_R1
ESC. 1:200

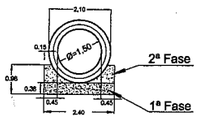


ESTACA 2803+19,20

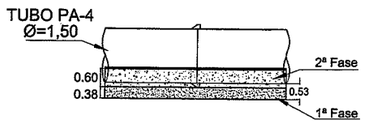
DETALHE 2



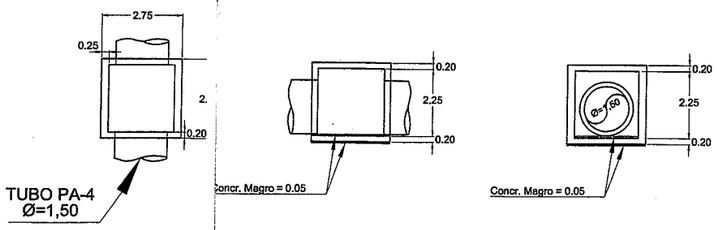
Corte A-A'



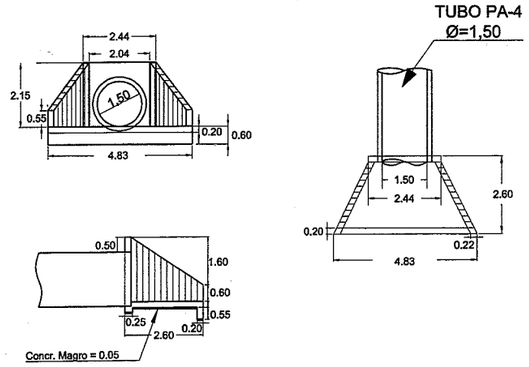
Concretagem do Berço



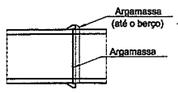
CAIXA DE PASSAGEM



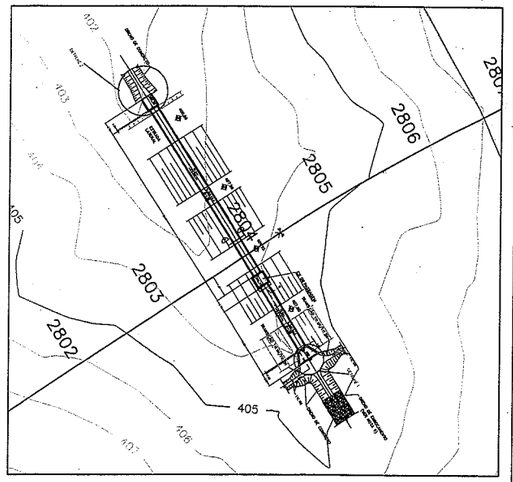
DETALHE 1



Detalhe do Rejuntamento dos Tubos
(Corte Longitudinal)



LOCALIZAÇÃO



DESENHOS DE REFERÊNCIA:

CCASF-DEP-1700-30-82-000 (Implant. Bueiro Boca Tipo C1)
CCASF-DEP-1700-30-82-001 (Implant. Bueiro Boca Tipo C2)
CCASF-DEP-1700-30-82-002 (Implant. Cx. Transição CT1 A CT5)
CCASF-DEP-1700-30-82-003 (Implant. Cx. Transição CT1 A CT5)

REVISÃO	DATA	DESCRIMINAÇÃO	EXECUÇÃO	VISTO
00		EMISSÃO INICIAL		

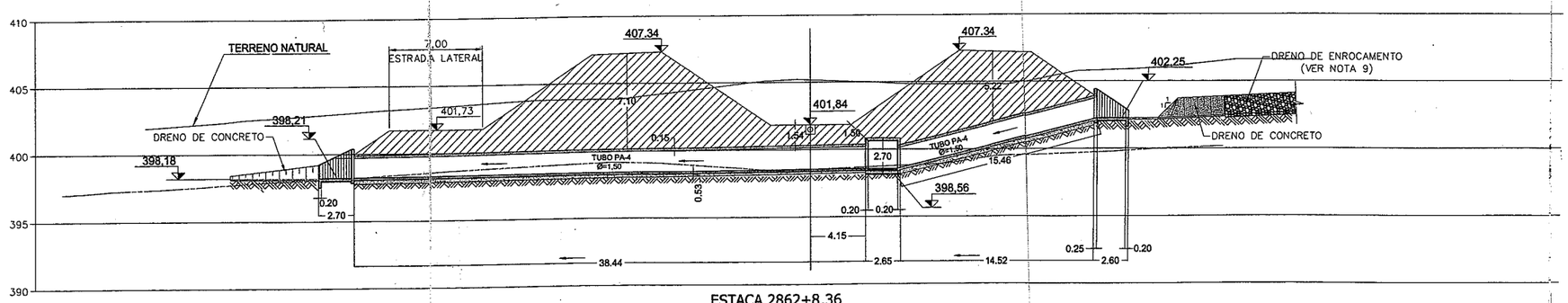
EXECUÇÃO: CONSÓRCIO CONSTRUTOR ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO
cec CONSTRUÇÃO engenharia · carioca CONSTRUÇÃO engenharia · SERVENGE · S.A. PAULISTA

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO
COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO
NORDESTE SETENTRIONAL

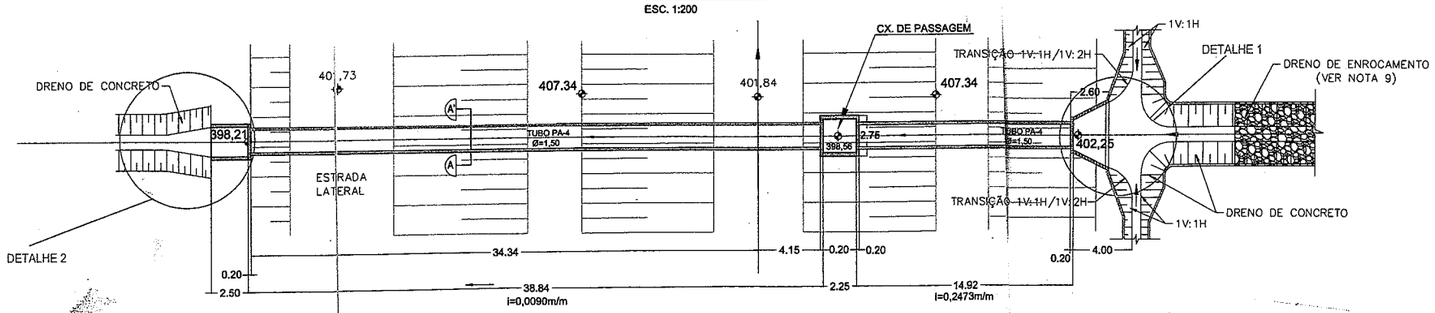
OBRA: EXECUÇÃO DAS OBRAS PARA IMPLANTAÇÃO DO LOTE 2
EIXO NORTE, CANAL CN-10 - EXECUÇÃO DE BUEIROS

DESENHO: DESENHO DO BUEIRO 1714-B-001_R1 COM TUBO DE CONCRETO PA-4
ESTACA 1803+19,20

DISCIPLINA:	ESCALA:	Nº FOLHA:
TOPOGRAFIA	INDICADAS	01/01
FORMATO: A1 (594,00 x 1026,00mm)	DATA: AGOSTO/2009	

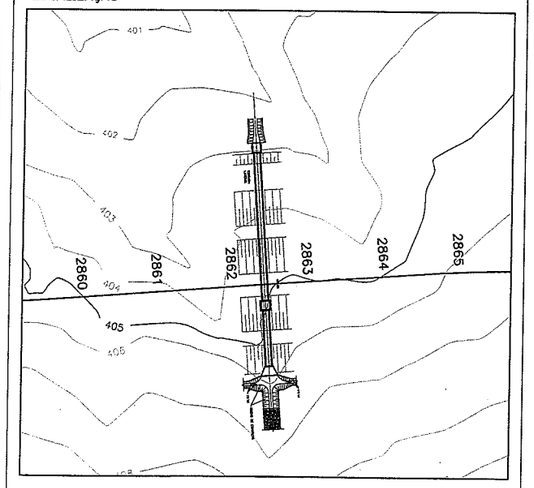


ESTACA 2862+8,36
PERFIL 1714-B-004_R1
ESC. 1:200



ESTACA 2862+8,36
PLANTA 1714-B-004_R1
ESC. 1:200

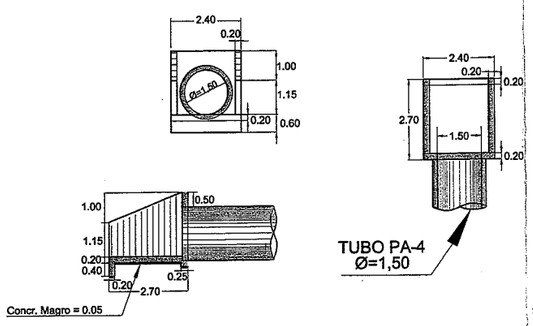
LOCALIZAÇÃO



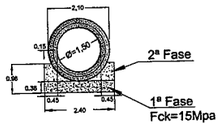
DESENHOS DE REFERÊNCIA:

CCASF-DEP-1700-30-82-000 (Implant. Bueiro Boca Tipo C1)
CCASF-DEP-1700-30-82-001 (Implant. Bueiro Boca Tipo C2)
CCASF-DEP-1700-30-82-002 (Implant. Cx. Transição CT1 A CT5)
CCASF-DEP-1700-30-82-003 (Implant. Cx. Transição CT1 A CT5)

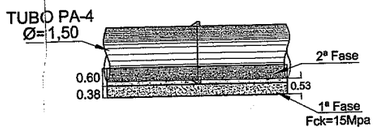
DETALHE 2



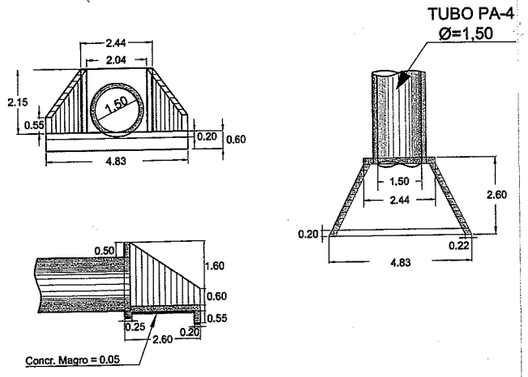
Corte A-A'



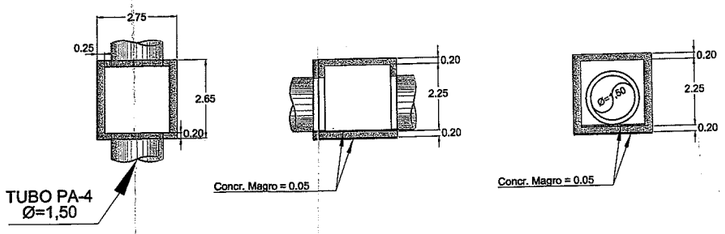
Concretagem do Berço



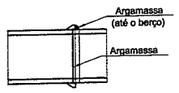
DETALHE 1



CAIXA DE PASSAGEM



Detalhe do Rejuntamento dos Tubos
(Corte Longitudinal)



REVISÃO	DATA	DESCRIMINAÇÃO	EXECUÇÃO	VISTO
00		EMISSÃO INICIAL		

EXECUÇÃO: CONSÓRCIO CONSTRUTOR ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO
carioca engenharia

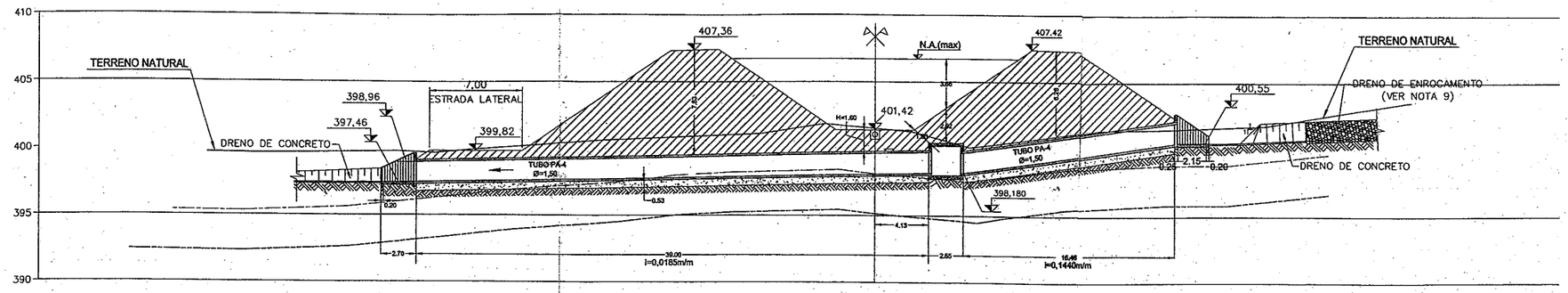
MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO
COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO
NORDESTE SETENTRIONAL

OBRA: EXECUÇÃO DAS OBRAS PARA IMPLANTAÇÃO DO LOTE 2
EIXO NORTE, CANAL CN-10 - EXECUÇÃO DE BUEIROS

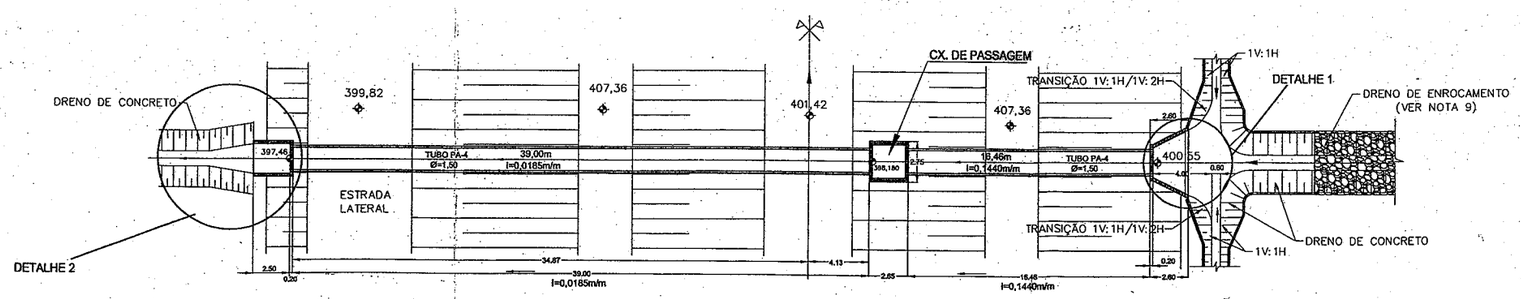
DESENHO: DESENHO DO BUEIRO 1714-B-004_R1 COM TUBO DE CONCRETO PA-4
ESTACA 2862+8,36

DISCIPLINA:	ESCALA:	Nº FOLHA:
TOPOGRAFIA	INDICADAS	01/01
FORMATO: A1 (594,00 x 1026,00mm)	DATA: JULHO/2009	

H(máxima) ATERRO = 5,00m x 1,8 = 900 Ton
H(media) ATERRO = 2,62m x 1,8 = 4,71 Ton
H(maxima) AGUA = 3,66m x 1,0 = 3,65 Ton
8,37 Ton < 9,00 Ton

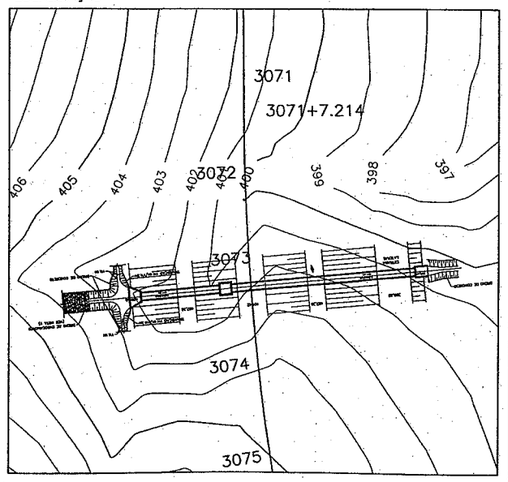


ESTACA 3073+4,00
PERFIL 1714-B-013_R2
ESC. 1:200



ESTACA 3073+4,00
PLANTA 1714-B-013_R2
ESC. 1:200

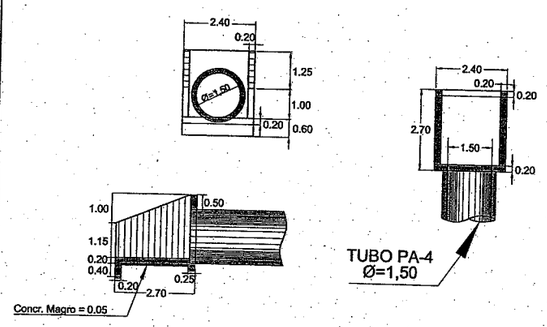
LOCALIZAÇÃO



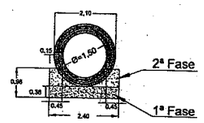
DESENHOS DE REFERÊNCIA:

CCASF-DEP-1700-30-82-000
CCASF-DEP-1700-30-82-001
CCASF-DEP-1700-30-82-002
CCASF-DEP-1700-30-82-003

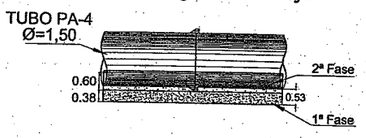
DETALHE 2



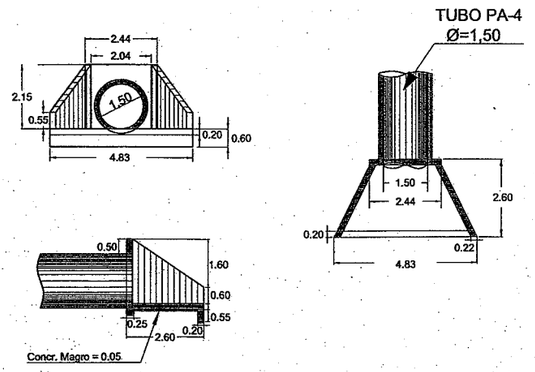
Corte A-A'



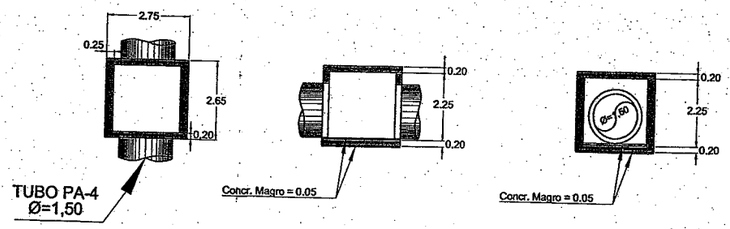
Concretagem do Berço



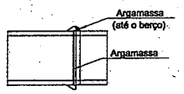
DETALHE 1



CAIXA DE PASSAGEM



Detalhe do Rejuntamento dos Tubos
(Corte Longitudinal)



REVISÃO	DATA	DESCRIMINAÇÃO	EXECUÇÃO	VISTO
00		EMISSÃO INICIAL		

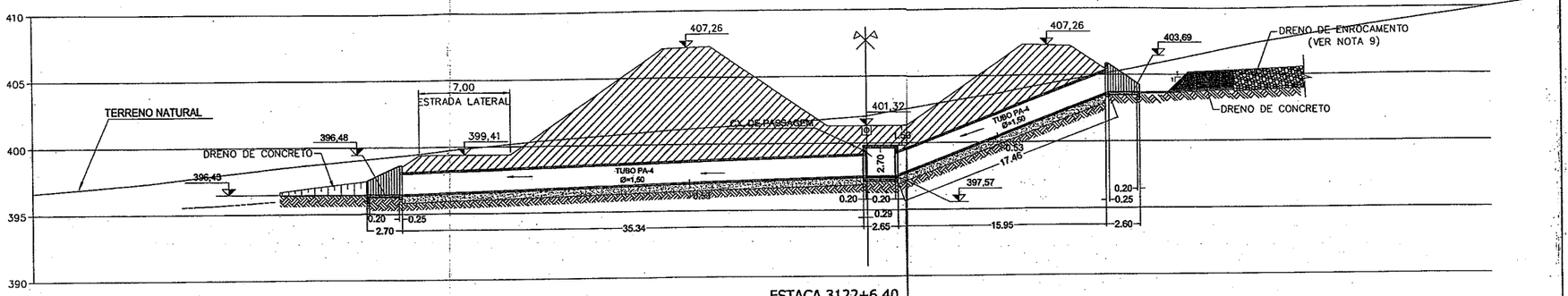
EXECUÇÃO:
CONSÓRCIO CONSTRUTOR ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO
carioca engenharia

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO
COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO
NORDESTE SETENTRIONAL

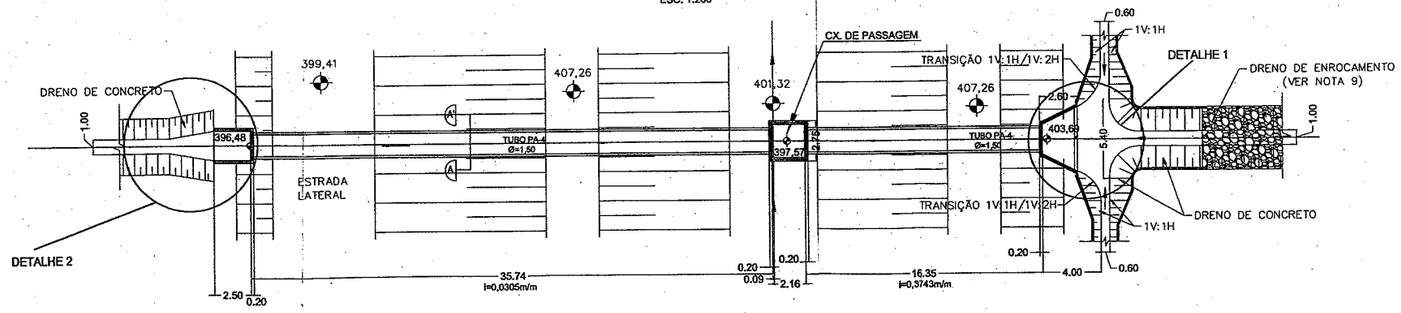
OBRA:
EXECUÇÃO DAS OBRAS PARA IMPLANTAÇÃO DO LOTE 2
EIXO NORTE, CANAL CN-10 - EXECUÇÃO DE BUEIROS

DESENHO:
DESENHO DO BUEIRO 1714-B-013_R2 COM TUBO DE CONCRETO PA-4
ESTACA 3073+4,00

DISCIPLINA:	ESCALA:	Nº FOLHA:
TOPOGRAFIA	INDICADAS	01/01
FORMATO: A1 (594,00 x 1026,00mm)	DATA: AGOSTO/2009	

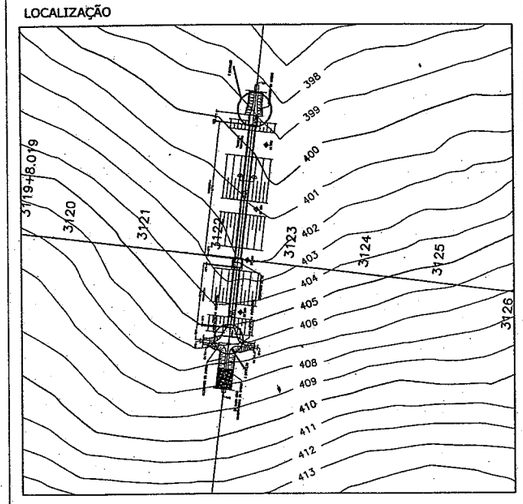


ESTACA 3122+6,40
PERFIL 1714-B-016_R1
ESC. 1:200

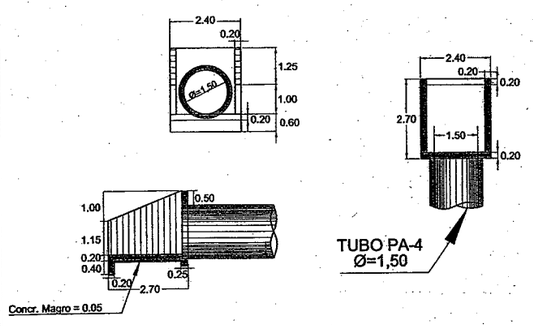


ESTACA 3122+6,40
PLANTA 1714-B-016_R1
ESC. 1:200

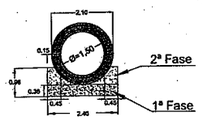
LOCALIZAÇÃO



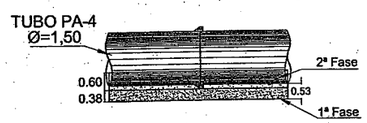
DETALHE 2



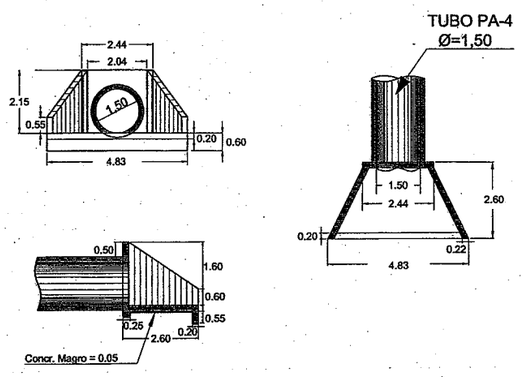
Corte A-A'



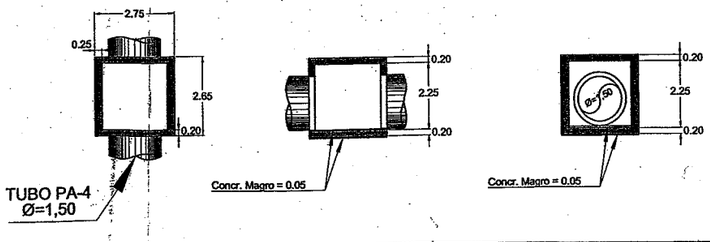
Concretagem do Berço



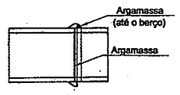
DETALHE 1



CAIXA DE PASSAGEM



Detalhe do Rejuntamento dos Tubos
(Corte Longitudinal)



DESENHOS DE REFERÊNCIA:

CCASF-DEP-1700-30-82-000
CCASF-DEP-1700-30-82-001
CCASF-DEP-1700-30-82-002
CCASF-DEP-1700-30-82-003

REVISÃO	DATA	DESCRIMINAÇÃO	EXECUÇÃO	VISTO
00		EMISSÃO INICIAL		

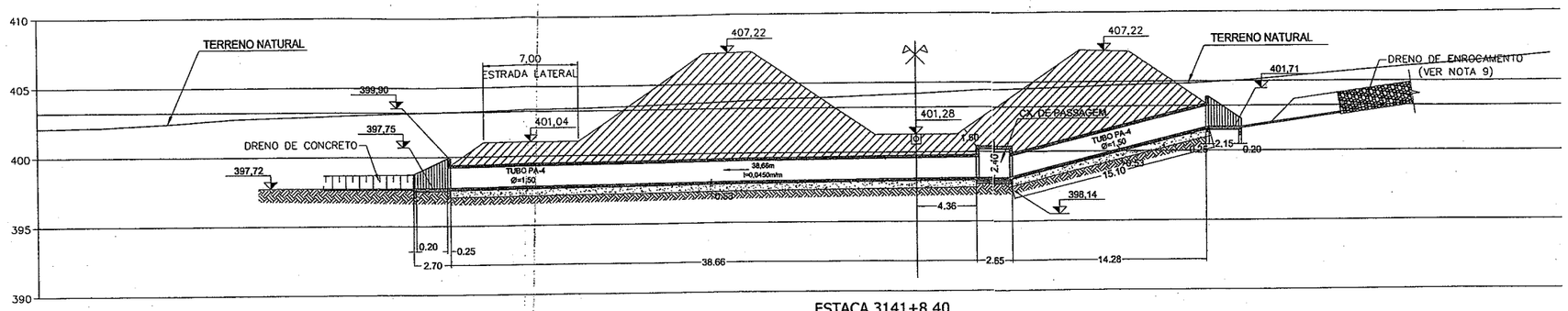
EXECUÇÃO: CONSÓRCIO CONSTRUTOR ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO
carioca engenharia

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO
COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO
NORDESTE SETENTRIONAL

OBRA: EXECUÇÃO DAS OBRAS PARA IMPLANTAÇÃO DO LOTE 2
EIXO NORTE, CANAL CN-10 - EXECUÇÃO DE BUEIROS

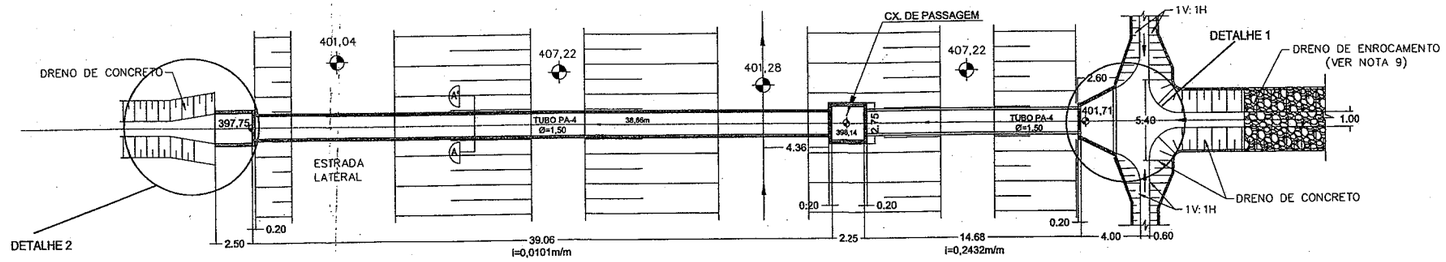
DESENHO: DESENHO DO BUEIRO 1714-B-016_R1 COM TUBO DE CONCRETO PA-4
ESTACA 3122+6,40

DISCIPLINA:	ESCALA:	Nº FOLHA:
TOPOGRAFIA	INDICADAS	01/01
FORMATO: A1 (594,00 x 1026,00mm)	DATA: AGOSTO/2009	



ESTACA 3141+8,40
PERFIL 1714-B-018_R1

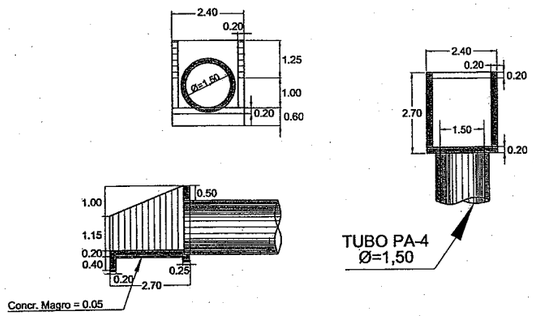
ESC. 1:200



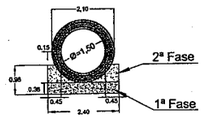
ESTACA 3141+8,40
PLANTA 1714-B-018_R1

ESC. 1:200

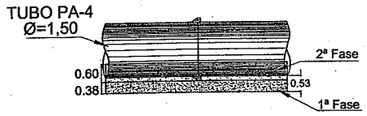
DETALHE 2



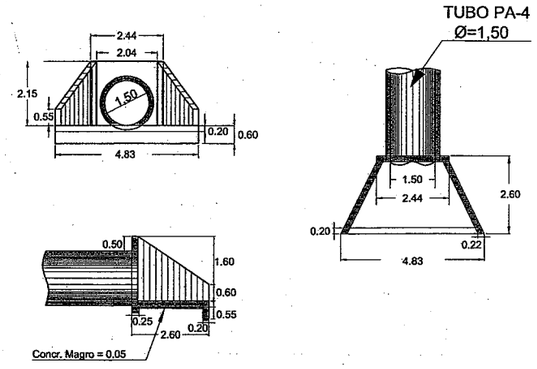
Corte A-A'



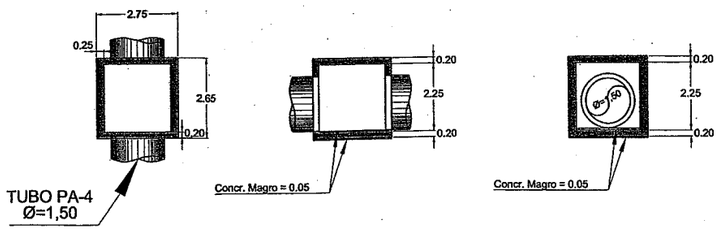
Concretagem do Berço



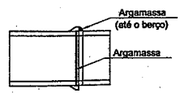
DETALHE 1



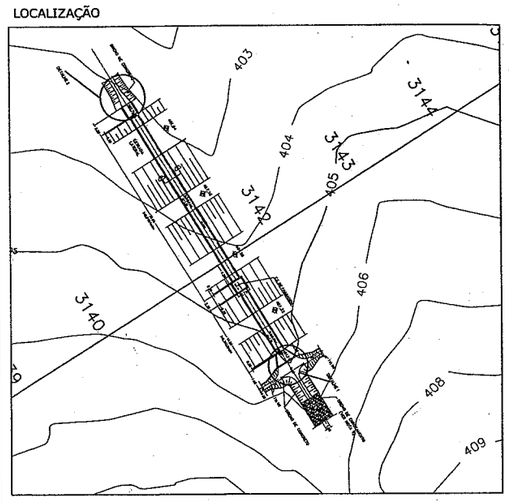
CAIXA DE PASSAGEM



Detalhe do Rejuntamento dos Tubos
(Corte Longitudinal)



LOCALIZAÇÃO



DESENHOS DE REFERÊNCIA:

CCASF-DEP-1700-30-82-000
CCASF-DEP-1700-30-82-001
CCASF-DEP-1700-30-82-002
CCASF-DEP-1700-30-82-003

REVISÃO	DATA	DESCRIMINAÇÃO	EXECUÇÃO	VISTO
00		EMISSÃO INICIAL		

EXECUÇÃO:

CONSÓRCIO CONSTRUTOR ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO

carioca engenharia

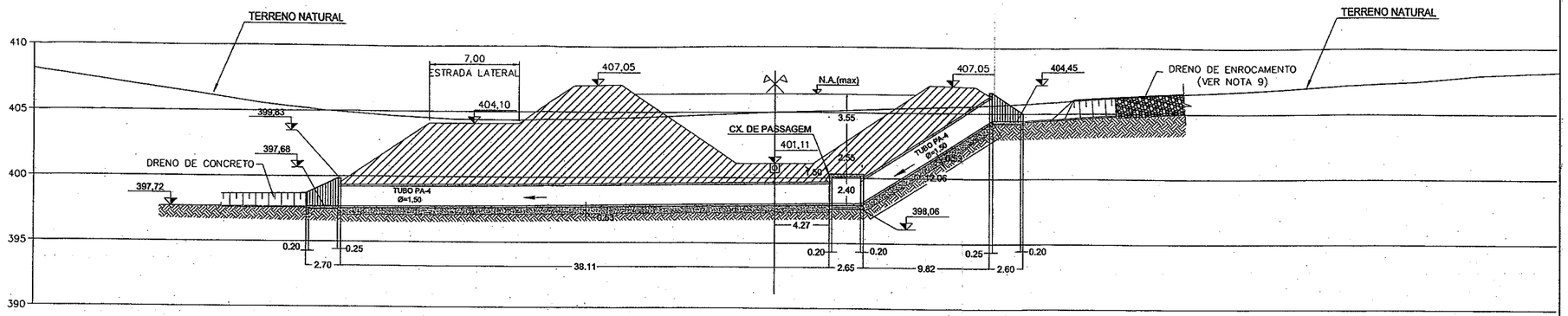
S.A. PAULISTA

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO
COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO
NORDESTE SETENTRIONAL

OBRA:
EXECUÇÃO DAS OBRAS PARA IMPLANTAÇÃO DO LOTE 2
EIXO NORTE, CANAL CN-10 - EXECUÇÃO DE BUEIROS

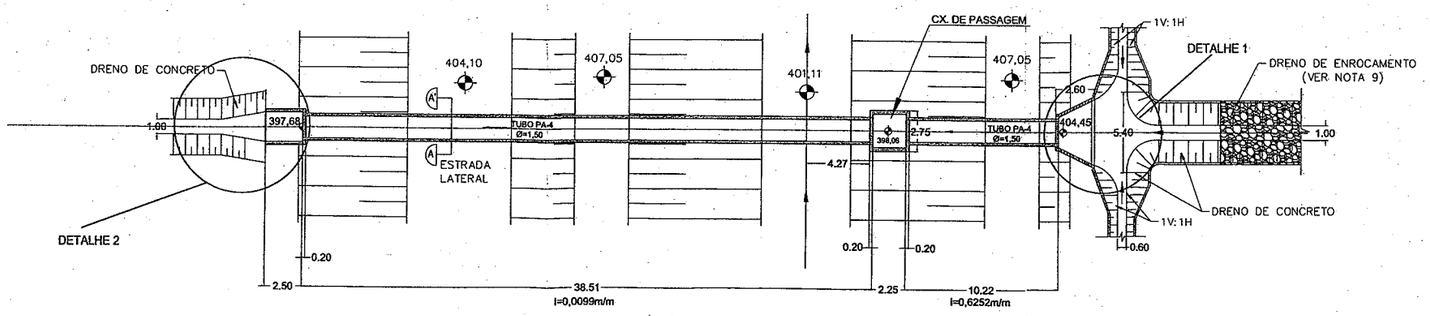
DESENHO:
DESENHO DO BUEIRO 1714-B-018_R1 COM TUBO DE CONCRETO PA-4
ESTACA 3141+8,50

DISCIPLINA:	ESCALA:	Nº FOLHA:
TOPOGRAFIA	INDICADAS	01/01
FORMATO: A1 (594,00 x 1026,00mm)	DATA: AGOSTO/2009	



ESTACA 3227+17,90
PERFIL 1714-B-021_R1

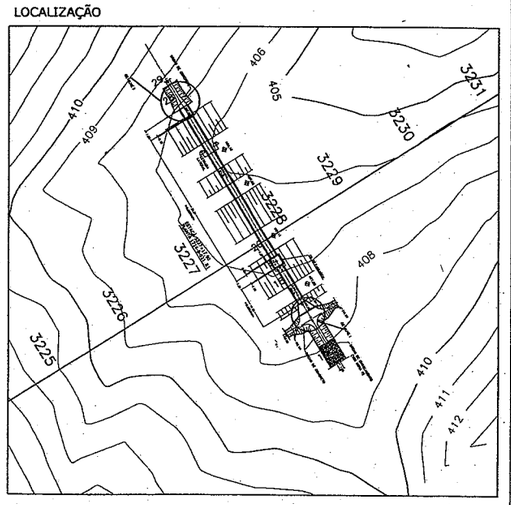
ESC. 1:200



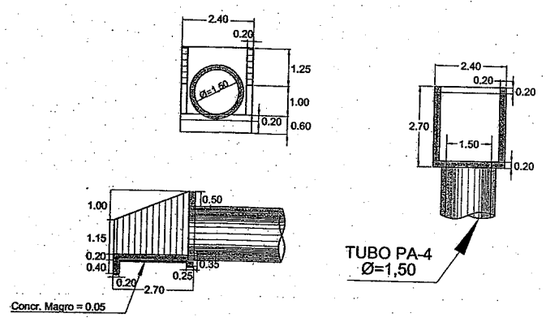
ESTACA 3227+17,90
PLANTA 1714-B-021_R1

ESC. 1:200

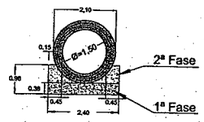
LOCALIZAÇÃO



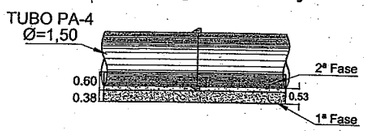
DETALHE 2



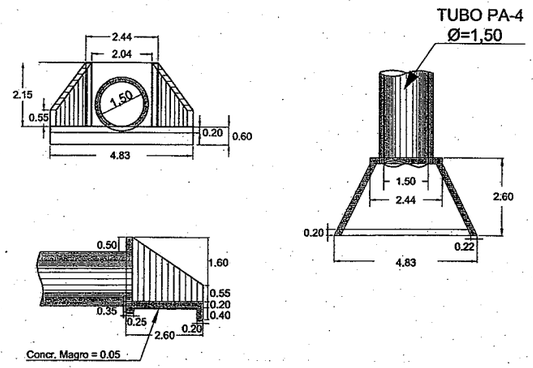
Corte A-A'



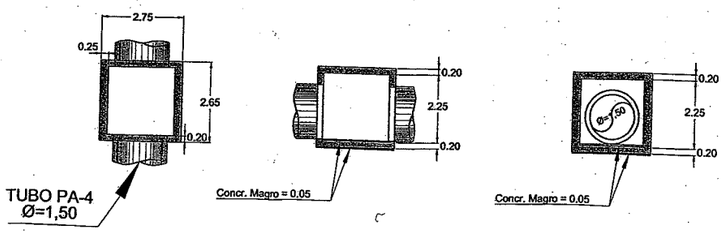
Concretagem do Berço



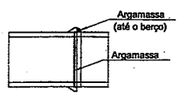
DETALHE 1



CAIXA DE PASSAGEM



Detalhe do Rejuntamento dos Tubos
(Corte Longitudinal)



DESENHOS DE REFERÊNCIA:

CCASF-DEP-1700-30-82-000
CCASF-DEP-1700-30-82-001
CCASF-DEP-1700-30-82-002
CCASF-DEP-1700-30-82-003

REVISÃO	DATA	DESCRIMINAÇÃO	EXECUÇÃO	VISTO
00		EMISSÃO INICIAL		

EXECUÇÃO:

CONSÓRCIO CONSTRUTOR ÁGUAS DO SÃO FRANCISCO
carioca engenharia

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO
COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO
NORDESTE SETENTRIONAL

OBRA:
EXECUÇÃO DAS OBRAS PARA IMPLANTAÇÃO DO LOTE 2
EIXO NORTE, CANAL CN-10 - EXECUÇÃO DE BUEIROS

DESENHO:
DESENHO DO BUEIRO 1714-B-021_R1 COM TUBO DE CONCRETO PA-4
ESTACA 3227+17,90

DISCIPLINA:	ESCALA:	Nº FOLHA:
TOPOGRAFIA	INDICADAS	01/01
FORMATO: A1 (594,00 x 1026,00mm)	DATA: AGOSTO/2009	

0	18/05/10	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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG		MSTC	DATA:	18/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	18/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL	DATA:	18/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	18/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 3
GEOTÊXTIL EMPREGADO NOS DRENOS DE FUNDO DO SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA DOS CANAIS

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0080** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-026**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

NOTA TÉCNICA – ATO OBRAS CIVIS – LOTE 3

GEOTÊXTIL EMPREGADO NOS DRENOS DE FUNDO DO SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA DOS CANAIS

885-MIN-ISF-NT-A0080
1210-NTC-1201-00-40-026
Rev. 0
Maio/2010

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETIVO

Conforme solicitado pela Supervisora, através da carta datada de 12/03/2010, e pela carta CTE4872 da Gerenciadora, com data de 01/04/2010; esta nota técnica tem por objetivo apresentar as especificações técnicas dos geotêxteis não tecidos empregados no envelopamento da brita e do tubo dreno, componentes do sistema de drenagem interna dos canais dos canais de adução do Lote 3, do Projeto de Integração do São Francisco (PISF).

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com a finalidade de evitar subpressões sob a camada de revestimento, ocasionadas pela percolação de água pelo maciço ou por eventuais danos na geomembrana, os segmentos de canal são dotados de um sistema de drenagem interna, composto por um sistema drenante nos taludes, conectados a um colchão drenante na base do canal, além da instalação de um tubo dreno para a coleta e condução da água.

A água captada por estes dispositivos é direcionada e escoada pelo tubo dreno, envolto por brita e uma manta de geotêxtil não tecido, instalado em uma trincheira escavada imediatamente abaixo do colchão drenante.

O geotêxtil não tecido tem como finalidade prover a separação dos materiais observados na região da trincheira escavada sob a base do canal, tais como: o solo, empregado na execução do maciço de aterro ou escavado; a areia, empregada na execução do colchão drenante; e a brita, empregada no preenchimento da trincheira e envolvimento do tubo dreno.

O detalhe típico da trincheira drenante pode ser observado na Figura 2.1.

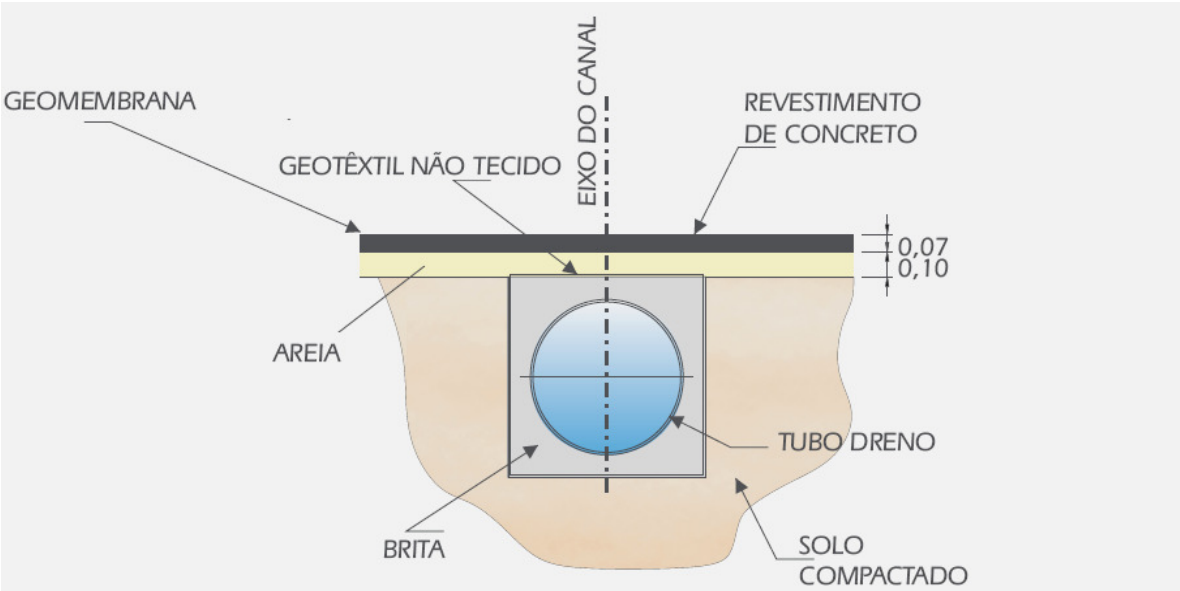


Figura 2.1 – Detalhe típico da trincheira drenante

3. CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS AO GEOTÊXTIL

O dimensionamento do geotêxtil está relacionado com a função que este material irá desempenhar na obra. De forma geral, o geotêxtil exerce uma ou duas funções principais, acompanhadas de uma ou duas funções complementares.

As funções principais são aquelas que justificam a existência do material na obra, como a função de filtro em uma trincheira drenante. As funções complementares são aquelas que o geotêxtil deve exercer para permitir que as funções principais sejam desempenhadas, como por exemplo, a função de separador em uma trincheira drenante.

Para o dimensionamento do geotêxtil, é feita uma classificação das propriedades de maior importância para a obra, e quais são os parâmetros que o material deve atender. Abaixo estão apresentadas as classificações de maior relevância para o dimensionamento do geotêxtil como elemento filtrante e como separador:

- ✓ Propriedades de aplicação: são aquelas derivadas diretamente das funções principais. Para o caso de um geotêxtil empregado em uma trincheira drenante, este deve atender aos critérios de retenção e permeabilidade;
- ✓ Propriedades de sobrevivência: são aquelas derivadas diretamente das funções secundárias, mas de curto prazo, apenas importantes durante a execução da obra. Para o caso de um geotêxtil empregado em uma trincheira drenante, este deve resistir ao puncionamento, durante o lançamento da brita, e à solicitação de tração, no envelopamento da brita no interior da cava;
- ✓ Propriedades de vida útil: são aquelas que, além das de aplicação, deverão perdurar durante toda a vida útil da obra. Para o geotêxtil empregado em uma trincheira drenante, este deve resistir durante sua vida útil ao puncionamento das pedras no contato com sua superfície, e a possíveis degradações do meio em que este será instalado.

3.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

A seguir são apresentadas as características requeridas ao geotêxtil não tecido, empregado no envelopamento do tubo dreno e da brita instalados sob a base do canal.

3.1.1 Critério de Retenção

O geotêxtil não tecido, como elemento de filtro e de separação, deve possuir características que permitam a retenção do material fino, restringindo o carreamento para o interior da trincheira.

Para condições permanentes de fluxo, foi adotado o critério de retenção proposto por Cristopher & Holtz (1985):

$$O_{95} \leq B \cdot d_{85}$$

Onde:

- ✓ O_{95}: abertura de filtração;
- ✓ B: coeficiente adimensional do solo;
- ✓ d_{85}: diâmetro das partículas do solo, correspondendo a 85% passando.

Para o caso analisado, o geotêxtil pode entrar em contato com diversos materiais, como o solo compactado da base, a areia e a brita do sistema de drenagem interna dos canais.

Para o critério de retenção, a condição critica é observada na separação do solo compactado presente no maciço de aterro e da brita que envolve o tubo dreno, do sistema de drenagem interna. Para tal, deve ser verificada a capacidade de retenção do solo compactado, restringindo a migração de finos para o interior da vala de drenagem.

A curva granulométrica do solo compactado representativo para o Lote 3, da região do reservatório Milagres, está apresentada na Figura 3.1.

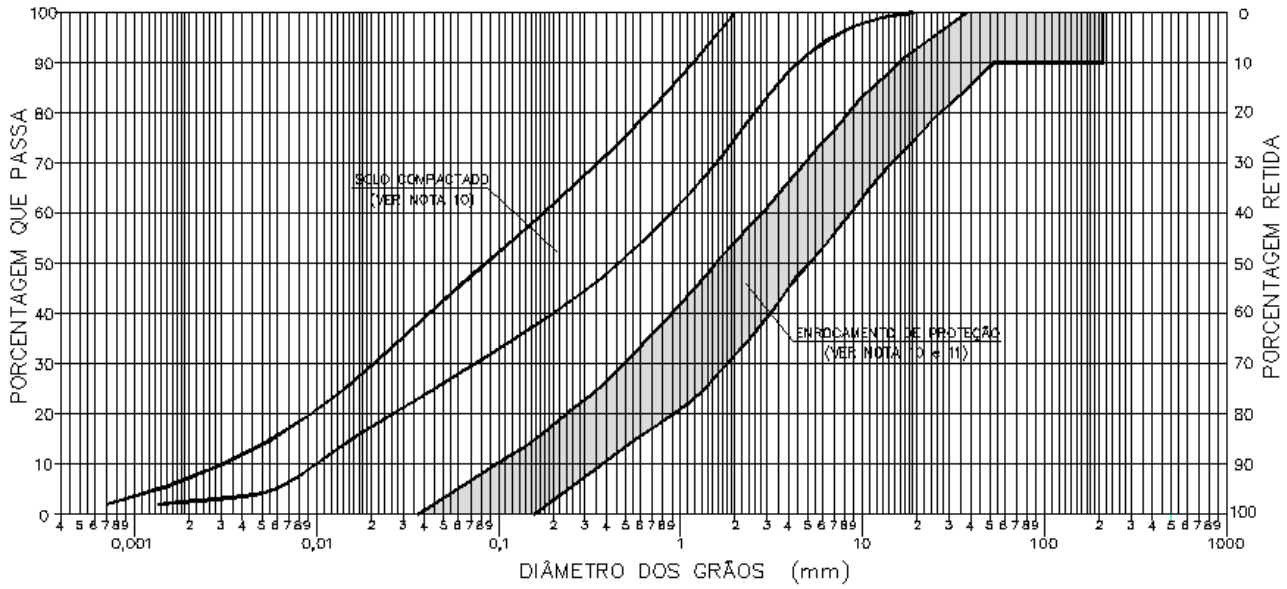


Figura 3.1 – Curva granulométrica dos materiais empregados na execução do maciço em aterro

O solo empregado na execução do maciço de aterro apresenta as seguintes características:

- ✓ solo com menos que 50% dos grãos menores que 0,075mm;
- ✓ d_{85}= 2,0 mm
- ✓ d_{60}= 0,4 mm
- ✓ d_{10}= 0,006 mm
- ✓ C_U=(d_{60}/ d_{10}) = 67

Para este caso ($C_U \geq 8$), em conformidade com o critério de Cristopher & Holtz (1985), é adotado um coeficiente adimensional do solo (B) de 1,0.

A seguir é determinada a abertura de filtração (O_{95}) do geotêxtil:

$$O_{95} \leq B \cdot d_{85}$$
$$O_{95} \leq 1,0 \cdot 2,0mm$$
$$O_{95} \leq 2,0mm$$

Portanto, o geotêxtil empregado deve possui abertura de filtração (O_{95}) inferior a 2,0 mm.

3.1.2 Critérios de Permeabilidade e Permissividade

O geotêxtil empregado no envelopamento do tubo dreno e da brita deve possuir permeabilidade no plano maior que a permeabilidade do material drenante adjacente. Neste caso é empregada para a execução do colchão drenante areia média lavada, que possui permeabilidade média de 10^{-4} cm/s.

Como critério para que o material atenda situações críticas e severas, o geotêxtil deve possuir a seguinte permeabilidade:

$$k_G \geq 10 \cdot k_{AREIA}$$
$$k_G \geq 10 \cdot 10^{-4} cm/s$$
$$k_G \geq 10^{-3} cm/s$$

Com relação aos critérios de permissividade, para solos com 15% e 50% das partículas menores que 0,075 mm, o geotêxtil deve possuir o seguinte valor de permissividade:

$$\Psi \geq 0,2\ s^{-1}$$

3.2 DIMENSIONAMENTO MECÂNICO

Para que o geotêxtil desempenhe as funções como elemento de filtro e de separação, o material deve estar isento de rasgos e perfurações. Para tal, este deve possuir resistência suficiente para suportar as solicitações de tração e puncionamento passíveis de ocorrência na obra.

A seguir são apresentados os cálculos para a definição das características mecânicas requeridas ao geotêxtil não tecido.

3.2.1 Resistência à Tração Localizada

Durante a etapa de envelopamento da brita e acomodação do material no interior do geotêxtil instalado na vala, o material pode estar suscetível a solicitações de tração. Os cálculos para determinar a tração requerida ao geotêxtil estão apresentados a seguir:

$$T_{req} = p'.d_v^2.\left[\frac{1}{4}\cdot\left(\frac{2y}{b}+\frac{b}{2y}\right)\right]$$

Onde:

- ✓ T_{req}: resistência à tração requerida;
- ✓ p': tensão vertical no geotêxtil;
- ✓ d_V: diâmetro do vazio;
- ✓ b: largura do vazio entre blocos;
- ✓ y: penetração do geotêxtil no vazio entre blocos.

O cálculo da pressão exercida sobre o geotêxtil pode ser observada a seguir:

$$p' = \text{água} + \text{concreto} + \text{areia} + \text{brita}$$
$$p' = (6,0\cdot 10) + (0,1\cdot 18) + (0,07\cdot 25) + (1,0\cdot 18)$$
$$p' = 60 + 1,8 + 1,75 + 18$$
$$p' = 81,55\text{kN} \Rightarrow 81550\text{N}$$

A determinação da resistência à tração requerida está apresentada a seguir:

$$T_{req} = 81550\cdot 0,02^2\cdot\left[\frac{1}{4}\cdot\left(2\cdot 0,8+\frac{1}{2\cdot 0,8}\right)\right]$$
$$T_{req} = 81550\cdot 0,02^2\cdot 0,56$$
$$T_{req} = 18,27N$$

Com o emprego de um fator de segurança contra a ruptura por tração localizada (FS_U) de 2,5 e um fator de redução para ruptura localizada obtido em ensaio (FR_{tl}) de 2,5, é determinada a tração requerida ao geotêxtil.

$$T_{ensaio} \geq T_{req}\cdot FS_U\cdot FR_{tl}$$
$$T_{ensaio} \geq 18,27\cdot 2,5\cdot 2,5$$
$$T_{ensaio} \geq 114,2\ N$$

Portanto, o geotêxtil deve apresentar resistência à tração localizada (ASTM D 4632 – Grab) superior a 114,2 N.

3.2.2 Resistência ao Puncionamento

O geotêxtil empregado na trincheira de drenagem entrará em contato com materiais pontiagudos, que podem ocasionar danos à superfície do elemento. Para tal é verificada a resistência do geotêxtil ao puncionamento, ocasionado pelas britas presentes no sistema de drenagem interna.

A resistência ao puncionamento do geotêxtil, empregado no sistema de drenagem interna dos canais, é obtida através da seguinte equação:

$$F_{req} = p'.d_a^2.S_1.S_2.S_3$$

Onde:

- ✓ F_{req}: força vertical a ser resistida;
- ✓ p': pressão exercida no geotêxtil;
- ✓ d_a: diâmetro do agregado;
- ✓ S_1:fator de protrusão (0,67);
- ✓ S_2: fator de ajuste do diâmetro (D_{ensaio}/D_{50}=0,75);
- ✓ S_3:fator de forma do agregado (angular=1,0).

A força vertical a ser resistida (F_{req}).

$$F_{req} = p'.d_a^2.S_1.S_2.S_3$$

$$F_{req} = 81550.(0,02)^2.0,67.0,75 \cdot 1,0$$

$$F_{req} = 16,4N$$

Aplicando-se um Fator de Segurança (FS) igual a 2,5 e um fator cumulativo (πRF) de 5,0, determina-se a resistência ao puncionamento requerida ao geotêxtil.

$$F_{ensaio} \geq F_{req} \cdot FS \cdot \Pi RF$$
$$F_{ensaio} \geq 16,4 \cdot 2,5 \cdot 5,0$$
$$F_{ensaio} \geq 205,0\ N$$

Portanto, o geotêxtil necessita de uma resistência ao puncionamento (ASTM D 4833 – Puncionamento estático) superior a 205,0 N.

3.3 CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

Para evitar possíveis degradações no meio em que o geotêxtil será instalado, que possam ocasionar redução do seu desempenho como elemento de filtro e de separação, este deve possuir resistência contra possíveis degradações biológicas (micro-organismos presentes no solo), químicas (possíveis sais presentes na água percolada) e térmicas (temperatura local), passíveis de ocorrência na obra.

4. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

4.1 PROCEDIMENTOS DE RECEBIMENTO

O CONSTRUTOR deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO os certificados de ensaios de qualidade de cada partida ou lote de geotêxtil a ser aplicada, pelo menos 30 dias antes do início da instalação do geotêxtil, bem como amostras do material que serão fornecidas, para serem ensaiadas por laboratório especializado, em acordo com as normas técnicas vigentes.

O Fabricante deverá fornecer o Certificado de Controle de Qualidade do material, com a quantidade de bobinas fornecidas com as respectivas identificações de cada bobina, contendo uma etiqueta, que além de identificar o produto com o número da bobina, indique suas principais características, como:

- ✓ Espessura, largura, comprimento e peso;
- ✓ Resultado dos ensaios do Controle de Qualidade, contendo espessura, resistência à tração e alongamentos, segundo as normas aplicáveis ao geotêxtil.

O descarregamento das bobinas na obra deve ser feito por equipamentos apropriados, permitindo o içamento e a movimentação segura, preservando a embalagem original, sem rasgá-la, e mantendo intacto o suporte central de papelão/plástico. O içamento deverá ser efetuado através de cintas de poliéster, tomando o cuidado para não estrangular as bobinas, com no mínimo dois pontos de sustentação, para evitar deformação da mesma. Não deverão ser utilizados cabos e/ou cintas metálicos.

Será feita a inspeção visual das bobinas recebidas, sem que as mesmas sejam desenroladas, a menos que se suspeite de danos ou defeitos no seu interior. O geotêxtil no exterior da bobina deve estar livre de perfurações, rasgos ou presença de materiais estranhos ao mesmo (solo, material de origem vegetal, etc).

4.2 PROCEDIMENTOS DE ARMAZENAGEM E TRANSPORTE

As bobinas devem ser armazenadas sobre tablados de madeira ou sobre um colchão de areia, para evitar o contato direto com o solo, sendo que a superfície deve ser plana, lisa e livre de pedras e materiais pontiagudos que possam danificar o material. Recomenda-se proteger as bobinas das intempéries (chuva e águas escoadas) e da ação dos raios solares, que podem

causar alterações irreversíveis no produto. Deve-se evitar o armazenamento próximo a agentes químicos e fontes de calor.

Quanto ao empilhamento, devem ser seguidas as recomendações do fabricante que acompanham o produto. Na falta destas recomendações é aconselhável o empilhamento em no máximo três níveis de bobinas (uma sobre o berço e duas acima).

Todas as precauções deverão ser tomadas para não danificar o geotêxtil quando de uma estocagem prolongada no canteiro de obras.

O CONSTRUTOR deverá:

- ✓ Dispor de uma área plana, de resistência suficiente para permitir a circulação de máquinas, desembaraçada de quaisquer materiais ou ferramentas;
- ✓ Colocar as extremidades do eixo das bobinas num suporte, de maneira que o peso da bobina não comprima a camada externa, em caso de bobina de peso elevado;
- ✓ Não sobrepor as bobinas em falso ou em camadas perpendiculares umas às outras;
- ✓ Manter a embalagem original intacta, sempre que possível, até o momento e local de utilização;
- ✓ Se o geotêxtil for estocado ao ar livre, cobrí-lo com lona preta de polietileno, para protegê-lo da ação dos raios U.V. e de eventual absorção de água;
- ✓ Em qualquer situação, o plano de apoio das bobinas de geotêxtil deve ser seco, livre de terra, óleo, solventes e enxurradas;
- ✓ Dispor os rolos de geotêxteis em posição horizontal e em lugar seco, ao abrigo do calor e chuva, já que alguns produtos podem sofrem um aumento de peso ao absorver água, e outros são sensíveis a solventes orgânicos. As superfícies e, particularmente, os bordos deverão ser protegidos para evitar qualquer degradação dos materiais.

Se porventura a estocagem foi imprópria, com exposição ao sol, enxurradas, solventes, etc, as primeiras voltas externas da bobina devem ser sacrificadas, aproveitando-se somente o material intacto.

Igualmente, durante o transporte e nas operações de carregamento e descarregamento, o CONSTRUTOR deverá tomar todas as precauções destinadas a evitar danos nas primeiras camadas de cada bobina.

4.3 PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO

O fornecedor deverá prestar assistência técnica na instalação da manta de geotêxtil, através de pessoal técnico especializado, apresentando garantia do material contra qualquer defeito de fabricação por um período de no mínimo 5 anos após a aplicação do produto.

Os serviços de preparação da superfície de apoio do geotêxtil deverão ter defasagem mínima da sua colocação, para evitar a deterioração do terreno, produzida pela chuva, vento, perda de umidade do solo e trânsito local.

Deve-se verificar se o geotêxtil disponível para a instalação na obra atende às especificações do projeto, particularmente no que se refere às características, natureza e granulometria dos materiais analisados.

O local onde será instalado o geotêxtil deverá estar isento de qualquer tipo de contaminação como lama, óleo, solventes, etc., sob risco de perda de eficiência filtrante e/ou resistência mecânica. Deverão ser removidos objetos perfurantes como grandes galhos, raízes de árvores, pedras de grande porte, arames, ferragens, etc., para evitar perfurações e rasgos.

Quando a instalação do geotêxtil sobre o solo base for feita na presença de água, parada ou em movimento, deve-se fazer um planejamento prévio para evitar o umedecimento e/ou saturação do material, que pode acarretar em aumento sensível de peso e dificultar sua instalação. Caso seja verificado grande volume de água na região de instalação, o material poderá boiar, fato este que pode dificultar o seu posicionamento sobre o solo base.

4.3.1 Planejamento da Instalação

O CONSTRUTOR deverá apresentar para aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO, um planejamento da instalação, de acordo com as instruções do Fabricante, contendo os seguintes itens:

- ✓ Número de equipes de instalação, número de funcionários por equipe e rendimento diário médio por equipe;
- ✓ Disposição das mantas, com indicação das direções, sentidos e ordem de instalação;
- ✓ Tipos de união das mantas adotados, com comprimento da sobreposição, direção e sentido da sobreposição, fixação da sobreposição e perda percentual de geotêxtil na sobreposição;
- ✓ Número de equipes de costura, com tipo de costura, tipo de máquina, tipo de linha, borda livre da costura, consumo unitário de linha e resistência mínima da costura;
- ✓ Procedimentos e detalhes construtivos de preparo do solo base, sobrelarguras, engastes, lançamento de materiais, cuidados com o transporte, estocagem e manuseio.

4.3.2 Abertura, Posicionamento e Instalação

O CONSTRUTOR conduzirá o desenrolamento ou o desdobramento do geotêxtil de maneira a permitir a boa execução das operações posteriores de emenda, cortes e reparos.

As bordas do geotêxtil devem ser rebatidas para fora da trincheira, com a sobreposição mínima de 20 cm sobre a lateral, e a parte superior deve ser selada rapidamente para prevenir o acesso de sujeira/enxurradas e proteger do tráfego de equipamentos /veículos.

Quando o lançamento e/ou espalhamento de agregados sobre o geotêxtil for feito com materiais com grãos maiores que 10 cm e/ou de alturas maiores que 2,00 m, deve-se forrar o geotêxtil com camada granular amortecedora, com grãos menores lançados de pequena altura.

Para o fechamento/envelopamento da brita no interior da trincheira envolvida com geotêxtil, deverá ser garantido um traspasse de uma aba sobre a outra de pelo menos 0,30 m.

4.3.3 Execução de Cortes e Reparos

Para os procedimentos de corte do material, podem ser empregados tesouras, estiletes ou facas.

Quando se verificar que o geotêxtil foi danificado por uma perfuração ou rasgo, deve-se cobrir a área afetada com um manchão do próprio material. Para os casos em que o geotêxtil está exercendo as funções de filtro, dreno ou proteção, o traspasse mínimo além da área afetada deve ser de 30 cm, em todas as faces. Quando o manchão for posicionado em planos inclinados ou verticais, recomenda-se costurá-lo manualmente no geotêxtil, evitando seu deslocamento.

4.3.4 Controle de Qualidade de Execução

Para garantir o bom desempenho do geotêxtil, atendendo às prescrições e especificações de projeto e ao cumprimento do plano de instalação, é necessário um acompanhamento e controle de execução que observe os seguintes pontos:

- ✓ Verificação das condições de preparo do solo base, de acordo com as especificações;
- ✓ Correta orientação e disposição das mantas;
- ✓ Boa execução das uniões: sentido, comprimento, bordas, costura, rendimento;
- ✓ Posicionamento das mantas quanto à ação do vento, água, veículos, comprimento de ancoragem;
- ✓ Integridade das mantas: vandalismo, roubo, circulação de veículos e equipamentos, ataques químicos e físicos, furos, rasgos, etc;
- ✓ Lançamento de materiais: características, natureza, granulometria, altura de queda, equipamento, sentido, direção, espessura da primeira camada, grau de compactação.
- ✓ Verificar se o geotêxtil especificado no projeto e corretamente adquirido é o que se encontra na obra disponível para a instalação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises acima descritas, o geotêxtil empregado no sistema de drenagem interna dos canais deve possuir as seguintes características:

- ✓ Abertura de Filtração (O_{95}) ≤ 2,0 mm;
- ✓ Permeabilidade planar (k_G) ≥ 10^{-3} cm/s;
- ✓ Permissividade (Ψ) ≥ 0,2 s^{-1};
- ✓ Resistência à tração localizada (ASTM D 4632) ≥ 114,0 N;
- ✓ Resistência ao puncionamento (ASTM D 4833) ≥ 205,0 N;
- ✓ Resistência à degradação biológica, química e térmica.
- ✓ Atender aos requisitos técnicos apresentados pelas normas vigentes de geossintéticos e/ou pelos valores de referência, apresentados por entidades qualificadas e idôneas.

Além destas características solicitadas ao geotêxtil, devem ser atendidos pelo Fornecedor e Construtor, os procedimentos descritos no item 4, do presente relatório. É de responsabilidade do Consórcio Construtor a reparação de quaisquer danos ou irregularidades, relativos aos procedimentos de instalação do geotêxtil e do sistema de drenagem interna que não sejam satisfatórios e que sejam apontados pela FISCALIZAÇÃO.

6. *REFERÊNCIAS*

Vertematti, J. C. (2004). "Manual Brasileiro de Geossintéticos". Editora Edgar Blücher Ltda. São Paulo-SP.

ANEXO I - CARTA CTE4872

Brasília, 1/4/2010

CTE4872

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)
Al. Tocantins, 125 - 4° andar - Ed. West Side - Alphaville
Barueri - SP
Cep.06455-020

Referência: Contrato n° 30/2007-MI - Lote A - Pacote 1210

Assunto: Especificações Técnicas de Manta Geotêxtil.

Prezado Senhor,

Pela presente, encaminhamos para sua análise as especificações técnicas da manta geotêxtil, material a ser utilizados na impermeabilização dos canais, apresentadas por fabricantes do referido material.

Solicitamos o posicionamento de V.Sas.

Sendo o que tínhamos para o momento,

Atenciosamente,

Eng. Carlos Rosa
Supervisor do Contrato
Projeto de Integração do Rio São Francisco
Consórcio Logos-Concremat²

Anexos:
Carta DF. 19/02/586 – MWH Brasil
Carta CL/405-CSF-L03/10-363 – Encalso Construções Ltda.

Fc/CR

MWH BRASIL

CONTRIBUINDO PARA UM MUNDO MELHOR

Salgueiro-PE, 12 de Março de 2010.
DF. 19/02/586

Ao
Consórcio LOGOS-CONCREMAT
Rua: João Veras de Siqueira, n.º 2113
Salgueiro - PE

Att.: **Gilmar Ferreira da Silva**
Supervisor de Contrato – Eixo Norte Lote 03

C.C. **José Luiz Godoy Vasconcellos**
Gestor de Contrato Eixo Norte Lote 03 do MI.
Renato Saraiva
Fiscal do MI (Campo)

Ref.: Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, Contrato Nº 15/2008 – MI, Pacote 1315 – Lote 03

Assunto: Especificações Técnicas de Manta Geotêxtil.

Prezado(s) Senhor(es),

Ao cumprimentá-lo cordialmente, estamos encaminhando oficio nº CL/405-CSF-L03/10/363 do consórcio ECAR, em que apresenta para análise e aprovação as especificações técnicas da manta geotêxtil, material para ser utilizado na impermeabilização do canal.

Diante do exposto a supervisora solicita que seja submetida à análise da projetista ENGECORPS, para que a mesma emita parecer definitivo sobre material apresentado pelo consórcio construtor ECAR.

Colocando-nos ao inteiro dispor para quaisquer informações adicionais julgadas necessárias, aproveitamos para reiterar protestos de elevada estima e consideração.

Sendo o que nos apresenta para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

MWH BRASIL

Judas Tadeu Braga
Engenheiro Residente

Consórcio Logos Concremat
Recebido em:
12/03/2010
Hora: 15:54
Lislene Barbosa
Lislene Daiana Barbosa dos Santos

Rua José de Magalhães, 198 Tel.: 55 11 5081-9900
Vila Clementino . 04026-090 Fax: 55 11 5081-9909
São Paulo . SP . Brasil
UMA EMPRESA DO GRUPO MONTGOMERY WATSON HARZA - MWH

Encalso Construções Ltda.

CL/405-CSF-L03/10/363

Salgueiro/PE, 08 de Março de 2010.

À
MWH Brasil
Av. Antônio Angelim, nº 580, 2º Andar; Sala 201
Centro Empresarial Gonzaga Patriota - Centro
Salgueiro - PE
CEP - 56.000-000

At.: Judas Tadeu Braga / Engenheiro Residente.

Ref: Contrato Administrativo 26/2008 – MI – Lote 03 – Pacote 1420.
Construção das Obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Assunto: **Especificações Técnicas de Manta Geotêxtil**

Prezado Senhor,

O Consórcio construtor, através desta correspondência, em atendimento ao item 9.9 – Fornecimento e Aplicação de Manta Geotêxtil, do Anexo IX – Especificações Técnicas de Obras Civis e Normas de Medição e Pagamento, apresenta para aprovação as Especificações Técnicas de Manta Geotêxtil, material a ser utilizado nas atividades que forem requeridos pelos projetos executivos.

A seguir estão descritos os possíveis fornecedores do referido material:

- Mexichem Bidim Ltda;
- Ober S.A. Indústria e Comércio;
- Etrúria Indústria de Fibras e Fios Sintéticos Ltda;
- Maccaferri do Brasil Ltda.

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

Atenciosamente,

MWH BRASIL
Recebido em: 08/03/10
Hora: 14:48
Ass. MARCOS

Marcelo de Souza Felizardo
Gerente de Obras
Consórcio Encalso – Convap – Arvek - Record

TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - LÍNEA GEOTEXTIL BIDIM ® RT

	PRODUCTO			RT 07	RT 08	RT 09	RT 10	RT 14	RT 16	RT 21	RT 26	RT 31
PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a tracción Grab	ASTM D 4632										
	Tracción a la rotura - L		N	425	520	680	750	960	1150	1550	1960	2350
	Elongación (mín.) - L		%	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	Tracción a la rotura - T		N	375	450	580	660	830	980	1320	1650	1980
	Elongación (mín.) - T		%	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	Resistencia a la tracción Faja Ancha	ABNT NBR 12824										
	Valor en la rotura - L		kN/m	7	8	9	10	14	16	21	26	31
	Elongación - L		%	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65
	Valor en la rotura - T		kN/m	6	7	8	9	12	14	19	23	27
	Elongación -T		%	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75
	Resistencia al Rasgado	ASTM D 4533										
	Valor en la rotura - L		N	190	220	270	300	370	440	560	680	800
	Valor en la rotura - T		N	180	200	240	270	350	400	520	640	750
	Punzonado	ASTM D 4833	N	245	280	340	380	465	550	700	850	1000
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	Permisividad	ASTM D 4491	s^{-1}	2,5	2,4	2,1	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9
	Flujo de agua		$l/s/m^2$	120	115	105	100	88	75	57	46	39
	Permeabilidad normal		cm/s	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$
	Apertura aparente - AOS (O_{95}) Máx.	ASTM D 4751	mm	0,26	0,25	0,24	0,23	0,21	0,19	0,16	0,14	0,13
	Mín.		mm	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06
PROPIEDADES FÍSICAS	Largo		m	200	200	200	200	150	150	150	150	100
	Ancho		m	2,15 - 4,30 - 4,60								
	Materia prima			100% poliéster - filamentos continuos								
	Punto de fusión			260° C								

L - Dirección longitudinal
T - Dirección transversal

Los valores mencionados son el promedio de ensayos hechos en diversos laboratorios y tienen carácter informativo. RGA Filtrowab se reserva el derecho de cambiar los valores sin previo aviso.

Bidim®
Mexichem

CERTIFICADO DE QUALIDADE MEXICHEM BIDIM

GEOTÊXTIL BIDIM RT-14

Por meio do presente documento, informamos que o geotêxtil nãotecido agulhado 100% poliéster sob a referência Bidim RT 14, possui as seguintes especificações:

PROPRIEDADES DO BIDIM RT-14

PROPRIEDADES MECÂNICAS	MÉTODO DO ENSAIO	UNIDADE	VALOR
Resistência à Tração Grab	ASTM D 4632		
Tração na ruptura - L		N	960
Alongamento (min.) - L		%	60
Tração na ruptura – T		N	830
Alongamento (min.) - T		%	70
Resistência à Tração – Faixa Larga	ABNT NBR 12824		
Valor na ruptura – L		KN/m	14
Alongamento - L		%	50 a 65
Valor na ruptura – T		KN/m	12
Alongamento - T		%	60 a 75
Rasgo Trapezoidal	ASTM D 4533		
Valor na ruptura - L		N	370
Valor na ruptura - T		N	350
Puncionamento	ASTM D 4833	N	465
Puncionamento CBR	ABNT NBR 13359	kN	2,6

Mexichem Bidim Ltda.
Rua Pedro Rachid, 801 • São José dos Campos • SP • Brasil • Cep: 12211-180
Tel. +55 12 3946-4600 • Fax. +55 12 3946-4673 • www.bidim.com.br

Bidim®
Mexichem

PROPRIEDADES HIDRÁULICAS	MÉTODO DO ENSAIO	UNIDADE	VALOR
Permissividade	ASTN D 4491	s^{-1}	1,8
Fluxo de água		$l/s/m^2$	88
Permeabilidade normal		cm/s	$3,5x10^{-1}$
Abertura aparente – AOS (O_{95})	ASTM D 4751		
Máximo		mm	0,21
Mínimo		mm	0,12

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS	UNIDADE	DIMENSÕES ESPECIFICADAS
Largura da Bobina	m	2,30 – 4,60
Comprimento da Bobina	m	150
PROPRIEDADES QUÍMICAS		
Tipo de Polímero	100% Poliéster – filamentos contínuos	
Ponto de Fusão	260 °C	

São José dos Campos, 15 de julho de 2009.

Eng. Msc. Fernando Hermann Wickert
Gerente Comercial
Mexichem Bidim

Mexichem Bidim Ltda.
Rua Pedro Rachid, 801 • São José dos Campos • SP • Brasil • Cep: 12211-180
Tel. +55 12 3946-4600 • Fax. +55 12 3946-4673 • www.bidim.com.br

Bidim®
Mexichem

FICHA TÉCNICA BIDIM® RT-16

Geotêxtil Nãotecido Agulhado de Filamentos Contínuos 100% Poliéster

Propriedades	Norma	Unidade	Bidim RT-16
Resistência a Tração (faixa larga) – Longitudinal	ABNT NBR	kN/m	16
Alongamento - Longitudinal	12824	%	60
Resistência a Tração (faixa larga) - Transversal		kN/m	14
Alongamento - Transversal		%	70
Resistência a Tração (Grab) – Longitudinal	ASTM D 4632	N	1010
Alongamento - Longitudinal		%	60
Resistência a Tração (Grab) - Transversal		N	950
Alongamento - Transversal		%	70
Resistência ao Rasgo Trapezoidal – Transversal	ASTM D 4533	N	370
Resistência ao Rasgo Trapezoidal – Longitudinal		N	340
Resistência ao Puncionamento CBR	NBR 13359	N	2800
Resistência ao Puncionamento	ASTM D 4833	N	600
Permeabilidade Normal	ASTM D 4491	cm/s	0,26
Permissividade	ASTM D 4491	s^{-1}	1,5
Fluxo de Água	ASTM D 4491	$l/s/m^2$	75
Abertura Aparente AOS (O_{95})	ISO 12956/99	mm	0,105
(O_{90})		mm	0,090
Abertura Aparente AOS	ASTM D 4751	mm	0,170
Ponto de Fusão (Poliéster)	ASTM D 276	°C	260

O GEOTÊXTIL, por se tratar de um material de construção com características e funções técnicas específicas deve ter sua indicação / utilização orientada através de projetos, que levem em consideração as particularidades de cada obra, e devem ser elaborados por profissionais habilitados. A Mexichem Bidim se reserva o direito de modificar o produto e especificações sem prévio aviso.

Departamento Técnico
Mexichem Bidim

Fevereiro 2009

Mexichem Bidim Ltda.
Rua Pedro Rachid, 801 • São José dos Campos • SP • Brasil • Cep: 12211-180
Tel. +55 12 3946-4600 • Fax. +55 12 3946-4673 • www.bidim.com.br

SOLUÇÕES PARA ENGENHARIA

O geotêxtil não-tecido GEOFORT é desenvolvido para atender as mais severas condições de aplicação, fabricado com fibras de alta tenacidade, por meio de extrusão própria, tanto em poliéster (PET) como em polipropileno (PP). Em seu processo de fabricação, as fibras dos geotêxteis são aditivadas para possuir uma maior resistência aos raios UV. Sua composição promove elevada resistência aos ataques químicos e biológicos, garantindo uma maior eficiência e durabilidade.

A Ober Geossintéticos possui certificação ISO 9001 em toda a sua linha de produtos, assegurando um criterioso controle de qualidade dos geotêxteis GEOFORT.

APLICAÇÕES

- Recapeamento Asfáltico
- Drenos Rodoviários
- Suporte de Carga
- Muros de Arrimo e Taludes Íngremes
- Proteção de Tubulações
- Aterros Sanitários
- Controle de Erosão
- Barragens

www.ober.com.br

Engenharia tratada com respeito

Especificações Técnicas

	Propriedades	Norma		Un	GF7/130	GF8/150	GF9/180	GF10/200	GF14/250	GF16/300	GF21/400	GF26/500	GF31/600
MECÂNICAS	Resistência à Tração em Faixa Larga	ABNT NBR 12824	T	kN/	7	8	9	10	14	16	21	26	31
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
			L	kN/	6	7	8	9	12	14	19	23	27
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
	Resistência ao Rasgo Trapezoidal	ASTM D 4533	T	N	160	200	240	260	300	340	540	720	770
			L	N	170	220	260	280	350	420	620	800	980
	Resistência Puncionamento - CBR	ABNT NBR 13359		kN	1,20	1,30	1,55	1,80	2,35	2,60	3,60	4,90	6,00
HIDRÁULICAS	Permissividade	ASTM D 4491		s^{-1}	2,35	2,1	1,85	1,77	1,48	1,31	1,02	0,87	0,74
	Permeabilidade Normal	ASTM D 4491		cm/s	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Transmissividade	ASTM D 4716		m^2/s	6,00E-06	7,00E-06	8,00E-06	9,00E-06	1,10E-05	1,20E-05	1,50E-05	1,80E-05	2,10E-05
	Abertura de Filtração (O95)	AFNOR G 38017		µm	160	150	140	130	120	110	80	70	60
FÍSICAS	Retenção de Asfalto	Task Force 25#8		l/m^2	1,3	1,5	1,8	2					
	Comprimento Bobina*			m	100								
	Largura Bobina*			m	2,15 E 4,30								
	Matéria Prima				100% Poliéster ou 100% Polipropileno								
	Ponto de Fusão				100% Poliéster - 260ºC / 100% Polipropileno - 165ºC								

Os valores apresentados representam uma média de ensaios realizados em diversos laboratórios e têm caráter indicativo. * Larguras e comprimentos especiais podem ser fabricadas mediante consulta. A OBER S.A. reserva o direito de alterar os valores apresentados sem prévio aviso.

Ober S.A. Indústria e Comércio
Av. Industrial Oscar Berggren, 572
13460-000 Distrito Industrial II
Nova Odessa SP
Pabx: 19 3466-9200
Fax: 19 3466-2131
Vendas: 19 3466-9222 / 3466-9244

Departamento Técnico
R. Herval, 438
03062-000 Belenzinho
São Paulo SP
Fone: 11 2790-3300
Fax: 11 2693-4701
E-mail: obergeossinteticos@ober.com.br

www.ober.com.br

Consulte nosso departamento de engenharia.

SISTEMAS DRENANTES

Devido a sua alta permeabilidade e boa capacidade de retenção de sólidos, o geotêxtil GEOFORT pode ser utilizado como filtro em trincheiras ou colchões drenantes, tanto para rebaixamento do lençol freático, como para eliminação de acúmulos superficiais, podendo substituir com grandes vantagens os filtros de transição granulométrica.

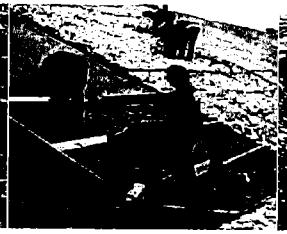
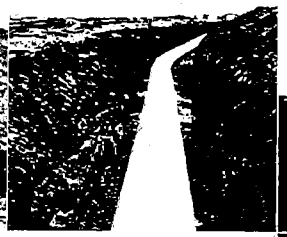
ATERROS SANITÁRIOS

Em aterros sanitários, os geotêxteis GEOFORT podem ser utilizados como proteção mecânica de sistemas de impermeabilização, evitando que irregularidades da fundação, do solo de cobertura e do lançamento de camadas drenantes danifiquem as geomembranas. Além disso, podem ser utilizados como filtros em trincheiras e colchões drenantes de líquidos e gases.

SEPARAÇÃO DE SOLOS ESTABILIZAÇÃO DE SUB-LEITOS

Em obras rodoviárias, o geotêxtil GEOFORT pode ser utilizado como elemento de separação de solos e estabilização de sub-leito, devido a uma combinação de suas propriedades mecânicas e hidráulicas. A sua utilização minimiza recalques diferenciais e aumenta a capacidade de carga do solo de fundação, além de evitar a mistura entre solos com diferentes granulometria.




MUROS DE ARRIMO TALUDES ÍNGREMES

A utilização do geotêxtil GEOFORT em um maciço de solo compactado tem como objetivo o aumento da resistência e a diminuição da compressibilidade do sistema. Além do aspecto técnico, o uso do geotêxtil GEOFORT se justifica em vista da facilidade de aplicação, rapidez de construção e redução significativa de custos.

RECAPEAMENTO ASFÁLTICO

No processo de restauração de pavimentos asfálticos, o geotêxtil GEOFORT, quando aplicado entre a camada antiga e a nova capa asfáltica, retarda a propagação das trincas pela criação de uma camada de reforço, impermeável, que absorve tensões e impede a infiltração, prolongando a vida útil do novo pavimento.

OUTRAS APLICAÇÕES:

- [illegible] diques contínuos
- [illegible] de contenção ou sistema de [illegible]
- [illegible] *[illegible]*
- [illegible] para gabiões
- [illegible] e reforço [illegible]
- [illegible]
- [illegible] enrocados *(Rockfill)*
- [illegible]

RELATÓRIO DE ENSAIOS

Interessado: ETRÚRIA Indústria de Fibras e Fios Sintéticos Ltda.

Objetivo: Análise de geotêxtil não tecido.

maio de 2007

TREND Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
Parque de Alta Tecnologia de São Carlos
Rua Alfredo Lopes, nº 1717, Sala E1, Vila Elizabeth, São Carlos-SP - CEP:13560-460
fone: (16) 3362-6299 – trend@parqtec.com.br

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 150g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	150 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	161
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	1,65
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		6,77
	%		62,45
Transversal	kN/m		5,61
	%		81,05
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		169,30
Transversal	N		172,20
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	0,93
Deslocamento	mm		52,37
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		355,40
	%		72,39
Transversal	N		333,70
	%		93,88
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	0,91
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	2,90
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	3,97E-06
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	132

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 180g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	180 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	219
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	1,97
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		8,06
	%		60,34
Transversal	kN/m		7,93
	%		85,93
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		204,60
Transversal	N		225,90
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	1,21
Deslocamento	mm		51,17
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		436,10
	%		75,04
Transversal	N		404,10
	%		93,48
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,06
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	2,40
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	271

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 200g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	200 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	228
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	2,04
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		8,79
	%		63,80
Transversal	kN/m		8,33
	%		83,95
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		252,50
Transversal	N		230,40
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	1,30
Deslocamento	mm		53,25
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		473,40
	%		75,45
Transversal	N		440,60
	%		99,67
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,06
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	1,51
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	125

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 250g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	250 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	275
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	2,28
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		8,99
	%		73,04
Transversal	kN/m		11,20
	%		79,63
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		311,30
Transversal	N		253,70
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	1,49
Deslocamento	mm		55,27
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		581,50
	%		87,74
Transversal	N		656,70
	%		96,82
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,32
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	1,45
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	86

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 300g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	300 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	340
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	2,59
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		10,35
	%		71,34
Transversal	kN/m		13,62
	%		81,60
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		292,10
Transversal	N		395,80
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	2,00
Deslocamento	mm		58,02
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		*658,60*
	%		87,05
Transversal	N		735,50
	%		92,63
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,65
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	1,34
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	85

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 400g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	400 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	396
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	2,86
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		14,98
	%		71,48
Transversal	kN/m		16,15
	%		79,67
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		455,60
Transversal	N		427,90
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	2,46
Deslocamento	mm		58,58
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		917,50
	%		82,83
Transversal	N		937,40
	%		96,69
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,98
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	0,95
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	72

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 600g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	600 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	620
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	3,90
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		22,58
	%		70,58
Transversal	kN/m		23,47
	%		77,76
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		653,70
Transversal	N		570,30
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	3,73
Deslocamento	mm		60,73
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		1314,00
	%		84,58
Transversal	N		1410,00
	%		94,22
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	3,10
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	0,74
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	233

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 300g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	300 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	340
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	2,59
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		10,35
	%		71,34
Transversal	kN/m		13,62
	%		81,60
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		292,10
Transversal	N		395,80
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	2,00
Deslocamento	mm		58,02
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		658,60
	%		87,05
Transversal	N		735,50
	%		92,63
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,65
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	1,34
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	85

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 400g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	400 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	396
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	2,86
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		14,98
	%		71,48
Transversal	kN/m		16,15
	%		79,67
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		455,60
Transversal	N		427,90
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	2,46
Deslocamento	mm		58,58
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		917,50
	%		82,83
Transversal	N		937,40
	%		96,69
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,98
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	0,95
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	72

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 600g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	600 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	620
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	3,90
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		22,58
	%		70,58
Transversal	kN/m		23,47
	%		77,76
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		653,70
Transversal	N		570,30
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	3,73
Deslocamento	mm		60,73
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		1314,00
	%		84,58
Transversal	N		1410,00
	%		94,22
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	3,10
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	0,74
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	233

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

MacTex®

Geotêxtil Não-Tecido em Poliéster

Características técnicas

MacTex® é um geotêxtil agulhado produzido com fios de poliéster.

Propriedades mecânicas			130	150	180	200	250	270	300	400	500	600
Resist. longitudinal à tração (Faixa Larga)	kN/m	ABNT NBR 12824	7	8	9	10	14	14	16	21	26	31
Along. longitudinal (Faixa Larga)	%	ABNT NBR 12824	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65
Resist. transversal à tração (Faixa Larga)	kN/m	ABNT NBR 12824	6	7	8	9	12	12	14	19	23	27
Alongamento transversal (Faixa Larga)	%	ABNT NBR 12824	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75
Resist. longitudinal à tração (Grab Test)	N	ASTM D 4632	425	520	680	750	960	1000	1150	1550	1960	2350
Alongamento longitudinal (Grab Test)	%	ASTM D 4632	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60
Resist. transversal à tração (Grab Test)	N	ASTM D 4632	375	450	580	660	830	850	980	1320	1650	1980
Alongamento transversal (Grab Test)	%	ASTM D 4632	>70	>70	> 70	> 70	> 70	> 70	> 70	> 70	> 70	> 70
Resistência ao puncionamento	N	ASTM D 4833	245	280	340	380	465	480	550	700	850	1000
Resistência ao puncionamento – CBR	kN	ABNT NBR 13359	1,1	1,3	1,7	2,0	2,6	2,6	3,1	4,1	5,1	6,0
Resist. longitudinal ao rasgo trapezoidal	N	ASTM D 4533	190	220	270	300	370	375	440	560	680	800
Resist. transversal ao rasgo trapezoidal	N	ASTM D 4533	180	200	240	270	350	355	400	520	640	750
Resistência ao estouro	MPa	ASTM D 3786	1,0	1,2	1,5	1,7	2,2	2.2	2,6	3,4	4,2	5,0

Propriedades hidráulicas			130	150	180	200	250	270	300	400	500	600
Permeabilidade normal	cm/s	ASTM D 4491	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	2,5	2,4	2,1	2,0	1,8	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9
Permeabilidade planar	cm/s	pressão 20 kPa	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Transmissividade	cm^2/s	ASTM D 4716	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11	0,12	0,15	0,18	0,21
Fluxo de água	$l/s/m^2$	ASTM D 4491	120	115	105	100	88	88	75	57	46	39
Abertura aparente mínima de filtração	mm	ASTM D 4751	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06
Abertura aparente máxima de filtração	mm	ASTM D 4751	0,26	0,25	0,24	0,23	0,21	0,21	0,19	0,16	0,14	0,13

Propriedades físicas			130	150	180	200	250	270	300	400	500	600
Gramatura mínima	g/m^2	ABNT NBR 12563 ASTM D 5261	130	150	180	200	250	270	300	400	500	600
Espessura nominal	mm	ABNT NBR 12569 ASTM D 5199	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,1	2,3	3,0	3,5	4,1
Retenção de asfalto	l/m^2	Task Force 25 #8	1,3	1,5	1,8	2,0	-	-	-	-	-	-

Apresentação do rolo		130	150	180	200	250	270	300	400	500	600
Comprimentos	m	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Largura	m	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60

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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG		MSTC	DATA:	24/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	24/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL	DATA:	24/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	24/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 4
GEOMEMBRANAS EMPREGADAS NO REVESTIMENTO DOS CANAIS DE ADUÇÃO

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0081** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-027**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

NOTA TÉCNICA – ATO – LOTE 4

GEOMEMBRANAS EMPREGADAS NO REVESTIMENTO DOS CANAIS DE ADUÇÃO

885-MIN-ISF-NT-A0081
1210-NTC-1201-00-40-027
Rev. 0
Maio/2010

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETIVO

Conforme solicitado pela Supervisora, através da carta datada de 06/05/10, e pela carta CTE5228 da Gerenciadora, com data de 19/05/2010, esta nota técnica tem por objetivo apresentar as especificações técnicas das geomembranas empregadas no revestimento dos canais de adução do Lote 4, do Projeto de Integração do São Francisco (PISF).

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As geomembranas são materiais poliméricos de baixíssima permeabilidade, empregadas no revestimento dos canais de adução do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF). Conforme descrito no "Anexo IX – Especificações Técnicas de Obras Civis e Normas de Medição e Pagamento", da etapa de Projeto Básico, podem ser empregadas no revestimento dos canais, geomembranas de policloreto de vinila (PVC), sendo esta acoplada a um geotêxtil não tecido em uma das faces, ou geomembranas de polietileno de alta densidade (PEAD), sendo esta texturizada em ambas as faces.

Para a opção com geomembrana de PVC acoplada a um geotêxtil não tecido em uma das faces, esta deverá se constituir de mantas de PVC, com espessura mínima de 1mm, acoplada a um geotêxtil não tecido, com gramatura mínima de 150 g/m^2. Este geotêxtil deve ser posicionado entre a geomembrana e a camada de concreto, para evitar o deslizamento do concreto sobre a superfície da geomembrana.

Para a alternativa com geomembrana de PEAD, esta deverá apresentar espessura mínima de 1mm e ser texturizada nas duas faces, garantindo atrito na interface geomembrana-solo e na interface com o revestimento de concreto. As faces texturizadas devem ser obtidas durante o processo de fabricação de modo a não ser possível sua remoção por absorção química de produtos ou por abrasão.

Previamente à instalação da geomembrana, com o intuito de restringir a ocorrência de danos mecânicos que possam comprometer a integridade da manta, deve ser executada a regularização dos taludes com solo-cimento, nos trechos em que é verificado predomínio de solo e/ou saprolito, ou com concreto poroso, para os trechos em que é verificado predomínio de rocha nos taludes hidráulicos.

Para a proteção mecânica da geomembrana, deve ser aplicado sobre sua superfície uma camada de concreto, com espessura de 5 cm nos taludes e 7 cm na base. Neste concreto são agregadas fibras sintéticas de polipropileno ou náilon ("crack-stop"), a fim de evitar fissuramentos devidos às variações de temperatura, visto que os canais estarão, parcialmente cheios ao longo de sua operação.

3. CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS À GEOMEMBRANA

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Como característica básica, para o revestimento dos canais pode ser empregada uma manta polimérica, com espessura mínima de 1,0 mm.

Para o caso das geomembranas de PVC acopladas a um geotêxtil não tecido em uma das faces, as geomembranas, devem possuir espessura mínima de 1,0 mm isoladas, ou seja, não é considerado o incremento de espessura devido ao acoplamento de uma manta geotêxtil em uma das faces. Este geotêxtil não tecido acoplado deve possuir gramatura mínima de 150 g/m^2. Em função de sua composição, as geomembranas de PVC possuem densidade que varia de 1,20 a 1,34 g/cm^3.

As geomembranas de PEAD texturizadas em ambas as faces devem possuir espessura mínima de 1,0 mm, desconsiderando o incremento na espessura devido à presença das protuberâncias e/ou saliências em sua superfície, que por sua vez tem como finalidade aumentar o atrito de interface da manta. As geomembranas de PEAD possuem densidade média de 0,94 g/cm^3

Com relação à composição dos produtos (percentagem do polímero base e aditivos), as geomembranas empregadas no revestimento dos canais devem atender aos critérios das normas vigentes no país e/ou tabelas de referências, como as especificações apresentadas pelo PVC Geomembrane Institute, através da PGI-1104, para geomembranas de PVC, e pelo Geosynthetics Research Institute, através da GRI-GM13, para geomembranas de PEAD.

3.2 CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

Durante a etapa de instalação e operação, as geomembranas podem ser submetidas a solicitações mecânicas, devidas a esforços de tração e puncionamento.

Com o intuito de minimizar danos em sua superfície, previamente à instalação da geomembrana, deverá ser realizada a regularização da superfície dos taludes e do fundo, removendo quaisquer protuberâncias ou irregularidades que possam danificá-la, comprometendo seu desempenho como barreira hidráulica. Após a instalação da geomembrana, deve ser executada uma camada de proteção com concreto, sendo restringido o trânsito de pessoas e de maquinários sobre a manta neste intervalo, permitindo-se somente aqueles referentes aos serviços indispensáveis, sendo adotadas medidas que evitem quaisquer danos à superfície da geomembrana.

Durante a etapa de instalação e execução do revestimento em concreto, a geomembrana estará submetida a esforços de tração, na região superior do talude. No Anexo I estão apresentados os cálculos para determinação da resistência à tração, requerida à geomembrana.

Com base nestes cálculos, é necessária à geomembrana empregada no revestimento dos canais, uma resistência à tração mínima de 12,74 kN/m.

3.3 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

As geomembranas são materiais de baixíssima permeabilidade, empregadas como barreira para controle e desvio de fluxo. Quando estes materiais apresentam-se íntegros, ou seja, sem a presença de perfurações ou danos de instalação, as geomembranas possuem permeabilidade, normal ao plano, variando de 10^{-9} a 10^{-14} cm/s.

3.4 CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

Para evitar possíveis degradações no meio em que a geomembrana será instalada, que possam ocasionar redução da resistência da geomembrana e danos que ocasionem a sua ruptura, a geomembrana deve apresentar:

- ✓ Resistência à ação de raios UV;
- ✓ Resistência à degradação química, devido ao contato com concreto/cimento;
- ✓ Resistência à degradação biológica, devido ao contato com micro-organismos;
- ✓ Resistência à degradação térmica, devido às temperaturas do local.

Além da resistência ao meio em que esta será instalada, as geomembranas devem apresentar as seguintes características de desempenho:

- ✓ Resistência contra fissuramento sob tensão (*stress cracking*), que é a ruptura frágil da manta, com tensões inferiores à tensão de escoamento. Este fenômeno é mais frequente em geomembranas mais cristalinas, como as geomembranas de PEAD ;
- ✓ Resistência das soldas empregadas na etapa de instalação do material;
- ✓ Atrito de interface, suficiente para garantir a estabilidade da geomembrana durante a instalação (ancoragem) e no contato com o concreto empregado no revestimento, evitando o deslizamento da camada de concreto.

4. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

4.1 PROCEDIMENTOS DE RECEBIMENTO

O CONSTRUTOR deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO, os certificados de ensaios de qualidade de cada partida ou lote de geomembrana a ser aplicada, pelo menos 30 dias antes do início da instalação da geomembrana, bem como amostras da geomembrana que será fornecida, para serem ensaiadas por laboratório especializado da seguinte forma:

- ✓ Uma amostra com comprimento de 1m pela largura padrão do fabricante;
- ✓ Uma amostra de solda, com comprimento mínimo de 1m e pelo menos 30cm de geomembrana dos dois lados da solda.

O Fabricante deverá fornecer o Certificado de Controle de Qualidade de toda a geomembrana fornecida, incluindo:

- ✓ A quantidade de bobinas fornecidas com as respectivas identificações de cada bobina, de acordo com a norma NBR 12592 ou seja, contendo uma etiqueta, que além de identificar o produto com o número da bobina, indique suas principais características, como:
- ✓ Espessura, largura, comprimento e peso;
- ✓ Resultado dos ensaios do Controle de Qualidade, contendo espessura, resistências à tração e alongamentos, segundo as normas aplicáveis ao tipo de geomembrana de acordo com o que se estabelece nestas Especificações.

O descarregamento das bobinas na obra deve ser feito por equipamentos apropriados, para permitir o içamento e a movimentação segura. O içamento deverá ser efetuado utilizando cintas de poliéster, tomando o cuidado para não estrangular as bobinas e efetuar o içamento através de no mínimo dois pontos de sustentação, para evitar deformação da mesma. Não deverão ser utilizados cabos e/ou cintas metálicos.

Será feita a inspeção visual das bobinas recebidas, sem que as mesmas sejam desenroladas, a menos que se suspeite de danos ou defeitos no seu interior. A geomembrana do exterior da bobina deve estar livre de perfurações, bolhas, cortes, dobras, rachaduras, etc.

4.2 PROCEDIMENTOS DE ARMAZENAGEM E TRANSPORTE

As bobinas ou os painéis devem ser armazenados sobre tablados de madeira ou sobre um colchão de areia, para evitar o contato direto com o solo, sendo que a superfície deve ser plana, lisa e livre de pedras e materiais pontiagudos que possam danificar a geomembrana. Recomenda-se proteger as bobinas e painéis das intempéries e da ação dos raios solares, evitando a exposição ao calor excessivo, que pode causar alterações irreversíveis no produto. Deve-se evitar o armazenamento próximo a agentes químicos e fontes de calor.

Quanto ao empilhamento, devem ser seguidas as recomendações do fabricante que acompanham o produto, conforme indica a NBR 12592. Na falta destas recomendações é aconselhável o empilhamento em no máximo três níveis de bobinas ou de painéis (uma sobre o berço e duas acima).

Todas as precauções deverão ser tomadas para não danificar a geomembrana quando de uma estocagem prolongada no canteiro de obras.

O CONSTRUTOR deverá:

- ✓ Dispor de uma área plana, de resistência suficiente para permitir a circulação de máquinas, desembaraçada de quaisquer materiais ou ferramentas;

- ✓ Colocar as extremidades do eixo das bobinas num suporte, de maneira que o peso da bobina não comprima a camada externa, em caso de bobina de peso elevado;
- ✓ Não sobrepor as bobinas em falso ou em camadas perpendiculares umas às outras;
- ✓ Dispor os rolos de geomembrana em posição horizontal e, em lugar seco, ao abrigo do calor. As superfícies e particularmente os bordos deverão ser protegidos para evitar qualquer degradação dos materiais.

Igualmente, durante o transporte e nas operações de carregamento e descarregamento, o CONSTRUTOR deverá tomar todas as precauções destinadas a evitar dano nas primeiras camadas de cada bobina.

4.3 PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO

O Fabricante deverá apresentar garantia do material contra qualquer defeito de fabricação por um período de no mínimo 5 anos após a aplicação da manta.

O Fornecedor deverá prestar assistência técnica na instalação da manta, através de pessoal técnico especializado.

Deverá ser realizado um teste de campo, em uma seção com taludes de geometria e características idênticas às dos taludes do canal, que tem como finalidade comprovar que a geomembrana empregada possui atrito de interface suficiente para evitar o deslizamento da camada de concreto, aplicada sobre sua superfície.

Os serviços de preparação da superfície de apoio da geomembrana deverão ter defasagem mínima da sua colocação, para evitar a deterioração do terreno, produzida pela chuva, vento, perda de umidade do solo e trânsito local.

A superfície sobre a qual será instalada a geomembrana, no fundo da escavação e nos taludes, deve estar regularizada, nivelada, compactada e isenta de qualquer tipo e tamanho de pedra ou resíduos, raízes, afloramentos rochosos, depressões e mudanças abruptas de inclinação do terreno.

Para instalação da geomembrana, deverá ser realizada a ancoragem da manta no topo dos taludes, que tem como finalidade impedir o deslizamento da geomembrana sobre o talude e ajudar na resistência da geomembrana, não lastreada, aos esforços de elevação gerados pela ação do vento. Poderá ser realizada uma ancoragem provisória, com o emprego de sacos de areia, para facilitar o ajuste dos painéis durante o procedimento de instalação e solda da manta.

Para ligação com estruturas de concreto, a geomembrana deve ser fixada através de perfis de aço ou de insertos de mesmo material que compõe a manta, este último embutido no concreto, de tal forma que seja garantida uma perfeita estanqueidade. Deverão ser observadas as recomendações do Fabricante, conforme o tipo de geomembrana a ser utilizado.

O CONSTRUTOR deverá assegurar a manutenção da geomembrana no topo do talude antes da execução da ancoragem. Deverá ser efetuado imediatamente um lastreamento parcial na trincheira de ancoragem.

O CONSTRUTOR poderá recorrer a outros dispositivos, para ancoragem/travamento da geomembrana, tais como:

- ✓ Fixação da geomembrana no talude ou no topo por grampos cravados na base;
- ✓ Fixação da geomembrana através de um perfil, que poderá ser colado ou soldado a ela, preso por cavilhas.

Deverão ser adotadas todas as disposições necessárias para que o cordão de lastreamento não sofra erosão ao longo do tempo. Quando da execução do revestimento, os taludes onde estarão localizadas as rampas de acesso ao fundo do canal serão considerados como taludes com bermas intermediárias.

Nestes taludes as ancoragens serão realizadas por lastreamento ao nível da rampa aguardando a execução do revestimento de proteção. O preenchimento e compactação da trincheira de ancoragem deverão ser efetuados de modo a evitar:

- ✓ Tensionamento da geomembrana;
- ✓ A perfuração da geomembrana na ancoragem ou na crista do talude;
- ✓ A queda de materiais no interior da obra;
- ✓ A penetração de água sob a geomembrana (risco de erosão);
- ✓ A estagnação de água na crista da obra.

As transições da geomembrana com as obras em concreto deverão respeitar as seguintes normas:

- ✓ A transição não deverá provocar esforços elevados na interface geomembrana - estrutura de concreto. Deverá se procurar executar formas inclinadas ou arredondadas de modo que a pressão hidrostática e o peso do revestimento comprimam o complexo estanque sobre as partes rígidas;
- ✓ Não deverá haver risco de cisalhamento no contato como consequência de recalques diferenciais em relação à obra. A transição solo-concreto deverá ser perfeitamente compactada. A espessura de solo deverá variar progressivamente no entorno da ancoragem;
- ✓ No caso de estruturas rígidas, a drenagem poderá ser constituída por concreto poroso e uma rede de coletores tubulares. O CONSTRUTOR deverá seguir as especificações contidas nos desenhos de projeto;

- ✓ Dispositivo de ancoragem não deverá permitir infiltração, seja no contato com o concreto, seja através do próprio concreto ("ninhos de pedras", fissuras, juntas de dilatação perpendiculares à ancoragem, etc.);
- ✓ A transição com as obras de concreto será feita por meio da fixação mecânica de uma régua em metal inoxidável ou de um perfil inalterável (metal ou plástico) que comprima duas faixas compressíveis estanques colocadas de um lado e de outro da geomembrana. As placas deverão ter uma inércia suficiente e serão previstas fixações a cada 20 cm no máximo.

Uma junta de estanqueidade (borracha natural ou outro material de polipropileno) deverá ser colocada entre o complexo estanque e o concreto, o qual deverá ter uma superfície regular. Será executado um acabamento da superfície com resina de poliuretano ou epóxi, segundo as especificações da FISCALIZAÇÃO para o assentamento da junta. Deverão ser empregadas placas e fixações mecânicas não corrosíveis de modo a assegurar a durabilidade e facilitar a manutenção.

4.3.1 Planejamento da Instalação

O CONSTRUTOR deverá apresentar para aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO, um planejamento da instalação, incluindo a modulação, a identificação dos painéis e o sistema de ancoragem, com indicação de como serão executados os detalhes das interferências com estruturas de concreto, tubos, etc.

O CONSTRUTOR deverá fornecer e instalar as geomembranas, de acordo com as instruções do Fabricante, onde indicado pelo projeto e aprovado pela FISCALIZAÇAO.

A instalação da geomembrana somente será feita através de mão de obra qualificada pelo fabricante e aprovada previamente pela FISCALIZAÇÃO. A FISCALIZAÇÃO deverá inspecionar detalhadamente toda a extensão da superfície de terraplenagem, devidamente regularizada, sobre a qual deverão ser aplicadas as geomembranas. Todas as pedras pontiagudas ou quaisquer elementos cortantes, bem como raízes, deverão ser removidos da superfície, evitando a possibilidade de dano (perfuração) da geomembrana durante sua colocação ou operação do sistema.

Deverá ser registrada, em forma de relatório, o número, a localização e a data de colocação de cada painel, e o como construído diário de toda a geomembrana instalada deverá ser apresentado à FISCALIZAÇÃO e à projetista.

4.3.2 Abertura e Posicionamento das Bobinas

O CONSTRUTOR conduzirá o desenrolamento ou o desdobramento de maneira a permitir a boa execução das operações posteriores de emenda e de ancoragem.

O CONSTRUTOR deverá tomar especial cuidado com os seguintes pontos:

- ✓ Não permitir rolar sobre a geomembrana, cascalho ou blocos de rocha situados no topo do talude;
- ✓ Respeitar as larguras mínimas de recobrimento e ancoragem;
- ✓ Nos taludes, de forma geral, lançar a geomembrana de cima para baixo para facilitar o assentamento e minimizar a degradação da base;
- ✓ Nos taludes posicionar a linha de emenda seguindo a linha da maior declividade e evitar, na medida do possível, emendas horizontais;
- ✓ Desenrolar ou desdobrar a geomembrana no sentido do vento para evitar que sejam levantadas;
- ✓ Evitar também qualquer dobra considerável na geomembrana a fim de facilitar as operações de solda no local;
- ✓ Impedir o trânsito de qualquer veículo sobre a geomembrana;
- ✓ Não deteriorar a base do canal onde será colocada a geomembrana, com máquinas de manuseio ou quando do deslocamento da geomembrana sobre o fundo;
- ✓ Evitar a formação de dobras importantes ou qualquer deslocamento do geotêxtil, quando este for utilizado.

O CONSTRUTOR poderá recorrer a um lastreamento temporário ou a uma ancoragem provisória com a finalidade de evitar a elevação eventual da superfície assentada.

O desenvolvimento ou desdobramento será seguido o mais rapidamente possível da emenda, que necessitará sempre de superfícies limpas e secas.

Quando os painéis forem as próprias bobinas, a abertura deve ser iniciada a partir da crista dos taludes, observando o sentido correto do desenrolamento.

A geomembrana deve ser aplicada no sentido da máxima inclinação do talude.

Deve-se, imediatamente, fazer ancoragens temporárias com sacos de areia, na ponta livre da geomembrana para evitar o seu levantamento pelo vento.

4.3.3 Execução de Emendas

As emendas devem se dar sempre no sentido da máxima inclinação do talude, devendo ser numeradas de acordo com a numeração dos painéis e identificadas no relatório de instalação.

Os transpasses entre os painéis a serem emendados devem ser de 10 cm para soldas por fusão e de 7,5 cm para soldas por extrusão, ou conforme especificação do Fabricante. Antes do início da solda os transpasses devem estar limpos e isentos de umidade.

A operação de emenda propriamente dita necessita de um recobrimento prévio entre as mantas.

O CONSTRUTOR deverá efetuar as operações de emenda com o máximo de cuidado e deverá evitar realiza-las nas seguintes condições:

- ✓ Sob chuva ou sob água;
- ✓ Na lama;
- ✓ Em condições de vento violento;
- ✓ Em condições de temperatura extrema.

A FISCALIZAÇÃO só aceitará a sobreposição de no máximo três elementos em um determinado ponto.

As juntas serão efetuadas por solda térmica (ponteira aquecida ou ar quente) simples ou dupla com canal central de controle (PVC ou PEAD).

O CONSTRUTOR deverá efetuar o recobrimento entre os dois lados garantindo no mínimo as larguras definidas pelo Fabricante. O CONSTRUTOR deverá adequar o recobrimento dos lados para atender estas exigências.

Para as soldas em T, o CONSTRUTOR deverá evitar qualquer dobra, mesmo mínima, quando desta operação. Deverá ser verificada a estanqueidade do ponto triplo.

Serão destacados os casos de soldas em T, situadas em zonas de tração potencial ou onde ocorrerem falhas, mesmo mínimas. O CONSTRUTOR deverá colocar uma peça de reforço para garantir a estanqueidade. Sobre a seção regularizada do canal o CONSTRUTOR deverá colocar uma placa de madeira, ou polietileno que deverá ser deslocada a medida do avanço da solda sob a geomembrana para facilitar a emenda (limpeza da solda, facilidade de avanço das máquinas automáticas, etc.). Especial atenção deverá ser dada ao fato de que a qualidade da solda é função da limpeza das geomembranas ao nível das soldas (limpeza com estopa, água ou material limpante, do qual o CONSTRUTOR deverá estar seguro quanto à compatibilidade com o material assentado); da boa regulagem das máquinas de solda; e da qualificação e do cuidado do pessoal em serviço.

4.3.4 Avaliação das Soldas

Os equipamentos de solda devem ser testados através de ensaios que avaliem as soldas executadas, em tiras da geomembrana, nas mesmas condições das soldas dos painéis. Esta avaliação deve ser feita imediatamente antes do inicio de cada jornada de trabalho (pela manhã e à tarde) e sempre que houver qualquer mudança nas condições do serviço (por exemplo, quando a máquina é desligada e esfria completamente) . Os ensaios são realizados

em tiras de 1 m de comprimento por 30 cm de largura, com a solda centrada ao longo do comprimento.

Da tira soldada para teste devem ser cortados dois corpos de prova para serem ensaiados no tensiômetro de obra para a verificação de suas resistências ao cisalhamento e ao arrancamento. Estes corpos de prova não devem romper na região da solda. Caso haja ruptura, todo o teste de solda deverá ser refeito e a máquina de solda com o respectivo soldador não devem ser aceitos até que as deficiências sejam corrigidas e duas outras soldas de teste sejam executadas com sucesso.

Quando durante a soldagem o transpasse apresentar rugas ou "boca de peixe", estas deverão ser cortadas de modo a tornar a área plana para a passagem da máquina. Caso as áreas cortadas fiquem com traspasses inadequados, estes deverão receber "manchões" com formato oval ou redondo, da mesma geomembrana aplicada, conforme recomendação do fabricante e, com tamanho de no mínimo 15 cm além da área cortada. Todo cruzamento de solda resulta em ponto de concentração de esforços e as recomendações do fabricante, para execução das emendas nestes cruzamentos, devem ser rigorosamente obedecidas, para a perfeita estanqueidade da obra impermeabilizada.

4.3.5 Controle de Qualidade de Execução

O CONSTRUTOR deverá assegurar a qualidade do sistema impermeabilizante instalado através da realização dos ensaios a seguir relacionados, os quais deverão ser documentados por meio de relatórios que serão entregues à FISCALIZAÇÃO.

Deverão ser executados ensaios não destrutivos, segundo os quais todas as soldas deverão ter a sua estanqueidade verificada ao longo de todo o comprimento. Estes ensaios devem ser realizados simultaneamente com os serviços de solda, e de acordo com a norma ASTM D 4437:

- ✓ Ensaio do canal de ar;
- ✓ Ensaio de vácuo.

A FISCALIZAÇÃO deverá definir a política de amostragem, estabelecendo a frequência e localização dos ensaios e os critérios de aceitação/rejeição das amostras, que normalmente seguem as recomendações da norma ASTM D 4437.

Todo o Controle de Qualidade deverá ser documentado através de relatórios de registros. No Controle de Qualidade devem ser checados todos os procedimentos de colocação, emenda da geomembrana, ancoragem e também acompanhados os ensaios não destrutivos realizados durante os serviços de instalação.

Além disso, devem ser realizados os ensaios destrutivos, feitos para avaliar estatisticamente a qualidade das soldas, em corpos de prova de 2,5 cm de largura por 12 cm de comprimento.

Os ensaios destrutivos devem ser executados à medida que as soldas vão sendo realizadas. É recomendável que as amostras para tal teste sejam retiradas a cada 150 m lineares de solda. Os ensaios a serem executados serão o ensaio de cisalhamento e o de arrancamento. Estes ensaios devem ser realizados de acordo com as normas ASTM D 4437, D 413 e D 638.

Deverá fazer parte do controle de qualidade também, o ensaio de pelo menos duas amostras de cada bobina (painel), que podem ser obtidas das sobras, não havendo necessidade de danificar a geomembrana para sua retirada. Estes ensaios serão os mesmos do controle de qualidade da fabricação, quais sejam: espessura e resistências à tração e ao alongamento.

Todas as emendas de campo deverão ser executadas com supervisão de pessoal técnico do Fabricante, observando o uso de processos de soldagem adequados para o tipo de geomembrana escolhido. A FISCALIZAÇÃO deverá executar testes de campo (ar comprimido) e revisões de todas as emendas de forma a assegurar a integridade da geomembrana, garantindo sua finalidade de impermeabilização. Eventuais danos e perfurações deverão ser restaurados pela colagem de uma sobremanta.

O processo executivo das placas de revestimento em concreto deverá ser orientado de forma que sejam evitados rasgos ou perfurações da geomembrana impermeável.

Deverão ser utilizados, na concretagem, formas deslizantes ou gabaritos metálicos que se apoiem no topo das bermas, sem necessidade de cravação de grampos ou estacas que possam danificar a geomembrana.

O CONSTRUTOR deverá reparar, às suas custas, todos os segmentos não satisfatórios indicados pela FISCALIZAÇÃO.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises anteriormente descritas, a geomembrana deve possuir as seguintes características técnicas:

- ✓ Espessura ≥ 1,0 mm;
- ✓ Resistência à tração ≥ 12,74 kN/m;
- ✓ Resistência à degradação por raios UV, química, biológica e térmica;
- ✓ Resistência contra FST (*stress cracking*), para o caso das geomembranas de PEAD;
- ✓ Atrito de interface, que permita a instalação no talude e aderência do revestimento em concreto empregado na camada de proteção mecânica;
- ✓ Atenda aos requisitos técnicos apresentados pelas normas vigentes de geossintéticos e/ou pelos valores de referência, apresentados por entidades qualificadas e idôneas.

Além destas características requeridas à geomembrana, devem ser atendidos os procedimentos descritos no item 4 do presente relatório, pelo Fornecedor e CONSTRUTOR. É de responsabilidade do consórcio CONSTRUTOR a reparação de quaisquer danos ou irregularidades, relativos aos procedimentos de instalação da geomembrana e execução da camada de proteção em concreto, para os segmentos não satisfatórios indicados pela FISCALIZAÇÃO.

ANEXO I – CÁLCULO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO REQUERIDA À GEOMEMBRANA

1. INTRODUÇÃO

Durante a etapa de instalação da geomembrana, esta pode ser submetida a esforços de tração em sua superfície. Estes esforços ocorrem durante a execução da camada de concreto sobre a superfície da manta, em que, a geomembrana já ancorada no topo dos taludes, é tracionada devido ao peso próprio da manta e principalmente do revestimento de concreto.

Para resistir a estes esforços, além do correto dimensionamento da ancoragem no topo, a geomembrana deve possuir resistência mínima à tração, que evite tensões em sua superfície, que possam danificar (escoar) o material ou ocasionar sua ruptura.

O dimensionamento da geomembrana considerou a execução do revestimento de concreto, na superfície da geomembrana, sendo que esta já está ancorada no topo do canal. Para o cálculo, foi desconsiderada a contribuição estabilizante da execução do revestimento em concreto na base do canal.

2. PARÂMETROS DE CÁLCULO

Para o dimensionamento da geomembrana, foi considerada a alternativa crítica, com a instalação de uma geomembrana de PVC, que possui maior densidade e menor ângulo de atrito, quando comparada à geomembrana de PEAD texturizada.

As características dos materiais e do canal, inerentes aos cálculos para o dimensionamento da vala de ancoragem e verificação da sua estabilidade global, estão apresentadas a seguir.

2.1 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

O Quadro 2.1 apresenta as propriedades adotadas para o solo do aterro, a mistura solo-cimento, o concreto utilizado no revestimento e para a geomembrana de PVC.

QUADRO 2.1
PARÂMETROS ADOTADOS PARA OS MATERIAIS UTILIZADOS NAS ANÁLISES

Material	*Peso Específico γ_n (kN/m³)*	*Coesão Efetiva c′ (kPa)*	*Ângulo de Atrito Efetivo Ø′(º)*
Solo do Aterro	20,00	20,00	26,00
Solo - cimento	18,00	80,00	32,00
Concreto	24,00	-	-
GM – PVC	13,50	-	17,50[1]

[1] – Ângulo de atrito da interface GM de PVC/Solo argiloso (Masada *et al.*, 1994)

2.2 GEOMETRIA DO TALUDE

A geometria do talude dos canais (h=5,70m) do Lote 3, pode ser observada na Figura 2.1.

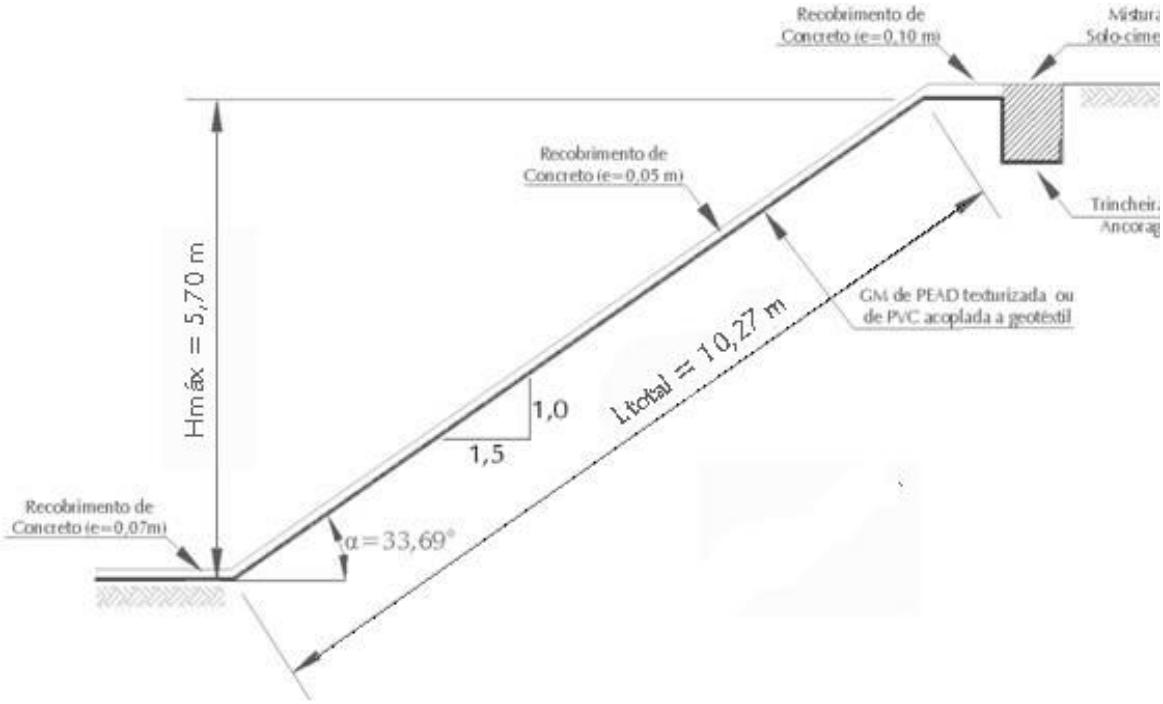


Figura 2.1 – Geometria da Seção Típica do Talude do Canal

3. RESISTÊNCIA À TRAÇÃO REQUERIDA À GEOMEMBRANA

A resistência à tração requerida a geomembrana (T_{REQ}) é determinada através da análise dos esforços atuantes e resistentes na interface da geomembrana com os taludes, e a resultante desta relação aplicada na geomembrana.

As componentes das forças atuantes e resistentes no talude estão ilustradas na Figura 3.1.

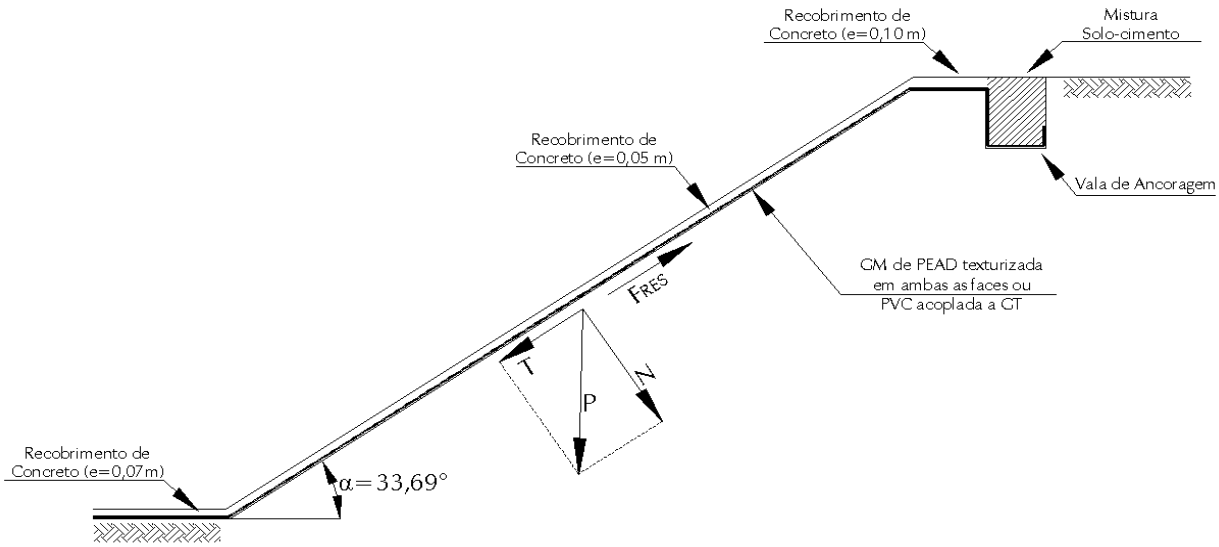


Figura 3.1 – Componentes das Forças Atuantes e Resistentes

Os cálculos para determinar a sobrecarga devido ao peso próprio da geomembrana e do revestimento de concreto e, consequentemente dos esforços atuantes na geomembrana, estão apresentados a seguir:

O peso próprio da geomembrana é determinado pela seguinte equação:

$$P_{manta} = L_{total} \cdot e \cdot \gamma_{PVC} \Rightarrow 10{,}27 \cdot 0{,}001 \cdot 13{,}50$$
$$P_{manta} = 0{,}14 kN/m$$

A seguir é determinado o peso próprio da camada de concreto.

$$P_{conc} = L_{total} \cdot e \cdot \gamma_{conc} \Rightarrow 10{,}27 \cdot 0{,}05 \cdot 24{,}00$$
$$P_{conc} = 12{,}32 kN/m$$

O peso total do conjunto é obtido pela soma do peso da geomembrana e da camada de concreto, sendo apresentado a seguir:

$$P_{total} = P_{manta} + P_{conc} \Rightarrow 0{,}14 + 12{,}32$$
$$P_{total} = 12{,}46 kN/m$$

Com os valores de sobrecarga devida ao peso próprio, podem ser determinados os esforços normais e tangenciais atuantes. A força normal é obtida pela seguinte equação:

$$N = P_{total} \cdot \cos(\phi) \Rightarrow 12{,}46 \cdot \cos\left(33{,}69^o\right)$$
$$N = 10{,}37 kN/m$$

O esforço tangencial é determinado pela seguinte equação:

$$T = P_{total} \cdot sen(\phi) \Rightarrow 12{,}46 \cdot sen\left(33{,}69^o\right)$$
$$T = 6{,}91 kN/m$$

A força de atrito na interface solo/revestimento, considerando-se um ângulo de atrito de 17,5° na interface solo/geomembrana de PVC, é obtida pela seguinte equação:

$$F_{RES} = N \cdot \tan\left[\left(\phi_{GM-PVC}\right)\right] \Rightarrow 10{,}37 \cdot \tan\left(17{,}5^o\right)$$
$$F_{RES} = 3{,}27 kN/m$$

A partir dos esforços solicitantes (T) e resistentes (F_{RES}), obtidos nos cálculos acima realizados, é possível determinar a tração resultante na geomembrana, e realizar o dimensionamento (resistência à tração) requerida à manta.

O cálculo do esforço de tração solicitante à geomembrana é apresentado a seguir:

$T_{SOL.} = T - F_{RES}$
$T_{SOL.} = 6,91 - 3,27$
$T_{SOL.} = 3,64 kN/m$

A resistência à tração requerida para a geomembrana é determinada com a aplicação dos fatores de redução parciais, apresentados a seguir:

- ✓ Fcr (fator de redução parcial devido à fluência): 2,00
- ✓ Fmr (fator de redução parcial devido a danos mecânicos):..... 1,50
- ✓ Fa (fator de redução parcial devido à degradação química e biológica):..... 1,10
- ✓ Fm (fator de redução parcial devido às incertezas estatísticas):..... 1,05

Com base nestes fatores de redução parciais, foi determinado o fator de redução global para a determinação da resistência à tração mínima requerida à geomembrana.

- ✓ FR (fator de redução global): 3,50

A resistência à tração requerida à geomembrana é definida pela seguinte equação:

$T_{REQ} = T_{SOL.} \cdot FR_{GLOBAL}$
$T_{REQ} = 3,64 \cdot 3,50$
$T_{REQ} \geq 12,74 kN/m$

Desta forma, a geomembrana a ser empregada no sistema de revestimento da seção hidráulica do canal, deverá possuir resistência à tração mínima de 12,74 kN/m.

ANEXO II – CARTA CTE5228

Brasília, 19/5/2010

CTE5228

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)
Al. Tocantins, 125 - 4° andar - Ed. West Side - Alphaville
Barueri - SP
Cep.06455-020

Referência: Contrato n° 30/2007-MI – Lote A - Pacote 1210

Assunto: Especificações Técnicas de Geomembrana

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 geomembrana que será utilizada na impermeabilização dos canais.

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-Concremat²

Anexo:
Carta 1320-CAR-1001-20-04-0274 - ENGEVIX
Carta CL/407-CSF-L04/10/127 – Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record
Carta CL/407-CSF-L04/10/143 – Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Fc/CR

ENGEVIX

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 **Eng° 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 eng° 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

Consórcio Logos Concremat
Recebido em:
07/05/10
Hora: 10:50
Lislene Barbosa
Lislene Daiana Barbosa dos Santos

NGFB/mfdo

Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Salgueiro (PE), 07 de Abril de 2010
CL/407-CSF-L04/10/127

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 08/04/10
MPD
VISTO

At.: Norton Gabriel Fagundes Barbosa / Supervisor de Obras Civis.

Ref: Contrato Administrativo 27/2008 – MI – Lote 04 – Pacote 1425.
Construção das Obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Assunto: **Especificações Técnicas de Geomembrana**

Prezado Senhor,

O Consórcio construtor, através desta correspondência, em atendimento ao item 7.10 do Anexo IX – Especificações Técnicas de Obras Civis e Normas de Medição e Pagamento, apresenta para análise e aprovação as Especificações Técnicas de Geomembrana, material para ser utilizado na impermeabilização do canal, dos seguintes fornecedores:

- Engepol Geossintéticos Ltda;
- Firestone Building Products Brasil;
- Nacional Plásticos;
- Neoplastic Embalagens Plásticas Ltda;
- Tecelagem Roma Ltda;

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

Atenciosamente,

P/ Alex Silveira Cardoso
Eng. Civil

Eng. Marcelo Felizardo de Souza
Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

ENGEVIX Engenharia S.A
Recebi em:
07/04/10
Hora: 17 : 29
Ass. Marcia Ferreira

ESPECIFICAÇÃO SISTEMA

GEOMEMBRANA FIRESTONE EPDM

PROJETO: CANAL DO SERTÃO ALAGOANO

Data: 5 de maio de 2008

ÍNDICE

1. Sistema de Geomembrana Firestone EPDM

- Geomembrana

A geomembrana Firestone EPDM é feita de EPDM, uma borracha sintética de alta performance, composta por um monômero de etileno, propileno e dieno. A geomembrana Firestone é disponível em painéis de grandes dimensões, sem emendas (veja foto abaixo).

Características – Geomembrana

- Dimensões padronizadas

Espessura (mm)	1,15-1,52
Largura (m)	3,05 – 6,10 – 9,15 – 12,20 – 15,25
Comprimento (m)	30,50 – 45,75 – 61

Grandes painéis sem emendas.

- Ficha técnica

Propriedade	Ensaio	Resultado	Unidade
Peso específico	Medida direta	1,15	-
Resistência à tração (Novo)	EN 12311.2 ASTM D412	≥ 8,0 ≥ 9,0	N/mm^2
Alongamento (Novo)	EN 12311.2 ASTM D412	> 300 > 450	% %
Rasgamento	EN 12112.2	> 50	N
Estabilidade dimensional	EN 12112.2 ASTM D1204	≤ 0,5 < 1	% %
Flexibilidade – baixa temperatura	ASTM D2137	< -45	°C
Absorção de água	ASTM D471	≤ 2	%
Resistência ao ozônio	DIN 7864	Sem fissura	-
Resistência UV – 4000 horas	ASTM G53-84	Sem fissura	-
Penetração – raiz	DIN 4062	Sem penetração	-
Resistência punção estática	UEAtc	L_4	-

Acessórios – Geomembrana

A geomembrana Firestone EPDM é complementada por ampla linha de acessórios que permitem rapidez e facilidade na execução das emendas e no reparo de eventuais danificações.

Os principais produtos são:

- EPDM FormFlash: Manta EPDM semi-vulcanizada para realizar reparos.
- QuickSeam Splice Tape: Fita auto-adesiva para emendas.
- Quick Prime Plus: Produto de limpeza para preparar as mantas na área das emendas, antes da instalação da fita.
- Splice Wash: Produto de limpeza para preparar as mantas na área onde vai ser aplicado o produto Quick Prime Plus ou o produto Splice Adhesive
- Splice Adhesive: Adesivo de contato a base de butil para colar a manta EPDM semi-vulcanizada (reparos).

Ensaios e certificações

- Todos os componentes do sistema Firestone EPDM são testados e aprovados pelas mais exigentes normas dos EUA e da Europa.
- A geomembrana Firestone EPDM e as emendas foram testadas no Brasil pelo instituto Falcão Bauer e atendem integralmente as normas brasileiras (Relatórios EE/12432/07 – 12413-07 – 1/2/3).
- A Falcão Bauer também fez um ensaio de deslizamento de concreto sobre manta Firestone EPDM. O objetivo do ensaio foi a avaliação do desempenho do sistema de geomembrana Firestone EPDM, quanto ao deslizamento do concreto fresco aplicado sobre a manta em superfície inclinada. O sistema EPDM foi aprovado (Relatório 143 BNA 07).

2. Instalação

- Preparo do terreno

A Firestone recomenda que as geomembranas EPDM sejam instaladas sobre solos com 85% até 95% de compactação.

O substrato em contato com a geomembrana não pode ter pedriscos com diâmetro superior a 5 mm ou objetos cortantes.

A geomembrana pode ser instalada diretamente sobre solo argiloso ou arenoso. A Firestone recomenda a instalação de um geo-têxtil (no mínimo300 g/m^2), no caso de rocha ou substrato que possa danificar a membrana.

- Transporte e depósito

Os rolos de geomembranas EPDM devem ser transportados com um trator até o lugar onde vão ser instalados

As mantas Firestone EPDM não precisam de proteção especial contra chuva; porém, todos os acessórios precisam ser depositados em um local seco e na sombra.

- Posicionamento das geomembranas

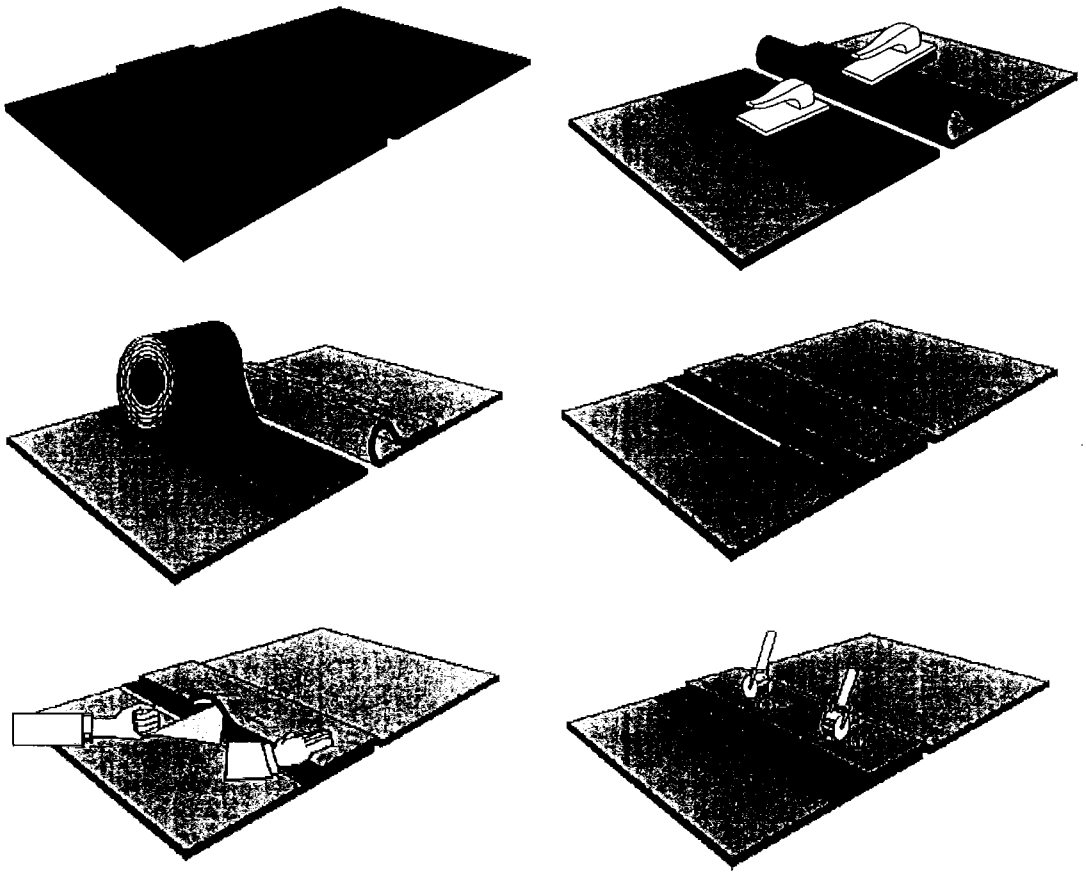
A instalação das membranas deve começar de preferência no topo do talude. A Firestone recomenda abrir o rolo e desenrolar a geomembrana no sentido paralelo ao talude.

Para facilitar o posicionamento das membranas é preciso levantar as mantas permitindo o ar se colocar debaixo delas. O movimento das mantas sobre uma camada de ar facilita o seu posicionamento.

Toda geomembrana precisa de no mínimo 30 até 45 minutos para relaxar antes da realização das emendas.

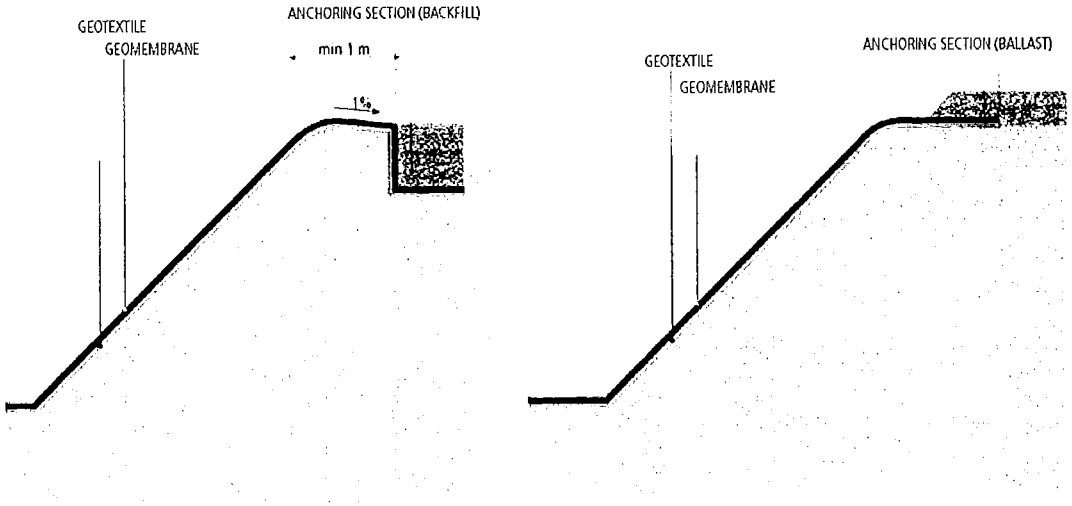
Emendas

As geomembranas são posicionadas com uma sobreposição de 20 cm. Após limpeza das mantas na área da emenda, com o produto Splice Wash, será aplicado o produto Quick Prime Plus e instalada a fita auto-adesiva, seguindo os procedimentos ilustrados abaixo.



- Ancoragem da geomembrana

A ancoragem da geomembrana no topo será realizada conforme o esquema abaixo. As dimensões da canaleta são de no mínimo 40 cm x 40 cm.



- Procedimento para reparos

  - Rasgamentos da membrana (fissuras) podem ser consertados, utilizando um pedaço de membrana cobrindo a fissura com um mínimo de 150 mm em toda direção.
  - A membrana deve estar limpa na área onde será aplicado o adesivo. Utiliza-se Splice Wash pra limpar a membrana.
  - Utiliza-se o adesivo Splice Adhesive para colar a nova manta sobre a manta danificada.

3. Principais vantagens

- Rapidez na instalação. Os grandes painéis da Firestone EPDM e a utilização da fita de colagem rápida para as emendas resultam em rapidez na execução. Utilizam-se 8 pessoas (posicionamento das mantas) para instalar 5 rolos de 15,25 m x 61 m/dia (4500 m^2/dia).

- Durabilidade. A composição química do EPDM confere-lhe elevada resistência à radiação UV., ao ozônio e ao desgaste por calor. A vida útil da membrana ultrapassa 40 anos.

- Elasticidade. O EPDM da Firestone mantém-se flexível e pode alongar-se além de 400%, o que lhe permite acomodar-se facilmente às irregularidades do terreno.

- A instalação das geomembranas não requer equipamentos ou uso de energia. Todas as ferramentas para realizar emendas ou fazer reparos são fornecidas pela Firestone.

- O sistema Firestone EPDM é fácil para consertar (sistema de colagem a frio).

- A instalação do sistema Firestone EPDM não é incomodado por condições de calor.

4. Teste – Canal do Sertão Alagoano

- Tipo de Teste

Instalação de 4 mantas Firestone EPDM (12,20 m x 30,50 m) para revestir um trecho do canal.

A finalidade do teste é mostrar as principais características e vantagens do sistema Geomembrana Firestone EPDM, sendo estas a sua facilidade e rapidez na instalação.

As dimensões das mantas foram definidas baseadas nas dimensões do canal (desenvolvimento de aproximadamente 22 m). Estamos instalando as membranas com duas emendas (uma emenda no centro do canal e outra no sentido transversal).

- Equipamentos – Ferramentas

Como os rolos pesam aproximadamente 500 kg cada um, é bom transportar estes o mais próximo possível até o lugar, onde vão ser instalados definitivamente

Todas as ferramentas necessárias para a execução do sistema Firestone são fornecidas pela Firestone. Segue abaixo uma lista de ferramentas básicas:

- Trena (30 m)
- Tesoura
- Bate-linha
- Marcador (giz)
- Panos de algodão
- Pincéis
- Balde/recipiente (para colocar primer)
- Rolinho (silicone)

- Pessoal – Mão de obra

Mão de obra não qualificada (para posicionar as mantas): 6 pessoas

Mão de obra a ser treinada (para instalação das emendas): 2 pessoas

No caso de teste não será preciso providenciar mão de obra qualificada

- Cronograma de execução

A instalação do sistema Firestone é rápida.

Previsão para posicionar os quatro rolos 4 x 45 min: 3 horas.

Previsão para realizar as duas emendas: 3 horas.

São Paulo, 12 de novembro de 2007.

À
FIRESTONE BUILDING PRODUCTS BRASIL
Avenida Brasil, 1.987 - Jardim América.
01431-001 - SÃO PAULO - SP.

À att.:	**Eng.º Fernando Josias Gomes**
Ref.:	143/BNA/07
Produto:	**Sistema de GeoMembrana EPDM Firestone**
Ass.:	**AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL QUANTO AO DESLIZAMENTO DO CONCRETO FRESCO APLICADO SOBRE A GEOMEMBRANA**
-	Relatório Técnico.

Prezados Senhores,

Em cumprimento aos termos de nossa carta proposta Ref.: PR-64.485-0 de 03 de agosto de 2007, estamos apresentando o Relatório Técnico referente aos serviços realizados no produto em pauta.

SUMÁRIO:

I. OBJETO DOS SERVIÇOS

O objeto do presente relatório técnico é a avaliação do desempenho do Sistema de GeoMembrana EPDM Firestone, quanto ao deslizamento do concreto fresco aplicado sobre o sistema instalado em superfície inclinada.

A avaliação foi efetuada mediante a realização de experimento nas dependências da L. A. Falcão Bauer, efetuada em plataforma inclinada de madeira.

II. FATO GERADOR

Foi à solicitação do interessado, na pessoa do Eng.º Jorge Gennari, tendo em vista simular a funcionalidade do produto sob condições de aplicação em obras hidráulicas.

III. EQUIPE TÉCNICA / DATA DO ENSAIO

O ensaio foi realizado no dia 10/10/2007, pelos engenheiros Edvar Pegoretti e Ioel Levy e auxiliares José Gabriel Oliveira Silva, Wilson Pereira da Cruz e Djalma Néris Rui Santos, todos de nossa equipe técnica.

IV. PARÂMETROS CONSIDERADOS

Parâmetros fornecidos pelo Eng.º Fernando Josias Gomes da Firestone:

- A inclinação da superfície a ser aplicado o sistema deve ser de 34º em relação à horizontal;
- O concreto a ser empregado deve ter resistência a compressão axial - fck 5,0 MPa.

V. METODOLOGIA ADOTADA PARA REALIZAÇÃO SERVIÇOS PRESTADOS

1. Plataforma

A plataforma em que o sistema foi aplicado é constituída por estrutura em vigas e pontaletes de madeira, sobre a qual foram fixadas chapas de compensado em duas camadas formando uma superfície lisa e uniforme.

No total a plataforma ficou com dimensões aproximadas de 5,50 metros de comprimento por 2,00 metros de largura, sendo uma base horizontal com aproximadamente 0,50 m e o restante com inclinação de 34°. Ao longo dos dois bordos longitudinais foram colocados sarrafos, permitindo a confecção de placa com cerca de 7,0 cm de espessura.

2. GeoMembrana

A GeoMembrana, fornecida pelo interessado, foi colocada sobre a superfície da plataforma, sem a utilização de adesivos, envolvendo totalmente, em uma única peça, o segmento horizontal e o inclinado, sendo somente fixada com pregos na face externa dos sarrafos de bordo.

A foto a seguir ilustra algumas das peculiaridades citadas acima:

Foto 1 – Vista geral da plataforma já com a GeoMembrana

3. Concreto / Preparo / Aplicação

3.1 Características da dosagem adotada

Tendo em vista não ter sido fornecida a composição e as características do concreto a ser utilizado, para a sua confecção foi adotada dosagem teórica considerando as seguintes características:

- fck 5,0 MPa;
- Traço unitário em volume - 1: 4,49: 4,89: 0,65;
- Consumo de cimento tipo CPII E - 233 kg/m³;
- Agregados - areia fina / brita;
- Abatimento - 40,0+/- 10 mm (consistência seca);
- Teor de argamassa - 53%.

3.2 Preparo do concreto

O concreto foi preparado em betoneira estacionária de eixo inclinado, com capacidade para 150 litros (foto 3) . O controle do proporcionamento dos materiais foi volumétrico, sendo os materiais adicionados à betoneira por meio da utilização de recipientes com volume conhecido, de forma que cada massada de concreto tinha 52,8 litros.

Foto 3 – Fabricação do concreto na betoneira estacionária de eixo inclinado

Após os ajustes iniciais a consistência do concreto foi medida através do abatimento do tronco de cone, obtendo-se o valor de 30,0 mm (foto 4).

Foto 4 – Detalhe do abatimento do tronco de cone

Visando acompanhar a evolução da resistência mecânica do concreto foram moldados 4 (quatro) corpos de prova para serem ensaiados a compressão axial aos 7 e 28 dias de idade (foto 5 e 6). Os resultados obtidos constam do quadro a seguir apresentado.

Data da Moldagem	Tensão de Ruptura (MPa)	
	7 dias	28 dias
10/10/2007	4,2 / 5,4	7,3 / 8,5

Foto 5 – Corpos de prova moldados "in-loco"

Foto 6 – Detalhe do rompimento dos corpos de prova na prensa mecânica

3.3 Aplicação do concreto

A aplicação do concreto foi realizada mediante transporte com carrinho de mão e lançamento com o emprego de ferramentas manuais, ou seja, pás, desempenadeiras e colher de pedreiro. Cada betonada avançava cerca de 0,30 m na plataforma.

O adensamento foi efetuado por meio de régua vibratória apoiada nos sarrafos guias fixados nos bordos da plataforma. O acabamento superficial foi dado mediante a utilização de desempenadeira de madeira.

A cura do concreto foi realizada mediante cobertura da placa com lona plástica por um período de 7 dias.

As fotos a seguir ilustram esses procedimentos:

Foto 7 - Lançamento com o emprego de ferramentas manuais

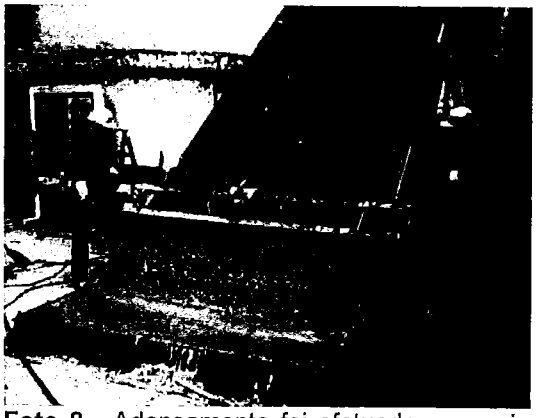


Foto 8 - Adensamento foi efetuado por meio de régua vibratória

VI. CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS

1. Durante a concretagem, mais precisamente na quarta betonada, o abatimento do concreto foi elevado para 90,0 mm. Este concreto foi lançado no início do trecho em rampa da plataforma, ocupando toda a sua largura.

   Tal procedimento foi proposital, tendo como objetivo avaliar o desempenho do sistema mediante a utilização de concretos com abatimento tipo "bombeável".

Como resultado obtivemos os seguintes fatos:

- O lançamento, adensamento e desempeno do concreto nestas condições é extremamente difícil;

- Imediatamente após o seu lançamento, ocorreu o escorregamento do concreto;

- Com o lançamento do concreto das etapas posteriores, nas regiões mais elevadas, há a formação de um empolamento do concreto com abatimento de 90,0 mm, decorrente do seu escorregamento sob pressão das etapas subseqüentes (foto 9).

Tal fato demonstra que é fundamental a manutenção do concreto com abatimento em torno 40,0 mm.

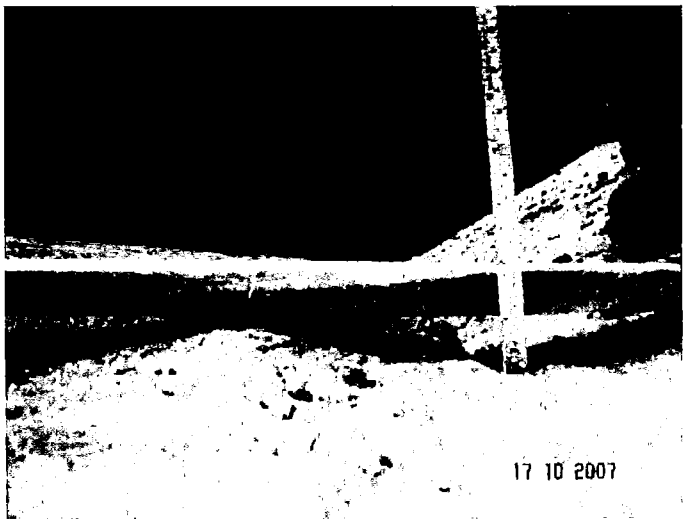


Foto 9 – Detalhe da formação de um empolamento do concreto no trecho com abatimento de 90 mm

2. O concreto utilizado apresentava teor de argamassa igual a 53,0%, maior que o teor usual para concretos bombeáveis que é de 52,0%. Tal fato indica que o fator principal para se obter sucesso em concretagens deste tipo é a manutenção do abatimento em torno de 40,0 mm.

3. A utilização de régua vibratória para adensamento do concreto mostrou-se adequada, pois mantém o equilíbrio do concreto em toda a largura da placa, uma vez que distribui a energia de vibração de forma homogênea e paulatina, evitando a ocorrência de pontos isolados de escorregamento que poderiam ser causados por vibradores de imersão.

4. Quando foi procedida a desmontagem da rampa, verificamos que a manta GeoMembrana mantinha sua total integridade inclusive da face que entrou em contato com o concreto. Observamos também a elevada aderência que havia entre a manta e o concreto (foto 10).

Foto 10

5. Tanto durante o lançamento do concreto, como durante o período de cura e quando da remoção do concreto e desmontagem da rampa, não foram constatadas quaisquer indícios de escorregamentos ou deficiências que pudessem comprometer o sistema.

VII. CONCLUSÃO / RECOMENDAÇÃO

Diante do exposto, podemos concluir que o sistema GeoMembrana apresentou desempenho satisfatório para as condições do ensaio descrito, ou seja, deslizamento do concreto fresco aplicado sobre a membrana fixada em superfície com inclinação de 34° em relação à horizontal. Em síntese, não ocorreu o deslizamento do concreto fresco sobre a manta.

Salientamos, no entanto, que, para a eficácia do sistema deverão ser atendidos os seguintes requisitos:

- Utilização de concretos com abatimento $\leq$ 40,0 mm;
- Adensamento do concreto com régua vibratória;
- Execução de cura eficaz, visando evitar o empenamento da placa;

Prontos para quaisquer esclarecimentos adicionais, apresentamos nossas,

Atenciosas saudações.

BNA ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA.
GRUPO FALCÃO BAUER

(ORIGINAL ASSINADO POR)

ENG.º IOEL LEVY
Coordenador Técnico
CREA nº 0601963129

BNA ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA.
GRUPO FALCÃO BAUER

(ORIGINAL ASSINADO POR)

ENG.º ROBERTO JOSÉ FALCÃO BAUER
Diretor Técnico
CREA nº 0600620950

BNA ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA.
GRUPO FALCÃO BAUER

(ORIGINAL ASSINADO POR)

ENG.º EDVAR PEGORETTI
Coordenador Operacional
CREA nº 5060957005

IL/il

RELATÓRIO DE ENSAIO COMPLEMENTAR EE/12432/07
MANTA EPDM – ENSAIOS DIVERSOS

INTERESSADO: BRIDGESTONE FIRESTONE DO BRASIL IND. E COMÉRCIO LTDA
AV. BRASIL, 1987
BAIRRO: JARDIM AMÉRICA
01431-001 – SÃO PAULO – SP

ENSAIOS: (50356)

1. **MATERIAL ENSAIADO:** **Identificação do material ensaiado (declarado pelo interessado):**

01 (uma) amostra de manta EPDM para impermeabilização, nas dimensões de (3010 x 510 x 1)mm, entregue no laboratório pelo interessado em 10/10/07.

2. **ENSAIOS REALIZADOS:**

2.1. Determinação da Espessura.

2.2. Densidade

2.3. Resistência à tração com módulo à 100% e 300% de alongamento.

2.4. Resistência à tração após envelhecimento em estufa 168 horas a 80°C.

2.5. Absorção de água 72h à 25°C.

2.6. Resistência ao ozônio 168 horas / 100ppcm / 40°C / 50% de alongamento.

3. **METODOLOGIAS APLICADAS:**

3.1. NBR 5698/83 – Véu de fibra de vidro reforçado – Determinação da espessura.

3.2. ASTM D 297/06 – Standard Test Method For Rubber Products – Chemical Analysis.

3.3. NBR 7462/90 – Elastômero vulcanizado – Determinação da resistência à tração.

3.4. NBR 6565/82 – Elastômero vulcanizado – Determinação do envelhecimento acelerado em estufa 168 horas a 80°C

3.5. ASTM D 471/06 – Standard Test Method For Rubber Property – Effect of Liquids

3.6. NBR 8360/84 – Elastômero vulcanizado – Envelhecimento acelerado em câmara de ozônio – Ensaio estático.

3.7. NBR 11797/90 – Mantas de etileno – propileno – dieno – monômero (EPDM) para impermeabilização – Especificação.

4. **RESULTADOS OBTIDOS:**

4.1. Determinação da Espessura.

PARÂMETRO	OBTIDO	ESPECIFICADO
Espessura, mm	1,05	0,50 Mínimo (sobre camada anortecedora)

4.2. Densidade:

PARÂMETRO	OBTIDO	ESPECIFICADO
Densidade, g/cm³	1,14	1,25 Máximo

4.3. *Resistência à tração com módulo à 100% e 300% de alongamento:*

PARÂMETRO	OBTIDO	ESPECIFICADO
- Módulo a 100% de alongamento, MPa	3,6	2,0 Mínimo
Módulo a 300% de alongamento, MPa	9,0	4,0 Mínimo
- Tensão de Ruptura, MPa	13,7	7,5 Mínimo
- Alongamento de Ruptura, %	401	300 Mínimo

4.4. *Resistência à tração após envelhecimento em estufa 168 horas a 80°C:*

PARÂMETRO	OBTIDO	ESPECIFICADO
- Variação do Módulo a 100% de alongamento, %	103	50 Máximo
Variação do módulo a 300% de alongamento, %	102	50 Máximo
Variação de tensão de ruptura, %	98	50 Máximo
- Variação do alongamento de ruptura, %	91	50 Máximo

4.5. *Absorção de água 72h a 25°C:*

PARÂMETRO	OBTIDO	ESPECIFICADO
- Absorção de água, %	0,13	0,20 Máximo

4.6. *Resistência ao ozônio 168 horas / 100ppm / 40°C / 50% de alongamento:*

PARÂMETRO	OBTIDO	ESPECIFICADO
Índice de variação da qualidade, %	100	100 Mínimo

5. **OBSERVAÇÕES:**

5.1. *Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) ensaiada(s).*

5.2. *Pedido de ensaio nº 145732*

5.3. *O ensaio de resistência ao ozônio foi realizado no Senai-Cetepo.*

6. **DATA DOS ENSAIOS:** *10/10 a 22/11/07*

7. **CONCLUSÃO:**

Os resultados obtidos atendem as exigências da norma NBR 11797/90 - Mantas de Etileno-propileno-dieno-monômero (EPDM) para impermeabilização - Especificação para os ensaios realizados, quando aplicada sobre camada amortecedora.

São Paulo, 23 de novembro de 2007

L.A. FALCÃO BAUER LTDA
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade
DANIEL A. CEAL
ENCARREGADO DE LABORATÓRIO

L.A. FALCÃO BAUER LTDA
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade
EDUARDO MARQUES
GERENTE DE LABORATÓRIO
Engº. Mecânico - CREA nº. 0601066201

Firestone
BUILDING PRODUCTS COMPANY

RubberGard Non-Reinforced EPDM Membrane

DESCRIPTION:

Firestone RubberGard non-reinforced EPDM is a cured single-ply roofing membrane that can be used in ballasted, fully adhered and mechanically attached systems.

PREPARATION OF SUBSTRATES:

1. Substrates must be clean, dry, smooth, and free of sharp edges, fins, loose or foreign materials, oil, grease, and other materials that may damage the membrane.
2. All roughened surfaces that can damage the membrane shall be repaired as specified to offer a smooth substrate.
3. All surface voids greater than 1/4" (6.3 mm) wide shall be properly filled with an acceptable fill material.

METHOD OF APPLICATION:

1. RubberGard non-reinforced EPDM Membrane must be installed in accordance with current RubberGard specifications, details and workmanship requirements

STORAGE:

1. Store away from sources of punctures, and physical damage.
2. Assure that structural decking will support the loads incurred by material when stored on rooftop. The deck load limitations should be specified by the project designer.
3. Store away from ignition sources as membrane will burn when exposed to open flame.

PRODUCT DATA

PACKAGING:

Thickness	Widths*	Lengths *	Weight
.045" (1.1 mm)	7.5 ft (2.3 m) 9 ft (2.7 m) 10 ft (3 m) 20 ft (6.1 m) 30 ft (9.1m) 40 ft (12.2 m) 50 ft (15.2 m)	50 ft (15.2 m) 100 ft (30.5 m) 200 ft (61 m)	0.29 lb/sf (1.4 kg/m^2)
.060" (1.5 mm)	7.5 ft (2.3 m) 9 ft (2.7 m) 10 ft (3 m) 20 ft (6.1 m)	50 ft (15.2 m) 100 ft (30.5 m)	0.40 lb (1.9 kg/m^2)

* Availability varies by product. Contact your Firestone Customer Service Representative for availability and packaging information.

PRECAUTIONS:

1. Take care when moving, transporting, handling, etc. to avoid sources of punctures and physical damage.
2. Isolate waste products, such as petroleum products, greases, oils (mineral and vegetable) and animal fats from the RubberGard membrane. Contact Firestone Roofing System Solutions Department for specific recommendations.
3. Refer to Material Safety Data Sheets (MSDS) for safety information.

LEED INFORMATION:

Post Consumer Recycled Content:	0%
Post Industrial Recycled Content:	0%
Manufacturing Locations:	Prescott, AR Kingstree, SC

FM APPROVED

Membrane for Roofing Systems
As to an External Fire Exposure Only
61P2
See UL Directory of Products
Certified for Canada
And UL Roofing Materials
And Systems Directory
R9516

CRRC
Cool Roof Rating Council Product
Identification Number: 0608-0004

Firestone Building Products Company
A Division of BFS Diversified Products, LLC
310 E. 96th Street, Indianapolis, IN 46240
Sales: (800) 428-4442 • Technical (800) 428-4511
www.firestonebpco.com

Firestone
BUILDING PRODUCTS COMPANY

RubberGard Non-Reinforced EPDM Membrane

PHYSICAL PROPERTIES

Property	Test Method	Minimum ASTM Performance	Typical Values
Thickness, min			
Sheet-overall	ASTM D 412	0.0405 in (1.028 mm)	0.043 in (1.092 mm)
Tensile strength, min	ASTM D 412 (Die C)	1305 psi (9.0 MPa)	1425 psi (9.8 MPa)
Elongation, ultimate, min	ASTM D 412 (Die C)	300%	450%
Tensile set, max	ASTM D 412 Method A, (Die C)	10%	5%
Tear resistance, min	ASTM D 624 (Die C)	150 lbf/in (26.3 kN/m)	200 lbf/in (35.0 kN/m)
Brittleness point, max	ASTM D 2137	-49° F (-45° C)	-63° F (-53° C)
Ozone resistance, no cracks	ASTM D 1149	pass	pass
Heat Aging:	ASTM D 573		
Tensile strength, min	ASTM D 412 (Die C)	1205 psi (8.3 MPa)	1415 psi (9.7 MPa)
Elongation, ultimate, min	ASTM D 412 (Die C)	200%	290%
Tear resistance, min	ASTM D 624 (Die C)	125 lbf/in (21.9 kN/m)	180 lbf/in (31.5 kN/m)
Linear dimensional change, max	ASTM D 1204	±1.0 %	-0.7%
Water absorption, max, mass %	ASTM D 471	+8, -2%	+1.8%
Factory seam strength, min	ASTM D 816, Method B 50 lbf/in (Modified)	(8.8 kN/m) or sheet failure	sheet failure
Weather resistance:			
Visual inspection	ASTM D 518	pass	pass
PRFSE, min	ASTM D 518	30%	63%
Elongation, ultimate, min	ASTM D 412 (Die C)	200%	290%

RubberGard membrane meets or exceeds the minimum requirements set forth by ASTM D 4637, and CGSB 37-GP-52M, for Type I, Class A, non-reinforced EPDM single-ply roofing membranes.

João Pessoa, 03 de fevereiro de 2.010

AO
GRUPO ENCALSO

Att: Eng. Alex Silveira Cardoso

Ref.: Lotes 03 / 04 / 13 - **CODEVASF – GEOSSINTÉTICO NACIONALGEO**

1- **Características técnicas do produto: Geossintético em PVC,** com espessura na camada de PVC de **1,0 mm** acoplado a uma manta agulhada de poliéster com 150 gramas por metro quadrado, produzido na cor preta, com proteção anti-fungos e com aba lateral de aproximadamente 60 mm de largura na qual não haverá a manta de poliéster para facilitar instalação por processo de termo-soldagem (fusão) através de máquina sopradora de ar quente.

2- O produto é acondicionado em rolos com até 50 metros de comprimento, ou em dimensões a serem definidas pelo perímetro da obra atendendo as especificações do CODEVASF, a qual determina que a instalação do geossintético deverá ser executada na posição transversal à construção do canal.

3- O geossintético será fornecido na largura útil de 1.400 mm com gravação chamada de "Ponta de Diamante" que permite uma melhor acomodação/fixação do produto com o solo.

4- A **Nacionalgeo** com 1,0 mm de espessura e percentual de 2% de Negro de Fumo (carbon black) é aplicado sobre um geotêxtil de poliéster com 150 gramas/m2 e encontra-se RIGOROSAMENTE dentro das especificações da CODEVASF.

Enumeramos abaixo algumas vantagens diferenciais na utilização do geossíntético em PVC (acoplado a geotêxtil em poliéster):

a- Evitam-se deformações devido às temperaturas elevadas em aplicações diurnas dado que o PVC absorve bem estas variações térmicas.

b- O geotêxtil acoplado ao PVC é parte integrante do geossintético e proporciona um coeficiente de atrito suficiente para permitir uma concretagem mais rápida e mais eficiente, evitando perdas em medições.

c- As peças do produto (bobinas) são produzidas de forma customizada para atender ao comprimento dos taludes, fundo e cravas, evitando desperdícios de material.

Atenciosamente,

Nacional Plásticos S/A

RELATÓRIO DE ENSAIOS

LABORATÓRIO DE GEOSSINTÉTICOS

PRODUTO: GEOCOMPOSTO PVC NACIONAL PLÁSTICOS — LAUDO: 075/2009

SOLICITANTE DO SERVIÇO: NACIONAL PLÁSTICOS

PROPRIEDADES	NORMA	UNID.	VALOR
FÍSICAS:			
GRAMATURA	ABNT NBR12568	g/m²	981
ESPESSURA NOMINAL	ABNT NBR12569	mm	1,17
MECÂNICAS			
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO EM FAIXA LARGA	ABNT NBR12824		
Sentido longitudinal		kN/m	8,70
		%	60,71
Sentido transversal		kN/m	8,65
		%	154,30
RESISTÊNCIA AO RASGO TRAPEZOIDAL	ASTM D 4533		
Sentido longitudinal		N	279,30
Sentido transversal		N	340,40
RESISTÊNCIA AO PUNCIONAMENTO	ABNT NBR13359		
Força		kN	1,53
Deslocamento		mm	54,83
HIDRÁULICAS			
PERMEABILIDADE	ASTM E 96	g/Pa.s.m	2,29 E-12

Obs.:
É vedado a utilização deste laudo, total ou em parte, como material de propaganda
A responsabilidade pela coleta, condições físicas e identificação das amostras é inteiramente do solicitante dos serviços. Os CPs ensaiados serão armazenados no laboratório pelo período de 01 (um) mês, para qualquer tipo de verificação. Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra ensaiada, não sendo instrumento de qualquer tipo de certificação técnica do material ensaiado.

São Carlos, Abril de 2009

Prof. Benedito de Souza Bueno

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA - LABORATÓRIO DE GEOSSINTÉTICOS

PRODUTO: GEOCOMPOSTO PVC NACIONAL PLASTICOS

Ensaio de Transmissividade ao Vapor ASTM E 96

Corpo de Prova 1

Data Inicial	26/3/08 10:45			
Massa Inicial	383.195			Perm
Área do Cp(m²)	0.0079	Gramas	Dias	
Tempos	Massa (g)	Variação M	Variação T	
			D	
31/3/08 9:05	383.067	0,124	2,931	6,955E-09
1/4/08 16:30	383.030	0,165	4,240	6,082E-09
3/4/08 11:00	383.014	0,181	6,010	4,585E-09
7/4/08 15:50	382.945	0,250	10,212	2,995E-09
9/4/08 16:00	382.913	0,282	12,219	2,825E-09
11/4/08 13:50	382.875	0,320	14,128	2,828E-09
14/4/08 9:40	382.838	0,357	16,955	2,675E-09
16/4/08 9:20	382.801	0,394	18,941	2,742E-09
18/4/08 8:50	382.776	0,419	20,920	2,635E-09
23/4/08 9:11	382.708	0,489	25,935	2,488E-09
			Média	3,74E-09

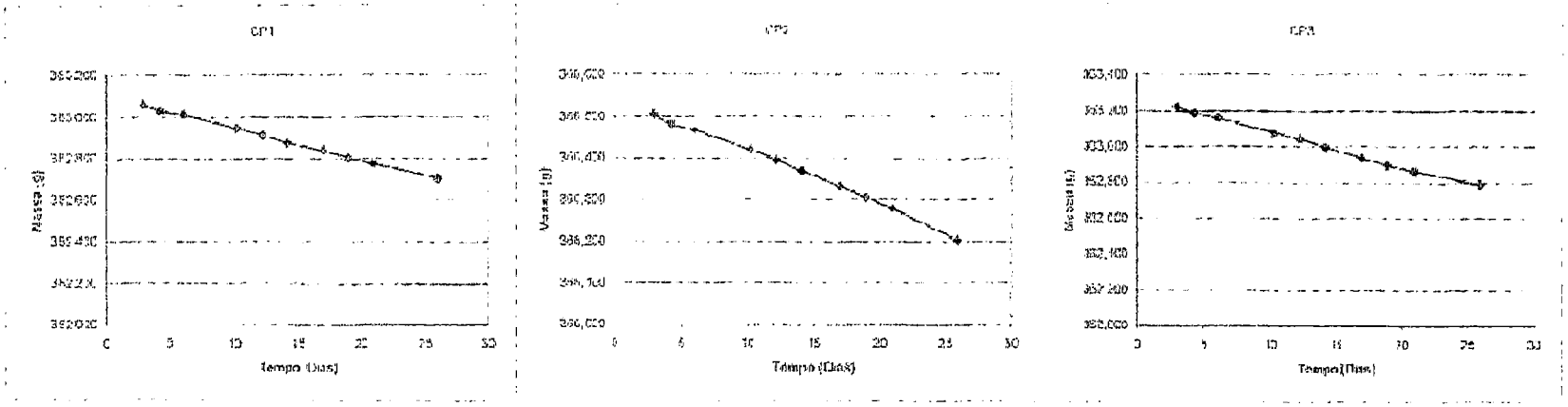
Corpo de Prova 2

Data Inicial	26/3/08 10:45			
Massa Inicial	366.579			Perm
Área do Cp(m²)	0,0079	Gramas	Dias	
Tempos	Massa (g)	Variação M	Variação T	
			D	
31/3/08 9:05	366.506	0,073	2,931	2,79E-09
1/4/08 16:30	366.481	0,098	4,240	3,61E-09
3/4/08 11:00	366.462	0,117	6,010	2,91E-09
7/4/08 15:50	366.420	0,159	10,212	1,56E-09
9/4/08 16:00	366.395	0,184	12,219	1,51E-09
11/4/08 13:50	366.368	0,211	14,128	1,49E-09
14/4/08 9:40	366.334	0,245	16,955	1,44E-09
16/4/08 9:20	366.305	0,274	18,941	1,45E-09
18/4/08 8:50	366.280	0,299	20,920	1,42E-09
23/4/08 9:11	366.203	0,376	25,935	1,51E-09
			Média	2,27E-09

Corpo de Prova 3

Data Inicial	26/3/08 10:45			
Massa Inicial	363.540			Perm
Área do Cp(m²)	0.0079	Gramas	Dias	
Tempos	Massa (g)	Variação M	Variação T	
			D	
31/3/08 9:05	363.225	0,315	2,931	5,93E-09
1/4/08 16:30	363.190	0,350	4,240	5,50E-09
3/4/08 11:00	363.164	0,376	6,010	4,42E-09
7/4/08 15:50	363.081	0,459	10,212	3,06E-09
9/4/08 16:00	363.045	0,495	12,219	3,04E-09
11/4/08 13:50	363.000	0,540	14,128	3,51E-09
14/4/08 9:40	362.939	0,601	16,955	2,98E-09
16/4/08 9:20	362.897	0,643	18,941	3,00E-09
18/4/08 8:50	362.864	0,676	20,920	2,97E-09
23/4/08 9:11	362.790	0,750	25,935	2,77E-09
			Média	3,73E-09

Permeância Média	3,29E-09	g/Pa.s.m²
Permeabilidade Média	2,29E-12	g/Pa.s.m



Nacional Plásticos

RELATÓRIO DE ENSAIOS			
LABORATÓRIO DE GEOSSINTÉTICOS			
	N.E: 127-11-2009		Laudo: 006/2010
PRODUTO: GEOCOMPOSTO DE PVC			
SOLICITANTE DO SERVIÇO: NACIONAL PLÁSTICOS			
PROPRIEDADES	NORMA	UNID.	VALOR
HIDRÁULICAS			
PERMEABILIDADE	ASTM E 96	g/Pa.s.m	1,37E-12

Obs.:
É vedado a utilização deste laudo total ou em parte como material de propaganda
A responsabilidade pela coleta, condições físicas e identificação das amostras é inteiramente do solicitante dos serviços Os CPs ensaiados serão armazenados no laboratório pelo período de 01 (um) mês, para qualquer tipo de verificação Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra ensaiada, não sendo instrumento de qualquer tipo de certificação técnica do material ensaiado.

São Carlos, Janeiro de 2010

Prof Dr Benedito de Souza Bueno
Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Geotecnia
Laboratorio de Geossintéticos

FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE GEOMEMBRANA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO CANAL.

1.1. Especificações Técnicas

1.1.1. Opções de Geomembrana

Para o revestimento rígido-flexível do projeto poderão ser utilizados duas opções de geomembrana:

- Opção I – Geomembrana de PVC acoplada a geotextil e
- Opção II – Geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade)

Na Opção I com geomembrana acoplada a geotextil, esta deverá se constituir de manta de PVC de 1mm de espessura, acoplada a um geotextil de características drenantes.

O geotextil deverá ser colocado entre a geoembrana e a camada de concreto, para evitar o deslizamento do mesmo sobre a geomembrana. A geomembrana de PVC terá espessura mínima de 1mm e o geotextil, do tipo OP-15 ou OP-20, deverá vir acoplado à manta de PVC.

Na Opção II com geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) esta deverá apresentar espessura mínima de 1mm e ser texturizada nas duas faces.

Neoplastic Embalagens Plásticas Ltda.
Av. Pacaembu, 485, Serra dos Abreus, Franco da Rocha - SP – CEP 07810-000
Tel.: (11) 3436-0640 – Cel.: (11) 9572-3405
Edilson da Silva Tavares – Técnico Comercial

A geomembrana deverá apresentar as características técnicas indicadas na tabela a seguir:

CARACTERÍSTICAS		**MÉTODO DE ENSAIO**
Espessura nominal	1 mm	ASTM D5994
Espessura média (mínima)	0,9 mm	ASTM D5994
Elongação no escoamento	13%	ASTM D638
Elongação na ruptura	100%	ASTM D638
Tensão de tração no escoamento (mínima)	15 N/mm²	ASTM D638
Tensão de tração na ruptura (mínima)	11 N/mm²	ASTM D638
Densidade	0,94	ASTM D1505
Resistência ao puncionamento (mínima)	100 N	ASTM D4833
Resistência ao rasgo (mínima)	125 N	ASTM D1603
Conteúdo negro de fumo	2%	ASTM 1004

As faces texturizadas devem ser obtidas durante o processo de fabricação de modo a não ser possível sua remoção por absorção química de produtos ou por abrasão.

Edilson S. Tavares
Técnico Comercial
(11)-9572-3405
(11)-3436-0640
(11)-2408-8785 - FAX
edilson@neoplastic.com.br
edilson.s.tavares@terra.com.br

ROMA

ROMA GEOSSINTÉTICOS
IMPERMEABILIZA · DRENA · FILTRA · PROTEGE · SEPARA

GEOMEMBRANA PEAD GEOROMA

A **GEOROMA** é uma geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD). Sua formulação contempla aditivação de negro de fumo, antioxidantes e termoestabilizantes, de modo a garantir a longevidade do produto. Possui excelente resistência química e boa soldabilidade. É comercializada na largura de até 5,90 m e comprimentos de 50 e 100 m.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PROPRIEDADES	UNIDADES	MÉTODOS DE ENSAIO	VALORES DE ENSAIO				
			0,50 mm	0,80 mm	1,00 mm	1,50 mm	2,00 mm
Espessura	mm	ASTM D 5199 / NBR 15227	0,50	0,80	1,00	1,50	2,00
Densidade	g/cm^3	ASTM D 792 / ASTM D 1505	≥ 0,940	≥ 0,940	≥ 0,940	≥ 0,940	≥ 0,940
Resistência à Tração no Escoamento	kN/m	ASTM D 6693	7	12	15	22	29
Alongamento no Escoamento	%	ASTM D 6693	12	12	12	12	12
Resistência à Tração na Ruptura	kN/m	ASTM D 6693	13	22	27	40	53
Alongamento na Ruptura	%	ASTM D 6693	700	700	700	700	700
Resistência ao Rasgo	N	ASTM D 1004	62	100	125	187	249
Resistência à Punção	N	ASTM D 4833	160	256	320	480	640
Resistência ao *Stress Cracking*	hr.	Anexo ASTM D 5397	≥ 300	≥ 300	≥ 300	≥ 300	≥ 300
Teor de Negro de Fumo	%	ASTM D 1603 / ASTM D 4218	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0
Dispersão de Negro de Fumo	Categoria	ASTM D 5596	1 ou 2	1 ou 2	1 ou 2	1 ou 2	1 ou 2
Tempo de Indução Oxidativa - OIT	min.	ASTM D 3895	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100

Os valores poderão ser alterados sem aviso prévio.

Rev.: 00
Data: 03/08/2007

Tecelagem Roma Ltda – Rua Prof. Elza Orsi Avalone, 230, Jardim Saba – Tatuí – SP – Brasil - CEP: 18276-760
(55-11) 4789-2369 – www.roma.ind.br – geossintéticos@roma.ind.br

Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Salgueiro (PE), 22 de Abril de 2010
CL/407-CSF-L04/10/143

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 03 / 05 / 10
MPO
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: **Especificações Técnicas de Geomembrana**

Prezado Senhor,

O Consórcio construtor, através desta correspondência, em atendimento ao item 7.10 do Anexo IX – Especificações Técnicas de Obras Civis e Normas de Medição e Pagamento, apresenta anexas para análise e aprovação as Especificações Técnicas de Geomembrana, material para ser utilizado na impermeabilização do canal, do seguinte fornecedor:

- *Sansuy S.A. Indústria de Plásticos;*

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

Atenciosamente,

ENGEVIX Engenharia S.A
Recebi em:
23 / 04 / 10
Hora: 15 : 53
Ass. Mabira Ferreira

Weverton Maia Fioroto
Gerente de Contrato

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

Anexo

Anexo I – Especificações técnicas geomembrana

MWH BRASIL
Recebido em:
___/___/___
Hora: ___:___
Ass._____

PISF-LO-107-2010 Petrolândia - 6 de Março de 2010.

Ao
SANSEY S.A. INDÚSTRIA DE PLÁSTICO
Rodovia Régis Bittencourt, Km 280
Embu - SP.

Att. Toshio Nakabayashi
Diretor Presidente

Ref.: PISF - Contrato 36/2008-MI Lote 9

Assunto: Encaminhamento do Parecer Técnico Sobre o Geocomposto de PVC - S 1600.

Prezado Senhor,

Pela presente estamos encaminhando a V. S.ª o nosso Parecer Técnico da aplicação do concreto sobre a Manta de Impermeabilização (Geocomposto de PVC + Geotêxtil), aplicada no Canal de Condução do Segmento WBS 2205, entre as estacas 612 + 0,00 a 622 + 10,00.

Sendo o que se apresenta para o momento, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

Eugênio Pacelli de Miranda
[illegible]
[illegible] S.A.
[illegible]
[illegible]

PARECER TÉCNICO 05/2010

Referência: PISF – Contrato Nº 36/2008 – MI – Lote 9 – Pacote 1450 – Eixo Leste

Assunto: Campo de Prova da aplicação do concreto sobre a Manta de Impermeabilização (Geocomposto S 1600 (PVC + Geotextil).

Dando seqüência ao parecer técnico 04/2010, relatamos as seguintes observações:

- A concretagem foi executada em três fases, fundo do canal, talude do lado esquerdo e talude do lado direito
- A concretagem do talude do lado esquerdo foi realizada com a máquina "GOMACO" no dia 04/03/2010 e na seqüência o talude do lado direito pelo processo manual (rolo "Banner").
- Durante a concretagem com a máquina "GOMACO", houve sensível melhora no aproveitamento do equipamento, aumentando sua produtividade devido não haver enrugamento da manta.
- O concreto para preenchimento das placas do talude, fluia melhor na medida necessária conforme o posicionamento requerido.
- O Geocomposto de PVC/Geotextil retem mais água espargida no talude antes da concretagem, permitindo utilizar concreto FCK 15 Mpa, "SLUMP" 3±1, facilitando o início da pega e acabamento dos taludes, com isto a equipe de acabamento anda mais perto da equipe de lançamento, diminuindo as possibilidades de aparecimento de fissuras.
- Durante a concretagem com o Geocomposto de PVC (PVC + Geotextil), houve sensível melhora no enrugamento, comparado com a geomanta de PEAD, pois a primeira é mais flexível permitindo que mesmo com pequenas rugas, o resultado da camada final de concreto, é bem maior, aumentando a confiabilidade da estrutura. A impressão é que a manta de geocomposto "veste o talude".
- Após a concretagem verificou-se melhora no acabamento do talude, reduzindo-se drasticamente o aparecimento de fissuras.

Conclusão.

Pelo experimento realizado em campo "segmento WBS 2205 estacas 621 a 622 = 10 mts", com geocomposto S1600 (PVC + Geotextil) ficou comprovado a viabilidade técnica em seu uso, devido as vantagens descritas acima (maleabilidade, aderência facilidade ao concretar, acabamento, redução drastica de fissuras).

Petrolândia, 16 de Março de 2010

Eugênio Pacelli de Miranda

sansuy®

Sansuy S.A. Industria de Plásticos
Unidade Industrial Embu
Rod. Régis Bittencourt, Km 280 (BR 116)
06830-900 – Embu – SP
Tel.: (55)11 2139-2600 – Fax: (55)11 4704-2993
Home page: www.sansuy.com.br

Embu, 12 de abril de 2010

À
ENCALSO CONSTRUÇÕES

a/c Engº Alex Silveira Cardoso

Ref.: Apresentação e Solicitação para homologação de Geocomposto S 1600

Prezado,

Em 26 de Janeiro de 2010, em visita que realizamos no canteiro da ENCALSO Construções do lote 3 da Transposição do Rio São Francisco, fomos recebidos em reunião por vosso grupo de trabalho, junto ao Engº Judas Tadeu Braga (responsável da fiscalizadora MWH – Montgomery Watson Harza). Sugerimos na ocasião, interesse de apresentarmos material constituído de PVC acoplado a Geotextil, com características que atendam especificamente ao processo construtivo dos canais da obra da Transposição do Rio São Francisco.

Abaixo enviamos nossa "Apresentação do Produto" e "Especificação Técnica" do Geocomposto S 1600, para sua avaliação inicial.

Solicitamos que nos determine uma data para realizarmos um teste de campo, sem ônus para a ENCALSO com relação a material e mão de obra para instalação, a fim de termos os interessados em adquirir este novo produto e os envolvidos em homologar e nos aprovar para a devida comercialização do "Geocomposto S 1600", presentes neste dia de campo.

Obs.: Para o devido teste solicitamos apenas que a ENCALSO nos entregue as superfícies do canal previamente regularizadas. E nos disponibilize energia elétrica no local (220 volts) e operários para abertura do módulo a ser definido.

Tendo seu aceite para realizarmos este teste e sua devida aprovação do material e do sistema que estamos propondo, solicitamos o envio de uma carta de aprovação da fiscalizadora ao projetista Engecorps, para aprovação do material e informação ao Ministério da Integração.

Aguardamos seu parecer, para estarmos acertando o teste solicitado.

Atenciosamente,

Sandro Tiburzi
Sansuy S/A Indústria de Plásticos

sansuy®

Sansuy S.A. Industria de Plásticos
Unidade Industrial Embu
Rod. Régis Bittencourt, Km 280 (BR 116)
06830-900 – Embu – SP
Tel.: (55)11 2139-2600 – Fax: (55)11 4704-2993
Home page: www.sansuy.com.br

Apresentação do Produto

Produto: Geocomposto de PVC, tipo S1600, cor Preta, marca Vinigeomanta.

Aplicação: Revestimento para Canal de Irrigação com proteção mecânica (concreto).

Vantagens do Geocomposto de PVC

Flexibilidade:

O Geocomposto de PVC é flexível e elástico conferindo seu perfeito assentamento sobre o solo, facilitando em muito a execução da camada de proteção mecânica, principalmente quando utilizado com máquina específica para aplicação do concreto.

A flexibilidade e elasticidade do Geocomposto de PVC também garantem o perfeito acompanhamento dos recalques e possíveis deformações do solo sem que ocorra a ruptura da membrana impermeabilizante por fadiga (stress-craking), o que levaria ao colapso do sistema.

Emendas de Campo:

No geocomposto de PVC, as emendas de campo podem ser feitas pelo processo tradicional (termo fusão) ou pela soldagem "química" a frio (aplicação de adesivo específico que funde o material no contato) eliminando a necessidade de gerador de energia elétrica, agilizando e acelerando o trabalho no campo, reduzindo assim elevados custos de mão-de-obra.

Emendas de Fábrica:

As emendas de fábrica são executadas por soldagem eletrônica de alta freqüência (vibração molecular das partículas geradas através de alta freqüência), ou termo-fusão com máquina de cunha quente, e proporcionam total controle de qualidade devido ao controle em ambiente com sistema de qualidade implantado. Todo trabalho em fábrica é controlado e inspecionado em conformidade com o Sistema de Qualidade ISO-9001:2008.

Modulação:

O Geocomposto de PVC é fornecido em grandes painéis pré-confeccionados em fábrica conforme projeto executivo, de forma a agilizar o trabalho de campo, proporcionando cobertura de grandes áreas minimizando significativamente a quantidade de emendas no local da instalação, e eliminando totalmente as perdas na obra, ao contrário do que ocorre com outras geomembranas fornecidas em bobinas.

A redução dos trabalhos em campo é muito importante porque aproximadamente 75% dos possíveis danos de elementos impermeabilizantes ocorrem durante a sua instalação, conforme pesquisa apresentada no 7º Congresso Internacional do IGS.

Sansuy S.A. Industria de Plásticos
Unidade Industrial Embu
Rod. Régis Bittencourt, Km 280 (BR 116)
06830-900 – Embu – SP
Tel.: (55)11 2139-2600 – Fax: (55)11 4704-2993
Home page: www.sansuy.com.br

Coeficiente de Dilatação Térmica:

O geocomposto é proveniente da fusão de geomembrana de PVC "multiple ply" à fibras de um geotêxtil e possui baixo coeficiente de dilatação térmica, portanto pode ser instalado a qualquer hora do dia mesmo em ambiente de extremo calor, sem que ocorram ondulações indesejáveis que prejudicam a qualidade da instalação e dificultam sobremaneira a execução da camada de proteção mecânica de concreto.

Ausência de ruptura por fadiga "Stress-Craking":

Outra grande vantagem das Geomembranas de **PVC** é a não ocorrência do fenômeno do "Stress-Craking". Isto se deve à sua estrutura molecular que é predominantemente não cristalina. O "Stress Cracking" leva a ruptura do material por fadiga, mesmo quando submetido a baixas tensões, e ocorre com freqüência com outras geomembranas, principalmente em contornos de interferências e obras de arte.

Controle de Qualidade das Emendas

Controle de qualidade em fábrica:

O Sistema de Qualidade da unidade fabril de Camaçari/BA é credenciado pela norma **ISO-9001:2008**, portanto as atividades de confecção dos módulos e soldas são inspecionadas e aprovadas por rigoroso Sistema da Qualidade.

Teste de Emenda em campo:

É necessário que todas as emendas de campo sejam testadas após a sua execução através da aplicação de um jato de ar comprimido na borda da sobreposição da emenda expelido através de orifício padrão calibrado a uma pressão de 50 psi de forma perpendicular à linha da emenda. Quando há uma solda deficiente, a aba superior do material levanta e o operador detecta a falha facilmente e faz uma marcação para o devido reparo. **(ASTM D 4437).**

Havendo suspeita de dano mecânico externo, a instalação poderá ainda ser inspecionada utilizando aparelho de "Spark Test" conforme especifica as Recomendações IGSBR IGMT 01-2003 para verificação dos painéis quanto à possibilidade de ocorrência de furos no transporte, danos provocados por animais ou acidentes.

sansuy®

Sansuy S.A. Industria de Plásticos
Unidade Industrial Embu
Rod. Régis Bittencourt, Km 280 (BR 116)
06830-900 – Embu – SP
Tel.: (55)11 2139-2600 – Fax: (55)11 4704-2993
Home page: www.sansuy.com.br

Especificações Técnicas

Descrição do Produto:

Geocomposto de PVC, tipo S1600, cor Preta, marca vinigeomanta®

Especificação:

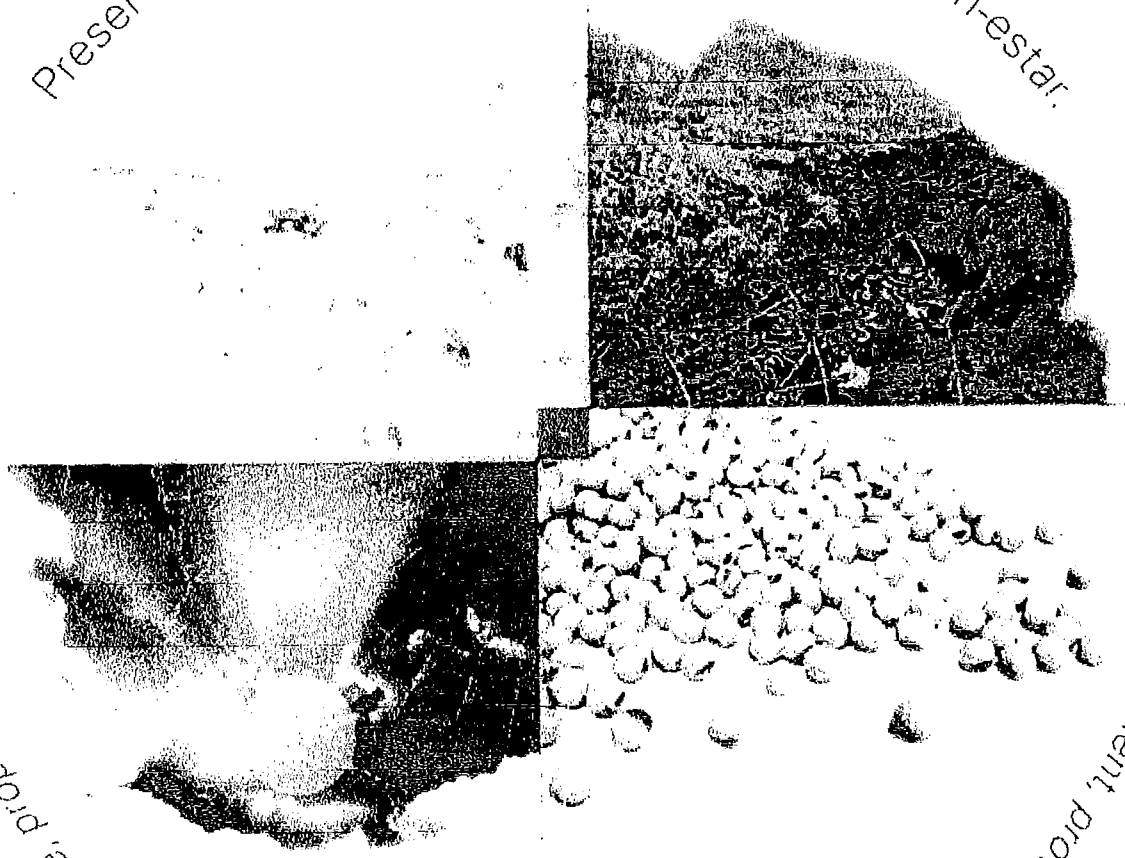
Geocomposto de PVC "multiple ply" produzido por processo de calandragem, com dupla camada de geomembranas de PVC colaminadas por termo-fusão, fundida às fibras de geotextil com abertura de filtração compatível com a pega de concreto FCK-15-Mpa.

Características Técnicas	Especificação	Método de Ensaio
Espessura nominal (mm)	Mínimo 1,50	ASTM D1593
Espessura mínima (mm)	Mínimo 1,35	ASTM D1593
Gramatura (g/m²)	Mínimo 1000	ASTM D5261
Resistência à Tração (N/mm) - Sentido Longitudinal - Sentido Transversal	Mínimo 10	ASTM D-882
Alongamento de Tração (%) - Sentido Longitudinal - Sentido Transversal	100%	ASTM D-882
Módulo de Deformação (KN/m) - Sentido Longitudinal - Sentido Transversal	Mínimo 6	ASTM D-882
Resistência ao Rasgamento (N) - Sentido Longitudinal - Sentido Transversal	Mínimo 50	ASTM D-1004
Estabilidade Dimensional (%) - Sentido Longitudinal - Sentido Transversal	Máximo 3	ASTM D-1204 100 °C 15 min.
Puncionamento (N)	Mínimo 300	ASTM D4833
Resistência a pelagem entre camadas de geomembrana de PVC (N/mm)	Não pode delaminar	ASTM D413
Adesão Geotextil/Geomembrana – Resistência ao Cisalhamento (N/mm)	Mínimo 10	ASTM D3083 (*)

(*) Cisalhamento entre Geotextil/Geomembrana: - delaminam-se os componentes e, prende a geomembrana de PVC na garra superior do dinamômetro e o Geotextil na garra inferior.

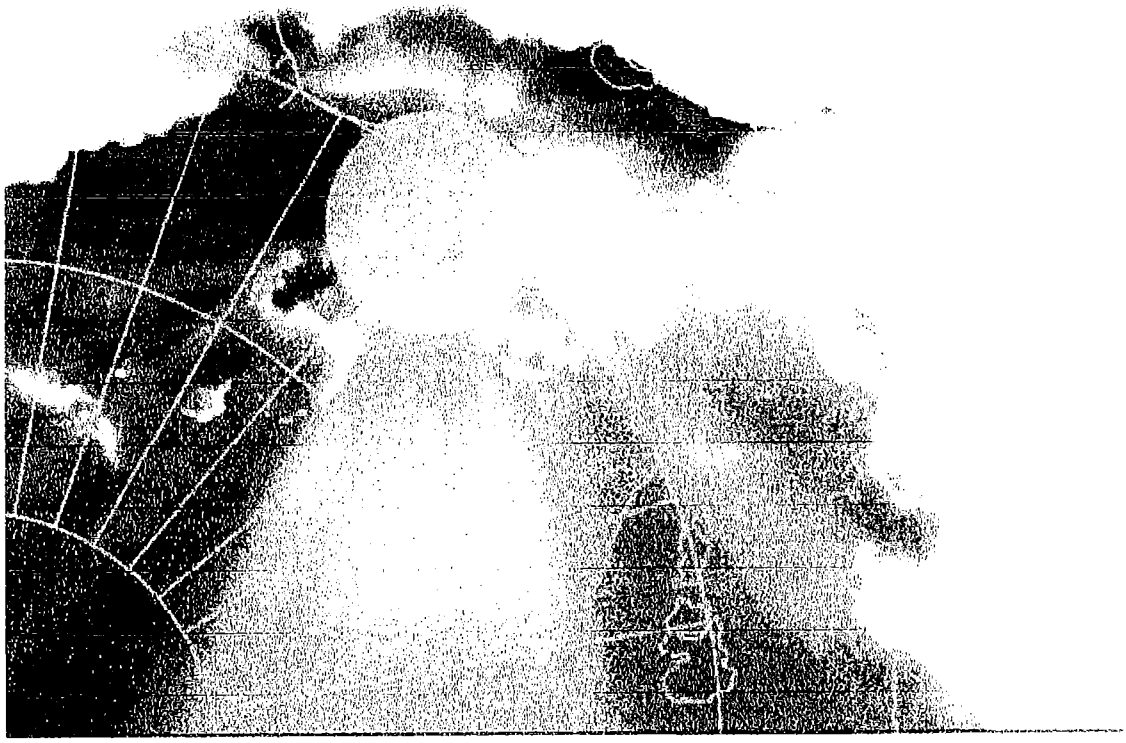
sansuy

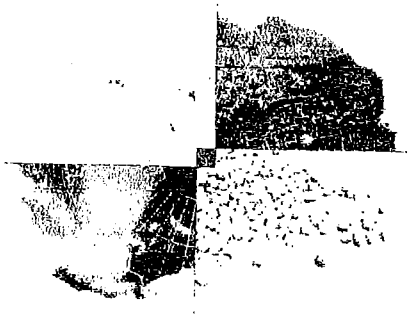
Preservar o meio ambiente, proporcionando bem-estar.



Preserve the environment, providing well-being

Preservar el medio ambiente, proporcionando bien estar





Diante do cenário de grandes transformações que marcaram a década de 60, foi fundada a Sansuy, iniciativa de imigrantes japoneses determinados em criar produtos para pulverização agrícola.

Desde o início de sua trajetória, em 1966, a Sansuy uma empresa 100% brasileira, é movida pela determinação de criar soluções.

O primeiro passo foi o desenvolvimento das mangueiras de alta pressão e, ao longo do tempo, com o aumento dos seus investimentos em tecnologia e estrutura, passou a atender vários setores industriais.

Brazil went through major economic and Industrial transformation in the 1960's. During this period, Sansuy was founded by Japanese immigrants.

In 1966 Sansuy was thus founded 100% Brazilian, carrying a strong Japanese business ethics commitment to hard work and quality products. And has since its inception been committed to bring to market superior solutions to several different industries.

Sansuy, a true pioneer company, produced initially agricultural spraying products and the company's first big hit was a line of pressure hoses.

Ante el escenario de grandes transformaciones que han marcado la década de 60, fue fundada Sansuy, iniciativa de inmigrantes japoneses determinados en crear productos para pulverización agrícola.

Desde el inicio de su trayectoria en 1966, Sansuy una empresa 100% brasileña, es motivada en la determinación de crear soluciones.

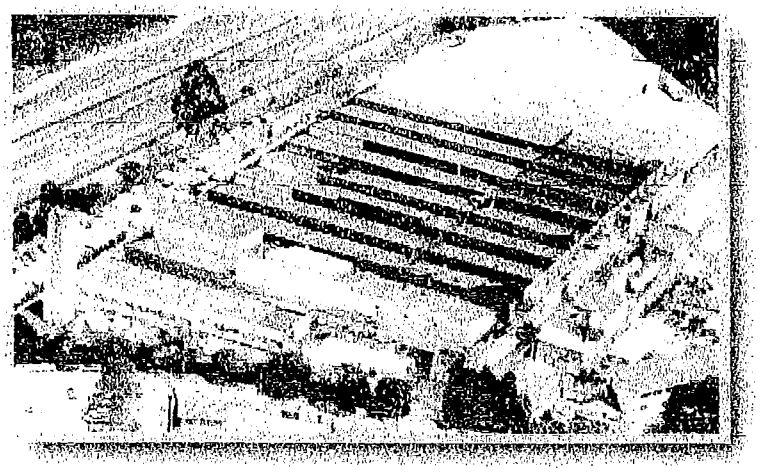
El primer paso fue el desarrollo de las mangueras de alta presión y al lo largo del tiempo, con el aumento de sus inversiones en tecnología y estructura, pasó a atender varios sectores industriales.

sansuy®

A Sansuy produz, atualmente, 38.000 toneladas/ano de laminados de PVC flexíveis calandrados. Com unidades industriais estrategicamente posicionadas na Bahia e em São Paulo, onde também está seu escritório comercial, atua através de uma rede de representantes no País e no exterior.

Desenvolvendo uma gestão voltada à qualidade de seus processos, produtos e serviços, a Sansuy possui uma série de certificações amplamente reconhecidas pelo mercado, como ISO 9001:2000 e ISO TS 16949:2002. Esta postura, aliada a um perfil reconhecidamente inovador, vem garantindo à empresa uma posição de liderança na América Latina com relação à fabricação de PVC , tendo conquistado mercados, exportando sua diversificada linha de produtos.

Presente em áreas diversas, como proteção ambiental, energia renovável, agronegócio, transportes, construção civil, mineração, indústria automobilística, lazer, comunicação visual e em muitos outros setores da economia, a Sansuy já faz parte do dia-a-dia de milhões de pessoas em todo o mundo, como parte integrante de inúmeros produtos industrializados.

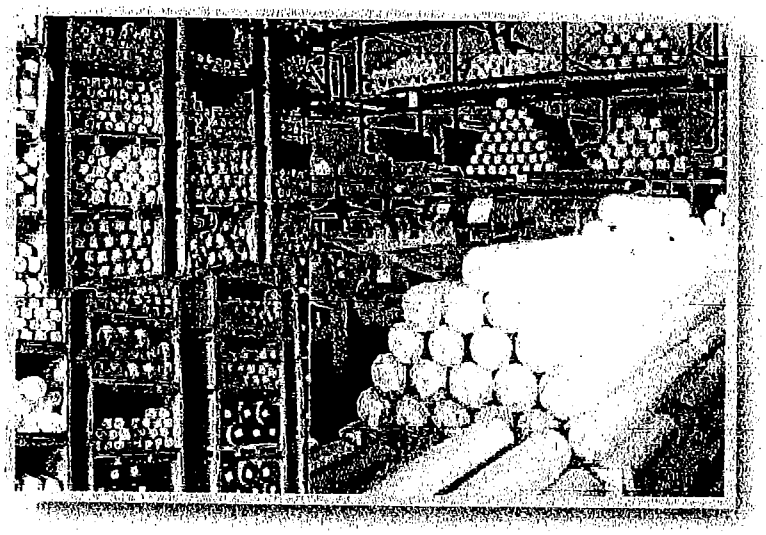


Unidade Industrial Embu (SP)
Embu (SP) Industrial Plant
Planta Industrial Embu (SP)

Currently Sansuy produces 38,000 metric tons a year of flexible calendered PVC laminated film. With industrial plants strategically positioned in Bahia and São Paulo states, where its headquarters and sales arms are sell through a representatives network in Brazil and abroad.

Committed to the quality of production processes, products and services, Sansuy is certified under ISO 9001-2000 and ISO TS 16949-2002. Its commitment to overall product performance coupled with an aggressive market expansion strategy has enabled Sansuy to achieve leading market share positions all across Latin American and at several other overseas countries.

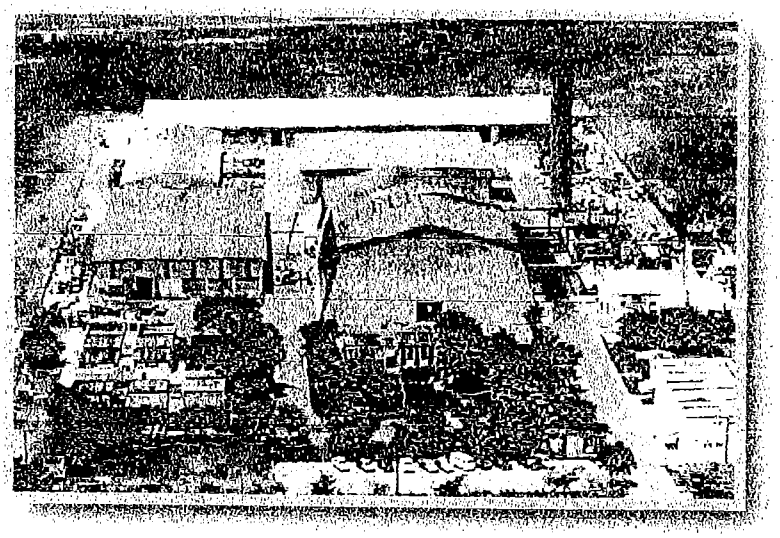
Sansuy brings products and solutions to the following industries: environment protection, renewable energy, agro-business, transportation, civil construction, mining, automotive, leisure, visual communication, and many others. Sansuy is part of the daily life of millions of people around the world.



Sansuy actualmente fabrica 38.000 toneladas/año de laminados de PVC flexibles calandrados. Con unidades industriales estratégicamente posicionadas en Bahia y São Paulo, donde también está su oficina comercial, actúa a través de una red de representantes en el País y en el extranjero.

Desarrollando una gestión dirigida a la calidad de sus procesos, productos y servicios, Sansuy tiene una serie de certificaciones ampliamente reconocidas por el mercado, como ISO 9001-2000 e ISO TS 16949-2002. Esta posición aliada a un perfil reconocidamente innovador, viene garantizando a la empresa una posición de liderazgo en América Latina respeto a la fabricación de PVC , habiendo conquistado mercados, exportando su diversificada línea de productos.

Presente en varias áreas, como protección ambiental, energía renovable, negocios agrícolas, transportes, construcción civil, minería, industria automovilística, entretenimiento, comunicación visual y en muchos sectores de la economía, Sansuy ya hace parte del día a día de millones de personas en todo el mundo, como parte integrante de innúmeros productos industrializados.



Unidade Industrial Camaçari (BA)
Camaçari (BA) Industrial Plant
Planta Industrial Camaçari (BA)

Valores / *Values* / *Valores*

- Ampliar o posicionamento de empresa líder na América Latina na transformação inovadora de laminados flexíveis de PVC com e sem suporte, e produtos confeccionados.
- Ampliar o atendimento aos segmentos em que atua, com ética, seriedade, transparência e versatilidade.
- Identificar e atender as necessidades do mercado e dos clientes, oferecendo soluções inovadoras, otimizando resultados com suporte tecnológico, serviços de pós-venda e assistência técnica.
- Ter uma atuação alinhada ao perfil de empresa cidadã, com foco na responsabilidade social e na preservação ambiental, conquistando, assim, a confiança plena de colaboradores, parceiros, clientes e comunidade.

- *Be the Market Leader in Latin America in the market of supported and unsupported flexible PVC laminates, as well as finished products.*
- *Deliver products through a system that incorporates business ethics, integrity, and transparent practices.*
- *Identify and address the needs of business markets and customers, by way of offering innovative solutions, superior results, technological development, after-sale services, and technical assistance.*
- *To be a socially and environmentally responsible company fully achieving the trust of its employees, business partners, customers, and community.*

- *Ampliar la posición de empresa líder en América Latina en la transformación innovadora de laminados flexibles de PVC con y sin soporte, y productos confeccionados.*
- *Ampliar la atención a los segmentos in que actúa, con ética, seriedad, transparencia y versatilidad.*
- *Identificar y atender a las necesidades del mercado y de los clientes, ofreciendo soluciones innovadoras, optimizando resultados con soporte tecnológico, servicios posventa y asistencia técnica.*
- *Tener actuación compatible con un perfil de empresa ciudadana, con foco en la responsabilidad social y en la preservación ambiental, conquistando, así, la confianza total de colaboradores, socios, clientes y comunidad.*

Sempre buscando agregar valor ao seu negócio, a Sansuy promoveu, ao longo de sua história, várias associações e fusões, que ampliaram significativamente suas oportunidades de negócios.

Em 1974 associou-se à Totaku do Japão para constituir a Kanaflex, empresa fabricante de dutos para saneamento básico, energia elétrica, telecomunicação, indústria química, alimentícia, construção civil e agricultura. A partir de 1998, também formou joint-venture com a alemã Benecke-Kaliko AG, constituindo a Sansuy Benecke, que produz revestimentos internos de veículos.

Como líder consciente e participativa, a Sansuy está vinculada a institutos, associações e órgãos como o Instituto do PVC, ABIPLAST e Instituto Nacional do Plástico, voltados à regulamentação da qualidade de produtos plásticos e assemelhados.

Always seeking to aggregate value to its business, Sansuy promoted along its history, several associations and mergers that significantly broadened its business opportunities. In 1974 Sansuy associated to Totaku from Japan to incorporate Kanaflex, a company manufacturing ducts for basic sanitation, energy, telecommunication, chemical, food industry, civil construction and agriculture. Beginning 1998, also formed a joint-venture with the German company Benecke-Kaliko AG, creating Sansuy Benecke, which produces inner vehicles coverings.

As conscious and participative leader, Sansuy is linked to institutes and associations like the Instituto do PVC (PVC Institute), ABIPLAST and the Instituto Nacional do Plástico (Plastic National Institute), directed to the regulations of the plastic and similar products quality.

Siempre buscando agregar valor a su negocio, Sansuy ha promovido, a lo largo de su historia, varias asociaciones y fusiones, que ampliaron significativamente sus oportunidades de negocios.

En 1974 se asoció a Totaku de Japón para constituir Kanaflex, empresa fabricante de conductos para saneamiento básico, energía eléctrica, telecomunicación, industria química, alimenticia, construcción civil y agricultura.

A partir de 1998, también formó joint-venture con la alemana Benecke-Kaliko AG, constituyendo Sansuy Benecke, que produce revestimientos internos de vehículos.

Como líder consciente y participativo, Sansuy está vinculada a institutos y asociaciones como el Instituto del PVC, ABIPLAST e Instituto Nacional del Plástico, dirigidos a la reglamentación de la calidad de productos plásticos y semejantes.

Exportação / *Export / Exportación*

Como resultado de sua estratégia de crescimento, a Sansuy tem ampliado sua presença internacional ao longo de sua história, com mais de 330 milhões de dólares já exportados.

Atua no desenvolvimento de produtos que agregam tecnologia para um mundo globalizado, com desafios de desenvolver soluções para mercados cada vez mais exigentes.

A Sansuy tem sua marca respeitada e reconhecida na América do Norte, América do Sul, Europa, África, Oriente Médio, entre outros lugares do globo.

As result of its growth strategy, Sansuy has increased its international presence with more than 330 million dollars exported to date.

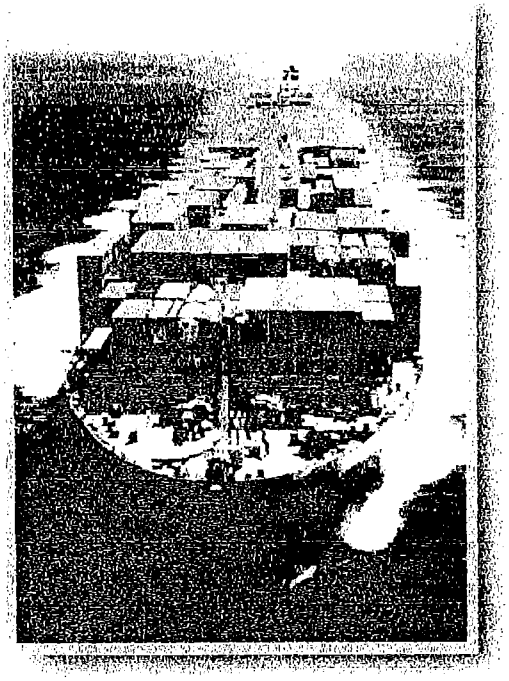
Since the late 70's Sansuy acts as global player bringing to market products to a very diverse customer base.

Sansuy has its brand respected and recognized in North and South America, Europe, Africa, and Middle East.

Como resultado de su estrategia de crecimiento, Sansuy ha ampliado su presencia internacional a lo largo de su historia, con más de 330 millones de dólares ya exportados.

Actúa en el desarrollo de productos que agregan tecnología para un mundo globalizado, con desafíos de desarrollar soluciones para mercados cada vez más exigentes.

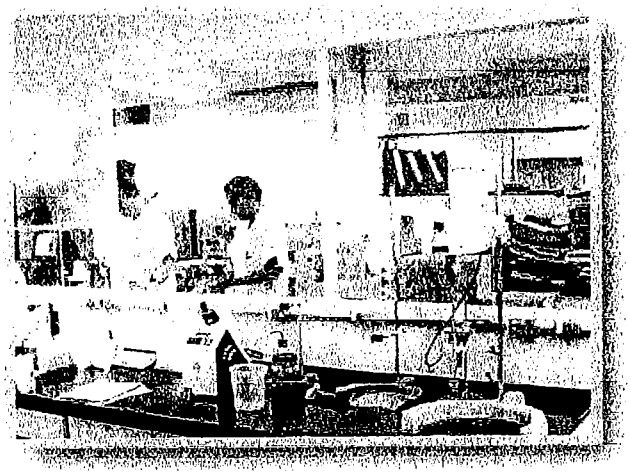
Sansuy tiene su marca respetada y reconocida en la Norte América, Sud América, Europa, África, Oriente Medio, entre otros lugares del mundo.

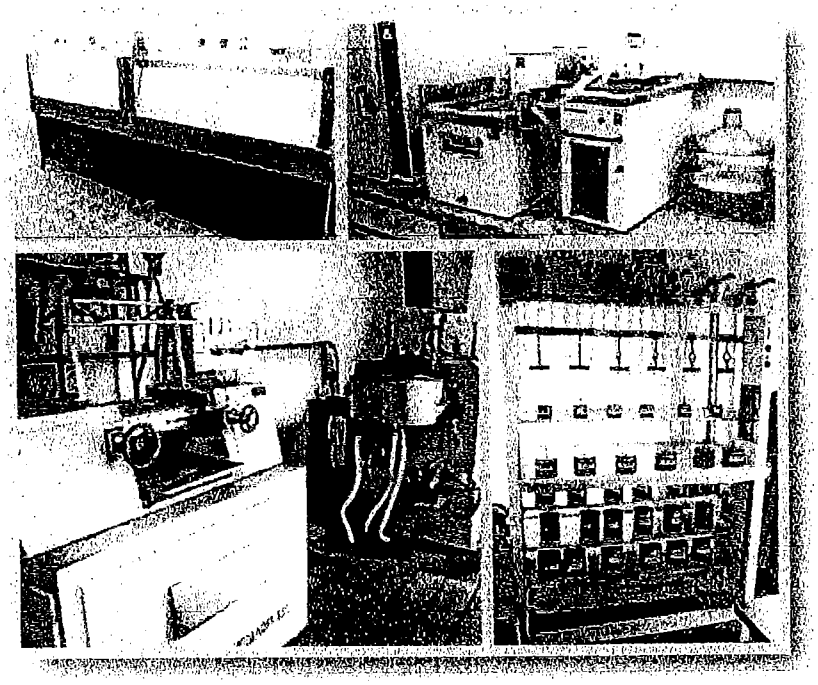


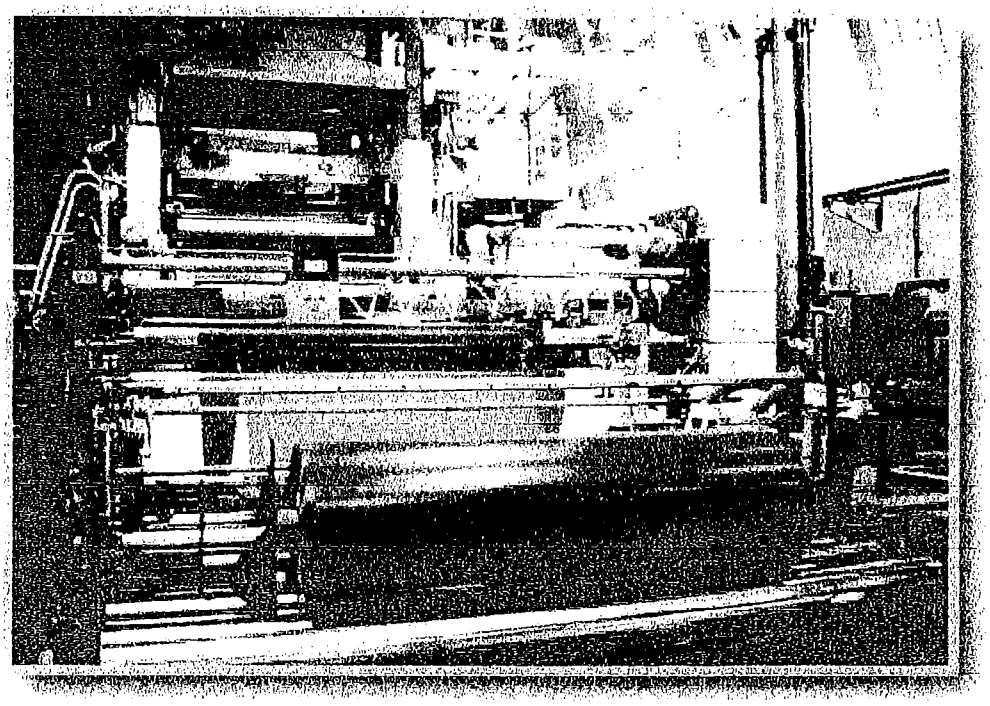
Sempre comprometida com inovações e soluções, a Sansuy possui centro tecnológico com profissionais especializados e capacitados para desenvolvimento de produtos, equipe de assistência técnica, e engenharia de produtos manufaturados sob projetos. Mantém parcerias com as Universidades de São Carlos, UNESP - Jaboticabal/SP, Viçosa/MG e ESALQ, além dos centros de pesquisas da EMBRAPA, EMATER e CONAB.

Isto permite o atendimento de solicitações específicas de clientes e segmentos industriais.

Sua sistemática de controle de qualidade junto aos fornecedores assegura a consistência e o desempenho dos produtos em conformidade com as mais severas e sofisticadas especificações de aplicação.







Always compromised with innovation and solutions, Sansuy has a technological center with expertise and qualified professionals for the development of products, technical assistance team, and engineering of manufactured products under special projects.

Sansuy maintains partnerships with Tecnological centers such as the Universities of São Carlos, UNESP – Jaboticabal/SP, Viçosa/MG and ESALQ, as well as EMBRAPA, EMATER and CONAB research centers.

Its Quality Control System assures consistency and performance of products even under the strictest requirements.

Siempre comprometida con innovaciones y soluciones, Sansuy tiene centro tecnológico con profesionales especializados y capacitados para el desarrollo de productos, equipo de asistencia técnica, e ingeniería de productos confeccionados permanentemente actualizada para presentación de proyectos manufacturados bajo proyectos.

Mantiene sociedades con las Universidades de São Carlos, UNESP – Jaboticabal/SP, Vinosa/MG y ESALQ, además de los centros de investigación de EMBRAPA, EMATER y CONAB. Eso permite la atención de solicitudes específicas de clientes y de segmentos industriales.

Su sistemática de Control de Calidad ante suministradores asegura la consistencia y el desempeño de los productos en conformidad con las más severas y sofisticadas especificaciones de aplicación.

Desenvolvimento específico para as mais variadas aplicações.

A Sansuy dispõe de engenheiros altamente qualificados para o desenvolvimento de produtos manufaturados sob projeto, com objetivo de atender necessidades especiais do mercado, como por exemplo:

- Formas infláveis, contentores para teste de célula de carga, bags para imersão e submersão de tubulações, barreiras para vazamento de óleo
- Tanques para armazenamento de óleo diesel
- Barracas para grandes acampamentos
- Contentores para gás, revestimento para piscinão, içamento de barcos, fechamento de ramais de túneis, sistema para limpeza de canais

Unique product development to new markets.

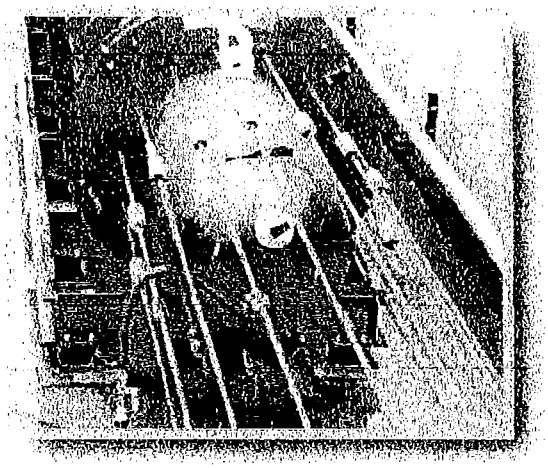
Sansuy has highly qualified engineers in charge of new product development. Some of the more recent product breakthroughs:

- *inflating concrete forms, containers for load cell test, bags for piping immersion and submersion, floating barriers for oil containment*
- *Tanks for diesel storage*
- *Shelters for construction, military and others types of camps*
- *Containers for gas storage, linings for big lagoons, boat hoisting gear, parts for tunnels closure, and canal cleaning systems*

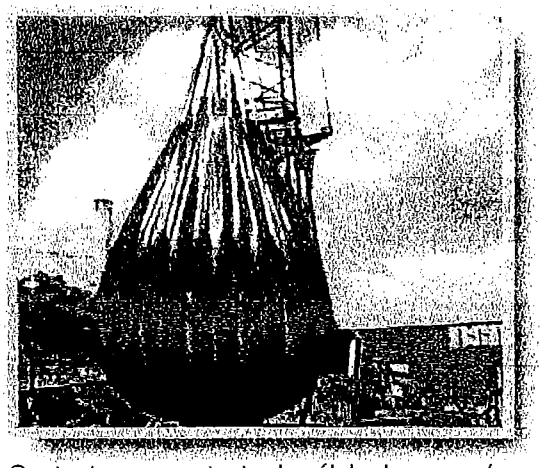
Desarrollo específico para las más variadas aplicaciones.

Sansuy tiene ingenieros altamente calificados para el desarrollo de productos manufacturados bajo proyecto, con el objetivo de atender necesidades especiales del mercado, como por ejemplo:

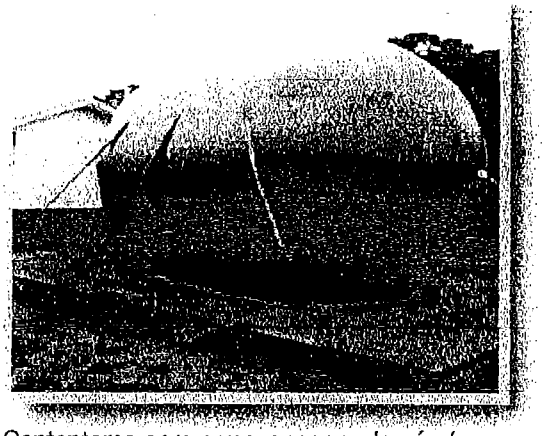
- *formas inflables para hormigón, contenedores para ensayo de celdas de carga, bolsas para inmersión y sumersión de tuberías, barreras para contención de aceite*
- *Tanques para almacenamiento de diesel*
- *Albergues para grandes campamentos (Construcción, Militar y otros).*
- *Contenedores para gas / revestimiento para grandes lagunas / izamiento de barcos /cierre de ramales de túneles, sistema para limpieza de canales*



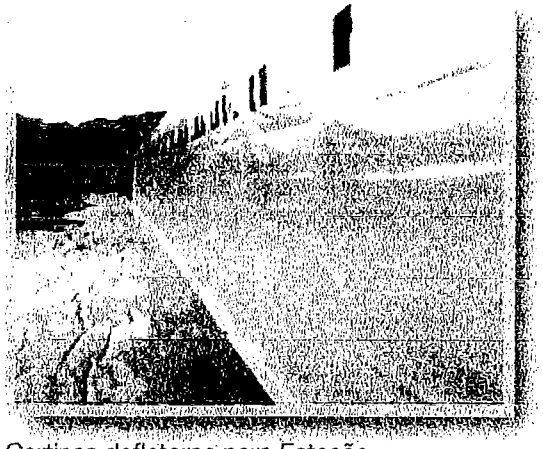
Formas infláveis / *Inflating forms / Formas inflables*



Contentores para teste de célula de carga / *Containers for charge cell test / Contenedores para ensayo de celda de car*

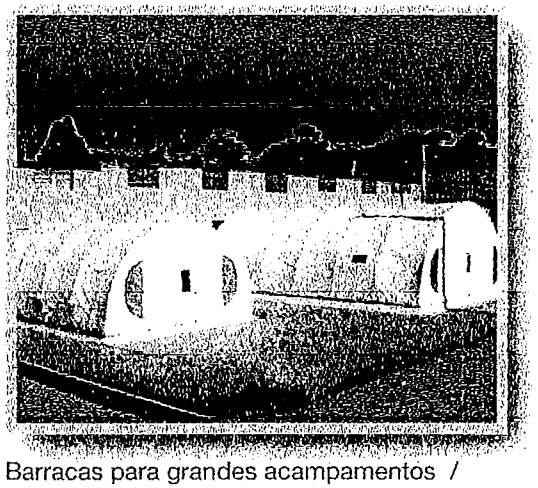


Contentores para armazenagem de gás /
Containers for gas storage /
Contenedores para gás

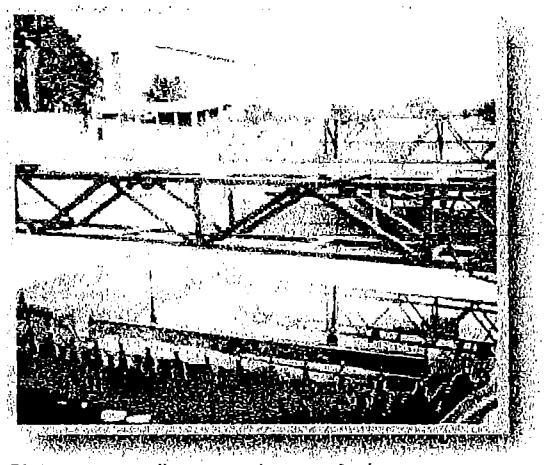


Cortinas defletoras para Estação Tratamento Esgoto (ETE)
Deflector curtains for Sewer Treatment Station (STS)
Cortinas deflectoras para Estación de Tratamiento de Cloaca (ETC)

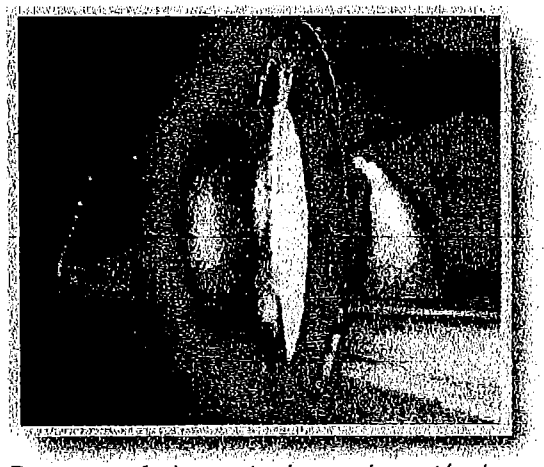
Bags para imersão e submersão /
Bags for immersion and submersion /
Bolsas para inmersión y sumersión



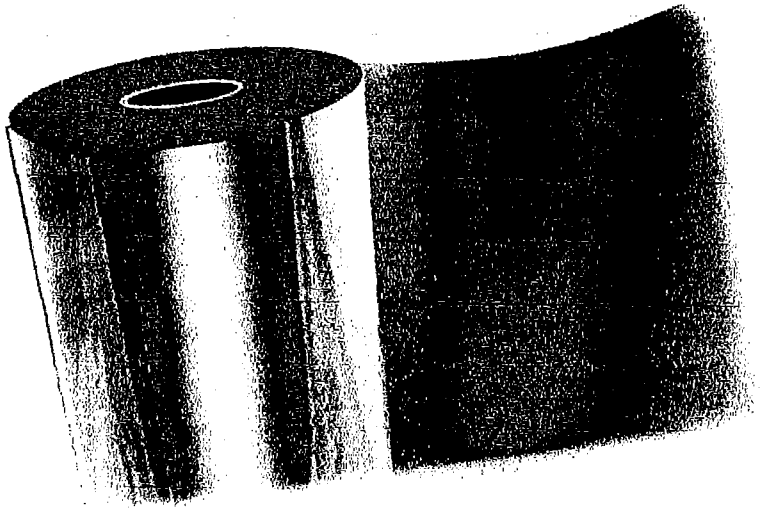
Barracas para grandes acampamentos /
Barracks for big camps /
Tiendas para grandes campamentos



Sistema para limpeza de canais /
Channels cleaning system /
Sistema para limpieza de canales



Peças para fechamento de ramais em túneis
Parts for branches closing in tunnels /
Piezas para cierre de ramales de túneles



Em bobinas ou manufaturados, estão presentes as soluções com tecnologia Sansuy.

Como empresa líder do segmento, a Sansuy reafirma sua posição de concentrar energias no desenvolvimento de produtos, e na busca de soluções inovadoras, sempre com altos padrões de qualidade.

Sua gama de produtos vai desde bobinas de laminados flexíveis de PVC com ou sem reforço textil até produtos confeccionados tais como : contentores flexíveis, geomembranas para impermeabilização e proteção ao meio ambiente, tanques para armazenagem de líquidos, dentre outras opções.

In rolls or finished products Sansuy technology is ever present.

As a leading company, Sansuy is commited to the development of quality products and the development of innovative solutions.

Its range of products includes since supported and unsupported flexible PVC films with textile reinforcement to fabricated products such as flexible containers (Big Bags), PVC geomembranes for waterproofing and environment protection, tanks for liquid storage, and others.

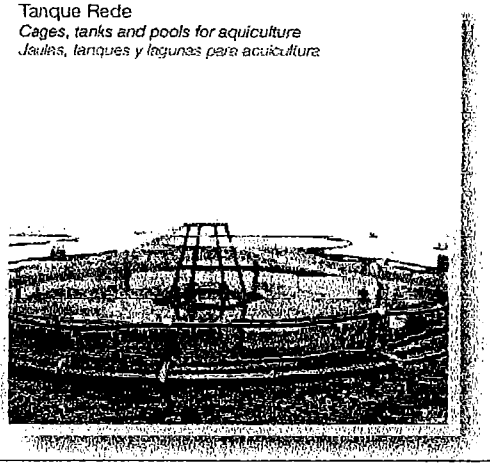
En bobinas o manufacturados, están presentes las soluciones con tecnología Sansuy.

Como empresa líder del segmento, Sansuy reafirma su posición de concentrar energías el en desarrollo de productos en la búsqueda de soluciones innovadoras, siempre con altos patrones de calidad.

Su gama de productos va desde bobinas de laminados flexibles de PVC con o sin refuerzo textil hasta productos confeccionados tales como : Contenedores Flexibles, Geomembranas de PVC para impermeabilización y protección al Medio Ambiente, Tanques para almacenamiento de líquidos, entre otras soluciones.

Agronegócios / *Agro-business / Negocios agrícolas*

Tanque Rede
Cages, tanks and pools for aquiculture
Jaulas, tanques y lagunas para acuicultura



- Tanque-rede, tanques e lagoas para aquicultura
- Lençol de expurgo para controle de pragas
- Tubos para irrigação
- Coberturas para silos e fardos de algodão
- Contentores flexíveis para adubo
- Biodigestores

- *Cages, tanks and pond liners for aquiculture*
- *Purge blanket for plagues control*
- *Tubes for irrigation*
- *Covers for silos and cotton bales*
- *Flexible Containers for fertilizer*
- *Biodigesters*

- *Jaulas, tanques y lagunas para acuicultura*
- *Paneles de expurgo para control de plagas*
- *Tubos para irrigación*
- *Coberturas para silos y fardos de algodón*
- *Contenedores Flexibles para fertilizante*
- *Biodigestores*

Mineração e Saneamento / *Mining and Sanitation / Minería y Saneamiento*

Duto de ventilação
Ventilation ducts

- Dutos de ventilação para túneis e minas
- Geomembranas para lixiviação, reservatórios industriais, coberturas e revestimentos de aterros sanitários, revestimentos em lagoas de dejetos e efluentes, revestimentos para reservatórios de água tratada

- *Ventilation Ducts for tunnels and mines*
- *Geomembranes for heap leaching, industrial reservoirs, covers and linings for municipal solid waste, linings for manure, effluent and treated water reservoirs*

- *Ductos de Ventilación para túneles y minas*
- *Geomembranas para lixiviación, depósitos industriales, coberturas y revestimientos de rellenos sanitarios, revestimientos en lagunas de desechos y efluentes, revestimientos para reservorios de agua tratada*

Construção Civil / *Civil Construction / Construcción Civil*

Laminado reforçado para Roofing
Reinforced laminates for Roofing
Laminados reforzados para Techos

- Laminados reforçados para Roofing
- Geomembranas para impermeabilizações e revestimentos de lajes, caixas d'água, reserv[redacted]ios e cisternas.
- Contentores para cimento

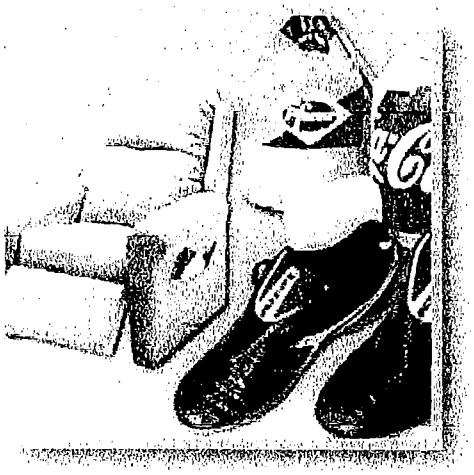
- *Reinforced laminates for Roofing*
- *Geomembranes for waterproofing and lining of roofs, water storage reservoir and cisterns*
- *Big Bag for cement*

- *Laminados reforzados para Techos*
- *Geomembranas para impermeabilizaciones y revestimientos de techos, depósitos de agua, reservorios y cisternas*
- *Contenedores para cemento*

Comunicação Visual / *Visual Communication / Comunicación Visual*

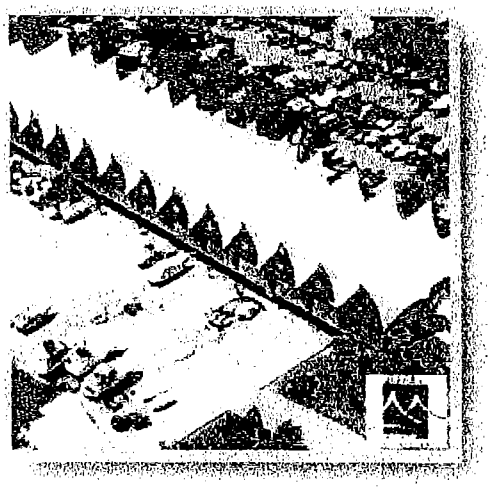
- Laminados reforçados para painéis ou out-doors tipo back-light, front-light, banners, fachadas para postos de gasolina e vinil adesivo
- *Reinforced laminates for panels or back-light, front-light out-doors, banners, illuminated fascia system for gas statiosn and adhesive vinyl (PSA)*
- *Laminados reforzados para paneles u out-doors tipo back-light, front-light, banners, fachadas para estaciones de servicio y vinilo adhesivo*

Industrialização e Manufatura / *Industrialization and Fabrication / Industrialización y Manufactura*



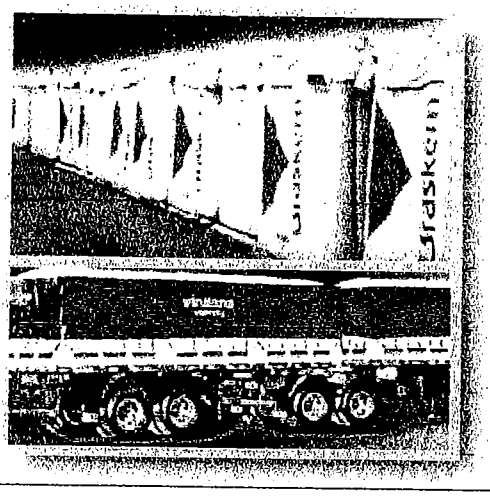
- Laminados simples, reforçados e suportados para embalagens, calçados, móveis estofados, roupas especiais, artigos de papelaria, brindes, peças infláveis e telas para projeção de imagens
- *PVC films, supported and unsupported PVC film for packaging, footwear, upholstered furniture, special clothing, stationery, general purpose, inflated products, and projection screen*
- *Laminados simples, reforzados y soportados para embalajes, calzados, muebles estofados, ropas especiales, artículos de papelería, brindes, productos inflables, y pantallas para proyección de imágenes*

Coberturas Tensionadas / *Tensile Covers / Coberturas Tensionadas*



- Laminados reforçados para estruturas tensionadas, tendas e circos
- *Reinforced laminates for Tensile Structures, Tents and Circus Covers*
- *Laminados Reforzados para Estructuras Tensionadas, Tiendas y Circos*

Transporte e Logística / *Transport and Logistic / Transporte y Logística*

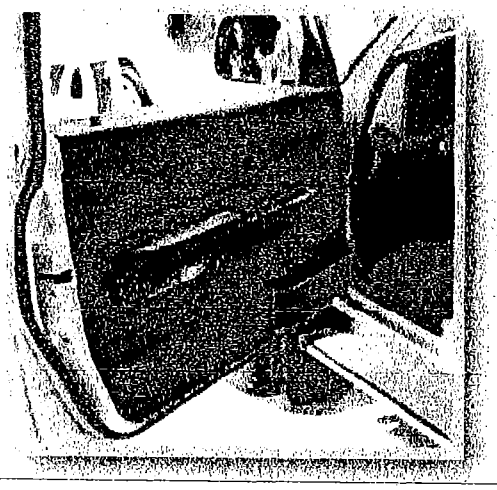


- Contentores flexíveis multi way (big bags)
- Coberturas para caminhões, trens e embarcações, laminados reforçados para cortinas laterais, tetos para carrocerias, "sanfonas" de ônibus articulados e capotas de veículos.
- Tanque para transporte de água

- *Multi-way Flexible Containers (Big Bags)*
- *Covers for Trucks, Trains and Boats; Reinforced Laminates for Side Curtains and Roofs, Articulated Buses, and Vehicle Covers*
- *Tanks for water transportation*

- *Contenedores flexibles multi way (big bags)*
- *Coberturas para camiones, trenes y embarcaciones, laminados reforzados para cortinas laterales e techos para carrocerías, "fuelles" de autobuses articulados y laminados soportados para capotas*
- *Tanque para transporte de agua*

Automobilístico / *Automotive / Automovilístico*



- Laminados simples, reforçados, suportados e expandidos para revestimentos e forrações interiores de veículos, pisos e tapetes, podendo ser estampados ou microperfurados

- *Supported and unsupported PVC laminates, in bothreinforced and expanded versions for laminatesal vehicles linings, floors and carpet, either printed or micro-perforated*

- *Laminados simples, reforzados, soportados, sin soporte y expandidos para revestimientos y forraciones interiores de vehiculos, pisos y tapetes, pudiendo ser estampados o micro perforados*

Lazer / *Leisure / Entretenimiento*

- Laminados simples, reforçados, com ou sem estampa, para piscinas tipo bolsão, piscinas infantis e coberturas de piscina
- Laminados reforçados para toldos e pequenas coberturas

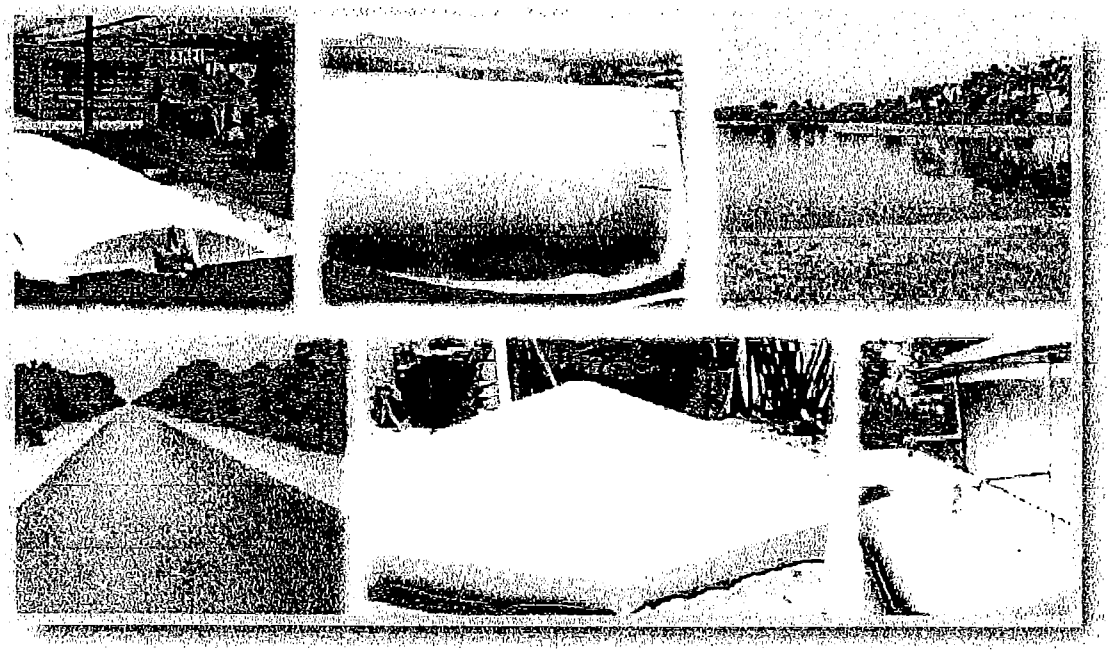
- *Supported and unsupported PVC laminates, in both printed or unprinted versions for in ground and children's swimming-pool and pool covers*
- *Reinforced laminates for awnings and small covers*

- *Laminados simples, reforzados, con o sin estampa, para piscinas tipo bolsón e infantiles y coberturas de piscina*
- *Laminados reforzados para toldos y pequeñas coberturas*

Consciente de que a preservação do meio ambiente é fundamental para a nossa sociedade, pois está relacionada à qualidade de vida, a Sansuy desenvolve produtos voltados à proteção dos recursos naturais e ao bem-estar das pessoas.
São soluções que contribuem para a produção de alimentos, evitam o desperdício de água, geram energia e preservam o meio ambiente, proporcionando bem-estar à população e melhor consciência ambiental no campo e na cidade.

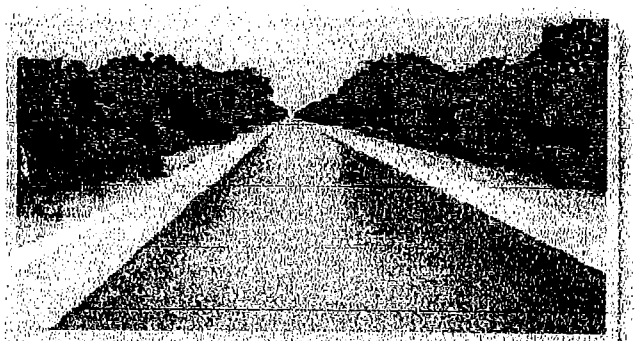
Committed to environment protection Sansuy develops products designed to protect natural resources.
Sansuy products contribute to the production and conservation of food and water as well as management of waste and energy generation.
Sansuy touches the lives of people in the country and the city, contributing to the overall environment protection everywhere.

Consciente de que la preservación del medio ambiente es fundamental para nuestra sociedad, pues está relacionada a la calidad de vida, Sansuy desarrolla productos dirigidos a la protección de los recursos naturales y al bienestar de las personas.
Son soluciones que contribuyen para la producción de alimentos, evitan el desperdicio de agua, generan energía y preservan el medio ambiente, proporcionando bienestar a la población y mejor consciencia ambiental en el campo y en la ciudad.



Cisterna / *Well / Cisterna*

vinilona

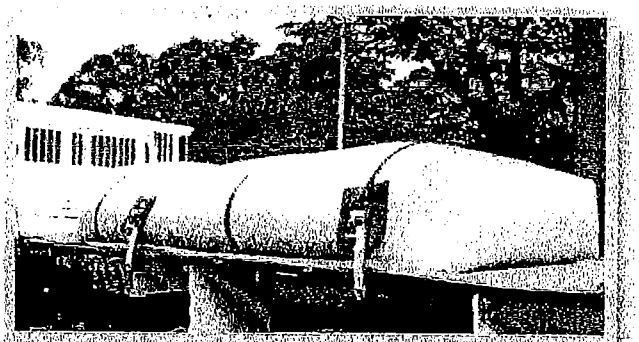


Canal para irrigação
Channel for irrigation / Canal de riego

vinimanta

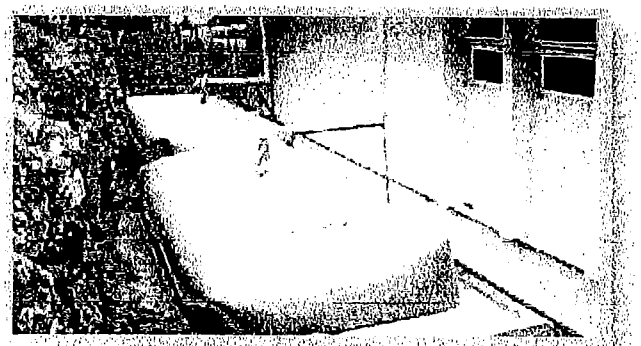
Cobertura e revestimento para aterro sanitario
Cover and sanitation burying / Cobertura y revestimiento de relleno sanitario

vinimanta



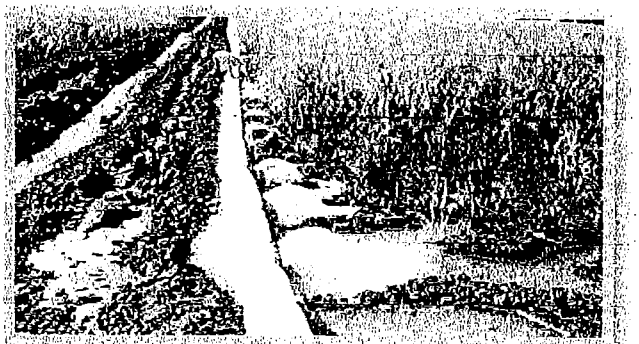
Reservatório para transporte de água / *Vinyl pipe / Vinilo pipa*

viniliq pipa



Reservatórios estacionários para água / *Vinyl stationary / Vinilo estacionario*

viniliq



Tubos para irrigação / *Vinyl tube / Vinilo tubo*

vinitubo

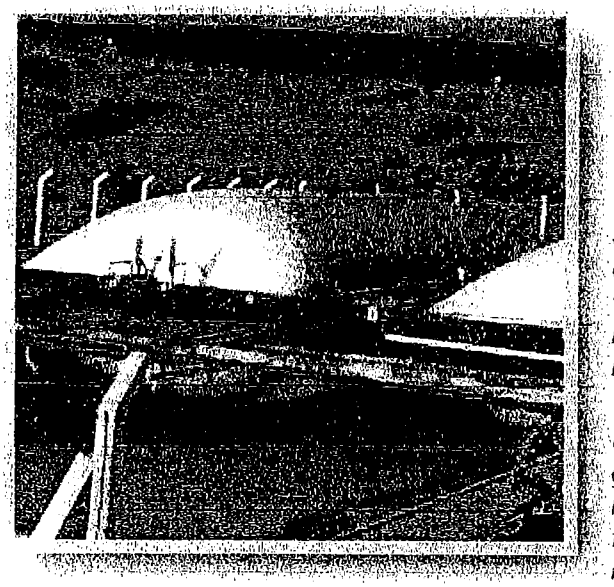
Revestimento para lagos decorativos
Coating for decoration lakes / Revestimiento para lagos decorativos

vinimanta

Revestimento para lagos artificiais (Piscinões)
Lining for artificial beaches (Big ponds / Revestimiento para playas artificiales (grandes piletas)

vinimanta

Vinibiodigestor / *Vinyl bio-digester / Vinilo biodigestor*

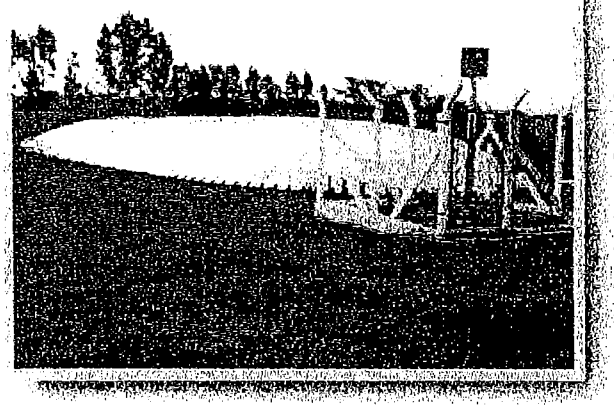


Uma solução econômica e ecologicamente correta para o tratamento de dejetos animais, provenientes da suinocultura, bovinocultura, avicultura, que são transformados em gás metano, biofertilizantes e bioenergia

Sansuy's biodigestors are and economically and ecologically-correct solution for the treatment of animal waste, produced by the pork, beef, and poultry industries. Sansuy biodigestors ultimately turns waste into methane gas, bio-fertilizers and renewable energy

Una solución económica y ecológicamente correcta para el tratamiento de excrementos animales, provenientes de la cultura porcina, ganadera, avícola, que son transformados en gas metano, bio-fertilizantes y bio-energía

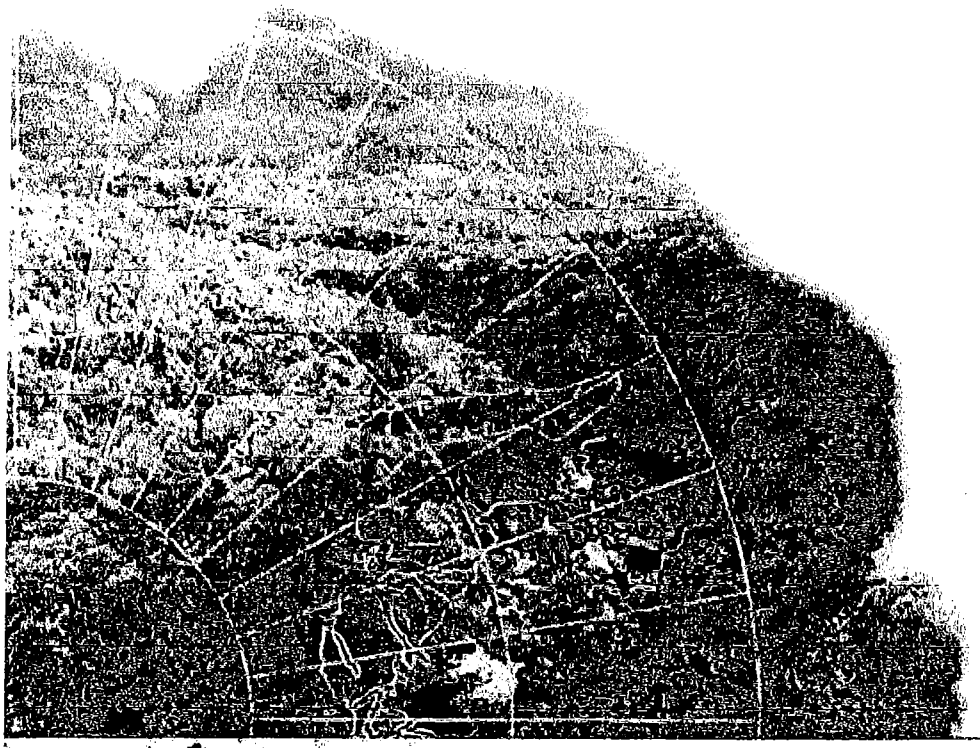
Cobertura para lagoas de ETE / *Cover for STS Ponds / Cubierta para lagunas de ETC*

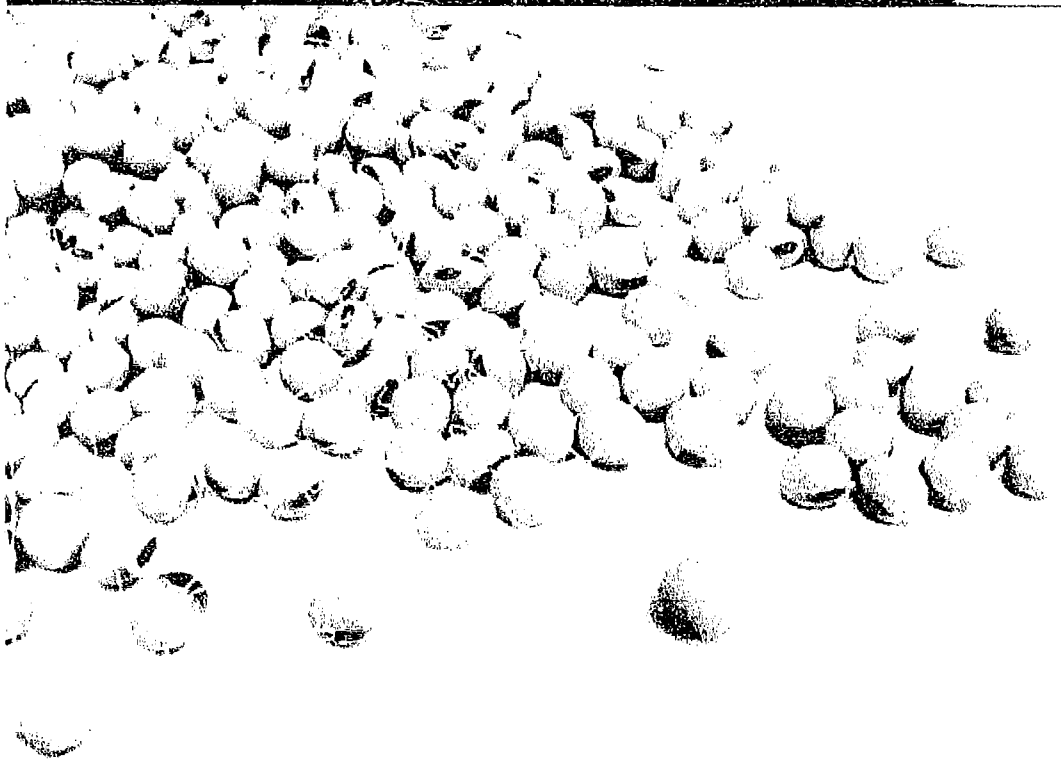


A Sansuy vem desenvolvendo em conjunto aos Órgãos Públicos, projetos de coberturas para lagoas de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) com o objetivo de eliminar o mau cheiro e captar biogás

Sansuy has been developing in cooperation with Public Entities, cover designs for Sewage Treatment Stations (STS) ponds aiming to eliminate the foul odor and capture biogas

Sansuy viene desarrollando en conjunto con Organismos Públicos, proyectos de cubiertas para Estaciones de Tratamiento de Cloaca (ETC) con el objetivo de eliminar el olor y captar biogás





sansuy

PRESENTE NO SEU DIA-A-DIA.

Sansuy S.A. Indústria de Plásticos
Rod. Régis Bittencourt - km 280 - CEP 06830-900 - Embu - SP
Fone: (11) 2139-2600 / Fax: (11) 2139-2850

www.sansuy.com.br

52 Anexo
CL-407-CSF-L04-10-12

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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG		MSTC	DATA:	24/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	24/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL	DATA:	24/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	24/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 4

ANÁLISE DA CAPACIDADE ESTRUTURAL E DE VAZÃO DOS TUBOS HELICOIDAIS E CORRUGADOS PARA DRENAGEM INTERNA DOS CANAIS

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0082** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-028**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

ATO – Acompanhamento Técnico das Obras

NOTA TÉCNICA – ATO – LOTE 4

ANÁLISE DA CAPACIDADE ESTRUTURAL E DE VAZÃO DOS TUBOS HELICOIDAIS E CORRUGADOS PARA DRENAGEM INTERNA DOS CANAIS

885-MIN-ISF-NT-A0082
1210-NTC-1201-00-40-028
Maio/2010
Rev. 0

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETIVO

Conforme solicitado pela Supervisora, através de carta datada de 06/05/2010, e pela carta CTE5226 da Gerenciadora, com data de 19/05/2010, esta nota técnica tem como objetivo verificar a possibilidade de utilização de tubos helicoidais e corrugados para os sistemas de drenagem interna, para o Lote 4, dos canais de adução do Eixo Norte - Lote A, do Projeto de Integração do São Francisco (PISF).

2. ANÁLISE DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DOS TUBOS

O dimensionamento do sistema de drenagem interna considerou o emprego de tubos perfurados de concreto, que apresentam coeficiente de Manning da ordem de 0,018. Para a alternativa analisada, que consiste no emprego de tubos helicoidais e/ou corrugados, adotou-se coeficiente de Manning de 0,010, conforme informações disponibilizadas pela fabricante.

O Quadro 2.1 apresenta as vazões de escoamento para os tubos drenos, com diâmetros de 200, 300, 400 e 500 mm, e declividade de 0,01%, considerando seção de escoamento de 95% da seção do tubo. Nestas análises foram considerados coeficientes de Manning variando de 0,010 a 0,018.

QUADRO 2.1
CAPACIDADE DRENANTE DOS TUBOS PERFURADOS DE CONCRETO

	Capacidade drenante – y/D = 95%				
	Diâmetro Interno				
	mm	***200***	***300***	***400***	***500***
i	***n***	***Capacidade (l/s)***			
0,01%	0,010	4,58	13,51	29,09	52,75
	0,012	3,82	11,26	24,24	43,95
	0,015	3,05	9,01	19,39	35,16
	0,018	2,55	7,50	16,16	29,30

Com o intuito de avaliar a vazão de escoamento, nos trechos com declividade de 0,01%, para diâmetros internos de tubos drenos variando de 100 a 500 mm, e coeficiente de Manning de 0,010 a 0,018, foi elaborado o gráfico da Figura 2.1. Com base neste gráfico, pode-se determinar a vazão de escoamento em função do diâmetro, para os coeficientes de Manning apresentados.

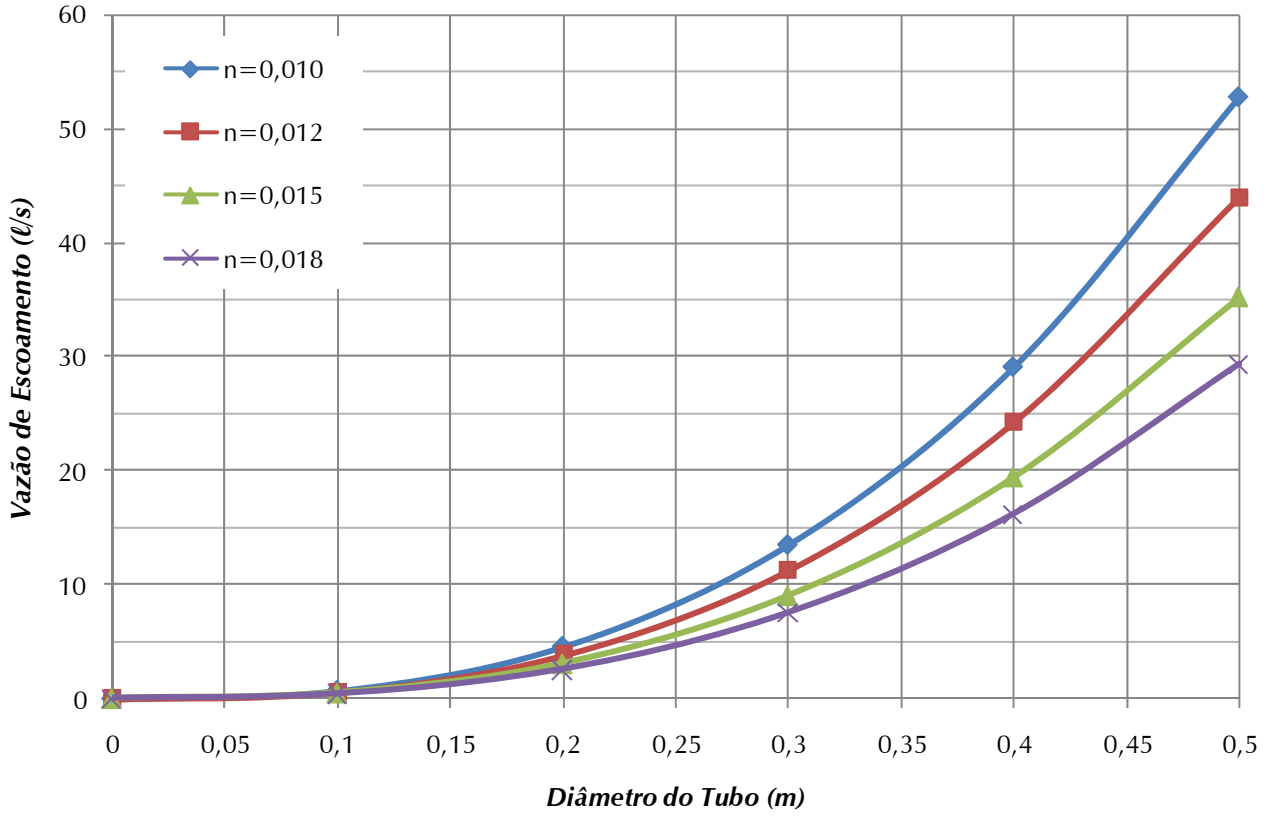


Figura 2.1 – Vazão de escoamento em função do diâmetro e coeficiente de Manning dos tubos

3. ANÁLISE DA CAPACIDADE ESTRUTURAL DOS TUBOS

Para a análise da capacidade estrutural dos tubos helicoidais e corrugados, a Supervisora enviou à ENGECORPS, anexo à carta 5226, resultados dos ensaios de resistência à compressão e determinação da classe de rigidez, de empresas fabricantes. Estes estudos de tensão x deformação consideraram duas situações passíveis de ocorrência em campo.

O primeiro caso avaliou as deformações nos tubos, quando estes estão instalados no interior do canal, sendo submetidos aos esforços devido à sobrecarga do sistema de drenagem interna (areia e brita), da laje de concreto do revestimento do canal, além da sobrecarga devido à coluna d'água no interior do canal.

No segundo caso foram avaliadas as deformações nos tubos helicoidais e corrugados, quando estes são empregados nos dispositivos de saída lateral da drenagem interna, sendo submetidos à sobrecarga devido ao aterro e/ou enrocamento compactado (h=7,0m).

Nestas análises, verificou-se que as máximas deformações dos tubos helicoidais e corrugados estão dentro da faixa de valores aceitáveis. Portanto, para as obras do sistema de drenagem interna dos canais, podem ser empregados tubos helicoidais e corrugados perfurados para a captação de água sob a laje de fundo, como tubos helicoidais corrugados não perfurados conectando o sistema de drenagem aos dispositivos de saída lateral.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com relação aos aspectos hidráulicos, os tubos helicoidais corrugados podem ser empregados como alternativas aos tubos perfurados de concreto, no sistema de drenagem interna dos canais, já que para tubos de mesmo diâmetro, os tubos helicoidais corrugados possuem capacidade drenante superior aos tubos perfurados de concreto, para as análises realizadas no Projeto Executivo. Caso sejam empregados os tubos helicoidais corrugados perfurados de menor diâmetro em substituição aos tubos perfurados de concreto, deverão ser realizadas análises complementares, pelo Consórcio Construtor, sendo estas baseadas na planilha de vazões dos canais disponibilizada pela ENGECORPS à Supervisora, para eventuais ajustes em função da vazão de escoamento do tubo e da vazão contribuinte total, no trecho em que este será instalado.

Com relação à capacidade estrutural dos tubos helicoidais corrugados, estes atendem às exigências do Projeto Executivo, quanto à deformação máxima permitida. Ressalta-se que, para a instalação dos tubos helicoidais corrugados, deverá ser executada a base de assentamento para os tubos com material compactado, sendo que esta base deverá possuir compactação de moderada (grau de compactação de 85 a 95%) à boa (grau de compactação superior a 95%), além de serem mantidas as soluções de assentamento e envolvimento previstas no projeto.

ANEXO I – CARTA CTE5226

Brasília, 19/5/2010

CTE5226

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)
Al. Tocantins, 125 - 4° andar - Ed. West Side - Alphaville
Barueri - SP
Cep.06455-020

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

Assunto: Drenagem Interna do Canal – Tubos de PEAD Perfurados

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 substituição dos tubos de concreto armado perfurados pelos tubos de PEAD perfurados a serem utilizados na drenagem interna dos canais.

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-Concremat²

Anexo:
Carta 1320-CAR-1001-20-04-0274 - ENGEVIX
Carta CL/407-CSF-L04/10/129 – Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Fc/CR

ENGEVIX

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 **Eng° 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 eng° 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

Consórcio Logos Concremat
Recebido em:
07/05/10
Hora: 10:50
Lislene Barbosa
Lislene Daiana Barbosa dos Santos

NGFB/mfdo

Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Salgueiro (PE), 07 de Abril de 2010
CL/407-CSF-L04/10/129

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 08 / 04 / 10
MIRO
VISTO

At.: Norton Gabriel Fagundes Barbosa / Supervisor de Obras Civis.

Ref: Contrato Administrativo 27/2008 – MI – Lote 04 – Pacote 1425.
Construção das Obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Assunto: **Drenagem Interna do Canal - Tubos de PEAD perfurados**

Prezados Senhores,

Para execução da drenagem interna do canal, os tubos de concreto armado especificados no projeto executivo nº 1210-DEP-1218-04-57-002-R.0 - Nota 06, pode ser substituído pela aplicação de tubos de PEAD perfurados, determinado na Nota 08 do projeto executivo nº 1210-DEP-1218-04-57-001-R.0, que diz: ***Como alternativa ao tubo de concreto, poderá ser utilizado tubo PEAD corrugado e perfurado tipo Kananet ou macho e fêmea, os tubos perfurados dispensam o rejuntamento.***

Desta forma, o Consórcio construtor solicita aprovação da substituição dos tubos de concreto armado perfurados, pelos tubos de PEAD perfurados, tendo como possíveis fornecedores, as empresas cujas especificações técnicas e estudos de viabilidade técnica estão anexas a esta correspondência.

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

Atenciosamente,

P/ Alex Silveira Cardoso
Eng. Civil
Eng. Marcelo Felizardo de Souza
Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

ENGEVIX Engenharia S.A
Recebi em:
07 / 04 / 10
Hora: 17 : 09
Ass. Mariana Fernandes

AQUEDUTO

Utilização de Tubos Helicoidais de PVC na Drenagem Interna dos Canais de Adução do Projeto de Integração do Rio São Francisco

Memória de Cálculo Estrutural

Revisão 3

Eng° Luiz Bandeira de Mello Laterza

Março de 2010

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

PARTE 1

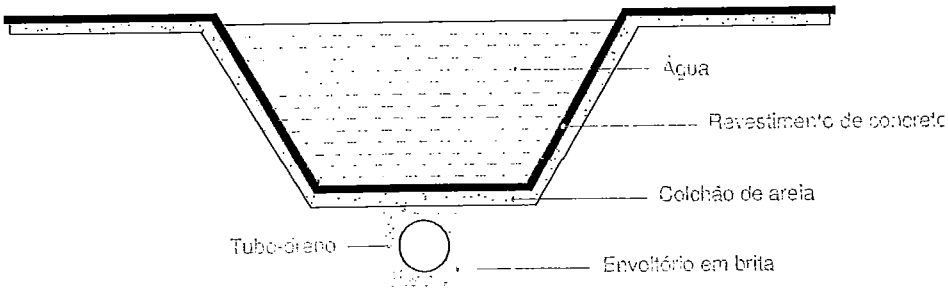
Tubos perfurados sob o canal
(Tubos-Dreno)

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

1. Geometria do canal

Considerou-se a utilização de tubos helicoidais de PVC perfurados (tubos-dreno) na trincheira drenante existente sob o canal de adução com a seguinte seção transversal típica prevista em projeto (sem escala):



2. Cargas atuantes

Na análise estrutural da tubulação enterrada foram consideradas as seguintes cargas permanentes:

a) peso da coluna d'água (altura de 6 metros)
b) peso do revestimento de concreto do fundo do canal (espessura de 7 cm)
c) peso do colchão drenante de areia (espessura de 10 cm)
d) peso do recobrimento de brita na trincheira drenante (espessura de 15 cm)

Foram considerados os seguintes pesos específicos:

a) peso específico da água: $\gamma_{água} = 10\ kN/m^3$
b) peso específico do concreto: $\gamma_{concreto} = 25\ kN/m^3$
c) peso específico da areia: $\gamma_{areia} = 20\ kN/m^3$
d) peso específico da brita: $\gamma_{brita} = 22\ kN/m^3$

Portanto, a carga vertical atuante no plano horizontal tangente a geratriz superior do tubo será:

$$\sigma_V = 6 \cdot \gamma_{agua} + 0{,}07 \cdot \gamma_{concreto} + 0{,}1 \cdot \gamma_{areia} + 0{,}15 \cdot \gamma_{brita}$$

$$\sigma_V = 6 \cdot 10 + 0{,}07 \cdot 25 + 0{,}1 \cdot 20 + 0{,}15 \cdot 22$$

$$\sigma_V = 67{,}05\ kN/m^2$$

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Considerando-se as imprecisões construtivas, adotaremos nos cálculos, a favor da segurança, uma carga vertical de 71 kN/m^2.

3. Análise estrutural da tubulação

A análise do sistema solo – tubo flexível frente às solicitações é efetuada levando-se em conta 4 estados limites que devem ser evitados com razoável segurança:

- deformação diametral excessiva
- instabilidade elástica (flambagem da parede)
- compressão limite da parede
- alongamento unitário limite das fibras da parede

3.1 Verificação do critério de deformação diametral

A deformação diametral relativa em tubulações flexíveis enterradas tem sido tradicionalmente calculada pela fórmula de Spangler, modificada por Watkins, que passou a ser denominada como fórmula de Iowa-modificada

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{K(p+q)}{8 \cdot R_A + 0{,}061E'}$$

Onde,

Δy = deformação diametral (m)
D = diâmetro da tubulação (m)
K = Constante de assentamento (adimensional)
p = carga permanente (kN/m^2)
q = carga acidental (kN/m^2)
R_A = rigidez anular da tubulação (kN/m^2)
E' = módulo reativo do solo de envolvimento (kPa)

A constante de assentamento (K) depende do berço de apoio da tubulação flexível enterrada. É função do ângulo de apoio da tubulação que define a área resistente e, conseqüentemente, a distribuição das tensões. Varia entre 0,083 e 0,110 e normalmente adota-se o valor K=0,1.

A Rigidez Anular (R_A) é uma característica da tubulação utilizada que traduz a resistência que o anel oferece à sua deformação transversal. Pode ser calculada analiticamente utilizando-se a teoria da elasticidade a partir da geometria da parede e do módulo de elasticidade do material. A tabela abaixo mostra os valores teóricos calculados para a rigidez anelar dos tubos fabricados pela Aqueduto.

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Tira Perfilada	Diâmetro (mm)	Rigidez Anelar (N/m/m)
84 BR1	200	1369
	250	812
	300	514
112 BR1	350	1.758
	400	1.348
	450	1.041
140 BR1	500	1.510
	550	1.220
	600	995
140 BR2	650	1.629
	700	1.361
	750	1.146
	800	974
	850	833
168 BR2	900	1.393
	950	1.214
	1000	1.063

No entanto, é mais usual medir esta propriedade através de ensaios de compressão diametral em uma prensa de pratos paralelos como mostra a figura apresentada na capa deste trabalho. Este procedimento é normalizado pela norma ISO 9969.

Por simplicidade e a favor da segurança, consideraremos nos cálculos a seguir um valor da Rigidez Anelar de 500 N/m/m, inferior ao menor valor obtido nos ensaios realizados ao longo dos últimos anos de acordo com a norma acima indicada.

O módulo reativo do solo E' é o parâmetro mais importante no cálculo da deformação diametral, mas também é o mais difícil de ser determinado, pois depende da complexa interação entre solo e tubo. Para tubulações plásticas, como os tubos helicoidais de PVC, recomenda-se a utilização de materiais granulares, preferencialmente com grãos de formato cúbico e arestas. Tais materiais são classificados na USCS como GW, GP, SW, SP, GM, GC, SM e SC. Para esses tipos de solo, podem-se adotar os valores obtidos por Howard e publicados pelo U.S. Bureau of Reclamation. A tabela a seguir apresenta os valores indicados para o módulo reativo do solo E' (em kPa), de acordo com a sua condição de compactação:

solo granular	classificação USCS	sem compactação material despejado	leve compactação < 65% Proctor < 40% Dens. Relat.	moderada compactação 85% a 95% Proctor 40% a 70% Dens. Relat.	boa compactação > 95% Proctor > 70% Dens. Relat.
com finos (entre 12 e 25%)	GM GC SM SC	**700**	**2800**	**7.000**	**14.000**
sem finos (menos de 12%)	GW GP SW SP	**1.400**	**7.000**	**14.000**	**21.000**
pedra britada		**7.000**	**21.000**	**21.000**	**21.000**

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Como os tubos estarão instalados em uma trincheira drenante e serão confinados por pedra britada, mesmo que a brita seja simplesmente despejada na vala (sem compactação) o módulo reativo (E') será superior a 7.000 kN/m^2.

Portanto, a deformação diametral relativa ($\Delta y/D$) esperada para a tubulação será:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{0{,}1 \times (71)}{8 \times 0{,}5 + 0{,}061 \times 7000}$$

$$\frac{\Delta y}{D} = 0{,}016 = 1{,}6\,\%$$

Considerando-se que o limite de deformação diametral normalmente admitido para tubulações plásticas enterradas é de 7,5%, estaremos trabalhando com elevado coeficiente de segurança.

Mesmo que o envolvimento da tubulação seja feito com material inferior contendo finos e com leve compactação (E'=2.800 kPa), ainda assim teríamos deformações diametrais aceitáveis:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{0{,}1 \times (71)}{8 \times 0{,}5 + 0{,}061 \times 2800} = 0{,}041 = 4{,}1\,\%$$

3.2 Verificação da estabilidade elástica da parede

A verificação da estabilidade elástica da tubulação pode ser efetuada determinando-se a pressão que causa o colapso (flambagem) da parede pela fórmula oriunda da teoria da elasticidade (Timoshenko):

$$P_C = \frac{24\frac{EI}{D^3}}{1-\upsilon^2} = \frac{24R_A}{1-\upsilon^2}$$

Onde:

P_c = pressão crítica que causa a flambagem da parede;
E = módulo de elasticidade do material (PVC);
I = momento de inércia da parede do tubo;
D = diâmetro referido à linha neutra da parede;
R_A = rigidez anular da tubulação;
υ = coeficiente de Poisson do material (PVC);

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

A fórmula acima foi deduzida teoricamente considerando-se uma tubulação perfeitamente circular e elástica, submetida a uma pressão hidrostática externa. Como as tubulações normalmente apresentam ovalizações, costuma-se adotar coeficientes de redução desta pressão crítica de colapso da ordem de 30%.

Por outro lado, no caso de tubulações enterradas, o próprio solo de envolvimento atua no sentido de dificultar a instabilidade da parede. Este efeito pode ser levado em conta corrigindo-se o valor da pressão crítica de flambagem utilizando-se a fórmula:

$$P_{Cf} = 1{,}15 k_o \sqrt{P_C E'}$$

Onde P_{cf} é a nova pressão de colapso corrigida.

Adotando-se o coeficiente de Poisson do PVC (ν = 0,35) e um coeficiente de redução devido a ovalizações de 30% (k_o=0,7) e, por outro lado, assumindo os valores já adotados para o módulo reativo do solo (E' = 7.000 kN/m^2) e para a rigidez anular da tubulação (R_A = 0,5 kN/m/m), podemos calcular a pressão crítica de flambagem:

$$P_C = \frac{24 \times 0{,}5}{1 - 0{,}35^2} = 13{,}68 \quad kN/m^2$$

$$P_{Cf} = 1{,}15 \times 0{,}7 \sqrt{13{,}68 \times 7.000}$$

$$P_{cf} = 249{,}06 \quad kN/m^2$$

Caso o envolvimento da tubulação seja feito com material inferior ou com menor compactação (E'=2.800 kPa), a carga crítica de flambagem será:

$$P_{Cf} = 1{,}15 \times 0{,}7 \sqrt{13{,}68 \times 2.800}$$

$$P_{cf} = 157{,}55 \quad kN/m^2$$

Em ambos os casos, a carga crítica de flambagem é bem superior à pressão máxima atuante no solo ao redor da tubulação (71 kN/m^2).

No entanto, como a pressão crítica de flambagem foi majorada levando-se em conta o efeito favorável do envolvimento, mas, na prática, esse envolvimento nem sempre é uniforme nas obras, recomenda-se trabalhar com um coeficiente de segurança em torno de 2,5 neste critério de desempenho.

Portanto, recomenda-se que seja utilizado um procedimento de envolvimento da tubulação que resulte em um E' $\geq$ 3.600 kN/m^2.

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

3.3. Verificação do estado de compressão na parede

O objetivo desta consideração de projeto consiste em verificar se as tensões de compressão na parede da tubulação não ultrapassam o limite de escoamento do material.

A tensão de compressão nas paredes pode ser calculada simplesmente dividindo-se a carga total aplicada pela área da seção resistente:

$$\sigma_C = \frac{(p+q).D}{2.A}$$

Onde:

A = área da seção longitudinal da parede da tubulação

As tiras perfiladas utilizadas na fabricação dos tubos helicoidais de PVC da Aqueduto possuem as seguintes características nominais:

Tira Perfilada	Altura Total (mm)	Linha Neutra (mm)	Área da parede (mm^2/m)
84 BR1	6,10	2,00	1.285
112 BR1	13,50	4,19	2.216
140 BR1	17,00	5,66	2.782
140 BR2	19,50	7,46	4.091
168 BR2	23,20	8,78	6.293

Portanto, os tubos produzidos com essas tiras, quando sujeitos ao carregamento acima estabelecido, ficarão sujeitos às seguintes tensões de compressão nas paredes:

Tira Perfilada	Diâmetro			Carregamento 71 kN/m^2
	Interno (mm)	Externo (mm)	Linha Neutra (mm)	Tensão na parede (MPa)
84 BR1	200	212,2	204,0	5,6
	250	262,2	254,0	7,0
	300	312,2	304,0	8,4
112 BR1	350	377,0	358,4	5,7
	400	427,0	408,4	6,5
	450	477,0	458,4	7,3
140 BR1	500	534,0	511,3	6,5
	550	584,0	561,3	7,2
	600	634,0	611,3	7,8
140 BR2	650	689,0	664,9	5,8
	700	739,0	714,9	6,2
	750	789,0	764,9	6,6
	800	839,0	814,9	7,1
	850	889,0	864,9	7,5
168 BR2	900	946,4	917,6	5,2
	950	996,4	967,6	5,5
	1000	1046,4	1017,6	5,7

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Como a resistência do PVC à compressão é superior a 30 Mpa (entre 32 e 35 Mpa), estaremos trabalhando com coeficientes de segurança superiores a 3,6.

3.4. Verificação do alongamento unitário das fibras da parede

A aplicação deste critério de projeto é controvertida no meio técnico, quando se trata de tubos de PVC (vários pesquisadores vêm questionando a existência de valores limite para este tipo de material neste tipo de aplicação). Por outro lado, ele não costuma ser um critério limitante, principalmente para tubos muito flexíveis (pequena rigidez anular) como será demonstrado abaixo.

O alongamento das fibras devido à flexão da parede, quando um tubo se deforma diametralmente, pode ser calculado pela fórmula de Molin:

$$\varepsilon = 6\left(\frac{t}{D}\right)\cdot\left(\frac{\Delta y}{D}\right)$$

Onde:
ε = alongamento unitário das fibras
Δy = deformação diametral
D = diâmetro referido à linha neutra
t = altura total da parede

Portanto, os alongamentos unitários das fibras para a deformação diametral prevista de 1,6 % e para o limite aceitável de 7,5% serão:

Tira Perfilada	Diâmetro	Deformação Diametral (Δy/D)	
	(mm)	1,6%	7,5%
84 BR1	200	0,29%	1,35%
	250	0,23%	1,08%
	300	0,19%	0,90%
112 BR1	350	0,36%	1,70%
	400	0,32%	1,49%
	450	0,28%	1,33%
140 BR1	500	0,32%	1,50%
	550	0,29%	1,36%
	600	0,27%	1,25%
140 BR2	650	0,28%	1,32%
	700	0,26%	1,23%
	750	0,24%	1,15%
	800	0,23%	1,08%
	850	0,22%	1,01%
168 BR2	900	0,24%	1,14%
	950	0,23%	1,08%
	1000	0,22%	1,03%

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Ou seja, para a deformação esperada de 1,6% o alongamento das fibras não ultrapassa 0,36% quando o controvertido limite é de 2,5 a 3 %. Mesmo para deformações máximas admissíveis de 7,5%, o alongamento das fibras não ultrapassa 1,7 % o que mostra que também neste critério estamos trabalhando com razoável coeficiente de segurança.

4. Conclusão

Do ponto de vista estrutural, os tubos helicoidais de PVC com perfurações (tubos-dreno) fabricadas pela Aqueduto atendem com segurança as solicitações previstas no projeto de drenagem interna dos canais de adução do projeto de integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do nordeste setentrional.

De fato, os coeficientes de segurança resultantes da análise do sistema solo–tubo frente às solicitações previstas estão dentro dos critérios considerados adequados no projeto de tubulações plásticas enterradas:

critério de projeto	unidade	valor máximo	limite	Coef. Segurança
deformação diametral relativa	(%)	1,6	< 7,5	4,6
instabilidade elástica (pressão de colapso)	kN/m^2	71	< 249	3,5
compressão da parede	MPa	8,4	< 32	3,8
alongamento unitário das fibras	(%)	0,36	< 2,5	6,9

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

PARTE 2

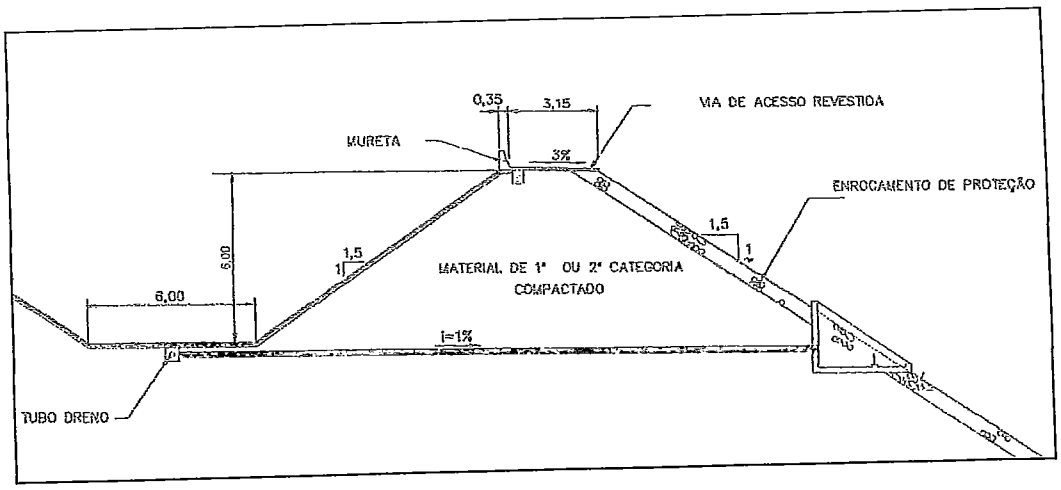
Tubos não-perfurados sob o aterro
(Saídas Laterais)

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

1. Geometria da seção

Considerou-se a utilização de tubos helicoidais de PVC não-perfurados no sistema de saída lateral da drenagem interna. Estes tubos serão instalados perpendicularmente ao eixo do canal, de acordo com a seguinte seção transversal típica:



2. Cargas atuantes

Na análise estrutural desta tubulação enterrada foi considerada apenas a carga permanente correspondente ao peso do aterro existente sobre a tubulação pois, na profundidade em que o tubo estará enterrado, as cargas de tráfego na via de acesso podem ser consideradas desprezíveis.

Para o cálculo da altura de aterro sobre o tubo foi considerada a diferença de cotas entre o topo e o fundo do canal (6 metros), o revestimento do fundo do canal (7 cm), a espessura do colchão drenante (10 cm), o recobrimento do tubo (10 cm) e a diferença entre o diâmetro do maior tubo-dreno e o tubo de saída lateral (500 - 300 mm), além do acréscimo devido à declividade da tubulação.

Quando chega na vertical que passa pela extremidade da via de acesso (início do enrocamento de proteção do talude), a tubulação terá caminhado: 3,0 m (metade da largura do canal) + 6,0 x 1,5 (sob o talude interno do canal) + 0,35 (sob a mureta) + 3,15 m (sob a largura da via de acesso) = 15,50 metros. Assim, o acréscimo de profundidade devido à declividade será: 0,01 x 15,50 = 0,155 metros.

A altura total de aterro será portanto: 6,00 + 0,07 + 0,10 + 0,20 + 0,16 = 6,53 metros.

Considerando-se que o aterro será feito com rocha, adotaremos para o cálculo da carga sobre o tubo um peso específico de 22 kN/m^3.

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Portanto, a carga vertical atuante no plano horizontal tangente a geratriz superior do tubo será:

$$\sigma_V = H \cdot \gamma_{solo}$$

$$\sigma_V = 6{,}53 \, x \, 22$$

$$\sigma_V = 143{,}66 \, kN / m^2$$

A favor da segurança, adotaremos uma carga vertical de 145 kN/m^2.

3. Análise estrutural da tubulação

Para esta tubulação com declividade superior a dos tubos-dreno, considerou-se a utilização de um tubo de 300 mm de diâmetro fabricado com a tira perfilada 112 BR1. As características deste tubo estão indicadas na tabela abaixo.

Tira Perfilada	Características da Tira Perfilada			Diâmetro do Tubo			Rigidez Anelar
	Altura Total	Linha Neutra	Área da parede	Interno	Externo	Linha Neutra	
	(mm)	(mm)	(mm^2/m)	(mm)	(mm)	(mm)	(N/m/m)
112 BR1	13,50	4,19	2.216	300	327,0	308,4	2.262

3.1 Verificação do critério de deformação diametral

Conforme apresentado na parte 1 deste trabalho, a deformação diametral relativa foi calculada pela fórmula de Iowa-modificada, considerando-se o carregamento acima definido e uma constante de assentamento K=0,1.

Considerou-se que o tubo será confinado em uma vala ou aterro (largura superior a 2xDE) com pedra britada ou outro material granular bem compactado que possibilite a obtenção de um módulo reativo do solo E' igual ou superior a 7.000 kN/m^2.

Portanto, a deformação diametral relativa ($\Delta y/D$) esperada para a tubulação será:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{0{,}1 \times (145)}{8 \times 2{,}26 + 0{,}061 \times 7000}$$

$$\frac{\Delta y}{D} = 0{,}033 = 3{,}3\,\%$$

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Considerando-se que o limite de deformação diametral normalmente admitido para tubulações plásticas enterradas é de 7,5%, estaremos trabalhando com elevado coeficiente de segurança.

Caso o envolvimento da tubulação seja feito com material inferior contendo finos e com leve compactação (E'=2.800 kPa), as deformações diametrais poderão ficar ligeiramente acima do limite aceitável de 7,5%:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{0{,}1 \times (145)}{8 \times 2{,}26 + 0{,}061 \times 2800} = 0{,}077 = 7{,}7\ \%$$

Recomenda-se, portanto, que o envoltório da tubulação seja efetuado com módulo reativo do solo superior a 3.300 kPa.

3.2 Verificação da estabilidade elástica da parede

Como foi apresentada na parte 1 deste trabalho, a verificação da estabilidade elástica da parede da tubulação foi efetuada determinando-se a pressão que causa o colapso da parede.

Adotando-se o coeficiente de Poisson do PVC (ν = 0,35), um coeficiente de redução devido a ovalizações de 30% (k_o=0,7) e os valores considerados para o módulo reativo do solo (E' = 7.000 kN/m^2) e para a rigidez anelar da tubulação (R_A = 2,26 kN/m/m), a pressão crítica de flambagem obtida foi de:

$$P_C = \frac{24 \times 2{,}26}{1 - 0{,}35^2} = 61{,}81 \quad kN/m^2$$

e a pressão de colapso corrigida de:

$$P_{Cf} = 1{,}15 \times 0{,}7 \sqrt{61{,}81 \times 7.000}$$

$$P_{cf} = 529{,}52 \quad kN/m^2$$

Caso o envolvimento da tubulação seja feito com material inferior ou com menor compactação (E'=2.800 kPa), a carga crítica de flambagem será:

$$P_{Cf} = 1{,}15 \times 0{,}7 \sqrt{61{,}81 \times 2.800}$$

$$P_{cf} = 334{,}90 \quad kN/m^2$$

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

Em ambos os casos, a carga crítica de flambagem é bem superior à pressão máxima atuante no solo ao redor da tubulação (145 kN/m^2).

No entanto, como o coeficiente de segurança recomendado é de 2,5, recomenda-se a utilização de um procedimento de envolvimento da tubulação que resulte em um módulo reativo do solo E' superior 3.300 kN/m^2.

3.3. Verificação do estado de compressão da parede

A tensão de compressão nas paredes neste caso será:

$$\sigma_C = \frac{145 \text{ x } 308{,}4}{2 \text{ x } 2.216} = 10{,}09$$

Como a resistência do PVC à compressão é superior a 30 Mpa, estaremos trabalhando com um coeficiente de segurança em torno de 3,0.

3.4. Verificação do alongamento unitário das fibras da parede

O alongamento das fibras devido à flexão da parede será, para uma deformação diametral relativa de 3,1 %:

$$\varepsilon = 6\left(\frac{13{,}5}{308{,}4}\right).(0{,}031) = 0{,}00814$$

Ou seja:

$$\varepsilon = 0{,}81 \ \%$$

quando o alongamento limite é de 2,5 a 3 %.

Mesmo para deformações diametrais de 7,5%, o alongamento das fibras não chegaria a 2,0 %, o que mostra que também neste critério estamos trabalhando com razoável coeficiente de segurança.

4. Conclusão

Do ponto de vista estrutural, os tubos helicoidais de PVC de 300 mm de diâmetro, fabricadas pela Aqueduto com a tira perfilada 112 BR1, atendem com segurança as solicitações previstas no projeto de drenagem interna dos canais de adução do projeto de integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do nordeste setentrional.

Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

AQUEDUTO

De fato, os coeficientes de segurança resultantes da análise do sistema solo–tubo frente às solicitações previstas estão dentro dos critérios considerados adequados no projeto de tubulações plásticas enterradas:

critério de projeto	unidade	valor resultante	limite	Coef. Segurança
deformação diametral relativa	(%)	3,3	< 7,5	2,3
instabilidade elástica (pressão de colapso)	kN/m^2	145	< 529	3,6
compressão da parede	MPa	10,1	< 32	3,2
alongamento unitário das fibras	(%)	0,81	< 2,5	3,1

São Paulo, 19 de Março de 2010

Luiz Bandeira de Mello Laterza
Engenheiro Civil – CREA 0600928360
Mestre em Engenharia de Construção Civil
Doutor em Engenharia Mecânica

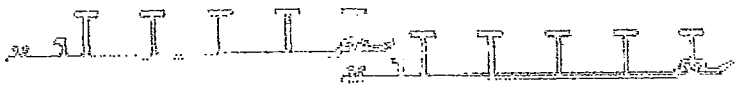
Rua Fradique Coutinho, 1896
05416-002 Vila Madalena São Paulo – SP
Fone/Fax: (011) 3034.0346

Tubos Helicoidais de PVC para Dreno Subsuperficiais

Tubos Helicoidais de PVC

Os tubos helicoidais de PVC são fabricados pelo processo de enrolamento de tiras de PVC nervuradas.

As tiras de PVC são produzidas por um processo convencional de extrusão e possuem, em suas bordas, encaixes macho-fêmea que propiciam o seu intertravamento durante o processo de enrolamento helicoidal. Além do travamento mecânico, as tiras são também soldadas quimicamente, através da aplicação de um adesivo no encaixe, o que garante total estanqueidade à junta helicoidal assim formada.



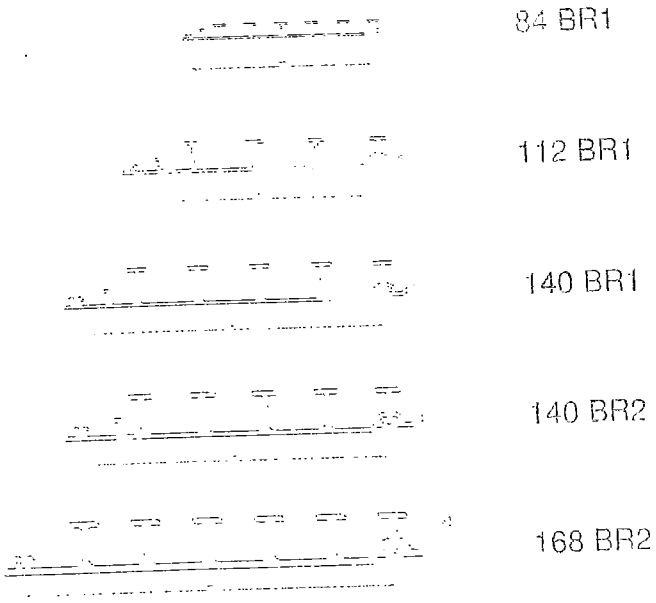
As nervuras existentes nos perfis de PVC, em forma de "T", servem como elementos de reforço da parede do tubo, aumentando a sua inércia e, conseqüentemente, a rigidez diametral da tubulação. Assim, pode-se dizer que este tipo de tubulação possui parede estruturalmente otimizada, uma vez que sua resistência aos esforços solicitantes aumenta sem um proporcional acréscimo de sua massa.

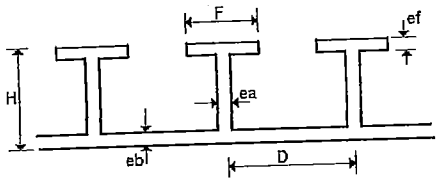
Utilizando-se 5 diferentes tiras de PVC, é possível produzir tubos helicoidais com boa rigidez diametral na faixa entre 200 e 1.200 mm de diâmetro.

O enrolamento das tiras é efetuado por um equipamento de pequeno porte, capaz de fabricar tubos de diferentes diâmetros e comprimentos. Essa simplicidade e versatilidade do processo permitem que a fabricação dos tubos seja efetuada na própria obra, quando isto for necessário ou conveniente.

As tiras de PVC são produzidas na fábrica da Aqueduto em Cabreúva - SP e acondicionados em bobinas metálicas que podem armazenar grande quantidade de material. A seguir, essas bobinas são transportadas até o local de fabricação dos tubos, que pode ficar na própria fábrica, na obra ou em alguma localidade próxima.

As figuras e a tabela abaixo mostram as principais dimensões das tiras perfiladas de PVC que são utilizadas na fabricação dos tubos helicoidais.





Dimensão			Tira Perfilada				
posição		unidade	84 BR1	112 BR1	140 BR1	140 BR2	168 BR2
Largura da Tira Perfilada	L	mm	84	112	140	140	168
Número de Tês	n	-	6	4	5	5	6
Distância entre Tês	D	mm	14	28	28	28	28
Altura Total da Tira Perfilada	H	mm	6,1	13,5	17	19,5	23,2
Largura da Flange	F	mm	6,2	8	9	13	13
Espessura da Flange	ef	mm	0,8	1,3	1,5	2	3
Espessura da Alma	ea	mm	0,9	1,4	1,6	2,1	2,8
Espessura da Base	eb	mm	0,8	1,3	1,5	2	3,2

A tabela abaixo mostra os diâmetros interno e externo e os pesos aproximados dos tubos helicoidais produzidos com as tiras perfiladas acima apresentadas.

Tira Perfilada	Diâmetro		Peso Aproximado
	Interno	Externo	
	(mm)	(mm)	(Kg/m)
84 BR1	200	212,2	1,5
	250	262,2	1,9
	300	312,2	2,2
112 BR1	350	377,0	4,4
	400	427,0	5,0
	450	477,0	5,6
140 BR1	500	534,0	7,1
	550	584,0	7,8
	600	634,0	8,5
140 BR2	650	689,0	13,3
	700	739,0	14,3
	750	789,0	15,3
	800	839,0	16,3
	850	889,0	17,3
168 BR2	900	946,4	28,3
	950	996,4	29,8
	1000	1046,4	31,4

Os tubos helicoidais de PVC fornecidos pela Aqueduto destinam-se à condução de efluentes em regime de escoamento livre cuja temperatura não ultrapasse 40°C. Podem ser enterrados em valas ou utilizados sob aterros.

São particularmente adequados para aplicação em sistemas de drenagem pluvial ou sub-superficial, onde a tubulação opera sob a ação da gravidade, sem pressão interna.

O coeficiente de rugosidade de Manning recomendado para as tubulações de PVC varia entre n=0,007 para pequenos diâmetros e altas velocidades e n=0,010 para grandes diâmetros e baixas velocidades. Ensaios realizados pela FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, com os tubos de 500 mm, indicaram um valor do coeficiente de rugosidade n=0,00922.

Os tubos helicoidais de PVC apresentam comportamento estrutural de tubos flexíveis e, portanto, derivam sua capacidade de suportar cargas da interação entre o tubo e o solo que o envolve.

Devem ser instalados sobre um berço contínuo composto por camada de brita, areia ou pó de pedra, com pelo menos 15 centímetros de espessura.

A tubulação de ser envolvida com material selecionado e cuidadosamente disposto ao redor da tubulação. Recomenda-se que o material de envolvimento seja granular e bem graduado. Brita graduada e areia são particularmente recomendados.

Tubos Dreno

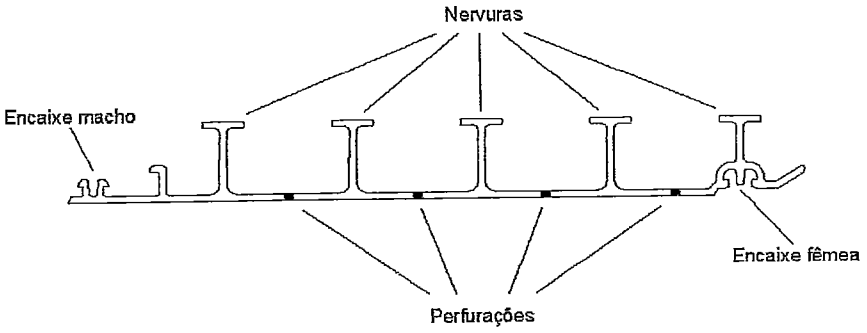
Os tubos dreno são utilizados em projetos de drenagem que requerem tubos perfurados para a infiltração ou exfiltração de efluentes através de suas paredes.

Possuem elevada flexibilidade, grande resistência ao impacto e são resistentes a solos e águas agressivas, ambientes anaeróbios e águas carreando sais como sulfatos. Nesses aspectos apresentam vantagens em relação às tradicionais manilhas de concreto (porosas ou perfuradas), além de possuírem baixo peso, o que facilita a sua manipulação e instalação.

Os tubos helicoidais de PVC para dreno possuem a parede interna lisa, o que não cria dificuldades ao escoamento, dificultando a formação de depósitos de sedimentos e facilitando a limpeza. A superfície interna lisa resulta num baixo coeficiente de rugosidade das paredes (baixo n de Manning) o que confere elevada velocidade ao escoamento, permitindo o escoamento de elevadas vazões. Nesse aspecto apresentam vantagem sobre outros tubos plásticos corrugados de Polietileno (PEAD) ou de PVC.

São fabricados perfurando-se as tiras de PVC antes de seu enrolamento para produzir os tubos helicoidais. As perfurações são feitas mecanicamente, com espaçamento uniforme e tamanho controlado, o que propicia uma ótima filtração do envoltório

No sistema de perfuração adotado, são produzidas pequenas ranhuras com aproximadamente 1,0 mm de largura e 5,0 mm de comprimento com espaçamento de aproximadamente 25 mm, situadas entre as nervuras da parede externa. Este tipo de perfuração facilita a entrada da água no tubo, otimizando as propriedades hidráulicas da infiltração. Sua localização na parede não interfere na estabilidade estrutural do tubo e as dimensões dos furos não se alteram quando ele é enterrado.

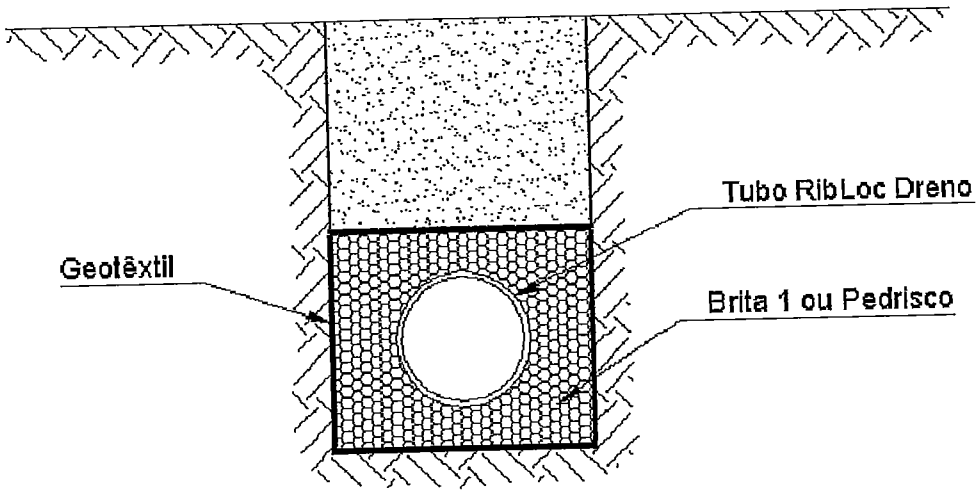


O número de perfurações e a área aberta (área perfurada) estão indicados na tabela a seguir para os diversos diâmetros de tubos:

Tira Perfilada	Diâmetro Interno (mm)	número de perfurações (furos/m)	área perfurada (cm^2/m)
84 BR1	200	1290	64
	250	1612	81
	300	1934	97
112 BR1	350	1016	51
	400	1161	58
	450	1306	65
140 BR1	500	1548	77
	550	1702	85
	600	1857	93
140 BR2	650	2012	101
	700	2167	108
	750	2321	116
	800	2476	124
	850	2631	132
168 BR2	900	2902	145
	950	3063	153
	1000	3224	161

Os tubos são fabricados em barras de grandes comprimentos (6, 8 ou 12 metros) e a rigidez longitudinal dos tubos, ao mesmo tempo em que permite o seu assentamento com declividade e alinhamento controlados, oferece também a possibilidade de fazer curvas com raio longo e acompanhar eventuais movimentações do solo.

A figura a seguir ilustra uma seção transversal típica de um dreno sub-superficial.



Lacillère Comércio
Rua Edward Lesch, 123 - Ardar Mercadinho - [illegible]
Pinheiros - São Paulo-SP - CEP [illegible]
Fone: [illegible] - Fax: [illegible]
[illegible]

São Paulo, 23 de Março de 2010.

Ao
Consórcio Encalso Covap Arvek Recoder (Lotes 3 e 4 – Transposição)
Sr. Eng. Alex Silveira ([illegible])
(67) 3371-5318

Assunto: **Tubos corrugados de PEAD para drenagem.**

Prezados Senhores,

Informamos abaixo as vazões de escoamento calculadas para os tubos KN-S de nossa fabricação, considerando:

- Coeficiente de rugosidade de Manning: 0,010;
- Declividade da instalação: 0,01%;
- Seção diametral: 85% da seção do tubo;
- Formula: $Q = A/n \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$, onde Q = Vazão,
  A = Área molhada,
  n = Coeficiente de rugosidade de Manning,
  R_h = Raio Hidráulico,
  I = Declividade.

	KN-S DN 230	KN-S DN 340	KN-S DN 450
Diâmetro interno do tubo (mm)	198,0	302,0	400,0
Vazão de influxo (l/s.m)	16,53	33,96	27,74
Área molhada (m²)	0,032205	0,070258	0,123272
Raio hidráulico (m)	0,055756	0,086558	0,114659
Velocidade de escoamento (m/s)	0,147687	0,195591	0,236015
Vazão de escoamento (m³/s.m)	0,004461	0,013751	0,029094
Vazão de escoamento (l/s.m)	**4,46**	**13,75**	**29,09**

Secretária Comercial
Rua Edward Joseph 123 - Água Branca - CEP
Santo André - São Paulo-SP - CEP
Fone: (11) 4700-1400 - Fax (11) 4700-1401

A vazão de escoamento demonstrada acima foi calculada baseada em uma seção cheiante de 95% da seção do tubo. Esta performance é a indicada devido à grande área aberta perfurada e consequente vazão do fluído e a tubulação corrosiva.

Abaixo a seguir calculo o tubo dea para os trechos do projeto, considerando a vazão de escoamento acumulada:

Marcos do Trecho (m)	Vazão Unitária (l/s.m)	Vazão Acumulada (l/s)	Tubo KN-S necessário
0 a 350	0,0126	4,41	DN 230
350 a 440	0,0126	5,54	DN 340
440 a 630	0,0126	8,55	
630 a 780	0,0126	9,83	
780 a 1000	0,0126	12,60	
1000 a 1100	0,0126	13,85	DN 450
1100 a 1680	0,0126	21,17	

À disposição para maiores esclarecimentos

Atenciosamente,

Julio Matsura
Supervisor da Qualidade
Tel.: (11) 4788-2125
julio@[illegible]

GENERALIDADES

O Kananet Super é um tubo corrugado de dupla parede, sendo a parede interna lisa e a externa corrugada; helicoidal com passo definido, fabricado em PEAD (polietileno de alta densidade) por processo de extrusão.

Ele se apresenta na cor preta e destina-se a captação de liquidos para o sistema de drenagem.

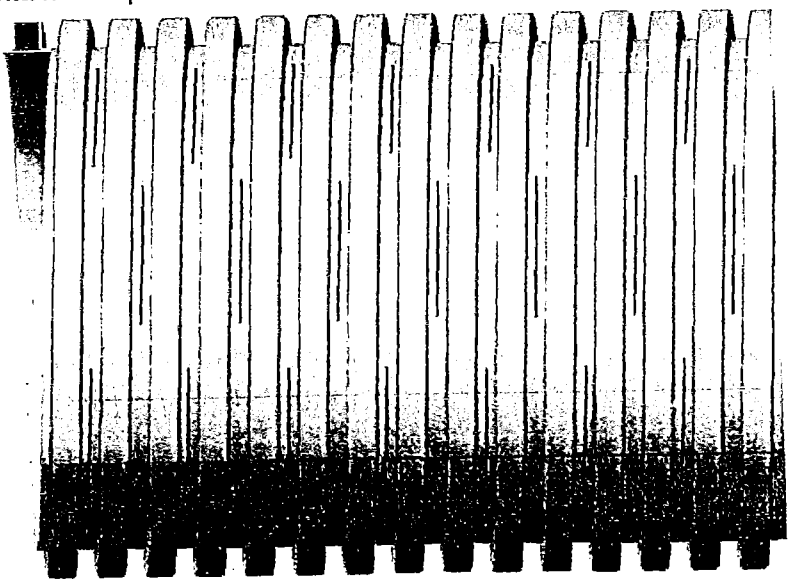


Figura 1: Kananet Super.

ACESSÓRIO

O Kananet Super possui Conexão de emenda para a união entre eles.

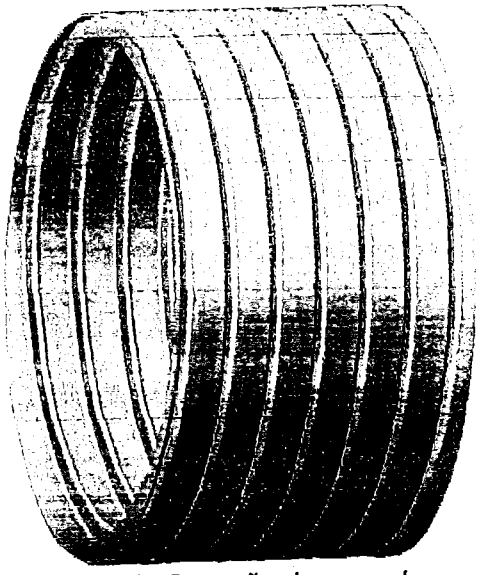


Figura 2: Conexão de emenda

DIMENSÕES

Diâmetro Nominal	Diâmetro Externo (mm)	Diâmetro Interno (mm)
DN 230	231,0 ± 2,0	198,0 ± 2,0
DN 340	342 ± 3,0	302 ± 3,0
DN 450	450 ± 4,0	400 ± 4,0

MATÉRIA-PRIMA

Para a sua fabricação, utiliza-se resina de polietileno de alta densidade e masterbatch (mistura de pigmentos e aditivos), o que torna o Kananet Super resistente a produtos químicos e intempéries. As características da resina de polietileno para sua fabricação são as seguintes:

Característica	Requisito	Método de Ensaio
Índice de Fluidez (190°C / 5,0 kg)	≤ 1,6 g/10 min	NBR 9023, ISO 1133 ou ASTM-D1238
Densidade (23°C)	≥ 0,930 g/cm³	NBR 14684 ou ASTM-D792

ESPECIFICAÇÃO DE ENSAIO

DN	ISO9969 Classe de Rigidez (Pa)	Coeficiente de Manning	Vazão de influxo l/s.m
230	4000	0,010	16,53
340			23,96
450			27,74

IDENTIFICAÇÃO

O Kananet Super é identificado com uma etiqueta fixada em uma das extremidades do conjunto de barras, contendo o nome do produto, o diâmetro nominal, comprimento (lance) e o número do lote de fabricação.

FORNECIMENTO

O Kananet Super é fornecido em barras de 6 metros.

Nota: outros lances podem ser fornecidos a fim de atender as especificações de projeto.

Anexo
01-407-CSF-L04-10-12C
80
52

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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG		MSTC	DATA:	24/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	24/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM		PACL	DATA:	24/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	24/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 4
GEOTÊXTIL EMPREGADO NOS DRENOS DE FUNDO DO SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA DOS CANAIS

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0083** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-029**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

NOTA TÉCNICA – ATO OBRAS CIVIS – LOTE 4

GEOTÊXTIL EMPREGADO NOS DRENOS DE FUNDO DO SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA DOS CANAIS

885-MIN-ISF-NT-A0083
1210-NTC-1201-00-40-029
Rev. 0
Maio/2010

ÍNDICE

PÁG.

1. OBJETIVO

Conforme solicitado pela Supervisora, através da carta datada de 06/05/2010, e pela carta CTE5229 da Gerenciadora, com data de 19/05/2010, esta nota técnica tem por objetivo apresentar as especificações técnicas dos geotêxteis não tecidos empregados no envelopamento da brita e do tubo dreno, componentes do sistema de drenagem interna dos canais dos canais de adução do Lote 4, do Projeto de Integração do São Francisco (PISF).

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com a finalidade de evitar subpressões sob a camada de revestimento, ocasionadas pela percolação de água pelo maciço ou por eventuais danos na geomembrana, os segmentos de canal são dotados de um sistema de drenagem interna, composto por um sistema drenante nos taludes, conectados a um colchão drenante na base do canal, além da instalação de um tubo dreno para a coleta e condução da água.

A água captada por estes dispositivos é direcionada e escoada pelo tubo dreno, envolto por brita e uma manta de geotêxtil não tecido, instalado em uma trincheira escavada imediatamente abaixo do colchão drenante.

O geotêxtil não tecido tem como finalidade prover a separação dos materiais observados na região da trincheira escavada sob a base do canal, tais como: o solo, empregado na execução do maciço de aterro ou escavado; a areia, empregada na execução do colchão drenante; e a brita, empregada no preenchimento da trincheira e envolvimento do tubo dreno.

O detalhe típico da trincheira drenante pode ser observado na Figura 2.1.

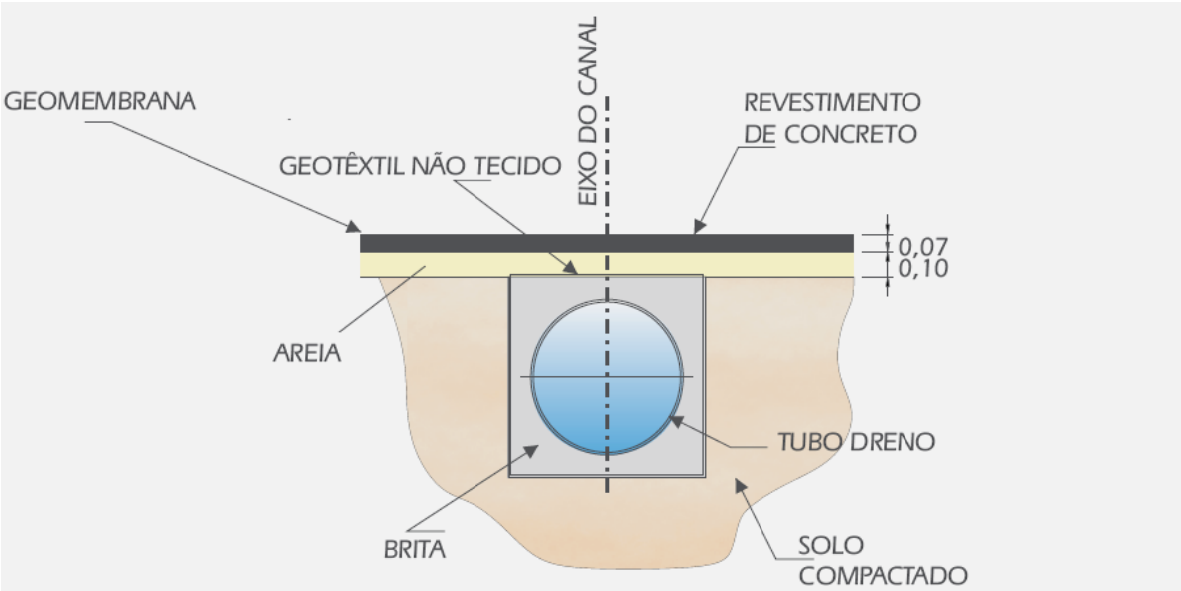


Figura 2.1 – Detalhe típico da trincheira drenante

3. CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS AO GEOTÊXTIL

O dimensionamento do geotêxtil está relacionado com a função que este material irá desempenhar na obra. De forma geral, o geotêxtil exerce uma ou duas funções principais, acompanhadas de uma ou duas funções complementares.

As funções principais são aquelas que justificam a existência do material na obra, como a função de filtro em uma trincheira drenante. As funções complementares são aquelas que o geotêxtil deve exercer para permitir que as funções principais sejam desempenhadas, como por exemplo, a função de separador em uma trincheira drenante.

Para o dimensionamento do geotêxtil, é feita uma classificação das propriedades de maior importância para a obra, e quais são os parâmetros que o material deve atender. Abaixo estão apresentadas as classificações de maior relevância para o dimensionamento do geotêxtil como elemento filtrante e como separador:

- ✓ Propriedades de aplicação: são aquelas derivadas diretamente das funções principais. Para o caso de um geotêxtil empregado em uma trincheira drenante, este deve atender aos critérios de retenção e permeabilidade;
- ✓ Propriedades de sobrevivência: são aquelas derivadas diretamente das funções secundárias, mas de curto prazo, apenas importantes durante a execução da obra. Para o caso de um geotêxtil empregado em uma trincheira drenante, este deve resistir ao puncionamento, durante o lançamento da brita, e à solicitação de tração, no envelopamento da brita no interior da cava;
- ✓ Propriedades de vida útil: são aquelas que, além das de aplicação, deverão perdurar durante toda a vida útil da obra. Para o geotêxtil empregado em uma trincheira drenante, este deve resistir durante sua vida útil ao puncionamento das pedras no contato com sua superfície, e a possíveis degradações do meio em que este será instalado.

3.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

A seguir são apresentadas as características requeridas ao geotêxtil não tecido, empregado no envelopamento do tubo dreno e da brita instalados sob a base do canal.

3.1.1 Critério de Retenção

O geotêxtil não tecido, como elemento de filtro e de separação, deve possuir características que permitam a retenção do material fino, restringindo o carreamento para o interior da trincheira.

Para condições permanentes de fluxo, foi adotado o critério de retenção proposto por Cristopher & Holtz (1985):

$$O_{95} \leq B \cdot d_{85}$$

Onde:

- ✓ O_{95}: abertura de filtração;
- ✓ B: coeficiente adimensional do solo;
- ✓ d_{85}: diâmetro das partículas do solo, correspondendo a 85% passando.

Para o caso analisado, o geotêxtil pode entrar em contato com diversos materiais, como o solo compactado da base, a areia e a brita do sistema de drenagem interna dos canais.

Para o critério de retenção, a condição critica é observada na separação do solo compactado presente no maciço de aterro e da brita que envolve o tubo dreno, do sistema de drenagem interna. Para tal, deve ser verificada a capacidade de retenção do solo compactado, restringindo a migração de finos para o interior da vala de drenagem.

A curva granulométrica do solo compactado representativo para o Lote 3, da região do reservatório Milagres, está apresentada na Figura 3.1.

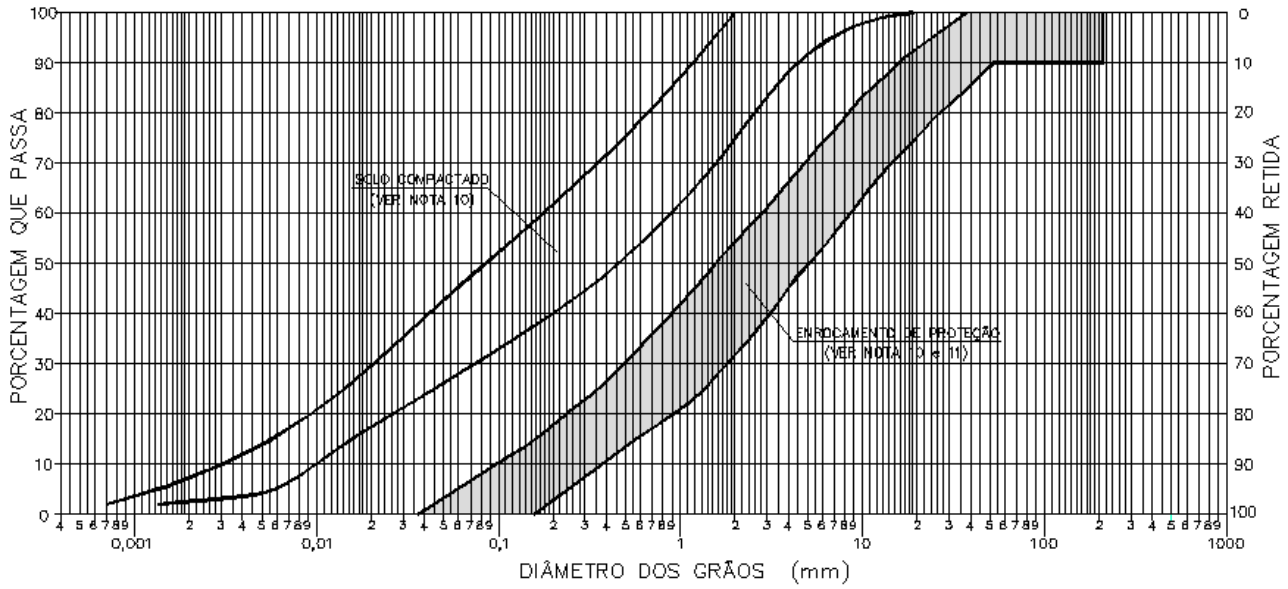


Figura 3.1 – Curva granulométrica dos materiais empregados na execução do maciço em aterro

O solo empregado na execução do maciço de aterro apresenta as seguintes características:

- ✓ solo com menos que 50% dos grãos menores que 0,075mm;
- ✓ d_{85}= 2,0 mm
- ✓ d_{60}= 0,4 mm
- ✓ d_{10}= 0,006 mm
- ✓ C_U=(d_{60}/ d_{10}) = 67

Para este caso ($C_U \geq 8$), em conformidade com o critério de Cristopher & Holtz (1985), é adotado um coeficiente adimensional do solo (B) de 1,0.

A seguir é determinada a abertura de filtração (O_{95}) do geotêxtil:

$$O_{95} \leq B \cdot d_{85}$$
$$O_{95} \leq 1,0 \cdot 2,0mm$$
$$O_{95} \leq 2,0mm$$

Portanto, o geotêxtil empregado deve possui abertura de filtração (O_{95}) inferior a 2,0 mm.

3.1.2 Critérios de Permeabilidade e Permissividade

O geotêxtil empregado no envelopamento do tubo dreno e da brita deve possuir permeabilidade no plano maior que a permeabilidade do material drenante adjacente. Neste caso é empregada para a execução do colchão drenante areia média lavada, que possui permeabilidade média de 10^{-4} cm/s.

Como critério para que o material atenda situações críticas e severas, o geotêxtil deve possuir a seguinte permeabilidade:

$$k_G \geq 10 \cdot k_{AREIA}$$
$$k_G \geq 10 \cdot 10^{-4} cm/s$$
$$k_G \geq 10^{-3} cm/s$$

Com relação aos critérios de permissividade, para solos com 15% e 50% das partículas menores que 0,075 mm, o geotêxtil deve possuir o seguinte valor de permissividade:

$$\Psi \geq 0,2\ s^{-1}$$

3.2 DIMENSIONAMENTO MECÂNICO

Para que o geotêxtil desempenhe as funções como elemento de filtro e de separação, o material deve estar isento de rasgos e perfurações. Para tal, este deve possuir resistência suficiente para suportar as solicitações de tração e puncionamento passíveis de ocorrência na obra.

A seguir são apresentados os cálculos para a definição das características mecânicas requeridas ao geotêxtil não tecido.

3.2.1 Resistência à Tração Localizada

Durante a etapa de envelopamento da brita e acomodação do material no interior do geotêxtil instalado na vala, o material pode estar suscetível a solicitações de tração. Os cálculos para determinar a tração requerida ao geotêxtil estão apresentados a seguir:

$$T_{req} = p'.d_v^2.\left[\frac{1}{4}\cdot\left(\frac{2y}{b}+\frac{b}{2y}\right)\right]$$

Onde:

- ✓ T_{req}: resistência à tração requerida;
- ✓ p': tensão vertical no geotêxtil;
- ✓ d_V: diâmetro do vazio;
- ✓ b: largura do vazio entre blocos;
- ✓ y: penetração do geotêxtil no vazio entre blocos.

O cálculo da pressão exercida sobre o geotêxtil pode ser observada a seguir:

$$p' = \text{água} + \text{concreto} + \text{areia} + \text{brita}$$
$$p' = (6,0\cdot 10) + (0,1\cdot 18) + (0,07\cdot 25) + (1,0\cdot 18)$$
$$p' = 60 + 1,8 + 1,75 + 18$$
$$p' = 81,55\text{kN} \Rightarrow 81550\text{N}$$

A determinação da resistência à tração requerida está apresentada a seguir:

$$T_{req} = 81550\cdot 0,02^2\cdot\left[\frac{1}{4}\cdot\left(2\cdot 0,8+\frac{1}{2\cdot 0,8}\right)\right]$$
$$T_{req} = 81550\cdot 0,02^2\cdot 0,56$$
$$T_{req} = 18,27N$$

Com o emprego de um fator de segurança contra a ruptura por tração localizada (FS_U) de 2,5 e um fator de redução para ruptura localizada obtido em ensaio (FR_{tl}) de 2,5, é determinada a tração requerida ao geotêxtil.

$$T_{ensaio} \geq T_{req} \cdot FS_U \cdot FR_{tl}$$
$$T_{ensaio} \geq 18,27 \cdot 2,5 \cdot 2,5$$
$$T_{ensaio} \geq 114,2\ N$$

Portanto, o geotêxtil deve apresentar resistência à tração localizada (ASTM D 4632 – Grab) superior a 114,2 N.

3.2.2 Resistência ao Puncionamento

O geotêxtil empregado na trincheira de drenagem entrará em contato com materiais pontiagudos, que podem ocasionar danos à superfície do elemento. Para tal é verificada a resistência do geotêxtil ao puncionamento, ocasionado pelas britas presentes no sistema de drenagem interna.

A resistência ao puncionamento do geotêxtil, empregado no sistema de drenagem interna dos canais, é obtida através da seguinte equação:

$$F_{req} = p'.d_a^2.S_1.S_2.S_3$$

Onde:

- ✓ F_{req}: força vertical a ser resistida;
- ✓ p': pressão exercida no geotêxtil;
- ✓ d_a: diâmetro do agregado;
- ✓ S_1:fator de protrusão (0,67);
- ✓ S_2: fator de ajuste do diâmetro (D_{ensaio}/D_{50}=0,75);
- ✓ S_3:fator de forma do agregado (angular=1,0).

A força vertical a ser resistida (F_{req}).

$$F_{req} = p'.d_a^2.S_1.S_2.S_3$$

$$F_{req} = 81550.(0,02)^2.0,67.0,75 \cdot 1,0$$

$$F_{req} = 16,4N$$

Aplicando-se um Fator de Segurança (FS) igual a 2,5 e um fator cumulativo (πRF) de 5,0, determina-se a resistência ao puncionamento requerida ao geotêxtil.

$$F_{ensaio} \geq F_{req} \cdot FS \cdot \Pi RF$$
$$F_{ensaio} \geq 16,4 \cdot 2,5 \cdot 5,0$$
$$F_{ensaio} \geq 205,0\ N$$

Portanto, o geotêxtil necessita de uma resistência ao puncionamento (ASTM D 4833 – Puncionamento estático) superior a 205,0 N.

3.3 CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

Para evitar possíveis degradações no meio em que o geotêxtil será instalado, que possam ocasionar redução do seu desempenho como elemento de filtro e de separação, este deve possuir resistência contra possíveis degradações biológicas (micro-organismos presentes no solo), químicas (possíveis sais presentes na água percolada) e térmicas (temperatura local), passíveis de ocorrência na obra.

4. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

4.1 PROCEDIMENTOS DE RECEBIMENTO

O CONSTRUTOR deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO os certificados de ensaios de qualidade de cada partida ou lote de geotêxtil a ser aplicada, pelo menos 30 dias antes do início da instalação do geotêxtil, bem como amostras do material que serão fornecidas, para serem ensaiadas por laboratório especializado, em acordo com as normas técnicas vigentes.

O Fabricante deverá fornecer o Certificado de Controle de Qualidade do material, com a quantidade de bobinas fornecidas com as respectivas identificações de cada bobina, contendo uma etiqueta, que além de identificar o produto com o número da bobina, indique suas principais características, como:

- ✓ Espessura, largura, comprimento e peso;
- ✓ Resultado dos ensaios do Controle de Qualidade, contendo espessura, resistência à tração e alongamentos, segundo as normas aplicáveis ao geotêxtil.

O descarregamento das bobinas na obra deve ser feito por equipamentos apropriados, permitindo o içamento e a movimentação segura, preservando a embalagem original, sem rasgá-la, e mantendo intacto o suporte central de papelão/plástico. O içamento deverá ser efetuado através de cintas de poliéster, tomando o cuidado para não estrangular as bobinas, com no mínimo dois pontos de sustentação, para evitar deformação da mesma. Não deverão ser utilizados cabos e/ou cintas metálicos.

Será feita a inspeção visual das bobinas recebidas, sem que as mesmas sejam desenroladas, a menos que se suspeite de danos ou defeitos no seu interior. O geotêxtil no exterior da bobina

deve estar livre de perfurações, rasgos ou presença de materiais estranhos ao mesmo (solo, material de origem vegetal, etc).

4.2 PROCEDIMENTOS DE ARMAZENAGEM E TRANSPORTE

As bobinas devem ser armazenadas sobre tablados de madeira ou sobre um colchão de areia, para evitar o contato direto com o solo, sendo que a superfície deve ser plana, lisa e livre de pedras e materiais pontiagudos que possam danificar o material. Recomenda-se proteger as bobinas das intempéries (chuva e águas escoadas) e da ação dos raios solares, que podem causar alterações irreversíveis no produto. Deve-se evitar o armazenamento próximo a agentes químicos e fontes de calor.

Quanto ao empilhamento, devem ser seguidas as recomendações do fabricante que acompanham o produto. Na falta destas recomendações é aconselhável o empilhamento em no máximo três níveis de bobinas (uma sobre o berço e duas acima).

Todas as precauções deverão ser tomadas para não danificar o geotêxtil quando de uma estocagem prolongada no canteiro de obras.

O CONSTRUTOR deverá:

- ✓ Dispor de uma área plana, de resistência suficiente para permitir a circulação de máquinas, desembaraçada de quaisquer materiais ou ferramentas;
- ✓ Colocar as extremidades do eixo das bobinas num suporte, de maneira que o peso da bobina não comprima a camada externa, em caso de bobina de peso elevado;
- ✓ Não sobrepor as bobinas em falso ou em camadas perpendiculares umas às outras;
- ✓ Manter a embalagem original intacta, sempre que possível, até o momento e local de utilização;
- ✓ Se o geotêxtil for estocado ao ar livre, cobrí-lo com lona preta de polietileno, para protegê-lo da ação dos raios U.V. e de eventual absorção de água;
- ✓ Em qualquer situação, o plano de apoio das bobinas de geotêxtil deve ser seco, livre de terra, óleo, solventes e enxurradas;
- ✓ Dispor os rolos de geotêxteis em posição horizontal e em lugar seco, ao abrigo do calor e chuva, já que alguns produtos podem sofrem um aumento de peso ao absorver água, e outros são sensíveis a solventes orgânicos. As superfícies e, particularmente, os bordos deverão ser protegidos para evitar qualquer degradação dos materiais.

Se porventura a estocagem foi imprópria, com exposição ao sol, enxurradas, solventes, etc, as primeiras voltas externas da bobina devem ser sacrificadas, aproveitando-se somente o material intacto.

Igualmente, durante o transporte e nas operações de carregamento e descarregamento, o CONSTRUTOR deverá tomar todas as precauções destinadas a evitar danos nas primeiras camadas de cada bobina.

4.3 PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO

O fornecedor deverá prestar assistência técnica na instalação da manta de geotêxtil, através de pessoal técnico especializado, apresentando garantia do material contra qualquer defeito de fabricação por um período de no mínimo 5 anos após a aplicação do produto.

Os serviços de preparação da superfície de apoio do geotêxtil deverão ter defasagem mínima da sua colocação, para evitar a deterioração do terreno, produzida pela chuva, vento, perda de umidade do solo e trânsito local.

Deve-se verificar se o geotêxtil disponível para a instalação na obra atende às especificações do projeto, particularmente no que se refere às características, natureza e granulometria dos materiais analisados.

O local onde será instalado o geotêxtil deverá estar isento de qualquer tipo de contaminação como lama, óleo, solventes, etc., sob risco de perda de eficiência filtrante e/ou resistência mecânica. Deverão ser removidos objetos perfurantes como grandes galhos, raízes de árvores, pedras de grande porte, arames, ferragens, etc., para evitar perfurações e rasgos.

Quando a instalação do geotêxtil sobre o solo base for feita na presença de água, parada ou em movimento, deve-se fazer um planejamento prévio para evitar o umedecimento e/ou saturação do material, que pode acarretar em aumento sensível de peso e dificultar sua instalação. Caso seja verificado grande volume de água na região de instalação, o material poderá boiar, fato este que pode dificultar o seu posicionamento sobre o solo base.

4.3.1 Planejamento da Instalação

O CONSTRUTOR deverá apresentar para aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO, um planejamento da instalação, de acordo com as instruções do Fabricante, contendo os seguintes itens:

- ✓ Número de equipes de instalação, número de funcionários por equipe e rendimento diário médio por equipe;
- ✓ Disposição das mantas, com indicação das direções, sentidos e ordem de instalação;
- ✓ Tipos de união das mantas adotados, com comprimento da sobreposição, direção e sentido da sobreposição, fixação da sobreposição e perda percentual de geotêxtil na sobreposição;
- ✓ Número de equipes de costura, com tipo de costura, tipo de máquina, tipo de linha, borda livre da costura, consumo unitário de linha e resistência mínima da costura;

- ✓ Procedimentos e detalhes construtivos de preparo do solo base, sobrelarguras, engastes, lançamento de materiais, cuidados com o transporte, estocagem e manuseio.

4.3.2 Abertura, Posicionamento e Instalação

O CONSTRUTOR conduzirá o desenrolamento ou o desdobramento do geotêxtil de maneira a permitir a boa execução das operações posteriores de emenda, cortes e reparos.

As bordas do geotêxtil devem ser rebatidas para fora da trincheira, com a sobreposição mínima de 20 cm sobre a lateral, e a parte superior deve ser selada rapidamente para prevenir o acesso de sujeira/enxurradas e proteger do tráfego de equipamentos /veículos.

Quando o lançamento e/ou espalhamento de agregados sobre o geotêxtil for feito com materiais com grãos maiores que 10 cm e/ou de alturas maiores que 2,00 m, deve-se forrar o geotêxtil com camada granular amortecedora, com grãos menores lançados de pequena altura.

Para o fechamento/envelopamento da brita no interior da trincheira envolvida com geotêxtil, deverá ser garantido um traspasse de uma aba sobre a outra de pelo menos 0,30 m.

4.3.3 Execução de Cortes e Reparos

Para os procedimentos de corte do material, podem ser empregados tesouras, estiletes ou facas.

Quando se verificar que o geotêxtil foi danificado por uma perfuração ou rasgo, deve-se cobrir a área afetada com um manchão do próprio material. Para os casos em que o geotêxtil está exercendo as funções de filtro, dreno ou proteção, o traspasse mínimo além da área afetada deve ser de 30 cm, em todas as faces. Quando o manchão for posicionado em planos inclinados ou verticais, recomenda-se costurá-lo manualmente no geotêxtil, evitando seu deslocamento.

4.3.4 Controle de Qualidade de Execução

Para garantir o bom desempenho do geotêxtil, atendendo às prescrições e especificações de projeto e ao cumprimento do plano de instalação, é necessário um acompanhamento e controle de execução que observe os seguintes pontos:

- ✓ Verificação das condições de preparo do solo base, de acordo com as especificações;
- ✓ Correta orientação e disposição das mantas;
- ✓ Boa execução das uniões: sentido, comprimento, bordas, costura, rendimento;
- ✓ Posicionamento das mantas quanto à ação do vento, água, veículos, comprimento de ancoragem;

- ✓ Integridade das mantas: vandalismo, roubo, circulação de veículos e equipamentos, ataques químicos e físicos, furos, rasgos, etc;
- ✓ Lançamento de materiais: características, natureza, granulometria, altura de queda, equipamento, sentido, direção, espessura da primeira camada, grau de compactação.
- ✓ Verificar se o geotêxtil especificado no projeto e corretamente adquirido é o que se encontra na obra disponível para a instalação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises acima descritas, o geotêxtil empregado no sistema de drenagem interna dos canais deve possuir as seguintes características:

- ✓ Abertura de Filtração (O_{95}) ≤ 2,0 mm;
- ✓ Permeabilidade planar (k_G) ≥ 10^{-3} cm/s;
- ✓ Permissividade (Ψ) ≥ 0,2 s^{-1};
- ✓ Resistência à tração localizada (ASTM D 4632) ≥ 114,0 N;
- ✓ Resistência ao puncionamento (ASTM D 4833) ≥ 205,0 N;
- ✓ Resistência à degradação biológica, química e térmica.
- ✓ Atender aos requisitos técnicos apresentados pelas normas vigentes de geossintéticos e/ou pelos valores de referência, apresentados por entidades qualificadas e idôneas.

Além destas características solicitadas ao geotêxtil, devem ser atendidos pelo Fornecedor e Construtor, os procedimentos descritos no item 4, do presente relatório. É de responsabilidade do Consórcio Construtor a reparação de quaisquer danos ou irregularidades, relativos aos procedimentos de instalação do geotêxtil e do sistema de drenagem interna que não sejam satisfatórios e que sejam apontados pela FISCALIZAÇÃO.

6. REFERÊNCIAS

Vertematti, J. C. (2004). "Manual Brasileiro de Geossintéticos". Editora Edgar Blücher Ltda. São Paulo-SP.

ANEXO I - CARTA CTE5229

Brasília, 19/5/2010

CTE5229

Ao
Eng. Marcos Oliveira Godoi
ENGECORPS - 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: Especificações Técnicas de Manta Geotextil

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 manta geotextil a ser utilizada nas atividades que forem requeridas pelos projetos executivos.

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-Concremat²

Anexo:
Carta 1320-CAR-1001-20-04-0274 - ENGEVIX
Carta CL/407-CSF-L04/10/128 – Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Fe/CR

ENGEVIX

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 **Eng° 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 eng° 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

Consórcio Logos Concremat
Recebido em:
07/05/10
Hora: 10:50
Lislene Barbosa
Lislene Daiana Barbosa dos Santos

NGFB/mfdo

II

Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Salgueiro (PE), 07 de Abril de 2010
CL/407-CSF-L04/10/128

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

UNIDADE
Nº Adm. Recebidos
DATA 08/04/10
MPO
VISTO

At.: Norton Gabriel Fagundes Barbosa / Supervisor de Obras Civis.

Ref: Contrato Administrativo 27/2008 – MI – Lote 04 – Pacote 1425.
Construção das Obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Assunto: **Especificações Técnicas de Manta Geotêxtil**

Prezado Senhor,

O Consórcio construtor, através desta correspondência, em atendimento ao item 9.9 – Fornecimento e Aplicação de Manta Geotêxtil, do Anexo IX – Especificações Técnicas de Obras Civis e Normas de Medição e Pagamento, apresenta para aprovação as Especificações Técnicas de Manta Geotêxtil, material a ser utilizado nas atividades que forem requeridos pelos projetos executivos.

A seguir estão descritos os possíveis fornecedores do referido material:

- Mexichem Bidim Ltda;
- Ober S.A. Indústria e Comércio;
- Etrúria Indústria de Fibras e Fios Sintéticos Ltda;
- Maccaferri do Brasil Ltda.

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

Atenciosamente,

ENGEVIX Engenharia S.A
Recebi em:
07/04/10
Hora: 17:29
Ass. Marcia Fernandes

p/ Alex Silveira Cardoso
Eng. Civil
Eng. Marcelo Felizardo de Souza
Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Bidim®
Mexichem

CERTIFICADO DE QUALIDADE MEXICHEM BIDIM

GEOTÊXTIL BIDIM RT-14

Por meio do presente documento, informamos que o geotêxtil não-tecido agulhado 100% poliéster sob a referência Bidim RT 14, possui as seguintes especificações:

PROPRIEDADES DO BIDIM RT-14

PROPRIEDADES MECÂNICAS	MÉTODO DO ENSAIO	UNIDADE	VALOR
Resistência à Tração Grab	ASTM D 4632		
Tração na ruptura - L		N	960
Alongamento (min.) - L		%	60
Tração na ruptura – T		N	830
Alongamento (min.) - T		%	70
Resistência à Tração – Faixa Larga	ABNT NBR 12824		
Valor na ruptura – L		KN/m	14
Alongamento - L		%	50 a 65
Valor na ruptura – T		KN/m	12
Alongamento - T		%	60 a 75
Rasgo Trapezoidal	ASTM D 4533		
Valor na ruptura - L		N	370
Valor na ruptura - T		N	350
Puncionamento	ASTM D 4833	N	465
Puncionamento CBR	ABNT NBR 13359	kN	2,6

Mexichem Bidim Ltda.
Rua Pedro Rachid, 801 • São José dos Campos • SP • Brasil • Cep: 12211-180
Tel: +55 12 3946-4500 • Fax: +55 12 3946-4573 • [illegible]

Bidim®
Mexichem

PROPRIEDADES HIDRÁULICAS	MÉTODO DO ENSAIO	UNIDADE	VALOR
Permissividade	ASTM D 4491	s^{-1}	1,8
Fluxo de água		$l/s/m^2$	88
Permeabilidade normal		cm/s	$3,5x10^{-1}$
Abertura aparente – AOS (O_{95})	ASTM D 4751		
Máximo		mm	0,21
Mínimo		mm	0,12

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS	UNIDADE	DIMENSÕES ESPECIFICADAS
Largura da Bobina	m	2,30 – 4,60
Comprimento da Bobina	m	150
PROPRIEDADES QUÍMICAS		
Tipo de Polímero	100% Poliéster – filamentos contínuos	
Ponto de Fusão	260 °C	

São José dos Campos, 15 de julho de 2009.

Eng. Msc. Fernando Hermann Wickert
Gerente Comercial
Mexichem Bidim

Mexichem Bidim Ltda.
Rua Pedro Rachid, 80[illegible] • São José dos Campos • SP • Brasil • Cep: [illegible]
Tel. +55 12 29[illegible] • Fax +55 12 29[illegible]

Bidim®
Mexichem

FICHA TÉCNICA BIDIM® RT-16

Geotêxtil Não tecido Agulhado de Filamentos Contínuos 100% Poliéster

Propriedades	Norma	Unidade	Bidim RT-16
Resistência a Tração (faixa larga) – Longitudinal	ABNT NBR	kN/m	16
Alongamento - Longitudinal	12824	%	60
Resistência a Tração (faixa larga) - Transversal		kN/m	14
Alongamento - Transversal		%	70
Resistência a Tração (Grab) – Longitudinal	ASTM D 4632	N	1010
Alongamento - Longitudinal		%	60
Resistência a Tração (Grab) - Transversal		N	950
Alongamento - Transversal		%	70
Resistência ao Rasgo Trapezoidal – Transversal	ASTM D 4533	N	370
Resistência ao Rasgo Trapezoidal – Longitudinal		N	340
Resistência ao Puncionamento CBR	NBR 13359	N	2800
Resistência ao Puncionamento	ASTM D 4833	N	600
Permeabilidade Normal	ASTM D 4491	cm/s	0,26
Permissividade	ASTM D 4491	s^{-1}	1,5
Fluxo de Água	ASTM D 4491	$l/s/m^2$	75
Abertura Aparente AOS (O_{95})	ISO 12956/99	mm	0,105
(O_{90})		mm	0,090
Abertura Aparente AOS	ASTM D 4751	mm	0,170
Ponto de Fusão (Poliéster)	ASTM D 276	°C	260

O GEOTÊXTIL, por se tratar de um material de construção com características e funções técnicas específicas deve ter sua indicação / utilização orientada através de projetos, que levem em consideração as particularidades de cada obra, e devem ser elaborados por profissionais habilitados. A Mexichem Bidim se reserva o direito de modificar o produto e especificações sem prévio aviso.

Departamento Técnico
Mexichem Bidim

Fevereiro 2009

Mexichem Bidim Ltda.
Rua Pedro Rachid, 80 • São José dos Campos • SP • Brasil • Cep: 12211-100
Tel. +55 12 3946-4600 • Fax. +55 12 3946-4673 • [illegible]

TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - LÍNEA GEOTEXTIL BIDIM ® RT

	PRODUCTO			RT 07	RT 08	RT 09	RT 10	RT 14	RT 16	RT 21	RT 26	RT 31
PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a tracción Grab	ASTM D 4632										
	Tracción a la rotura - L		N	425	520	680	750	960	1150	1550	1960	2350
	Elongación (mín.) - L		%	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	Tracción a la rotura - T		N	375	450	580	660	830	980	1320	1650	1960
	Elongación (mín.) - T		%	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	Resistencia a la tracción Faja Ancha	ABNT NBR 12824										
	Valor en la rotura - L		kN/m	7	8	9	10	14	16	21	26	31
	Elongación - L		%	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65	50 a 65
	Valor en la rotura - T		kN/m	6	7	8	9	12	14	19	23	27
	Elongación - T		%	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75	60 a 75
	Resistencia al Rasgado	ASTM D 4533										
	Valor en la rotura - L		N	190	220	270	300	370	440	560	680	800
	Valor en la rotura - T		N	180	200	240	270	350	400	520	640	750
	[illegible]	ASTM D 4833	N	245	280	340	390	485	580	700	850	1000
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	Permisividad	ASTM D 4491	s^{-1}	2,5	2,4	2,1	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9
	Flujo de agua		l/s/m²	120	115	105	100	88	75	57	46	39
	Permeabilidad normal		cm/s	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$	$3,5x10^{-1}$
	Apertura aparente - AOS (O_{90}) Máx.	ASTM D 4751	mm	0,26	0,25	0,24	0,23	0,21	0,19	0,16	0,14	0,13
	Mín.		mm	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06
PROPIEDADES FÍSICAS	Largo		m	200	200	200	200	150	150	150	150	100
	Ancho		m	2,15 - 4,30 - 4,60								
	Materia prima			100% poliéster - filamentos continuos								
	Punto de fusión			260° C								

L - Dirección longitudinal
T - Dirección transversal

Los valores presentados son el promedio de ensayos hechos en diversos laboratorios y tienen carácter informativo. BIDIM Bidim no asume el derecho de cambiar los valores sin previo aviso.

SOLUÇÕES PARA ENGENHARIA

O geotêxtil não-tecido GEOFORT RT é desenvolvido para aplicações em obras civis, fabricado com fibras contínuas, sem emprego de polímeros reciclados, com matéria-prima 100% virgem, tratada com polímero (PET) e uma mistura de polímeros (PE). Em seu processo de fabricação, as fibras são aquecidas e submetidas a um processo de agulhamento, que confere a elas maior resistência e estabilidade.

A Ober Geossintéticos possui certificado de Qualidade ISO 9001:2000 e trabalha com controle de qualidade de produtos, de acordo com a ABNT NBR ISO 9001.

APLICAÇÕES

- Reforço de Aterros
- Drenos Horizontais
- Suporte de Cargas
- Manta de Amortecimento
- Proteção de Tubulações
- Aterros Sanitários
- Controle de Erosão
- Barragens

GEOFORT Geotêxtil

Engenharia tratada com respeito

OBER GEOSSINTÉTICOS

www.ober.com.br

Especificações Técnicas

	Propriedades	Norma		Un	GF7/130	GF8/150	GF9/180	GF10/200	GF14/250	GF16/300	GF21/400	GF26/500	GF31/600
MECÂNICAS	Resistência à Tração em Faixa Larga	ABNT NBR 12824	T	kN/	7	8	9	10	14	16	21	26	31
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
			L	kN/	6	7	8	9	12	14	19	23	27
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
	Resistência ao Rasgo Trapezoidal	ASTM D 4533	T	N	160	200	240	260	300	340	540	720	770
			L	N	170	220	260	280	350	420	620	800	980
	Resistência Puncionamento - CBR	ABNT NBR 13359		kN	1,20	1,30	1,55	1,80	2,35	2,60	3,60	4,90	6,00
HIDRÁULICAS	Permissividade	ASTM D 4491		s⁻¹	2,35	2,1	1,85	1,77	1,48	1,31	1,02	0,87	0,74
	Permeabilidade Normal	ASTM D 4491		cm/s	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Transmissividade	ASTM D 4716		m²/s	6,00E-06	7,00E-06	8,00E-06	9,00E-06	1,10E-05	1,20E-05	1,50E-05	1,80E-05	2,10E-05
	Abertura de Filtração (O95)	AFNOR G 38017		µm	160	150	140	130	120	110	80	70	60
	Retenção de Asfalto	Task Force 25#8		l/m²	1,3	1,5	1,8	2					
FÍSICAS	Comprimento Bobina*			m	100								
	Largura Bobina*			m	2,15 E 4,30								
	Matéria Prima				100% Poliéster ou 100% Polipropileno								
	Ponto de Fusão				100% Poliéster - 260ºC / 100% Polipropileno - 165ºC								

Os valores apresentados representam uma média de ensaios realizados em diversos laboratórios e têm caráter indicativo. * Largura e comprimentos especiais podem ser fabricados mediante consulta. A OBER S.A. reserva o direito de alterar os valores apresentados sem prévio aviso.

Ober S.A. Indústria e Comércio
Av. Industrial Oscar Berggren, 572
13460-000 Distrito Industrial II
Novo Odesso SP
Pabx: 19 3466-9200
Fax: 19 3466-2131
Vendas: 19 3466-9222 / 3466-9244

Departamento Técnico
R. Herval, 438
03062-000 Belenzinho
São Paulo SP
Fone: 11 2790-3300
Fax: 11 2693-4701
E-mail: obergeossinteticos@ober.com.br

GEOFORT Geotêxtil — OBER GEOSSINTÉTICOS Soluções para Engenharia — OBER

www.ober.com.br

Consulte nosso departamento de engenharia.

SISTEMAS DRENANTES

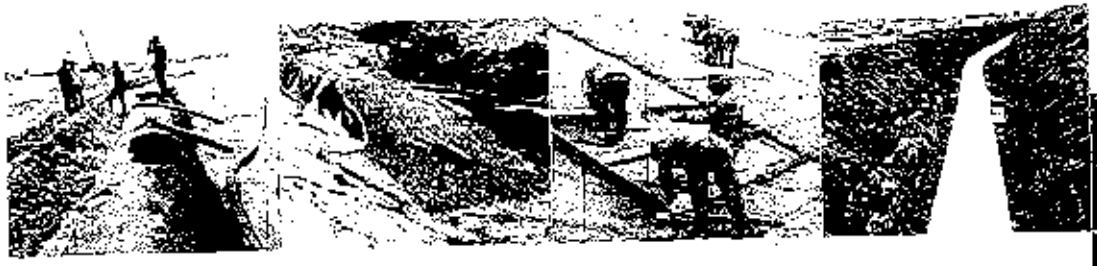
Devido a sua alta permeabilidade e boa capacidade de retenção de sólidos, o geotêxtil GEOFORT pode ser utilizado como filtro em trincheiras ou colchões drenantes, tanto para rebaixamento do lençol freático, como para eliminação de acúmulos superficiais, podendo substituir com grandes vantagens os filtros de transição granulométrica.

ATERROS SANITÁRIOS

Em aterros sanitários, os geotêxteis GEOFORT podem ser utilizados como proteção mecânica de sistemas de impermeabilização, evitando que irregularidades da fundação, do solo de cobertura e do lançamento de camadas drenantes danifiquem as geomembranas. Além disso, podem ser utilizados como filtros em trincheiras e colchões drenantes de líquidos e gases.

SEPARAÇÃO DE SOLOS ESTABILIZAÇÃO DE SUB-LEITOS

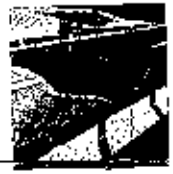
Em obras rodoviárias, o geotêxtil GEOFORT pode ser utilizado como elemento de separação de solos e estabilização de subleito, devido a uma combinação de suas propriedades mecânicas e hidráulicas. A sua utilização minimiza recalques diferenciais e aumenta a capacidade de carga do solo de fundação, além de evitar a mistura entre solos com diferentes granulometria.



MUROS DE ARRIMO TALUDES ÍNGREMES

A utilização do geotêxtil GEOFORT em um maciço de solo compactado tem como objetivo o aumento da resistência e a diminuição da compressibilidade do sistema. Além do aspecto técnico, o uso do geotêxtil GEOFORT se justifica em vista da facilidade de aplicação, rapidez de construção e redução significativa de custos.

RECAPEAMENTO ASFÁLTICO



No processo de restauração de pavimentos asfálticos, o geotêxtil GEOFORT, quando aplicado entre a camada antiga e a nova capa asfáltica, retarda a propagação das trincas pela criação de uma camada de reforço, impermeável, que absorve tensões e impede a infiltração, prolongando a vida útil do novo pavimento.

OUTRAS APLICAÇÕES:

- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]

RELATÓRIO DE ENSAIOS

Interessado: ETRÚRIA Indústria de Fibras e Fios Sintéticos Ltda.

Objetivo: Análise de geotêxtil não tecido.

maio de 2007

ParqTec
TREND Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
Parque de Alta Tecnologia de São Carlos
Rua Alfredo Lopes, nº 1717, Sala E1, Vila Elizabeth, São Carlos-SP - CEP:13560-460
fone: (16) 3362-6299 - trend@parqtec.com.br

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 150g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	150 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	161
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	1,65
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		6,77
	%		62,45
Transversal	kN/m		5,61
	%		81,05
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		169,30
Transversal	N		172,20
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	0,93
Deslocamento	mm		52,37
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		355,40
	%		72,39
Transversal	N		333,70
	%		93,88
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	0,91
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	2,90
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	3,97E-06
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	132

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 180g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	180 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	219
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	1,97
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		8,06
	%		60,34
Transversal	kN/m		7,93
	%		85,93
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		204,60
Transversal	N		225,90
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	1,21
Deslocamento	mm		51,17
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		436,10
	%		75,04
Transversal	N		404,10
	%		93,48
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,06
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	2,40
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	271

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 200g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	200 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	228
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	2,04
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		8,79
	%		63,80
Transversal	kN/m		8,33
	%		83,95
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		252,50
Transversal	N		230,40
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	1,30
Deslocamento	mm		53,25
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		473,40
	%		75,45
Transversal	N		440,60
	%		99,67
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,06
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	1,51
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	125

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 250g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	250 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	275
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	2,28
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		8,99
	%		73,04
Transversal	kN/m		11,20
	%		79,63
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		311,30
Transversal	N		253,70
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	1,49
Deslocamento	mm		55,27
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		581,50
	%		87,74
Transversal	N		656,70
	%		96,82
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,32
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	1,45
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	86

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 300g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	300 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	340
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	2,59
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		10,35
	%		71,34
Transversal	kN/m		13,62
	%		81,60
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		292,10
Transversal	N		395,80
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	2,00
Deslocamento	mm		58,02
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		658,60
	%		87,05
Transversal	N		735,50
	%		92,63
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,65
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	1,34
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	85

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 400g

Relatório de Ensaios

Parâmetros	Unidades	Norma	400 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	396
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	2,86
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		14,98
	%		71,48
Transversal	kN/m		16,15
	%		79,67
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		455,60
Transversal	N		427,90
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	2,46
Deslocamento	mm		58,58
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		917,50
	%		82,83
Transversal	N		937,40
	%		96,69
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	1,98
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	0,95
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	72

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 600g

Relatório de Ensaios

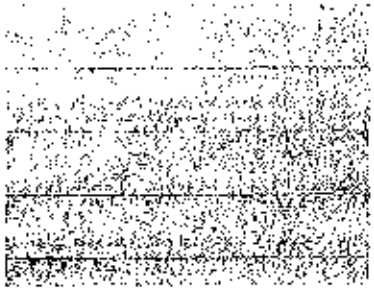
Parâmetros	Unidades	Norma	600 g
Gramatura	g/m2	ABNT NBR 12568	620
Espessura	mm	ABNT NBR 12569	3,90
Resistência à Tração		ABNT NBR 12824	
Longitudinal	kN/m		22,58
	%		70,56
Transversal	kN/m		23,47
	%		77,76
Resist. ao Rasgo		ASTM D 4533	
Longitudinal	N		653,70
Transversal	N		570,30
Resist. Puncionamento	kN	ABNT NBR 13359	3,73
Deslocamento	mm		60,73
GRAB		ASTM D 4632	
Longitudinal	N		1314,00
	%		84,58
Transversal	N		1410,00
	%		94,22
Resist. ao Estouro	MPa	ASTM D 3786	3,10
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	0,74
Transmissividade	m^2/s	ASTM D 4716	
Abert. de Filtração	µm	AFNOR G 38017	233

Trend Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimentos S/S Ltda.
CNPJ: 07.695.830/0001-20

Obs: Os resultados apresentados neste laudo referem-se exclusivamente à amostra fornecida pelo interessado.

MacTex®

Geotêxtil Não Tecido em Poliéster



Características técnicas

MacTex® é um geotêxtil agulhado produzido com fios de poliéster.

Propriedades mecânicas			130	150	180	200	250	270	300	400	500	600
Resist. longitudinal à tração (Faixa Larga)	kN/m	ABNT NBR 12824	7	8	9	10	14	14	16	21	26	31
Along. longitudinal (Faixa Larga)	%	ABNT NBR 12824	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65	50-65
Resist. transversal à tração (Faixa Larga)	kN/m	ABNT NBR 12824	6	7	8	9	12	12	14	19	23	27
Alongamento transversal (Faixa Larga)	%	ABNT NBR 12824	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75	60-75
Resist. longitudinal à tração (Grab Test)	N	ASTM D 4632	425	520	680	750	960	1000	1150	1550	1960	2350
Alongamento longitudinal (Grab Test)	%	ASTM D 4632	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60
Resist. transversal à tração (Grab Test)	N	ASTM D 4632	375	450	580	660	830	850	980	1320	1650	1980
Alongamento transversal (Grab Test)	%	ASTM D 4632	>70	>70	> 70	> 70	> 70	> 70	> 70	> 70	> 70	> 70
Resistência ao puncionamento	N	ASTM D 4833	245	280	340	380	465	480	550	700	850	1000
Resistência ao puncionamento – CBR	kN	ABNT NBR 13359	1,1	1,3	1,7	2,0	2,6	2,6	3,1	4,1	5,1	6,0
Resist. longitudinal ao rasgo trapezoidal	N	ASTM D 4533	190	220	270	300	370	375	440	560	680	800
Resist. transversal ao rasgo trapezoidal	N	ASTM D 4533	180	200	240	270	350	355	400	520	640	750
Resistência ao estouro	MPa	ASTM D 3786	1,0	1,2	1,5	1,7	2,2	2.2	2,6	3,4	4,2	5,0

Propriedades hidráulicas			130	150	180	200	250	270	300	400	500	600
Permeabilidade normal	cm/s	ASTM D 4491	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	2,5	2,4	2,1	2,0	1,8	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9
Permeabilidade planar	cm/s	pressão 20 kPa	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Transmissividade	cm^2/s	ASTM D 4716	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11	0,12	0,15	0,18	0,21
Fluxo de água	$l/s/m^2$	ASTM D 4491	120	115	105	100	88	88	75	57	46	39
Abertura aparente mínima de filtração	mm	ASTM D 4751	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06
Abertura aparente máxima de filtração	mm	ASTM D 4751	0,26	0,25	0,24	0,23	0,21	0,21	0,19	0,16	0,14	0,13

Propriedades físicas			130	150	180	200	250	270	300	400	500	600
Gramatura mínima	g/m^2	ABNT NBR 12568 ASTM D 5261	130	150	180	200	250	270	300	400	500	600
Espessura nominal	mm	ABNT NBR 12569 ASTM D 5199	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,1	2,3	3,0	3,5	4,1
Retenção de asfalto	l/m^2	Task Force 25 #8	1,3	1,5	1,8	2,0	-	-	-	-	-	-

Apresentação do rolo		130	150	180	200	250	270	300	400	500	600
Comprimentos	m	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Largura	m	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60	2.30 4.60

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

Jul.2007

II

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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	REG	MSTC		DATA:	24/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	24/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM	PACL		DATA:	24/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	24/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 4

GEOCOMPOSTO DRENANTE COMO ALTERNATIVA AOS DRENOS TIPO "FINGER"

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0084** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-030**				REVISÃO **0**

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.

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 4, 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 1,5.10-4 m^3/s (0,15 ℓ/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): 1.10^{-4} m/s.

3.2 CÁLCULO DO POTENCIAL DRENANTE

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

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

Onde:

- ✓ θ_{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=0,10m.

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

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

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

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

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

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:

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

O Quadro 3.1 apresenta a capacidade drenante para cada unidade de dreno tipo "Finger" (Q_{DRENO}) e para um trecho compreendido entre duas estacas (Q_{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		
	0,1	***0,5***	***1,0***
Q_{DRENO} (m^3/s)	$5{,}0 \cdot 10^{-5}$	$2{,}5 \cdot 10^{-4}$	$5{,}0 \cdot 10^{-4}$
Q_{TRECHO} (m^3/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 ($Q_{MÁX}$ = 0,15 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 GEOTÊXTIL

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 0_{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 0_{95}, requisitada ao geotêxtil.

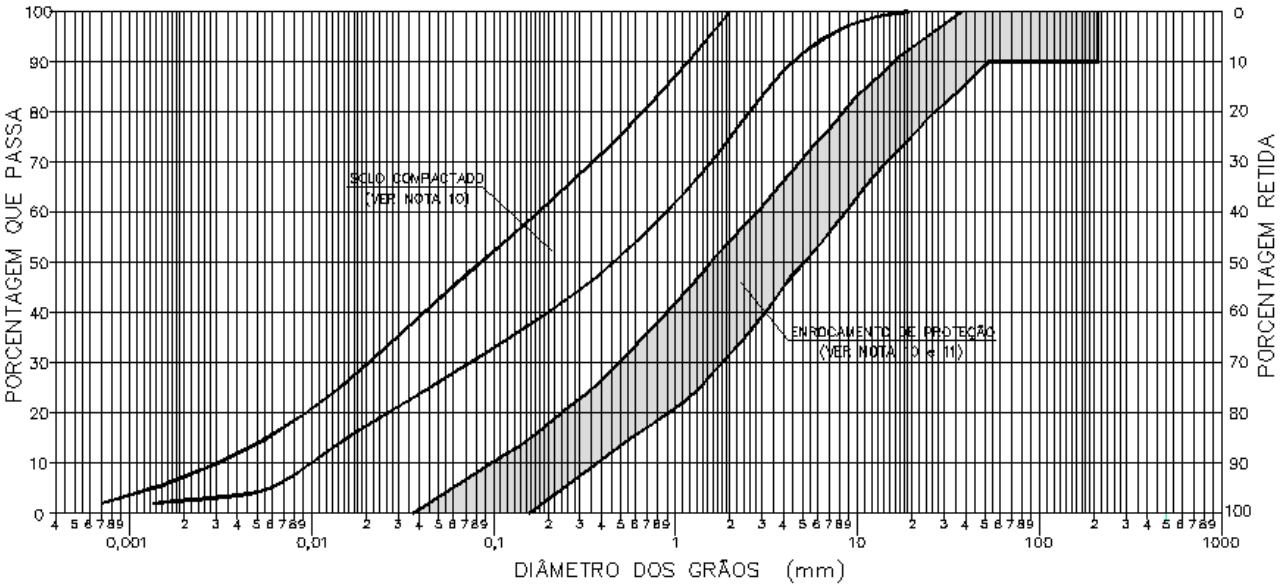


Figura 4.1 - Curvas granulométricas dos materiais empregados no alteamento dos taludes.

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 $\Rightarrow O_{95} < 0{,}6$ mm
  - ✓ solo mais finos, mais que 50% passa na peneira #200 $\Rightarrow O_{95} < 0{,}3$ 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 ≤ 50% passando na peneira #200
- ✓ ***Critério 2*** (Carroll, 1983): $D_{85} = 1{,}8$ mm

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

- ✓ ***Critério 1*** (Task Force 25): $O_{95} < 0{,}6$ mm
- ✓ ***Critério 2*** (Carroll, 1983): $O_{95} < 4{,}5$ mm

Desta forma, deverá ser empregado um geotêxtil com abertura de filtração (O_{95}) ≤ 0,6mm. 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): $Q_{MÁX} = 1{,}5.10^{-4}$ m³/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.

$FR_{GLOBAL} = FR_{IN} \,.\, FR_{CC} \,.\, FR_{CR} \,.\, FR_{BC}$

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

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

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

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

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

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

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

Largura da Faixa	*P_{DR} (ℓ/s.m)*
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 ambos 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 colmatação 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.

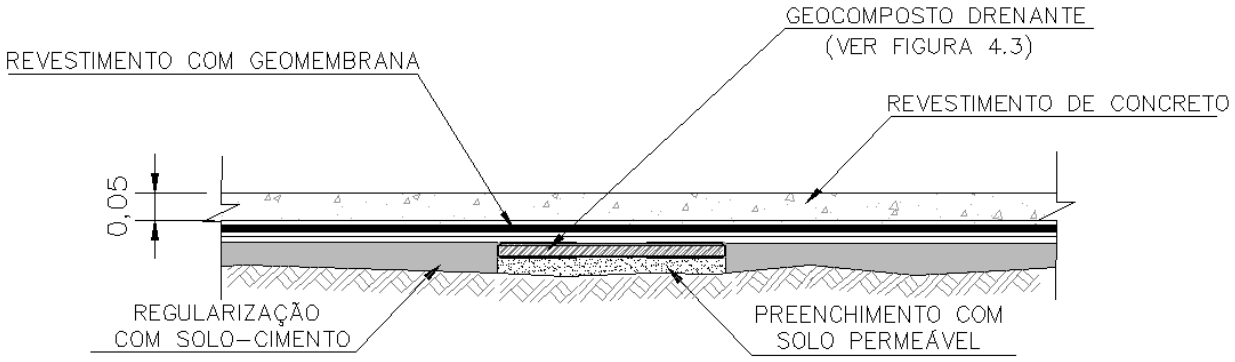


Figura 4.2 – Instalação do geocomposto drenante nos taludes.

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

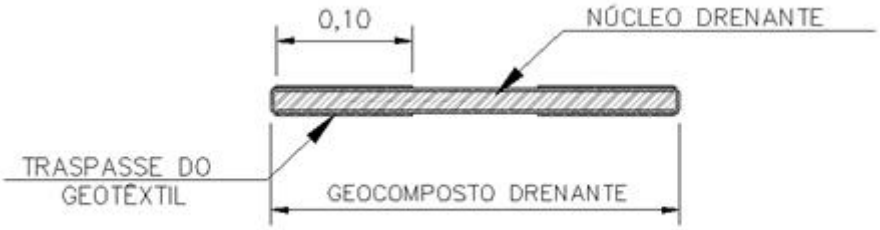


Figura 4.3 – Detalhe do traspasse do geotêxtil na lateral do geocomposto drenante.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

- ✓ Potencial drenante (P_{DR}) $\geq \dfrac{0,0495\ \ell/s \cdot m}{L_{FAIXA}}$

- ✓ Abertura de filtração (O_{95}) $\leq$ 0,6 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
ENGECORPS - Corpo de Engenheiros Consultores Ltda - (LOTE A)
Al. Tocantins, 125 - 4° andar - Ed. West Side - Alphaville
Barueri - SP
Cep.06455-020

Referência: Contrato n° 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-Concremat²

Anexo:
Carta 1320-CAR-1001-20-04-0274 - ENGEVIX
Carta CL/407-CSF-L04/10/146 – Consórcio Encalso-Convap-Arvek-Record

Fc/CR

ENGEVIX

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 **Eng° 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 eng° 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
MPO
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 : 23
Ass. Marcia Ferreira

MACCAFERRI
Maccaferri do Brasil Ltda.
Rod. Dom Gabriel Paulino Bueno Couto, km 66
CP 520 – CEP 13201-970 – Jundiaí – SP
Tel. (11) 4589-3204 – Fax: (11) 4582-3272
e-mail: petrucio@maccaferri.com.br

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=h5p1f60u3fvjr1en0u1ob7ijf2

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.

	Drenagem horizontal										Drenagem vertical	
Gradiente hidráulico	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 m^3/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_{DRENO} (m³/s)	5,00E-05	**2,50E-04**	**5,00E-04**
Q_{ESTACA} (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 1.50×10^{-4} m³/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 fatidicamente 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 fluído para os pontos de saída, sem obstáculos ou possibilidade de colmatação interna do núcleo, a condição ideal para um dreno de resposta rápida.

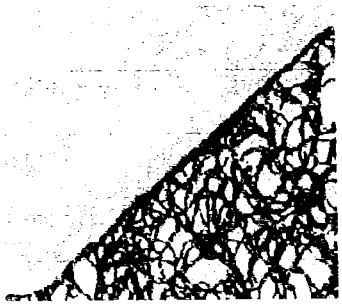
A solução MacDrain® para a obra em questão apresenta, vantagem construtiva por sua simplicidade de instalação, vazão admissível compatível com a vazão de projeto e a velocidade de resposta esperada para um dreno sub-horizontal.

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 temaem 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	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

Propriedades hidráulicas			Geocomposto	Geotêxtil
Abertura de filtração	mm	AFNOR G 38017	---	0,145
Permissividade	s^{-1}	ASTM D 4491	---	1,51
Permeabilidade	cm/s	ASTM D 4491	---	$1,1 \times 10^{-1}$

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^2	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^2	6,0	12	18
Diâmetro médio	m	0,6	0,6	0,6
Peso	kg	5,0	9,0	13

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

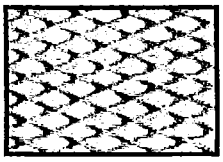
A Maccaferri reserva-se o direito de revisar estas especificações em qualquer momento, de acordo com as características dos produtos fabricados.

www.maccaferri.com.br

Garantia do Sistema de Qualidade
Produção, gerenciamento interno certificado e assistência técnica conforme 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^2/s	ASTM D 4716	$5{,}68 \times 10^{-5}$
Resistência ao Descolamento	kN/m	ASTM D 7005	1,41
Georrede ROMANET TTG 730			
Gramatura Nominal	g/m^2	ABNT NBR 12568	730
Espessura Nominal	mm	ABNT NBR 12569	5,50
Densidade	g/cm^3	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)	kN/m	ABNT NBR 12824	6
Permeabilidade Normal	cm/s	ASTM D 4491	0,40
Abertura Aparente – AOS (O_{95})	mm	ASTM D 4751	0,16

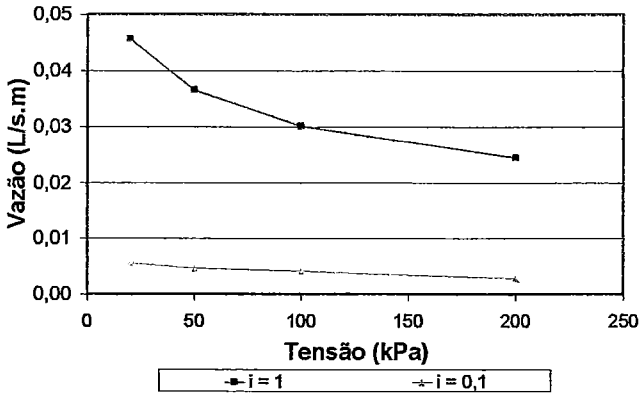
*Gradiente de 0,1 e Tensão Aplicada de 20 kPa

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

Obs.: Os valores poderão ser alterados sem aviso prévio

➢ **Capacidade de Vazão em Projeto ($q_{P,i}$):**

CAPACIDADE DE VAZÃO (L/s·m) ROMADRAIN 730/2GT				
Gradiente Hidráulico	Tensão (kPa)			
	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

Tecelagem Roma Ltda – Rua Prof. Elza Orsi Avalone, 230, Jardim Saba – Tatuí – SP – Brasil - CEP: 18276-760
(55-11) 4789-2369 – www.roma.ind.br – geossinteticos@roma.ind.br

ENGECORPS corpo de engenheiros consultores	CONTRATO Nº 30/2007 Projeto de Integração do Rio São Francisco Projeto Executivo – Lote A	
ATO – Nota de Obra		1210-NTO-1221-04-46-001-R00
Assunto:	CN 16 – SEGMENTO 1221 EXECUÇÃO DE TALUDES EM CORTE	data: 10/06/10

Anotações:

A ENGECORPS analisou, sob o aspecto técnico, a proposição do método executivo apresentada pelo Consórcio ECAR e observa que a metodologia construtiva proposta pelos desenhos anexos a esta Nota de Obra (seqüência executiva e seções entre estacas 6160 a 6187, 6188 a 6224 e 6225 a 6261) não deixa claro onde estarão situados os limites geométricos da trincheira exploratória proposta. Deve-se observar que, para não acarretar um aumento desnecessário nos volumes de escavação, os limites laterais da largura da trincheira exploratória estão condicionados à largura da seção hidráulica de projeto mais a largura da berma (de cada lado).

Em termos de estabilidade dos taludes, para alturas maiores que 10,0 m, deverão ser implantadas bermas nos taludes escavados. Tais bermas, a serem criadas (quando necessário) nas escavações de materiais de 1ª e 2ª categorias, deverão ter largura de 3,0 m, de forma a assegurar a estabilidade do talude tanto durante as escavações quanto após a sua conclusão.

O desenho 1210-DEP-1221-04-02-002 (folhas 1/2 e 2/2), no qual está apresentada a sequência construtiva prevista em projeto, será revisado para atender ao fato da necessidade de uma berma nos taludes escavados com altura maior que 10,0 m, nos materiais de 1ª e 2ª categorias.

Em campo, observou-se que, devido ao desconfinamento do maciço de saprolito e de rocha quando escavados, as camadas de materiais de 1ª e 2ª categoria resultam mais espessas que aquelas classificadas através das sondagens mistas executadas.

Observa-se que esta alteração implicará em aumento de volumes escavados pela Obra, porém deverá resultar em custos menores que aqueles previstos inicialmente, pois haverá aumento dos volumes de escavação em material de 2ª categoria (cujo custo de escavação é sensivelmente mais barato que o da escavação de material de 3ª categoria) e diminuição dos volumes de escavação em material de 3ª categoria.

Ressaltamos que deverão ser observados os conceitos adotados na Nota de Serviço, principalmente em relação ao ponto 4 e às demais inclinações dos taludes para as escavações dos materiais de 1ª, 2ª e 3ª categorias apresentadas nos desenhos de Projeto Executivo.

Esta Nota de Obra foi emitida originalmente como 1210-NTO-026-R00 no dia 07/04/10 e está sendo revisada e emitida com novo número na data de 10/06/10.

Assunto: CN 16 – SEGMENTO 1221
EXECUÇÃO DE TALUDES EM CORTE

data: 10/06/10

Anotações:

Croqui

Responsável: LUÍS HONORATO F. MOURARIA

0	31/05/10	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

ENGECORPS
corpo de engenheiros consultores

PROJETO:	EAFO	FPB		DATA:	31/05/10
PROJETISTA:	-			DATA:	31/05/10
VERIFICAÇÃO:	ACMM	PACL		DATA:	31/05/10
APROVAÇÃO:	MOG			DATA:	31/05/10

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS (ATO) - LOTE A

NOTA TÉCNICA - ATO OBRAS CIVIS - LOTE 2

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ESCAVAÇÕES DO CANAL 1216 (CN-12)

	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: **885-MIN-ISF-NT-A0085** CLIENTE: **1210-NTC-1201-00-40-031**				REVISÃO **0**

MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

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

NOTA TÉCNICA – ATO – LOTE 2

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ESCAVAÇÕES DO CANAL 1216 (CN-12)

885-MIN-ISF-NT-A0085
1210-NTC-1201-00-40-031
Rev. 0
Maio/2010

ÍNDICE

PÁG.

1. INTRODUÇÃO

Esta nota técnica tem por objetivo o segmento de canal CN-12 (1216), parte integrante das obras do PISF. Seu objetivo é a apresentação dos dados de levantamento geológico de campo realizado nos taludes parcialmente escavados do canal, no período de 28/04 a 12/05/10, conforme solicitado pela carta CTE 4990 da Gerenciadora, datada de 22/04/10.

São feitas considerações sobre os resultados das análises realizadas e sobre os relatórios produzidos pela Vecttor Projetos e pelo consultor Torres Geraldi, enviados pela Gerenciadora através da mesma carta CTE 4990.

Os dados de campo foram trabalhados estatisticamente e analisados pelos programas Dips, Rockplan e Swedge, todos eles da Rock Science.

2. LEVANTAMENTO DE CAMPO

Foram levantadas mais de 400 orientações de fraturas que permitiram, através de análise estatística, configurar um padrão de 4 famílias de descontinuidades sub-verticais ou com inclinação pronunciada. Todas as medidas levantadas são apresentadas no Anexo I, na forma de tabelas.

O Quadro 2.1 abaixo caracteriza cada um dos sistemas de fraturamento adotados na análise e a Figura 2.1 a seguir exibe a distribuição estatística dos fraturamentos.

Todas as informações estruturais fornecidas devem ser lidas como rumo do mergulho (azimute) / inclinação do mergulho com a horizontal.

QUADRO 2.1
CARACTERÍSTICAS DAS FRATURAS

Família	*Rumo / Mergulho*	*Espaçamento*	*Persistência*	*Características*
F1	80º/80º	2 a 3 fraturas por metro, dependendo do trecho podem aparecer até 5 fraturas por metro.	em média 8 metros, podendo chegar até mais que 12m	planas, pouco rugosas, muito oxidadas e com película dura oxidada.
F2	150º/80º	2 a 3 fraturas por metro.	em média 6 a 7 metros, podendo chegar até mais que 10m.	planas, pouco rugosas, pouco oxidadas com película dura esverdeada.
F3	10º/80º	2 a 3 fraturas por metro, dependendo do trecho podem aparecer até 5 fraturas por metro.	em média 3 a 4 metros, mas podem chegar até 10 m.	planas, pouco lisas geralmente com película dura.
F4	250º/50º	2 a 3 fraturas por metro, podendo chegar até 6 ou 7 fraturas por metro.	em média 5 a 6 metros.	planas, rugosas, pouco oxidadas.

Além destas famílias de descontinuidades, há um sistema F5 que considera as fraturas sub-horizontais, com mergulhos de até 20º, originadas por alívio de carga, fraturas essas geralmente com abertura significativa e preenchimento centimétrico de material de alteração.

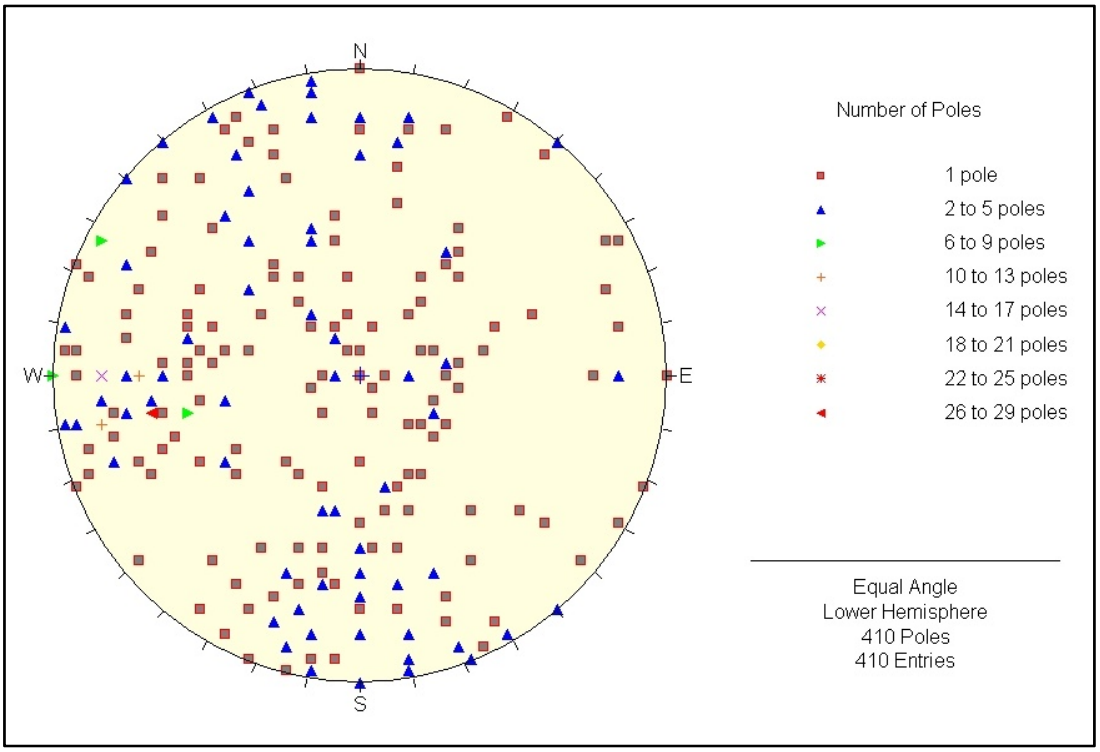


Figura 2.1 – Distribuição Estatística dos Fraturamentos

O canal foi subdividido em 5 trechos e ainda 3 sub-trechos, dada a variação de direção do traçado, com implicação direta na relação dos sistemas de fraturamento com as paredes dos taludes de corte.

A seguir é apresentada uma descrição pormenorizada de cada trecho, com a caracterização das litologias, levantamento das descontinuidades e documentação fotográfica simplificada.

O relatório fotográfico detalhado encontra-se apresentado no Anexo II.

2.1 TRECHO 1

Está compreendido entre as estacas 3875 e 3890 e é caracterizado por granito róseo, de textura média.

Foto 1: E-3870 LE – Taludes definidos pela fratura 160/55 (uma variação da F2). São visíveis fraturas sub-horizontais, mas não foi possível medir atitude devido à grande quantidade de água.

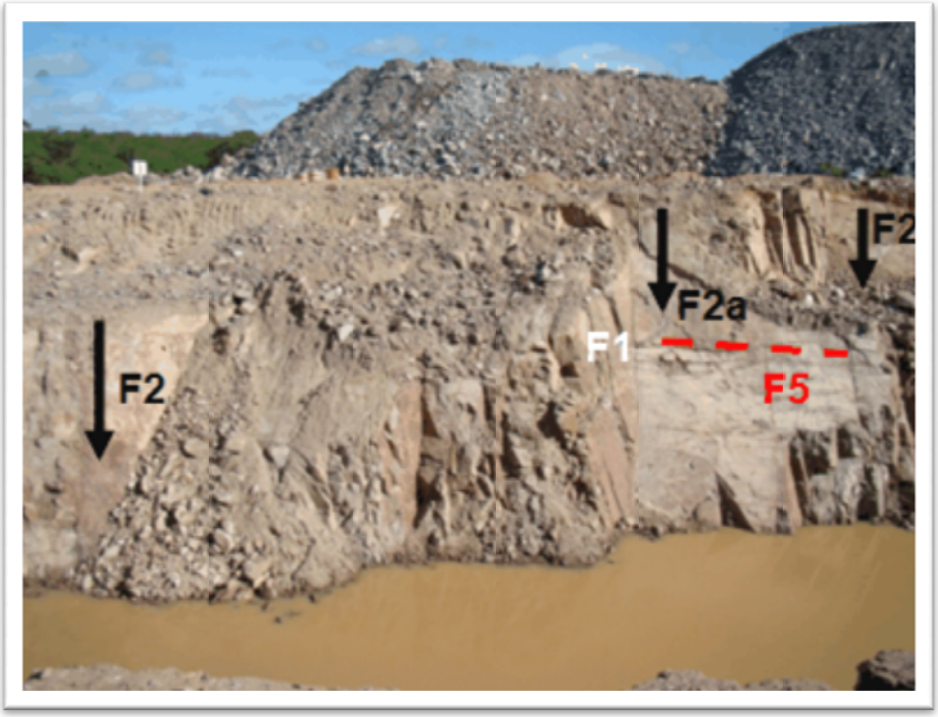


Foto 2: E-3883 LE – Taludes definidos pelas fraturas F2=160/80 e F2a=160/55, F1=90/80 e F5=125/25 com espaçamento de menos de 1 fratura por metro e persistência de mais de 8 metros.

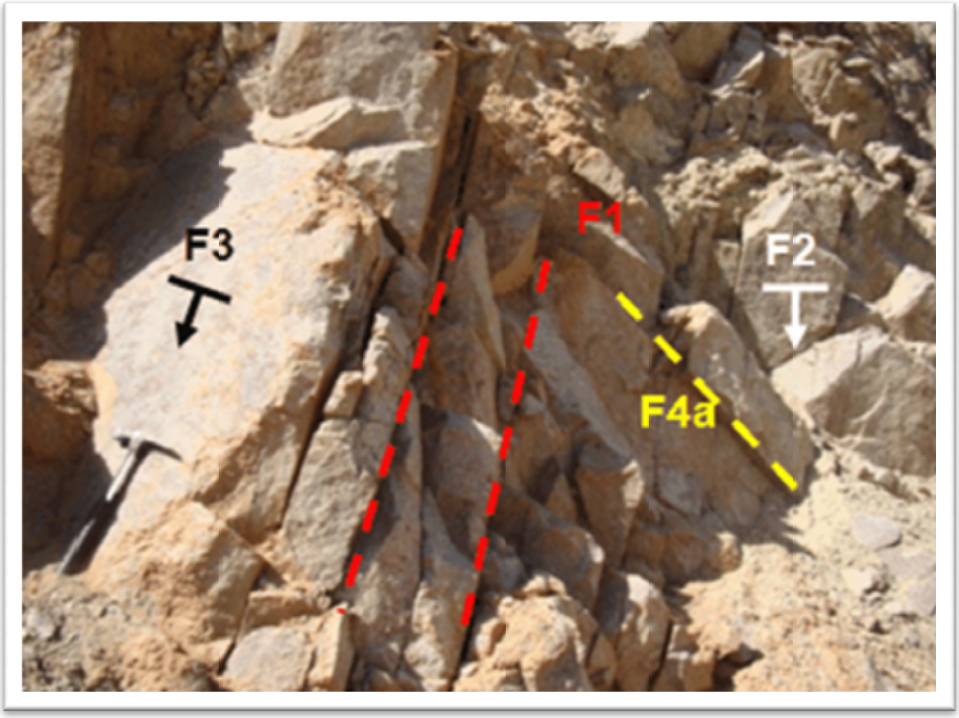


Foto 3: E-3883 LD – Fraturas F1=85/70, F2=160/80, F3=10/60 e F4a=215/50.

2.2 TRECHO 2

Está compreendido entre as estacas 3897 e 3912 e é caracterizado por migmatitos intercalados em porções de granitos, gnaisses biotíticos e/ou bandados.

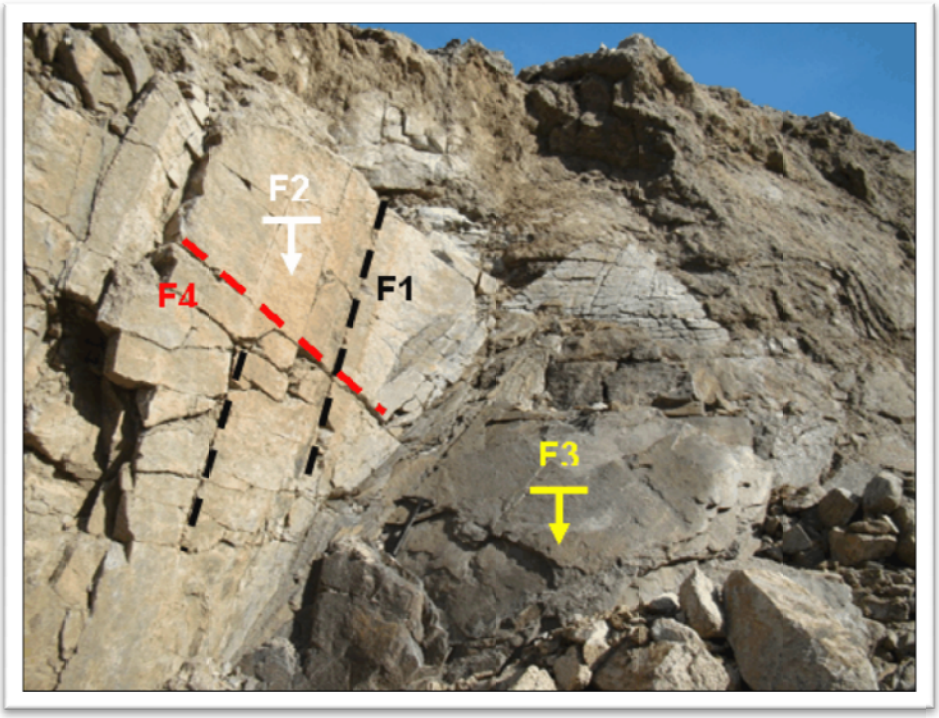


Foto 4: E-3903 LD – Plano formado pela família F2= 150/90, F1=80/80, F3=15/60 e F4= 260/30.

Foto 5: E-3901 LE – Fraturas F1=80/80 e F3=10/80.

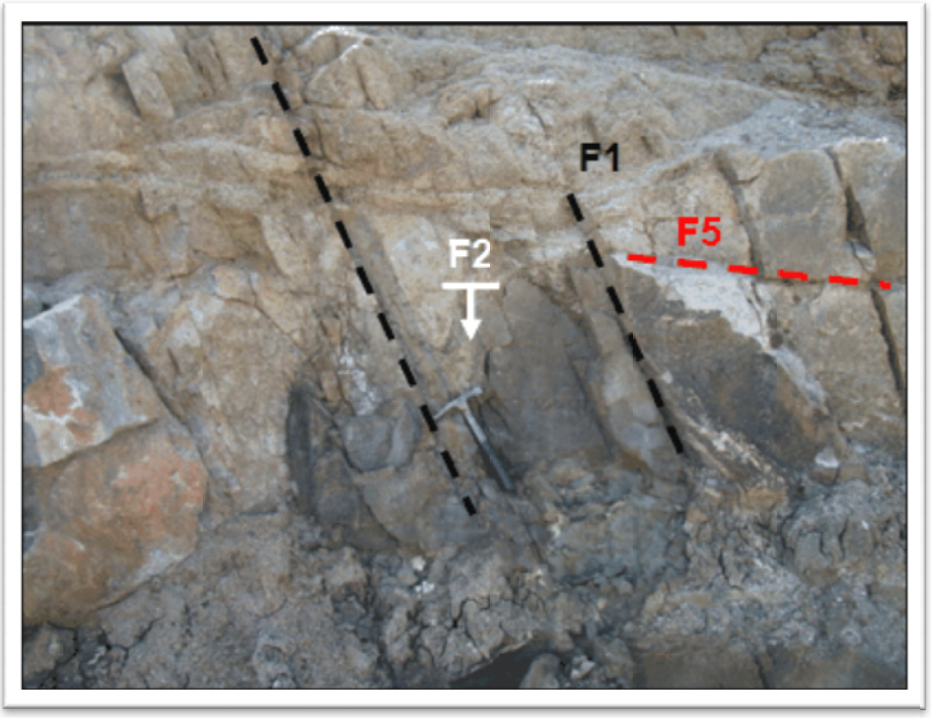


Foto 6: E-3902 LE - Plano formado pela família F2= 160/90, F1=80/75, F5=90/15, com espaçamento de 1 por metro e persistência de aproximadamente 1 metro.

2.3 TRECHO 3

Está compreendido entre as estacas 3912 a 3945 e é caracterizado por migmatitos, com porções gnáissicas e graníticas intercaladas.

Os gnaisses encontrados neste trecho possuem foliação dobrada, de direções e mergulhos muito variados, variando de sub-vertical a sub-horizontal (Fotos 7 e 8).

As intercalações de porções gnáissicas e graníticas são muito variáveis, dificultando a separação de cada trecho.

Foto 7: E- 3912 – Foliação dobrada LE (0/90 e 350/15).

Foto 8: Detalhe da foto anterior.

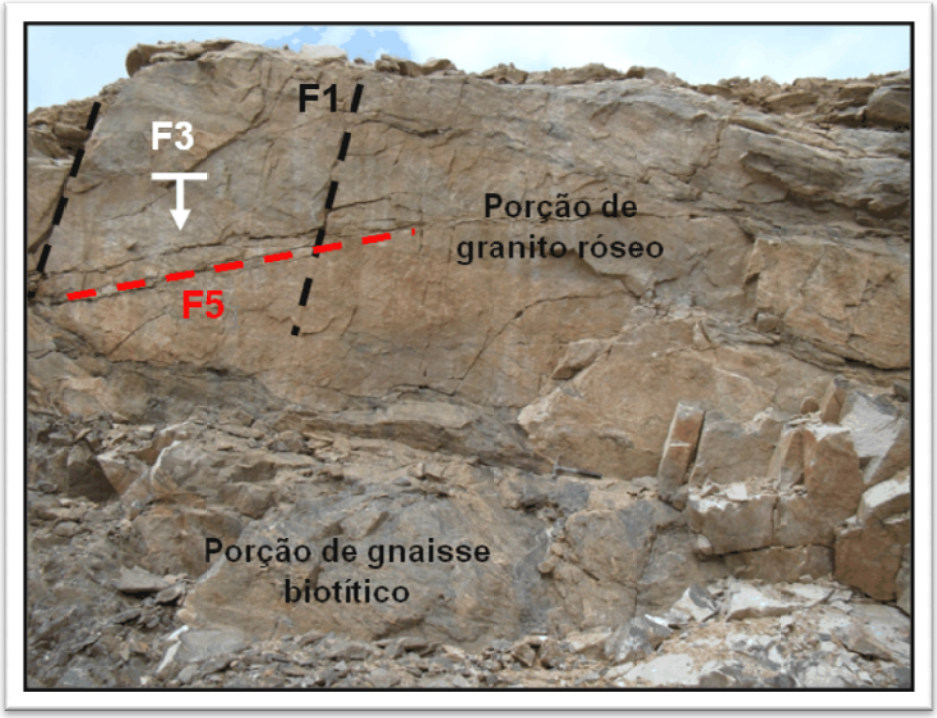


Foto 9: E3914 LD - Plano formado pela família F3 190/80, F1=80/80 e F5=90/10 com espaçamento de 2 a 3 por metro e persistência de mais de 2 metros.

Foto 10: E – 3919 LD - Plano formado pela família F3 190/80 e a predominância da família F1=80/80.

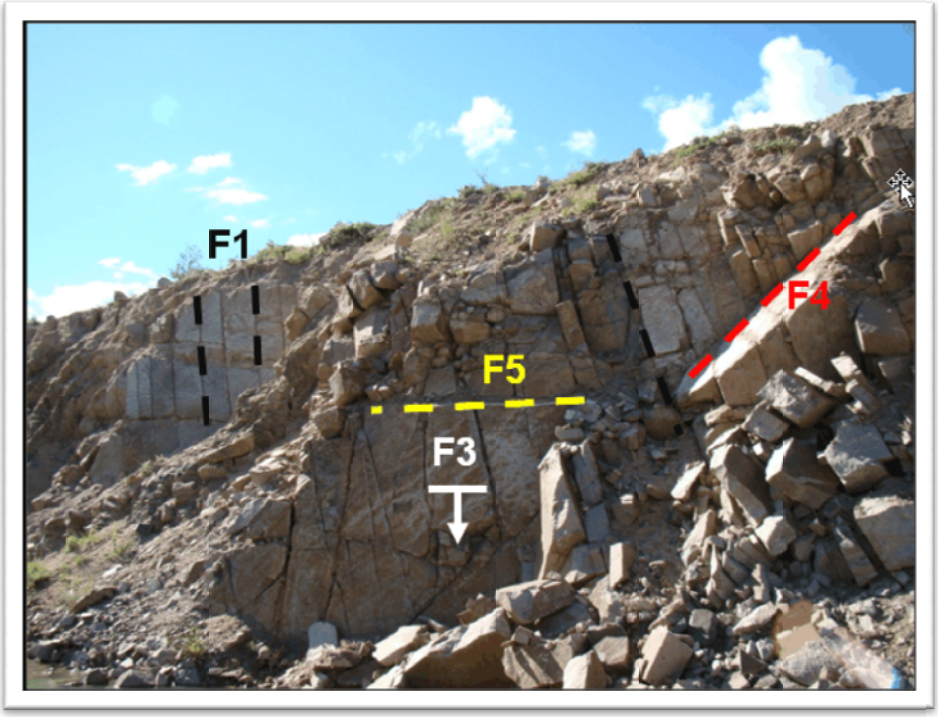


Foto 11: E – 3923 LE – Fraturas F1=80/80 e 80/90. As paredes vistas de frente são F3 = 10/80, F4 = 250/50 e as sub-horizontais são F5=NS/sub-horizontal, com espaçamento de mais de 3 fraturas por metro e persistência de mais de 5 metros.

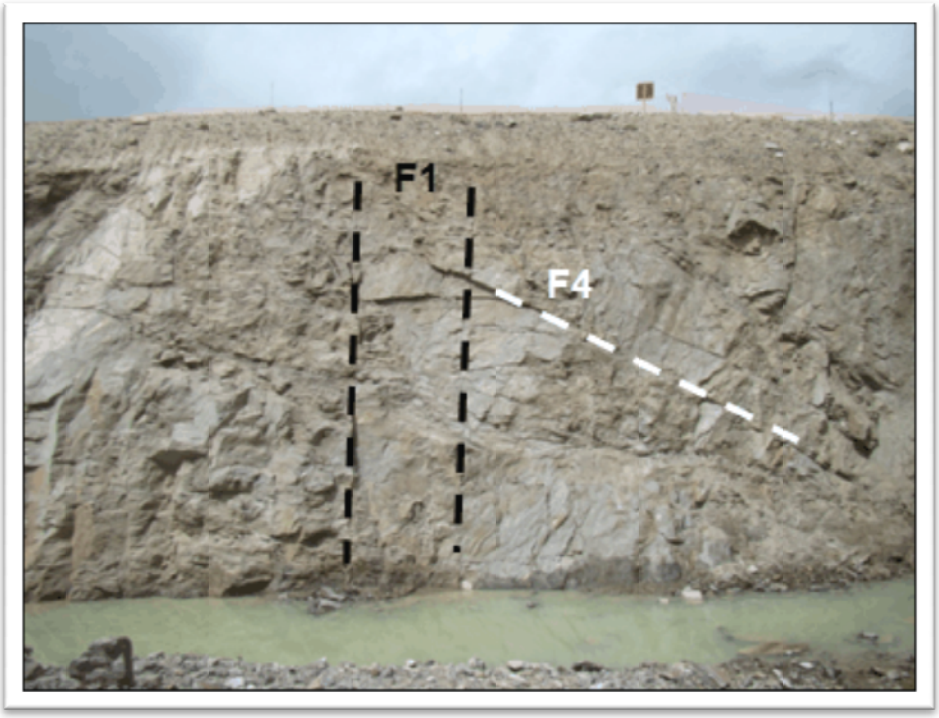


Foto 12: E – 3935 LD – Taludes 0/90, F1=80/90 e F4=260/30.

2.4 TRECHO 4

Está compreendido entre as estacas 3945 a 3974 e é caracterizado por migmatitos, predominância de gnaisses bandados com porções micáceas (biotita e muscovita) e com granada. A foliação neste trecho, como nos outros, é muito variável em direção e em mergulho.

Foto 13: E 3962 LE - Gnaisse bandado.

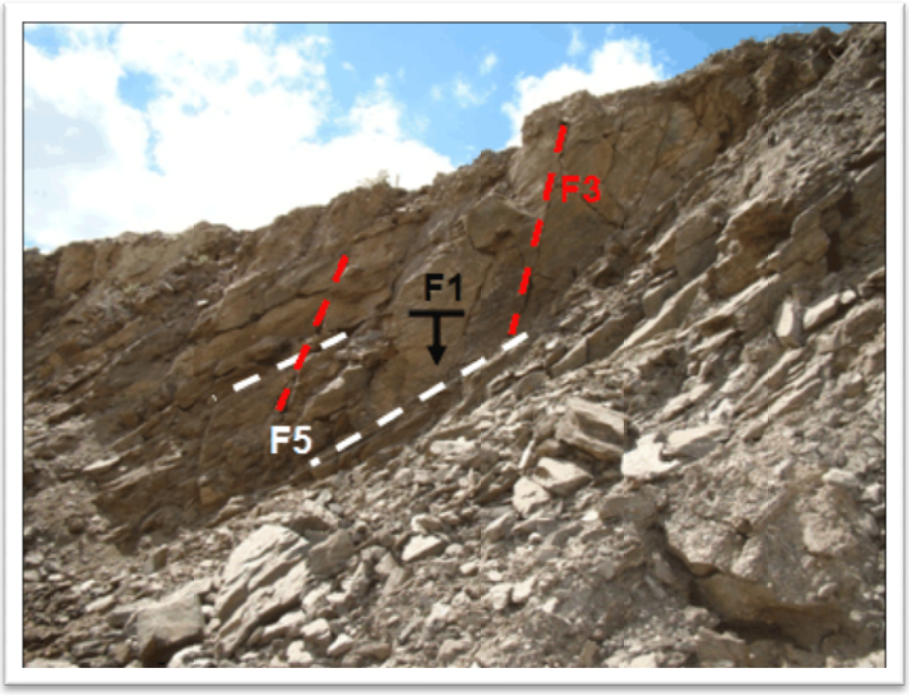


Foto 14: E 3968 LD - Plano formado pela família F1 80/80, F3=10/80 ou 10/70. Os planos de foliação coincidem com a F5=0/30, com espaçamento de até 10 fraturas por metro e persistência de mais de 5 metros.

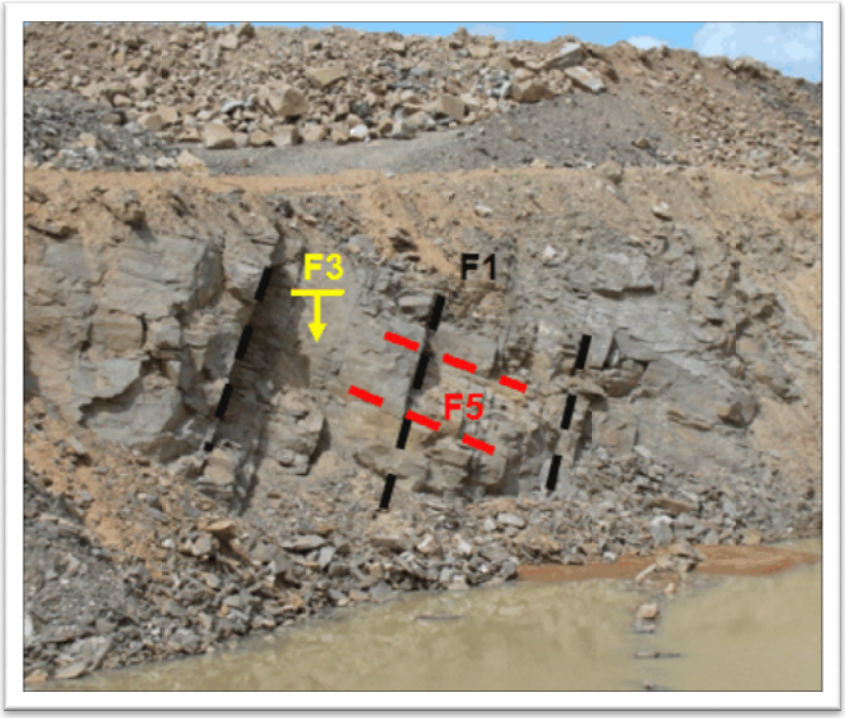


Foto 15: E 3974 LD – O plano formado pela família F1 80/80, F3=10/80 e os planos de foliação coincidentes com F5=0/30 com espaçamento de até 10 fraturas por metro e persistência de mais de 5 metros.

Foto 16: E 3964 LE – Talude 115/80 e uma família de fratura definida pela foliação Sn=350/40.

2.5 TRECHO 5

Está compreendido entre as estacas 3974 a 4009 e é caracterizado por migmatitos, predominância de porções graníticas e porções gnáissicas subordinadas. Também é possível observar intrusões máficas por vezes cortando os migmatitos por vezes em xenólitos.

Foto 17: E 3984 LD – Injeção máfica.

Foto 18: E 3983 LE – Taludes bem conformados em paredes de direção preferencial 140/80 (variação da F2= 150/80), F1=80/80 com persistência de todo o talude que neste ponto tem aproximadamente 14 m de altura e uma fratura sub-horizontal de 140/sub-hor com espaçamento de 1 a 2 fraturas por metro e persistência de mais de 5 metros. A fratura observada no meio do talude não foi medida diretamente por estar muito alta, mas tem direção aproximada N20W, provavelmente F4.

Foto 19: E 3979 LD – Fraturas F1= 80/70, F4= 250/50 e F5= 340/80 que é a fratura que define o plano do talude.

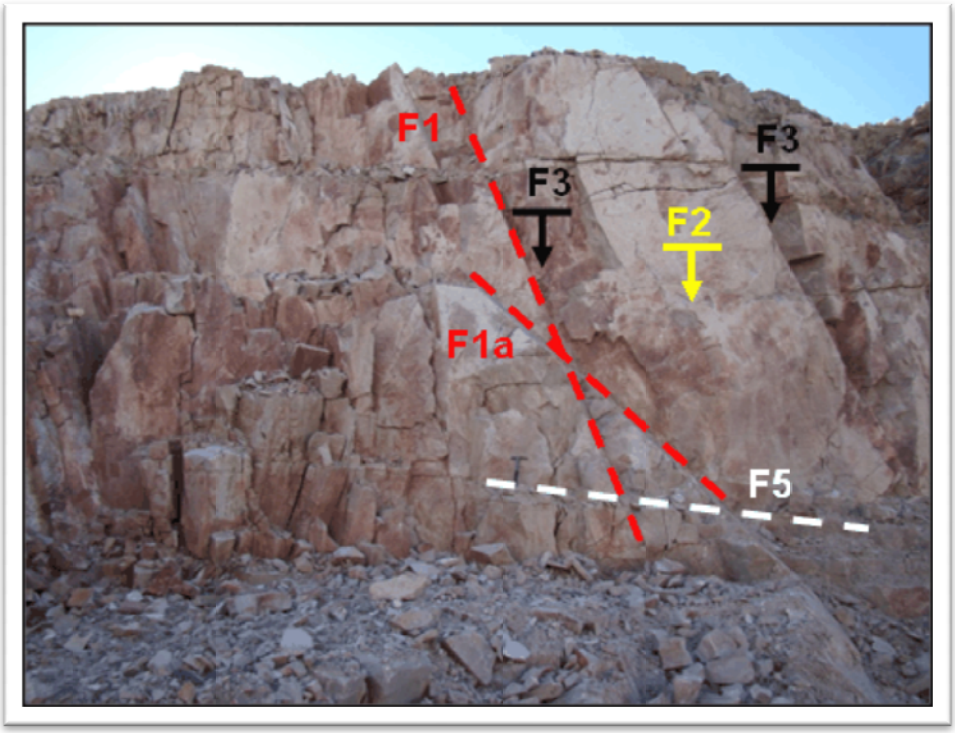


Foto 20: E 3993 LE – Talude definido pela F2=140/90, F1=80/70 F1a= 80/50, F3=10/90 e F5=150/20 com espaçamento de 1 a 2 fraturas por metro e persistência de mais de 5 metros.

Foto 21: E 4008 LE – Taludes com inclinação variável de 76 a 80 graus exibem algumas meias canas preservadas.

3. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

Para as análises estatísticas de fraturas e de estabilidade foram utilizados os programas Dips, Rocklab, RockPlane e Swedge, da RockScience.

3.1 ANÁLISE DE ESTABILIDADE GLOBAL DOS TALUDES

O maciço rochoso envolvido na abertura do canal 1216 (CN-12) foi classificado como maciço classe III na classificação de Bieniawski. Em muito poucos locais (veios máficos, gnaisses muito dobrados) foi verificada a ocorrência de maciço classe IV, se tanto, em 10% da área e em nenhum local maciço classe V. Esta verificação é feita sem considerar os efeitos danosos do desmonte a fogo nos taludes remanescentes.

Nas verificações de estabilidade, foram considerados 2 casos:

a) No 1º trecho, onde ocorre o granito, maciço rochoso de alta rigidez, rocha sã ou muito pouco alterada, famílias de diaclases bem definidas, maciço muito perturbado pelo desmonte a fogo, foram considerados os seguintes índices do programa Rockplan para análise segundo o critério de Hoek e Brown:

- ✧ Altura do talude = 6,0 m
- ✧ GSI = 50
- ✧ MI =30

- D =1,0 (estrago máximo causado pelo desmonte)
- MR =350
- Sigma C =250 MPa
- O que confere ao maciço valor de coesão = 0.361 MPa e ângulo de atrito de 66º

O Fator de segurança (FS) obtido para talude seco é de 11,04 e para talude 50% saturado FS = 9,26

Pelo critério Mohr-Coulomb, resultam: FS = 12,18 para talude seco e FS = 10,84 para saturação de 50%, que são muito próximos aos valores obtidos pelo critério Hoek e Brown.

b) A maior parte dos taludes encontra-se em gnaisses e migmatitos, que apresentam um padrão de fraturamento mais irregular e um grau de alteração parcialmente um pouco mais elevado, e para os quais foram adotados os seguintes índices:

- Altura do talude = 9,0 m
- Sigma C do gnaisse = 150MPa
- GSI = 46
- Mi = 28
- D = 1,0 (valor máximo para talude sob efeito do desmonte a fogo)
- MR =350
- O que confere ao maciço rochoso valores de coesão = 0.2 MPa e ângulo de atrito de 60º

O FS obtido para talude seco pelo critério Hoek-Brown é 4,85 e para o talude 50% saturado é de 3,05

No critério Mohr-Coulomb os índices são pouco mais elevados, respectivamente 5,27 e 4,27.

3.2 ANÁLISES DE ESTABILIDADE PARA OS SISTEMAS DE FRATURAS EM RELAÇÃO AOS TRECHOS DOS TALUDES COM DIREÇÕES DIVERSAS

Em função das características dos planos de diaclasamento, foi adotado conservativamente o ângulo de atrito de 30º e sem coesão, supondo que a fratura se estenda por toda a altura do talude, sem interrupção. Em outro caso, admitiu-se o mesmo valor para o atrito e uma coesão = 5t/m^2, ou seja, 50kPa. Este valor é considerado baixo, levando-se em conta que a tabela de Bieniawski considera para maciços classe III valores de 20,0 a 30,0 t/m^2 e mesmo para maciço classe IV é admitida coesão de 10,0 a 20,0 t/m^2.

As tabelas ainda consideram para esta 2ª hipótese a ocorrência de 50% de água nas fraturas, o que parece ser um valor máximo para contabilizar os eventuais esforços hidrostáticos.

3.2.1 Estabilidade Planar

Nas análises de estabilidade planar foi considerado um afastamento de até 30º entre as direções do talude e do plano da descontinuidade, conforme apresentado no Quadro 3.1.

QUADRO 3.1
INCIDÊNCIA DOS SISTEMAS DAS FRATURAS

	POSSIBILIDADE CINEMÁTICA	
TRECHOS	***Fratura lado esquerdo***	***Fratura lado direito***
1A	F2	-
1B	F2	-
2	F2	-
3A	-	F3
3B	F2	-
4	F1	-
5A	F2	-
5B	F1	-

As análises não levam em conta o constrangimento lateral. Foram anotadas as seguintes hipóteses:

- Inclinação talude: 76°
- Inclinação fratura: 50° e 60° (crítica)
- Ângulo de atrito: 30°
- Coesão: 0,0 e 5 t/m²
- Água: seco e 50%
- Altura do talude: 6 e 9 m

Os resultados indicam FS < 1,0 quando só atua o atrito = 30°, mesmo com o talude seco. Quando é considerada coesão = 5 t/m² o FS resulta sempre > 2,0 em fraturas com mergulho de 50° ou 60°. A consideração de 50% de água reduz o FS em cerca de 5% apenas.

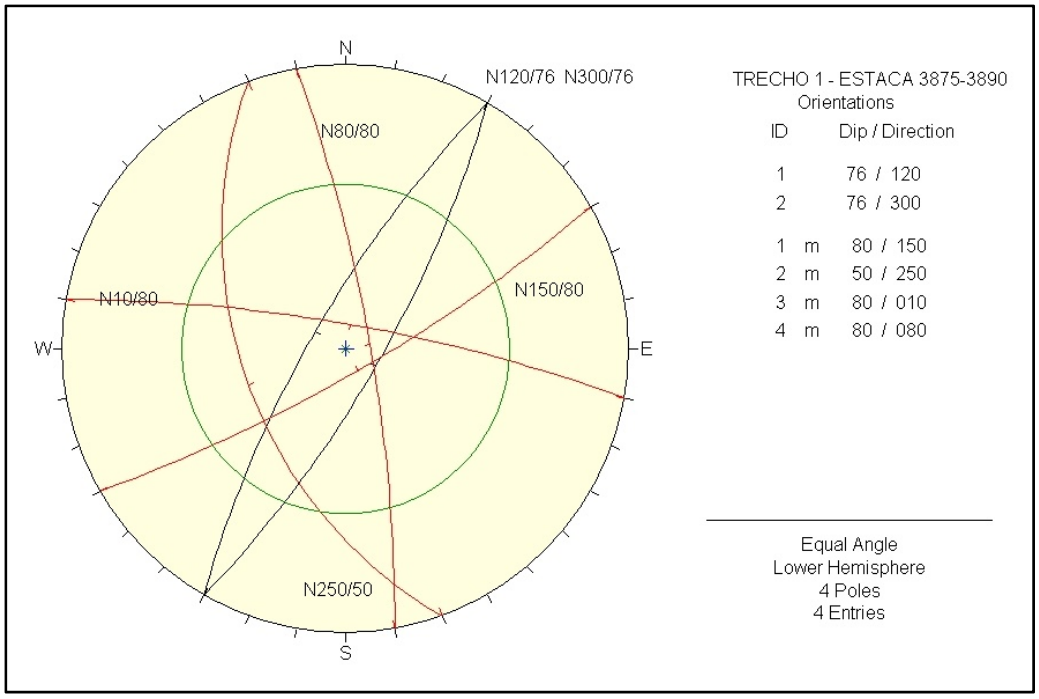


Figura 3.1 – Estereograma para o Trecho 1A

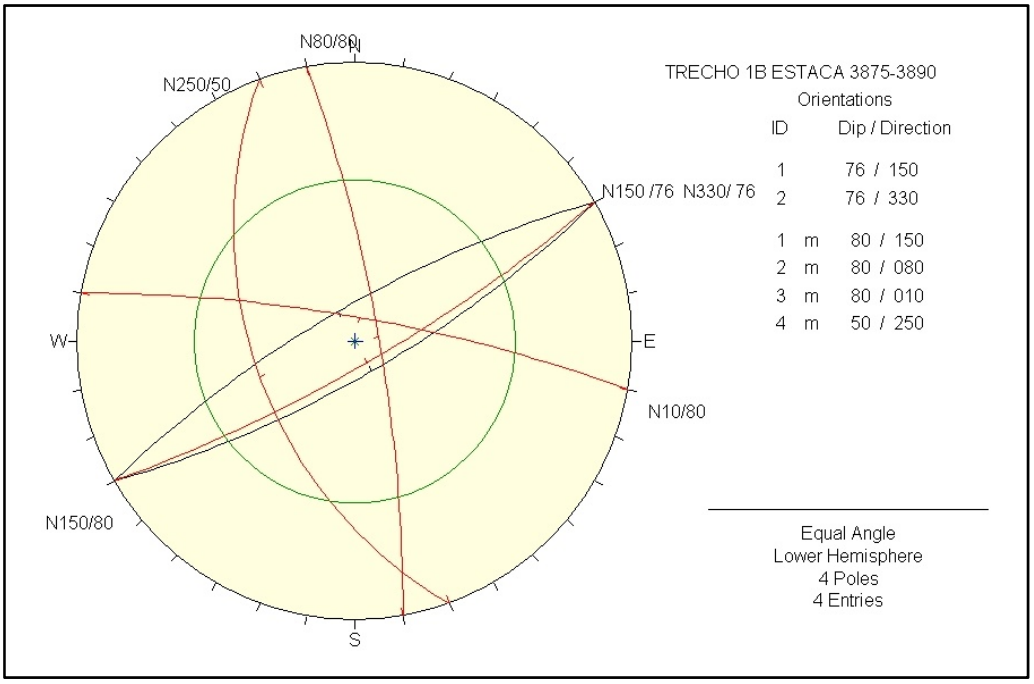


Figura 3.2 – Estereograma para o Trecho 1B

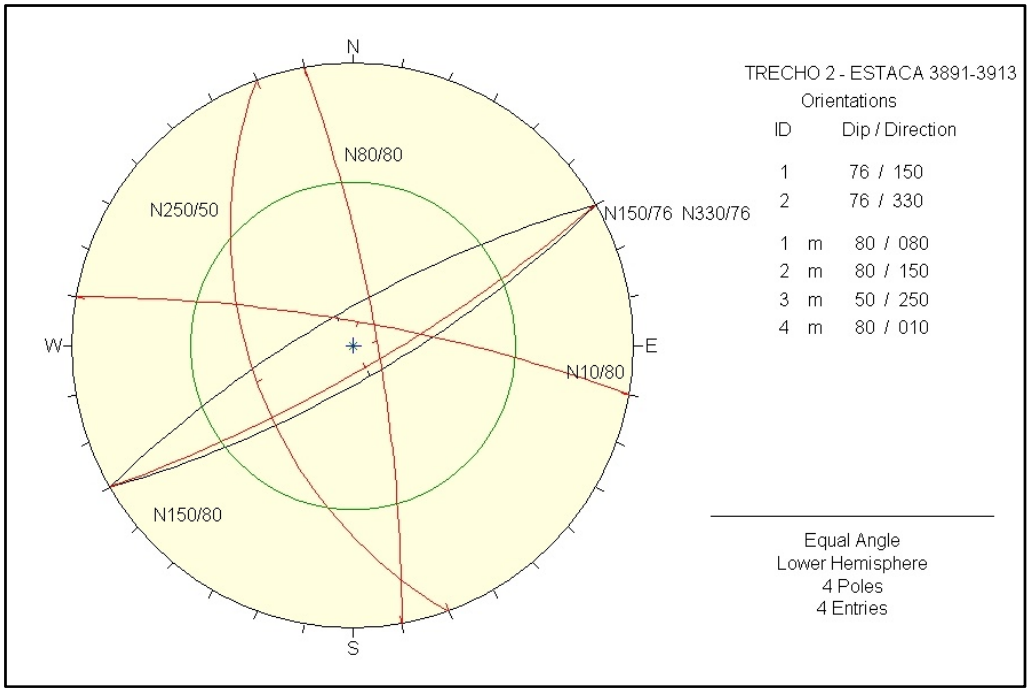


Figura 3.3 – Estereograma para o Trecho 2

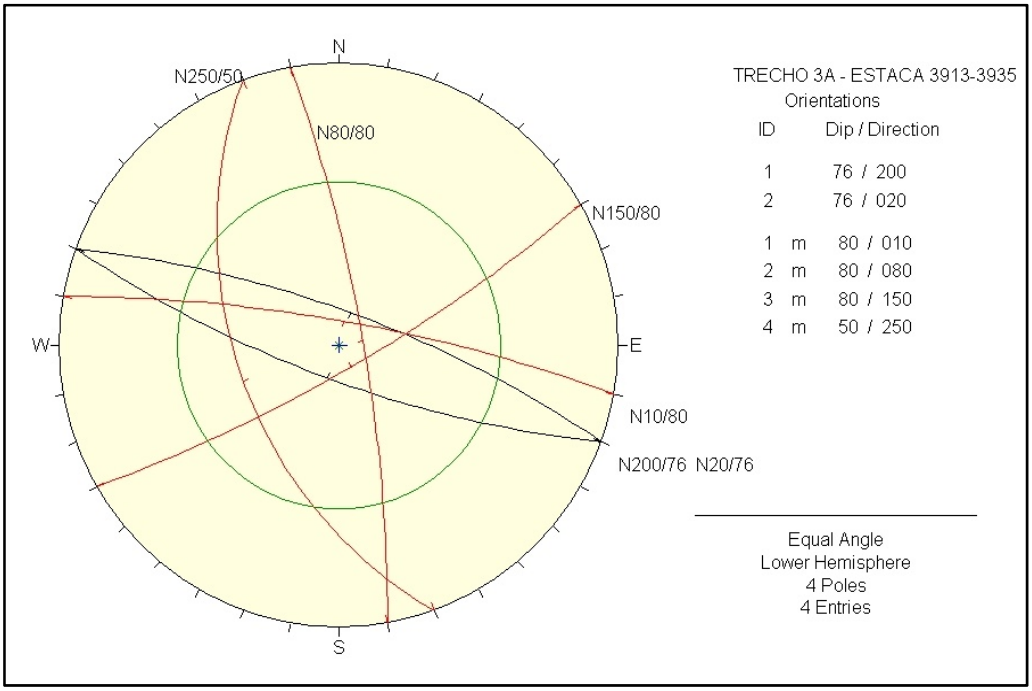


Figura 3.4 – Estereograma para o Trecho 3A

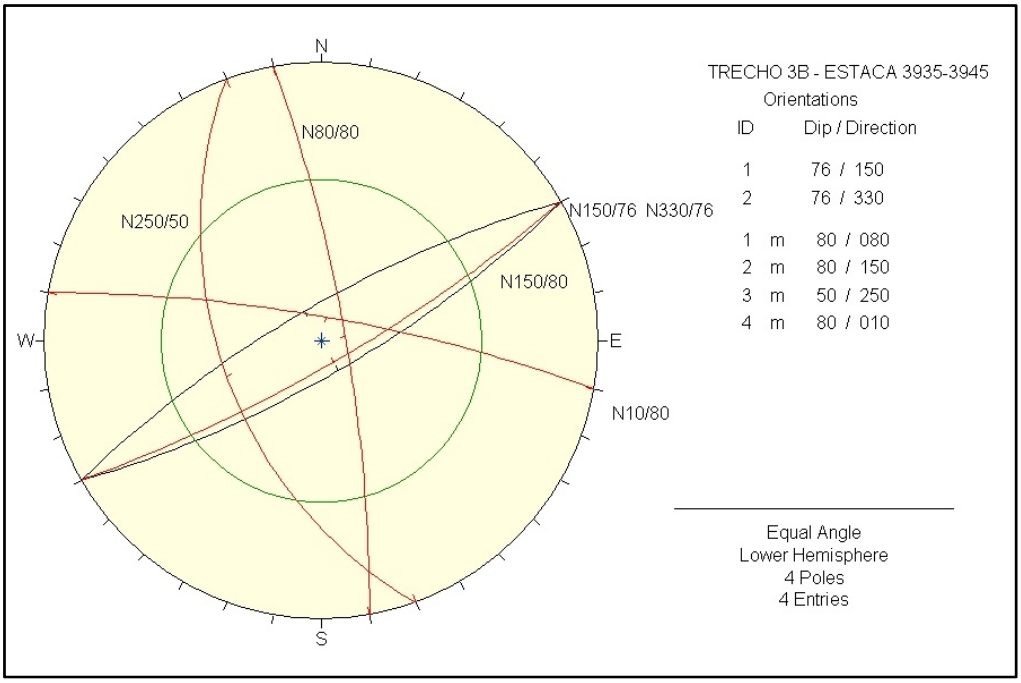


Figura 3.5 – Estereograma para o Trecho 3B

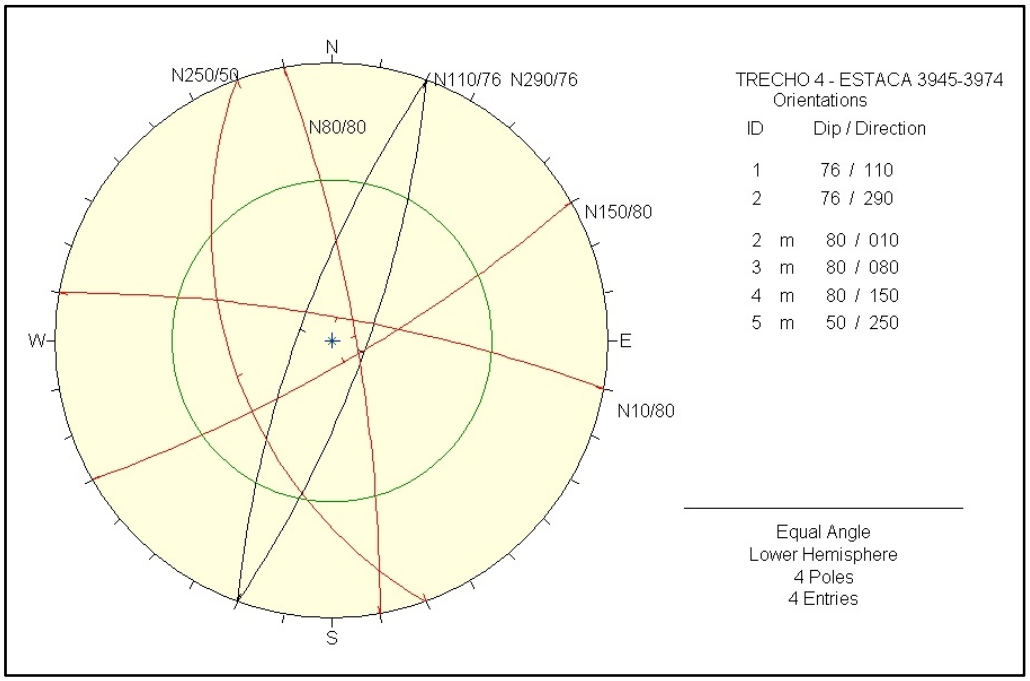


Figura 3.6 – Estereograma para o Trecho 4

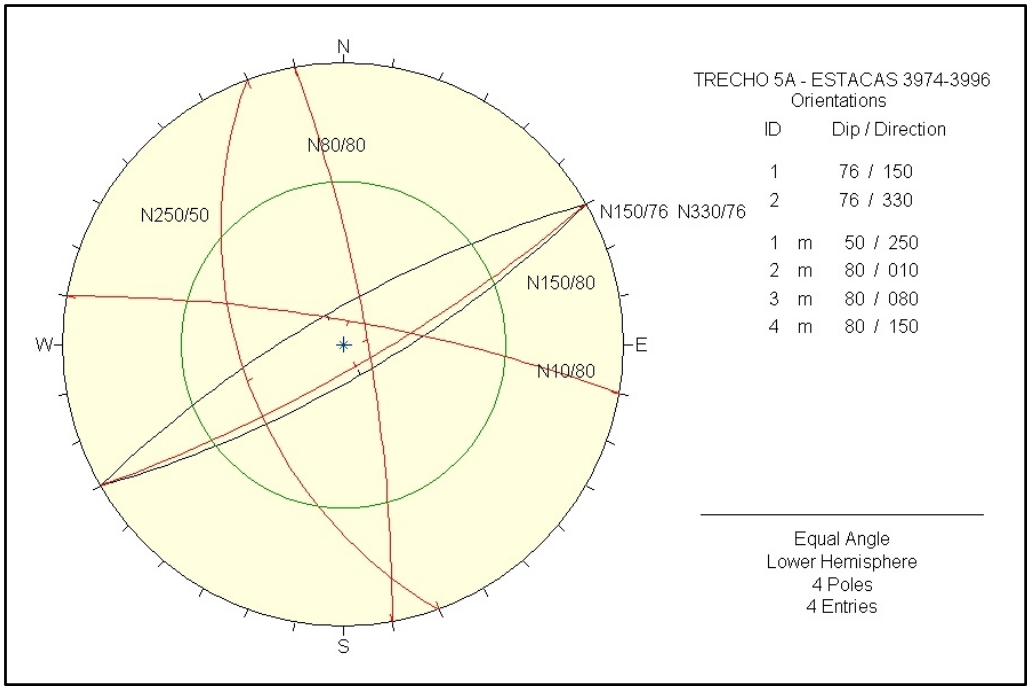


Figura 3.7 – Estereograma para o Trecho 5A

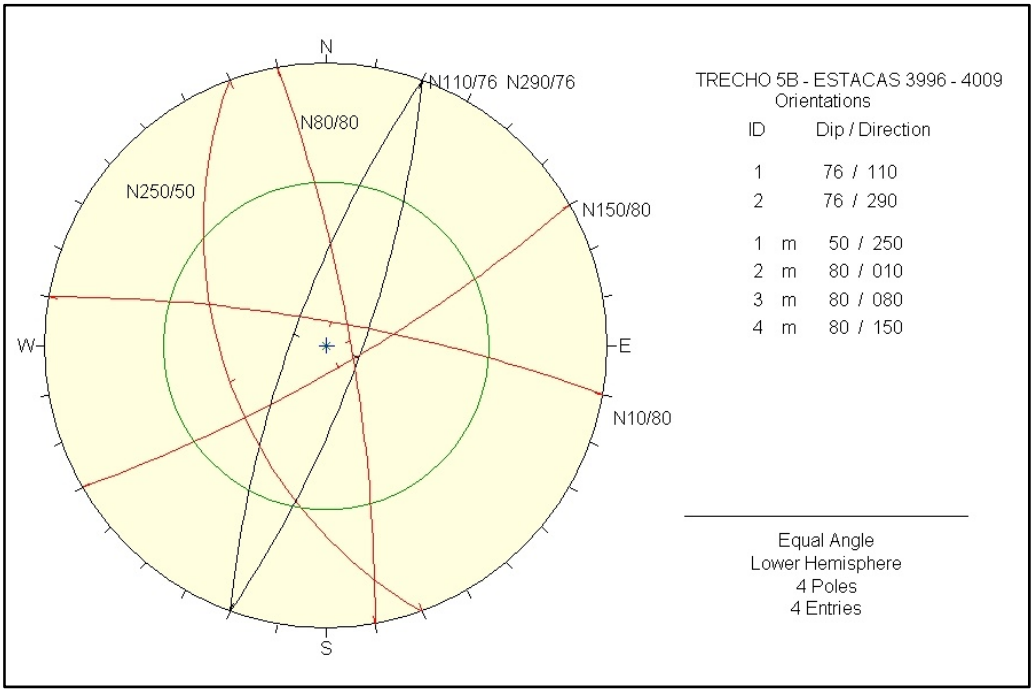


Figura 3.8 – Estereograma para o Trecho 5B

3.2.2 Análise de Cunhas

Uma síntese da análise de estabilidade por cunhas é apresentada nos Quadros 3.2 a 3.9, a seguir.

QUADRO 3.2
ANÁLISE DE CUNHAS PARA O TRECHO 1A

TRECHO 1A ESTACA 3875-3890				
CUNHAS POSSÍVEIS		FATOR DE SEGURANÇA		
L.D. (N300)	L.E. (N120)	c= 5 t/m² Φ =30°		c= 0 Φ =30°
		seco	50% água	seco
	F1 X F4	22,15	21,94	7,57
	F2 X F3	17,68	17,44	0,79
F2 X F4		21,53	16,28	0,48
F3 X F4		4,97	4,91	0,95

QUADRO 3.3
ANÁLISE DE CUNHAS PARA O TRECHO 1B

TRECHO 1B ESTACA 3875-3890				
CUNHAS POSSÍVEIS		FATOR DE SEGURANÇA		
L.D. (N330)	L.E. (N150)	c= 5 t/m² Φ =30°		c= 0 Φ =30°
		seco	50% água	seco
	F1 X F4	21,36	21,16	7,57
F3 X F4		6,19	6,12	0,95

QUADRO 3.4
ANÁLISE DE CUNHAS PARA O TRECHO 2

TRECHO 2 ESTACA 3891-3913				
CUNHAS POSSÍVEIS		FATOR DE SEGURANÇA		
L.D. (N330)	L.E. (N150)	c= 5 t/m² Φ =30°		c= 0 Φ =30°
		seco	50% água	seco
	F1 X F4	21,36	21,16	7,57
F3 X F4		6,19	6,12	0,95

QUADRO 3.5

ANÁLISE DE CUNHAS PARA O TRECHO 3A

TRECHO 3A ESTACA 3913-3935				
CUNHAS POSSÍVEIS		FATOR DE SEGURANÇA		
L.D. (N20)	L.E. (N200)	c= 5 t/m² Φ =30°		c= 0 Φ =30°
		seco	50% água	seco
	F1 X F4	20,84	20,65	7,57
F2 X F3		100	14,81	0,78
	F2 X F4	4,97	4,95	0,65

QUADRO 3.6

ANÁLISE DE CUNHAS PARA O TRECHO 3B

TRECHO 3B ESTACA 3935-3945				
CUNHAS POSSÍVEIS		FATOR DE SEGURANÇA		
L.D. (N330)	L.E. (N150)	c= 5 t/m² Φ =30°		c= 0 Φ =30°
		seco	50% água	seco
	F1 X F4	21,36	21,16	7,57
F3 X F4		6,19	6,12	0,95

QUADRO 3.7

ANÁLISE DE CUNHAS PARA O TRECHO 4

TRECHO 4 ESTACA 3945-3974				
CUNHAS POSSÍVEIS		FATOR DE SEGURANÇA		
L.D. (N290)	L.E. (N110)	c= 5 t/m² Φ =30°		c= 0 Φ =30°
		seco	50% água	seco
	F1 X F4	17,69	17,47	7,57
	F2 X F3	10,19	9,99	0,78
F2 X F4		4,37	4,15	0,48
F3 X F4		3,48	3,42	0,95

QUADRO 3.8
ANÁLISE DE CUNHAS PARA O TRECHO 5A

TRECHO 5A ESTACA 3974-3996				
CUNHAS POSSÍVEIS		FATOR DE SEGURANÇA		
L.D. (N330)	L.E. (N150)	c= 5 t/m² Φ =30°		c= 0 Φ =30°
		seco	50% água	seco
	F1 X F4	16,76	16,57	7,57
F3 X F4		4,45	4,37	0,95

QUADRO 3.9
ANÁLISE DE CUNHAS PARA O TRECHO 5B

TRECHO 5B ESTACA 3996-4009				
CUNHAS POSSÍVEIS		FATOR DE SEGURANÇA		
L.D. (N290)	L.E. (N110)	c= 5 t/m² Φ =30°		c= 0 Φ =30°
		seco	50% água	seco
	F1 X F4	17,69	17,47	7,57
	F2 X F3	10,19	9,99	0,78
F2 X F4		4,37	4,15	0,48
F3 X F4		3,48	3,42	0,95

3.3 COMENTÁRIOS GERAIS

As verificações de estabilidade realizadas conduzem às seguintes considerações:

- ✓ Em alguns trechos das escavações do canal, onde o plano de um sistema de descontinuidade, com mergulho entre 50º e 70º, tem direção próxima à do plano do talude (admite-se até 30º de desvio), e onde não mais se verifica um mínimo de coesão na descontinuidade, a ruptura é inevitável. Quando a coesão é considerada nos cálculos, todos os planos de descontinuidades apresentam FS adequados, que correspondem a situações estáveis.

- ✓ O mesmo acontece com as cunhas com inclinação desfavorável ao talude. Quando a coesão é computada, os coeficientes de segurança são bastante confortáveis. Quando não é considerada a coesão, as famílias de fraturas com mergulho desfavorável tendem a se instabilizar. A estabilidade é pouco afetada pela presença de água, conforme pode ser verificado nas tabelas, que registram um pequeno decréscimo nos valores do fator de segurança.

- ✓ A perda de coesão é então o fator determinante na estabilidade das escavações. A verificação da abertura das fraturas após o fogo de desmonte, o deslocamento dos planos nos cruzamentos das fraturas e o relaxamento do maciço proporcionaram, sem dúvida, o incremento dos escorregamentos, os overbreaks pronunciados, e o tombamento dos blocos (toppling) delimitados pelas fraturas subverticais e pelas fraturas subhorizontais (relief joints). Muito raramente são observadas as meias-canas nas paredes de escavação.

- ✓ O prosseguimento das escavações abaixo da berma da cota 407 m implicará em piora progressiva dos taludes já escavados, sem a tomada de medidas acautelatórias, com a sucessão de instabilidades que se prolongarão para o patamar inferior, que, ao que consta, será escavado em bancada única. O desmonte confinado no patamar inferior, se executado com os mesmos critérios, deverá trazer mais prejuízos ao maciço rochoso, tanto para os taludes superiores quanto para a bancada inferior.

4. VERIFICAÇÃO DE CAMPO

4.1 TRECHO ENTRE ESTACAS 3875 E 3902

A berma localizada na cota 407 m, esta prevista com 4,0 metros de largura em cada lado, porém, no único trecho em que as escavações encontram-se abaixo da cota 407 m (3875 a 3902), a berma foi parcial ou totalmente perdida devido ao overbreak.

Em todo o trecho são observadas cunhas instáveis penduradas no talude.

a) Estacas 3875 a 3879

- ✧ LE = 1,0 m de berma (lado esquerdo).
- ✧ LD = 1 a 2,0 m de berma (lado direito).

b) Estacas 3879 a 3889

- ✧ LE = berma totalmente perdida em quase todo o trecho, com pontos isolados em que se observa berma de no máximo 1,0 m de largura.
- ✧ LD = permanece a berma com 1 a 2 m e pontos isolados com até 3 m.

c) Estacas 3889 a 3902

- ✧ LE = observa-se 1,0 m de berma e pontos isolados de até 2,0 m de largura de berma. Nas proximidades da estaca 3896 não se vê mais a berma.
- ✧ LD = berma com 1,0 m de largura e pontos isolados de até 2,0 m. Nas proximidades da estaca 3896 não se vê a berma.

4.2 TRECHO ENTRE ESTACAS 3902 E 4009

Neste trecho as escavações encontram-se acima da cota 407 m (berma) ou coincidentes com ela e as paredes encontram-se próximas da largura do projeto, faltando em média cerca de 0,5 m para a geometria final.

As áreas mais críticas com relação à ocorrência de blocos soltos ou com taludes negativos a serem removidos ou tratados estão entre as seguintes estacas:

- 3902 a 3924
- 3942 a 3955
- 4006 a 4009

5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O RELATÓRIO DA VECTTOR PROJETOS

O relatório faz uma avaliação consistente da geologia local e dos taludes rochosos do canal 1216 (CN-12).

No entanto, a caracterização das descontinuidades e dos maciços rochosos, em geral, foi feita considerando o fraturamento do maciço resultante das detonações, como se esta fosse a condição original do maciço rochoso. Este fato acarreta uma grande diferença na conceituação do maciço, nas características das fraturas, sua abertura, seu embricamento e até sua persistência.

O maciço rochoso é constituído por granito são a pouco alterado, com 4 a 5 famílias de descontinuidades subverticais ou com mergulho acima de 45°, com contato rocha x rocha ou película rígida de até 1,0 mm de espessura. Em princípio admite-se alguma coesão à fratura, apesar da oxidação das paredes informarem da ocorrência de percolação de água. Maciço com estas características deve ser em qualquer hipótese considerado como classe III na classificação de Bieniawski.

O maciço em gnaisse e migmatito, apesar de inferior ao granito quanto à resistência da rocha e um pouco mais elevado grau de intemperismo, por outro lado, apresenta uma maior dispersão dos sistemas de fraturamento e, como conseqüência, uma menor persistência Ainda assim, deve ser majoritariamente considerado como maciço classe III, quando não classe II.

A existência de 4 planos de fraturas que configuram 6 cruzamentos constituindo cunhas, somam 10 possibilidades de instabilidade no maciço. Em todas as situações analisadas, apenas 1, 2 ou no máximo 3 desses cruzamentos indicam planos desfavoráveis à estabilidade, o que definitivamente não deve ser imputado como francamente desfavorável à estabilidade.

As simulações de estabilidade feitas no relatório em referência adotam condições muito pessimistas para os taludes e não indicam os valores de resistência que foram adotados nas verificações, apesar de citar que foram seguidos os valores propostos por Bieniawski.

O relatório sugere um possível abatimento do talude para melhorar as condições de estabilidade, o que não parece ser a solução mais adequada. Conclui finalmente que a metodologia de escavação pouco interfere para diminuir ou evitar as instabilizações e os overbreaks, o que parece altamente duvidoso.

6. CONSIDERAÇÕES SOBRE O RELATÓRIO DA TORRES GERALDI

O relatório em referência indica expressamente que as descontinuidades com mergulho de 60º para o interior da escavação foram a grande responsável pelos escorregamentos e overbreaks excessivos das escavações e que nem mesmo a utilização de planos de fogo criteriosos e desmonte escultural não foram adequados para eliminar o problema.

Designa o maciço de extremamente fraturado, o que não corresponde em nenhum local à qualquer tabela de fraturamento de maciço rochoso reconhecido como tal.

Cita 3 planos de fogo utilizados em 6 detonações seqüenciais, mas não se tem conhecimento destes planos, nem das tentativas com pré-fissuramento.

Parece claro que o fogo foi prioritariamente dirigido para favorecer a produção, a fragmentação e a remoção da rocha, em detrimento de um maior cuidado com a proteção dos taludes remanescentes.

As escavações não obedeceram à sequência construtiva estabelecida pelo projeto (desenho 1210-DEP-1216-04-02-001), que previa uma parcialização do corte e o tratamento progressivo dos taludes.

O mesmo se pode dizer da proteção e tratamento dos taludes, previstos no desenho 1210-DEP-1216-04-57-001, cujas orientações não foram obedecidas.

Apesar da citação de que foram utilizados planos de fogo "ultra rigorosos", tem-se conhecimento que o plano de fogo estabeleceu detonação em uma única etapa, utilizando apenas um retardo para os furos das 2 últimas linhas junto ao alinhamento dos taludes finais. Estas 2 linhas com carga específica menor tinham afastamento de 1,0 m. As meia canas, difícil e raramente observadas, e a verificação do deslocamento dos blocos rochosos bem como a abertura das fraturas compõem um quadro de pouca preocupação com os taludes remanescentes.

A proposição de retaludamento com a ampliação da berma na cota 407 m não deve ser considerada, porque , além de aumentar muito a seção de escavação, não trará benefícios sensíveis à melhoria da qualidade dos taludes.

As conclusões do relatório, com a manutenção dos planos de fogo adotados na primeira etapa para o aprofundamento dos taludes, não é aceitável, porque além de piorar a condição dos taludes já escavados e com precária estabilidade, vai causar os mesmos ou ainda maiores danos no talude inferior.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O maciço rochoso deve ser considerado como classe III (segundo Bieniawski) em praticamente toda a extensão do CN-12.

A inspeção feita demonstra que o maciço rochoso é são a pouco alterado, com padrão de fraturamento convencional para estes maciços graníticos e gnáissicos. As escavações a fogo não obedeceram às diretrizes de projeto e prejudicaram sensivelmente os taludes rochosos remanescentes.

Os testes e os planos de fogo cuidadosos citados no relatório Torres Giraldi devem ser enviados para conhecimento da Projetista para análise.

Não há registros apresentados pela Fiscalização / Supervisora a respeito de quaisquer alterações que tenham sido feitas em relação aos procedimentos executivos empregados pelo Consórcio Construtor.

Recomenda-se a paralisação dos trabalhos de escavações do canal CN-12. Para o prosseguimento das escavações, as seguintes providências devem ser adotadas:

a) Remoção de blocos soltos, cunhas instáveis e limpeza dos taludes.

b) Levantamento das seções transversais dos taludes já escavados.

c) Definição dos tratamentos a serem propostos para os taludes já escavados.

d) Retomada das escavações obedecendo aos preceitos e métodos indicados no projeto e após a execução de testes para a determinação dos fogos de acabamento (pré ou pós fissuramento).

ANEXO I
LEVANTAMENTO DE CAMPO

Trecho 1 - Estacas 3875 a 3890

Lado Esquerdo

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
50	140
50	130
50	130
40	150
35	140
50	160
35	170
60	140
70	150
85	155
80	150
80	155
70	150
80	150
70	140
55	170
60	95
75	80
50	95
65	95
80	85
75	90
70	85
70	85
70	80
80	90
80	90
80	25
70	20
80	10
80	10
25	165
70	135
60	120

Lado Direito

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
85	160
90	335
90	160
70	150
70	140
85	160
70	85
70	80
70	80
70	80
70	80
70	80
76	80
70	80
50	80
60	10
70	10
50	225
90	240
90	220
50	215
50	220
60	215
50	215
50	215

Trecho 2 - Estacas 3897 a 3912

Lado Esquerdo

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
80	20
85	10
85	5
80	10
90	140
90	130
80	150
85	170
75	190
80	350
60	320
80	190
90	95
80	80
80	70
15	90
80	85
85	80
90	120
75	120
80	350
70	0
75	65
70	90
30	140
90	180
80	0
75	0
90	0
90	120
25	140
75	30
75	20
90	120
80	90
90	90
90	160
90	170
45	140
85	80
30	140

Lado Direito

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
50	15
50	15
50	350
87	330
90	330
90	90
70	90
80	260
30	260
30	90
70	140
30	70
85	160
75	100
90	140
15	90
70	100
75	100

Trecho 3 - Estacas 3912 a 3945

Lado Esquerdo

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
90	0
15	350
15	150
80	180
90	100
70	90
40	330
80	190
50	80
78	190
60	80
10	90
85	15
75	190
75	190
80	190
55	80
50	250
10	100
85	350
10	100
80	80
85	35
70	90
70	90
75	190
10	90
35	260
90	170
80	0
77	80
80	260
70	80
20	40
80	90
60	110
70	90
75	110
80	90
50	15
70	15
65	0
70	350
75	340
90	350
70	80

Lado Esquerdo

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
30	260
70	350
70	80
10	270
70	340
90	90
90	350
80	0
85	340
90	340
80	90
85	95
80	90
70	80
10	170
75	80
80	90
80	90
80	90
90	340
90	350
60	190
50	170

Lado Direito

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
70	90
80	90
70	180
70	190
77	180
8	90
70	90
60	20
70	350
60	355
70	330
60	0
90	80
70	80
90	30
40	120
20	190
50	100
50	10
80	80
80	80
85	75
70	80
70	90
85	350
80	350
90	330
80	350
90	320
50	0
65	30
70	5
80	75
80	90
80	70
30	270
90	270
70	80
75	40
85	240

Trecho 4 - Estacas 3945 a 3974

Lado Esquerdo

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
80	70
80	90
80	80
80	80
70	80
70	80
60	100
60	100
60	60
80	170
60	140
50	160
75	15
75	15
40	20
85	135
50	160
65	0
65	10
20	80
70	80
75	90
70	80
90	90
85	50
80	80
80	90
80	90
75	80
40	350
40	335
60	0
50	15
80	115
80	115
87	110
55	110
75	105
80	130
40	30
5	330

Lado Direito

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
90	130
60	0
70	80
70	140
80	0
60	90
90	10
90	90
90	90
75	350
60	350
35	220
20	270
55	60
90	290
30	310
70	20
90	10
60	0
75	80
90	80
70	160
85	90
65	90
80	270
90	100
65	90
50	350
50	340
40	350
40	340
40	210
90	300
90	330
80	80
80	80
30	0
70	10
70	0
70	180

Trecho 5 - Estacas 3974 a 4009

Lado Esquerdo

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
70	0
70	0
90	10
90	10
90	15
85	15
40	40
55	50
55	60
50	60
90	70
80	70
70	70
65	70
90	80
90	80
90	80
70	80
70	80
70	80
70	80
70	80
70	80
60	80
60	80
50	80
70	90

Lado Esquerdo

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
80	180
80	180
80	180
80	200
90	210
90	220
85	220
55	220
25	250
80	270
75	270
35	305
25	315
75	310
40	100
60	105
90	120
90	120
90	120
0	130
90	140
80	140
10	140
20	150
80	160
90	170
85	170

Lado Direito

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
80	20
80	20
90	20
75	70
60	80
60	80
60	80
65	80
70	80
70	80
70	80
70	80
80	80
70	90
75	90
80	90
90	90
90	110
90	140
85	150
90	150
90	150
90	150
55	160
55	160
80	170
30	220

Lado Direito

MERGULHO	RUMO DO MERGULHO
30	250
60	250
80	250
45	260
20	265
35	280
30	290
30	300
30	300
35	300
70	310
85	310
90	320

ANEXO II
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DETALHADO

Lado esquerdo

Início das escavações

3868

3870

3875

3880

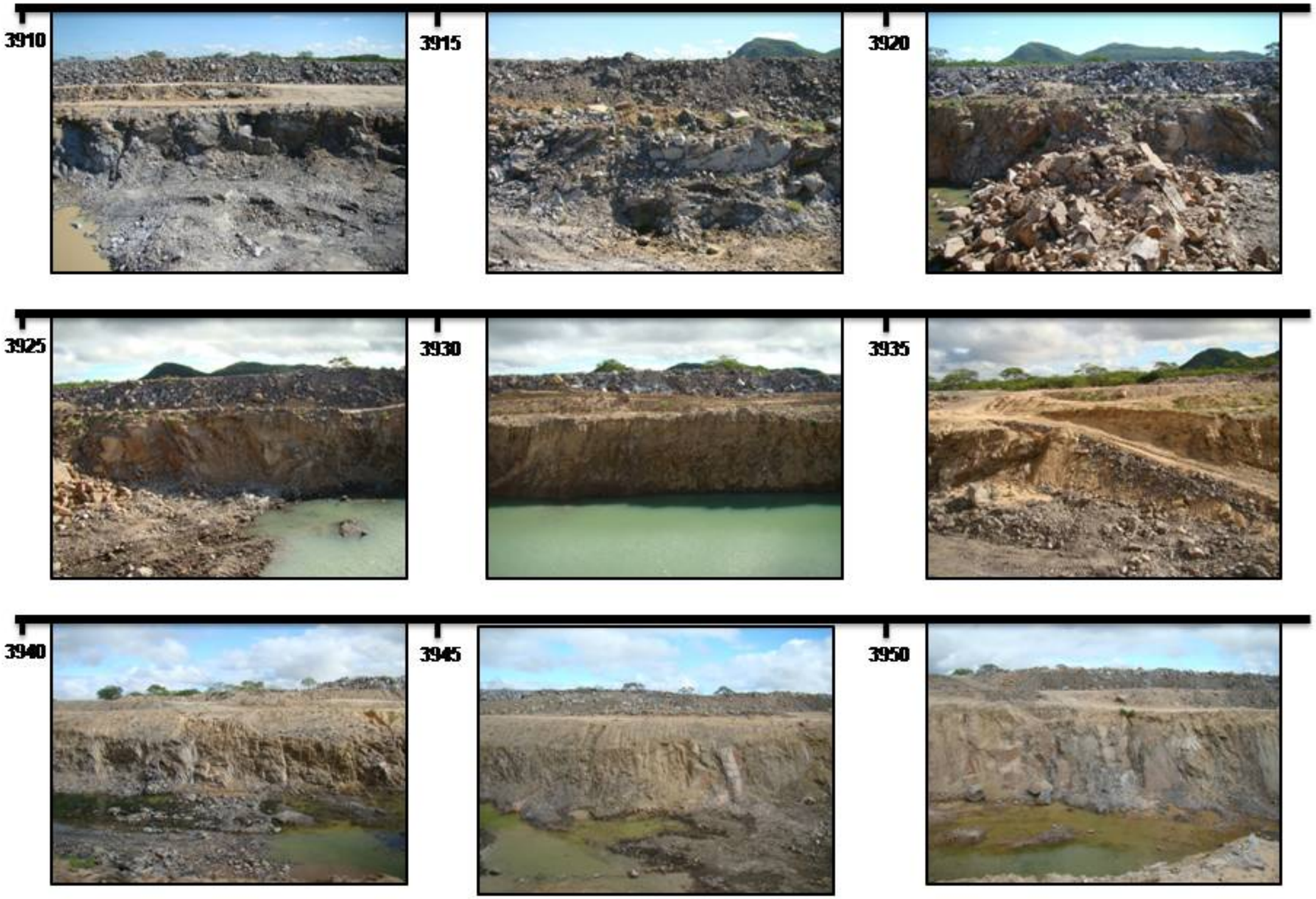
3885

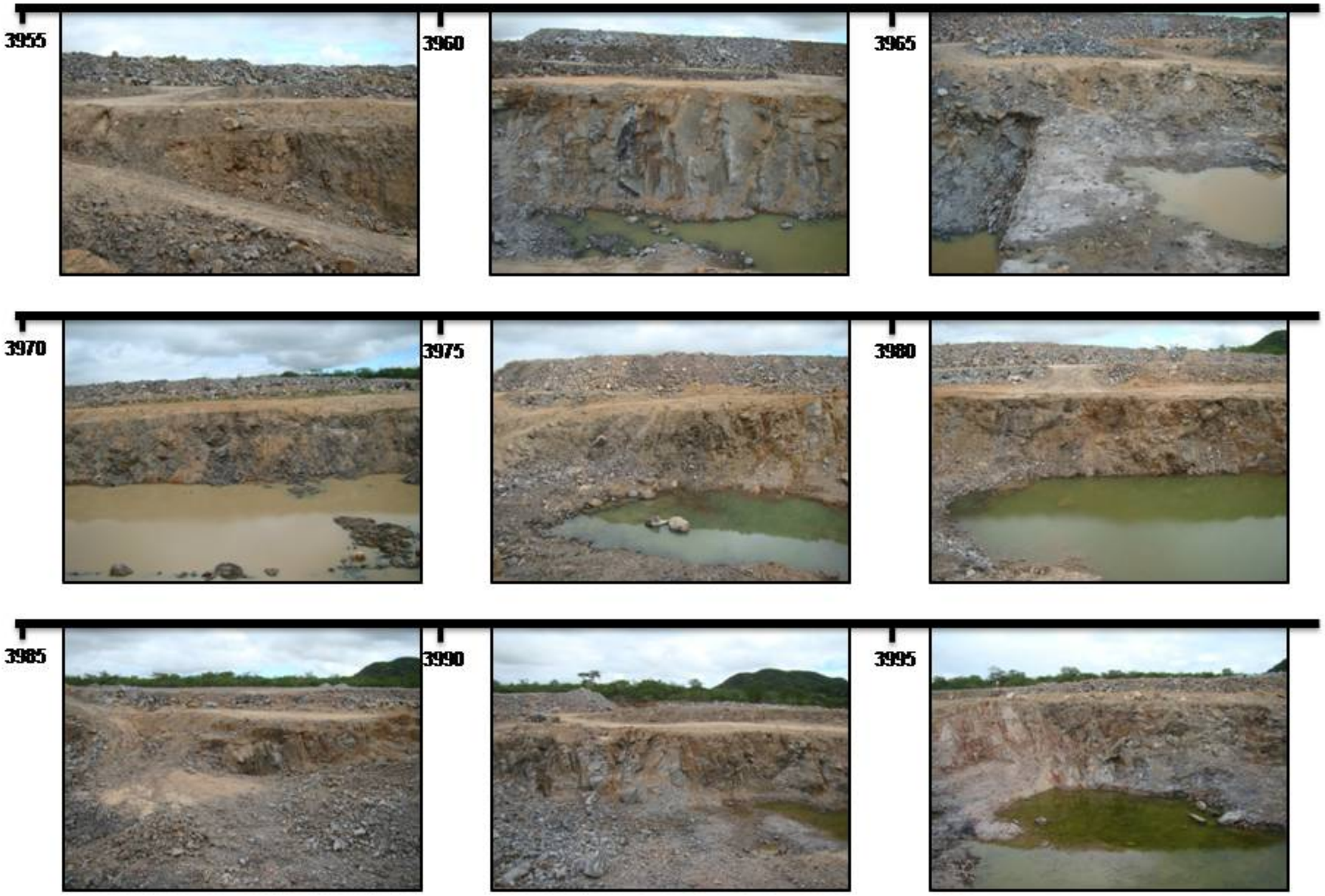
3890

3895

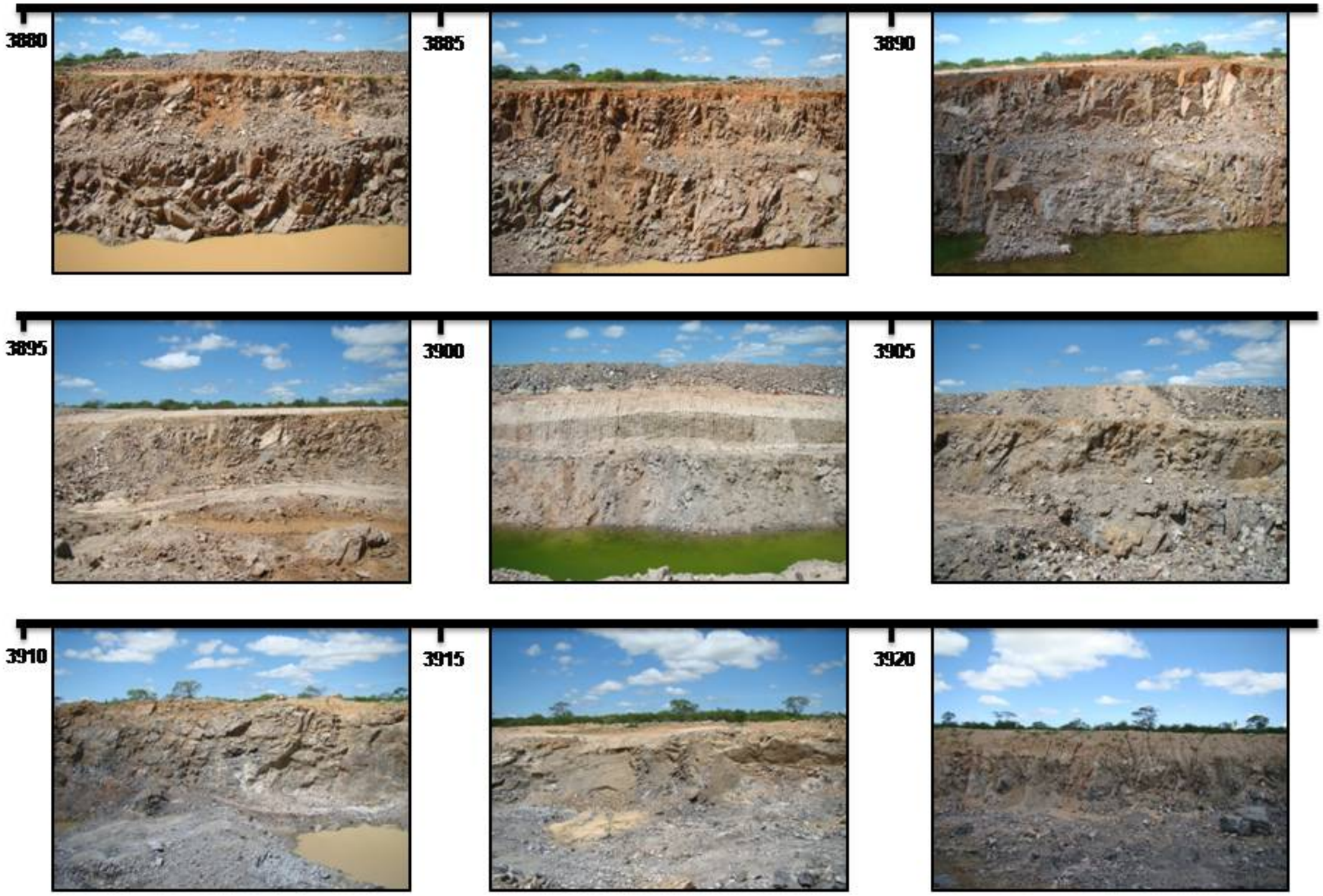
3900

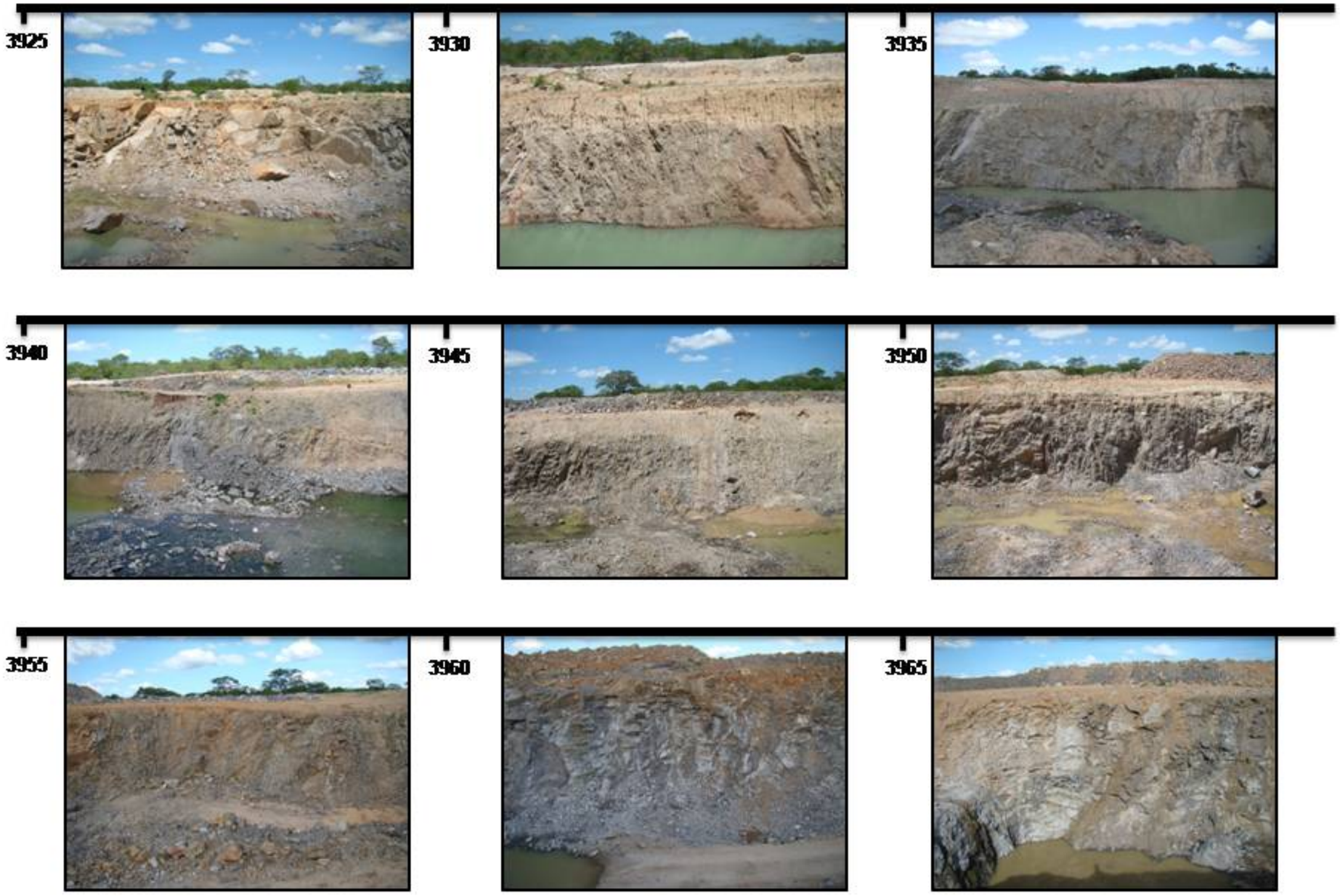
3905

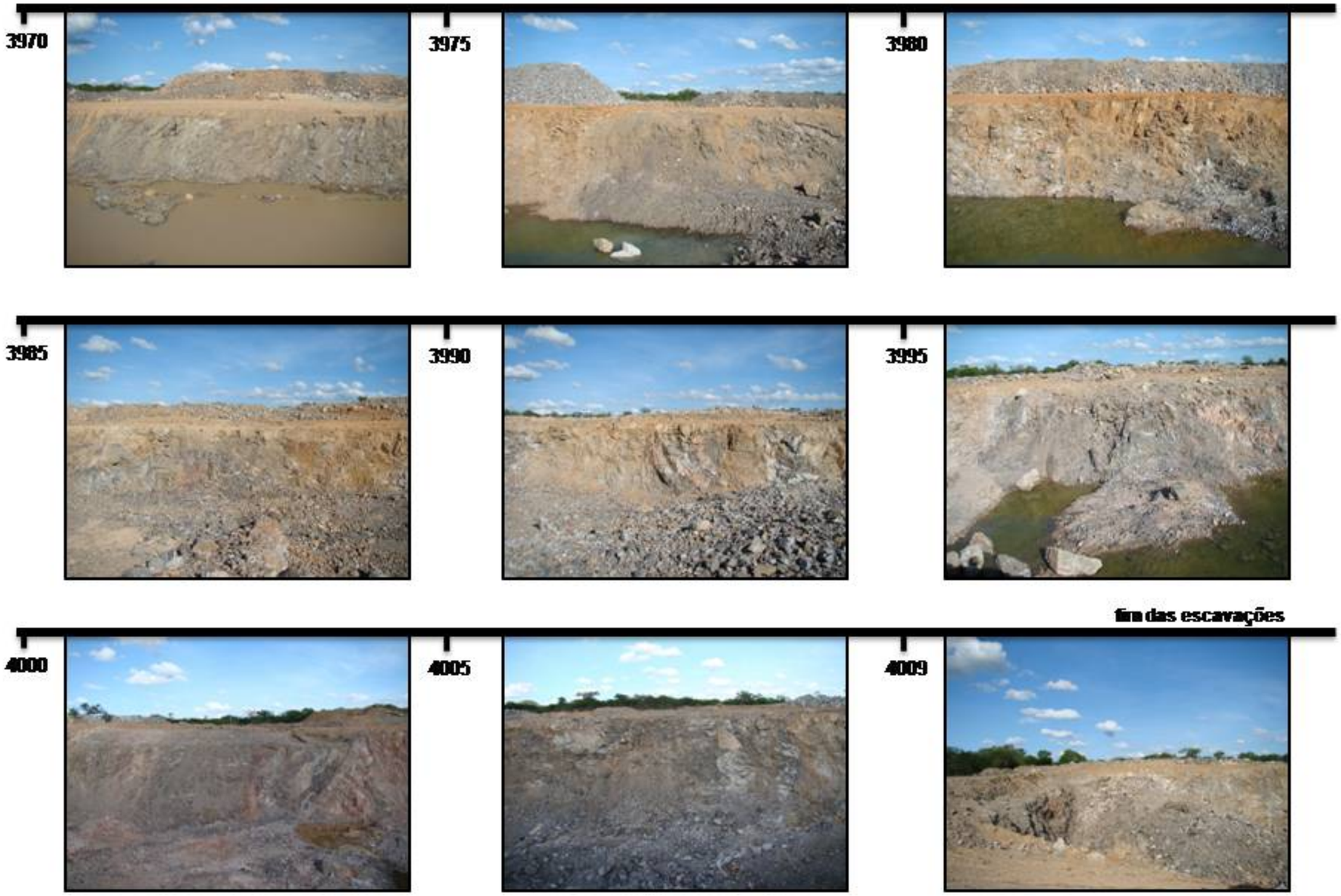

3910
3915
3920
3925
3930
3935
3940
3945
3950


3955
3960
3965
3970
3975
3980
3985
3990
3995

Lado direito


3880
3885
3890
3895
3900
3905
3910
3915
3920


3925
3930
3935
3940
3945
3950
3955
3960
3965


3970
3975
3980
3985
3990
3995
fim das escavações
4000
4005
4009