

**Edson Akira Simabukuro<sup>1</sup>**

**Resumo** -A construção de poço tubular profundo utilizando-se revestimentos geomecânico requer do perfurador conhecimentos de técnicas específicas.

Utilizando-se da correta metodologia de aplicação deste produto, obteremos os resultados esperados: aumento na vida útil do poço e qualidade inalterada da água subterrânea sem poluir o aquífero. O manuseio deste produto é muito mais fácil e rápido comparando-se aos metálicos.

Neste trabalho relataremos todas as etapas construtivas de um poços tubular profundo, comentando em cada etapa os procedimentos adequados para o uso do revestimento geomecânico.

## **1. INTRODUÇÃO.**

Este trabalho tem a finalidade de esclarecer e orientar o perfurador de poços tubulares profundos sobre o método mais adequado para a realização do processo de revestir o poço tubular com o Geomecânico Fortilit.

Várias recomendações práticas, desde a chegada do produto ao local da obra até a fase final de desenvolvimento do poço, serão comentadas neste texto em ordem seqüencial. Trata-se de um trabalho que relata em linguagem simples, a metodologia de aplicação do produto. Tentamos passar para o papel experiências do tempo que acompanhava as obras de poços tubulares profundos, como geólogo de campo e como Engenheiro de Assistência Técnica do Grupo Amanco Brasil. Com o decorrer do tempo este trabalho poderá sofrer alterações com as sugestões e críticas construtivas que porventura vierem.

## **2. PROPRIEDADES FÍSICAS DO PVC GEOMECÂNICO**

Densidade aproximada do material é de 1,4 g/cm<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Edson Akira Simabukuro – Amanco Brasil S/A. - Rua Bernardino de Campos, 1001 – sala 1308 – Ribeirão Preto/SPCEP: 14015-130 – Fone/ fax: (0xx16) 632-4030 – e-mail: eakira@convex.com.br

Módulo de elasticidade é de 2.500-3.200 N/mm<sup>2</sup>

Resistência à tração é de 45-55 N/mm<sup>2</sup>

Resistência ao impacto de no mínimo de 5 KJ/m<sup>2</sup>

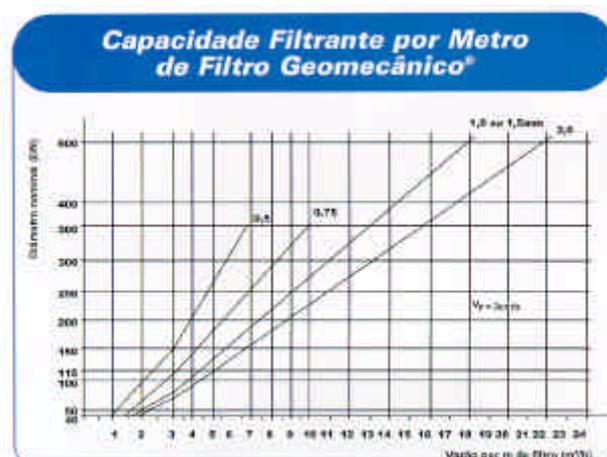
### TABELA DE RESISTÊNCIA MÁXIMA À TRAÇÃO NAS ROSCAS (N)

Resistência Máxima de Tração nas Roscas (Filtros e Revestimentos)		
DN	Classe	Resistência (N)
100	Standard	45.000
115	Standard	45.000
115	Reforçado	60.000
154	Leve	36.000
154	Standard	85.000
150	Reforçado	105.000
165	Leve	85.000
165	Standard	105.000
200	Standard	150.000
200	Reforçado	190.000
250	Standard	190.000
300	Standard	200.000

### TABELA DE RESISTÊNCIA AO COLAPSO (Mpa)

Resistência ao Colapso (MPa)			
DN	Classe	Filtros	Revestimentos
100	Standard	0,60	0,70
115	Standard	0,60	0,70
115	Reforçado	1,50	2,00
154	Leve	0,20	0,25
154	Standard	0,70	0,80
150	Reforçado	1,50	1,80
165	Leve	0,20	0,25
165	Standard	0,60	0,70
200	Standard	0,60	0,70
200	Reforçado	1,50	1,80
250	Standard	0,60	0,70
300	Standard	0,60	0,70

### GRÁFICO DE CAPACIDADE FILTRANTE POR METRO LINEAR DE FILTRO GEOMECÂNICO



Existem três classificações de tubos geomecânico de acordo com a profundidade de aplicação do produto:

Linha leve	Aplicada a no máximo 50 metros de profundidade
Linha standard	Aplicada a no máximo 150 metros de profundidade
Linha reforçada	Aplicada a no máximo 300 metros de profundidade

### **RESISTÊNCIA QUÍMICA DO PRODUTO GEOMECÂNICO**

A composição química das águas subterrâneas pode variar de acordo com a sua localização e tipos litológicos perfurados, podendo ocorrer variações no decorrer do tempo. O PVC já é conhecido amplamente pela sua excelente estabilidade química, não sofrendo agressões de elementos químicos que existem na natureza.

## **3. METODOLOGIA DE APLICAÇÃO:**

### **3.1. PROJETO:**

Os projetos de poços tubulares profundos em regiões conhecidas geralmente são bastante consistentes, isto é, a obra terminada é muito semelhante ao projeto. Em outros casos utiliza-se métodos indiretos ou o furo guia para nos fornecer elementos: tipos litológicos, arenitos/ siltitos/ argilitos/ rochas metamórficas/ ígneas, tempo de penetração, dureza, fraturas secas ou não, etc. A partir destes dados teremos condições para dimensionar e quantificar os materiais a serem utilizados na obra.

O diâmetro final da perfuração será calculado : 1,5 x diâmetro externo da bolsa do revestimento mais 50 milímetros.

Dref.	Classe	DN	dem (mm)	e (mm)	dlim (mm)	C (m)	Deb (mm)	Massa (kg/m)
4"	S	100	117,0	5,0	101,6	1,0	125,0	3,040
4"	S	100	117,0	5,0	101,6	2,0	125,0	3,040
4"	S	100	117,0	5,0	101,6	4,0	125,0	3,040
4 1/2"	S	115	129,0	7,0	115,0	2,0	140,0	4,500
4 1/2"	R	115	129,0	7,5	109,0	4,0	140,0	4,600
6"	L	154	174,0	5,1	159,0	2,0	184,0	4,600
6"	L	154	174,0	5,1	159,0	4,0	184,0	4,600
6"	S	154	174,0	7,5	153,0	2,0	184,0	6,460
6"	S	154	174,0	7,5	153,0	4,0	184,0	6,460
6"	R	150	174,0	9,5	149,6	2,0	188,0	7,700
6"	R	150	174,0	9,5	149,6	4,0	188,0	7,700
6 1/2"	L	165	189,0	8,0	173,0	4,0	195,0	5,900
6 1/2"	S	165	189,0	8,5	167,0	4,0	200,0	8,300
8"	S	206	231,0	10,0	205,0	2,0	248,0	11,010
8"	S	206	231,0	10,0	205,0	4,0	248,0	11,010
8"	R	200	231,0	13,0	199,6	2,0	248,0	13,520
8"	R	200	231,0	13,0	199,6	4,0	248,0	13,520
10"	S	250	285,0	12,5	252,0	2,0	299,0	17,110
12"	S	300	335,0	14,5	297,6	2,0	351,0	23,090

Não havendo brocas nos diâmetros calculados, recomendamos que se use o diâmetro imediatamente maior. Para o cálculo do diâmetro do sistema de bombeamento recomendamos apenas que haja folga e entre livre no momento de sua instalação.

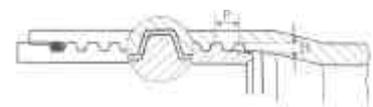
O sistema de bombeamento não pode sofrer aquecimento excessivo a ponto de danificar o revestimento. A velocidade da água para a refrigeração do motor está relacionada ao espaço entre o diâmetro externo do motor e o interno do revestimento.

Para calcular a quantidade de filtros, tipo de revestimento (leve, standard ou reforçado), abertura das ranhuras, auxilie-se das tabelas e gráfico anteriormente citados.

### 3.2. ACEITE DO PRODUTO:

Os preparativos para uma boa completação de um poço tubular profundo inicia-se na vistoria do produto ao chegar no canteiro da obra. Materiais danificados no transporte ou com qualquer outra alteração fora do padrão de qualidade não devem ser aplicados em poços tubulares.

Estocagem do produto: Os tubos de PVC têm limitações relativas a temperatura e a esforços compressivos. Armazenando o produto de forma a não provocar sua flambagem e/ou ovalização, colocando-os em local plano com suas extremidades livres, com sobreposição máxima de 2m de altura no corpo do tubo e protegidos do sol, obteremos um bom desempenho em relação ao tempo de instalação do Geomecânico.



O rosqueamento do tubo com extremidades ovalizadas é muito difícil e quando se consegue pegar o início da rosca, é necessário maior força para executá-lo. Tubos leves, standard e reforçados têm rosca distintas.

A flambagem, flexão permanente de tubos provocada pelas condições inadequadas de armazenamento, também dificultará o rosqueamento dos tubos, pois para iniciá-lo é necessário apurá-los, situação complicada se os tubos estiverem tortos. Ao rotacionarmos o tubo para o rosqueamento, estando torto, poderá bater na torre da sonda.

DN (mm)	P (mm)	H
100-S	6	1,7
115-R	7	2,4
154-L	6	1,7
154-S	6	2,6
150-R	7	2,6
206-S	6	2,8
200-R	8	3,2
250-S	12	5,0
300-S	12	4,5

O lançamento dos tubos ao solo, ou qualquer ação física que cause impacto no produto não pode ser admitida, principalmente nos filtros, onde as seções entre ranhuras são mais frágeis. O arraste de tubos danificará as roscas. A não observação dessas recomendações trarão vários transtornos ao usuário do Geomecânico.

O produto Geomecânico é fabricado em conformidade com as normas alemãs DIN 4925 e DIN 8061 parte 1 e normas brasileiras NBR 13604 à NBR 13610. São inspecionados e testados pela fábrica, mas fatores externos acima citados, podem alterar a qualidade do produto.

### **3.3. DURANTE A PERFURAÇÃO:**

Os cuidados durante a perfuração são referentes a verticalidade do poço, calos de perfuração, deslocamento de blocos pós perfurados ou qualquer outro fato que na descida do revestimento possa ocasionar os “toques”. A formação de rebocos espessos prejudicam a descida do revestimento, pois grudam no tubo e centralizadores dificultando sua instalação. Não é permitido “empurrar” o revestimento para baixo. O controle da formação do reboco, através do tratamento da lama de perfuração é imprescindível para o sucesso da obra. Ao finalizarmos a perfuração com diâmetro final, recomenda-se verificar as condições da lama, certificando-se que durante a descida do revestimento, com a lama parada, não ocorrerá a decantação de sólidos. Ocorrendo o assoreamento da perfuração.

Durante a perfuração, após a execução do furo guia e perfilagem elétrica, é possível preparar a coluna de revestimento na ordem seqüencial de descida para dentro da perfuração. Sendo o maior comprimento dos tubos Geomecânico 4 metros, com a finalidade de diminuir as manobras de descida da tubulação muitos perfuradores acoplam os tubos de acordo com a altura da torre (descem seções de 8/12 metros).

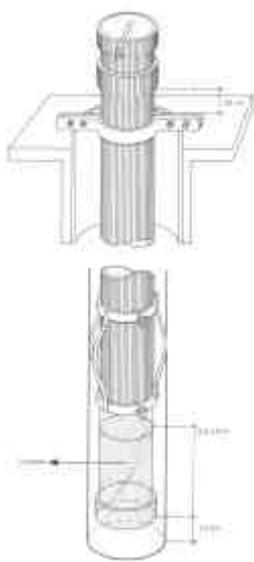


### 3.4. APLICAÇÃO DOS REVESTIMENTOS E FILTROS GEOMECÂNICO.

Na fase de instalação da tubulação as etapas são as seguintes:

#### 3.4.1. MINIMIZAR O EFEITO FLUTUAÇÃO DO PVC.

Devido a baixa densidade específica do produto em relação à lama de perfuração, é necessário aumentar o seu “peso”. Adicionando até 2 metros de calda de cimento no primeiro tubo acima do cap fêmea, aliviemos a tendência de flutuação da tubulação de PVC.



#### 3.4.2. INSTALAÇÃO DOS CENTRALIZADORES:

Os centralizadores de coluna de revestimento em relação à perfuração devem ser instalados com espaçamento médio de 20 metros entre peças. Posicionados no corpo de revestimento liso, deve girar e correr livre entre bolsas. Os centralizadores devem ter no mínimo quatro haletas de perfil chato e ser pouco robustos (em casos de “toques” amassa-se o centralizador, mas não danifica o revestimento), preferencialmente sem porcas/parafusos (menor risco de cair peças e chaves no poço, maior passagem para o pré filtro e tubo auxiliar).

#### 3.4.3. JUNTAS ROSCÁVEIS:

Para facilitar o rosqueamento entre tubos utiliza-se lubrificantes de rosca não poluentes: pasta lubrificante, sabão neutro, graxa vegetal. Não utilizar as graxas comuns, poluentes que deixam odor e gosto na água. Como foi citado



BITOLA	CÓDIGO
150 R X 115 R	L 513011
154 S X 115 S	L 513012
154 S X 115 R	L 513002
154 S X 100 S	L 513003
200 R X 150 R	L 513004
200 S X 150 R	L 513005
200 S X 154 S	L 513006
250 S X 200 R	L 513007
250 S X 200 S	L 513008
300 S X 250 S	L 513009

anteriormente, não é possível acoplar tubos leves, standard e reforçados, pois os passes nos fios de rosca são distintos. No entanto, quando usamos reduções é



possível misturar revestimentos de linhas standard e reforçado.

O aperto final de roscas será feito utilizando-se chave de corda ou couro, para não afetar a parede do PVC.

#### 3.4.4. VELOCIDADE DE DESCIDA DO REVESTIMENTO GEOMECÂNICO:

Devido a gelificação da lama parada, teremos uma baixa velocidade de penetração desta para dentro do filtro. Sendo a velocidade de descida dos tubos maior, devido ao aprofundamento da coluna e conseqüente aumento do peso, teremos um efeito compressivo da lama externa sobre a parede dos tubos. Para evitar sobre pressões compressivas recomendamos que a velocidade de descida do revestimento (quando baixa-se o guincho da sonda que segura a coluna) seja suave.

#### 3.4.5. EFEITO PÊNDULO NA COLUNA DE REVESTIMENTO:

Para que se obtenha a melhor verticalidade na coluna de revestimento Geomecânico, é necessário que fique tracionada, isto é pendurada por uma abraçadeira no nível do solo. Ao toparmos com a coluna no fundo da perfuração, fazemos uma marca de referência no tubo ou no cabo de aço que segura a composição de tubos e puxamos lentamente dez centímetros para cima. Recomenda-se cimentar ou colocar pedriscos em poços que foram perfurados além destes dez centímetros.

Em poço parcialmente revestido, a coluna não fica tracionada, esta ficará apoiada no fundo, na rocha dura, preferencialmente sem fraturamentos. Apoia-se a coluna, em seguida faz-se a cimentação do espaço anular que deverá ser feita de forma eficiente, utilizando-se tubos auxiliares instalados próximos à sapata de apoio, através do qual será bombeado a calda de cimento. Para que o cimento não entre para dentro da sapata, coloca-se areia suficiente dentro do revestimento, além de obstruir abertura superior do tubo. Em situações mais agressivas é necessário deixar um furo “guia” abaixo da base da sapata (0,5 a 2 metros) para prosseguir a perfuração. Aguardar tempo suficiente para a cura do cimento. Trechos com mais de 30 metros, a cimentação será feita em mais de uma etapa. Fazer a perfuração para o encaixe da sapata com diâmetro imediatamente superior à sua base.

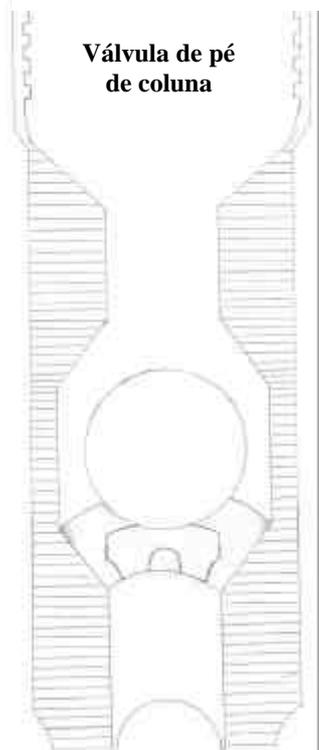




### 3.4.6 POSICIONAMENTO DA ABRAÇADEIRA DE SUSTENTAÇÃO DA COLUNA DO GEOMECÂNICO:

No último tubo à ser baixado no poço será instalado uma abraçadeira posicionada à trinta centímetros abaixo da bolsa, que sustentará toda a coluna de filtros e revestimentos até o final do desenvolvimento do poço tubular. Este espaço entre a abraçadeira e a bolsa do último tubo servirá para eliminar trações no revestimento. Terminada a fase de aplicação do revestimento, faz-se o condicionamento da lama do poço para receber o pré filtro. Este condicionamento serve para quebrar o estado de gel da lama e “afiná-la”. Nesta fase é possível também adicionarmos agentes dispersantes de argilas no fluído para remover o reboco ao estabelecermos a circulação para injeção do pré filtro. Para remover a lama gelificada no fundo do poço recorre-se a uma peça chamada “válvula de pé”. Esta peça substitui o cap fêmea e permite apenas o fluxo de dentro para fora do revestimento. Estabelece a circulação pelo anular (espaço entre revestimento e perfuração) através do fundo do poço, não apenas pelo filtro mais profundo, assim a acomodação do pré filtro é facilitada em toda as partes da perfuração. Esta peça garante o posicionamento correto

**Desenho Esquemático**



da coluna de revestimento, mesmo ocorrendo decantação de sólidos durante a descida do revestimento.

### **3.5. DESCIDA DO PRÉ FILTRO:**

O pré filtro atua diretamente nos revestimentos comprimindo-os e principalmente tracionando-os. Os métodos mais comuns são gravitacionais em contra fluxo com a utilização de tubos auxiliares instalados até próximos ao fundo do poço ou sem esses tubos auxiliares. Existem diferenças importantes entre esses métodos. Sem os tubos auxiliares, teremos a ação mecânica da massa de pré filtro, deslocando o reboco na parede da perfuração devido ao atrito e alta abrasão do pré filtro (areia quartzosa). Segundo os técnicos este é um fator importante para desobstrução da passagem de água da formação para dentro do poço, eles também alegam que a fase seguinte, o desenvolvimento, é facilitada. Desta maneira, o contra fluxo auxilia a retirada de “sujeira” do poço.

Quando utilizam-se os tubos auxiliares, existe um controle eficaz da quantidade de pré filtro colocado, evitando com muita eficiência a formação de pontes de pré filtro. No método sem os tubos auxiliares, para que a acomodação do pré filtro seja eficiente, sem a formação de pontes, recomendamos que seja controlada a velocidade de descida do pré filtro (de 2 a 3 sacos de 50 quilos a cada 5 minutos).

A massa de pré filtro deslocando-se para baixo “puxa” o revestimento, tracionando-o. Esta tração pode provocar a ruptura do revestimento nas bolsas posicionadas próximas a superfície, podendo ocorrer simultaneamente o colapso em regiões mais profundas, devido ao deslocamento. O alívio desta força será feita após cobrirmos as seções de filtros quando desliga-se o contra fluxo. Alivia-se a pressão do fluido interno ao revestimento tirando o tampão do revestimento na superfície, neste momento ocorrerá uma acomodação do pré filtro, após este fato recomenda-se que, de maneira cautelosa, desaperte a abraçadeira de sustentação da coluna de revestimento. Deverá ocorrer uma acomodação do revestimento, devido a força de tração que nele atuava.

### **3.6. DESENVOLVIMENTO (LIMPEZA DO POÇO):**

A limpeza de poços tubulares geralmente é feita através de compressores. Neste sistema, *Air lift*, a limpeza deve ser feita em etapas, evitando deslocar grandes seções de lama, provocando violentos golpes de ar e fluido no revestimento. A tubulação de bombeamento também estará batendo internamente nos revestimentos. Após a limpeza do poço faz-se a concretagem da base. Solicitamos que o revestimento não fique

“travado” no concreto. Na vida útil do poço, o constante ligar e desligar da bomba submersa, acaba provocando a acomodação final do pré filtro e o revestimento necessita acompanhar essa acomodação.

#### **4. VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DO REVESTIMENTO GEOMECÂNICO:**

O produto Geomecânico, comparativamente ao produtos metálicos feitos para revestir poços tubulares profundos para extração de água subterrânea, tem vantagens em vários aspectos construtivos:

- a) PVC é mais leve, fácil de transportar, manusear, não necessita de máquinas de solda, geradores de energia elétrica, soldadores, eletrodos, etc., para execução da união entre dois tubos.
- b) Devido ao seu baixo peso, não requer sondas de grande porte, com grande capacidade de guincho para suspender a coluna de revestimento.
- c) Diminui acidentes de trabalhos, pois é um produto menos agressivo ao funcionário da perfuradora.
- d) No transporte não necessita de caminhões com braços mecânicos para carregar ou descarregar.
- e) Não atrapalha a circulação de máquinas ou veículos no canteiro de obra, os tubos têm comprimento máximo de quatro metros e são fáceis de deslocar.
- f) O fator mais importante no aspecto construtivo é a agilidade e rapidez na sua instalação.
- g) Vida útil do poço tubular com revestimentos Geomecânico: O PVC têm durabilidade muito maior que os materiais metálicos, acrescentando-se que, estando aterrado não sofrerá agressões do raios ultra-violeta.
- h) Considerado material neutro, não reagindo basicamente com nenhum produto da natureza. Não sofre ataque de ferro bactérias como os metálicos, não oxida. Os níveis de incrustações de óxidos ou carbonatos são menores que os metálicos.
- i) Qualidade da água: Os produtos de PVC já superaram os metálicos na condução de água em superfície devidos as vantagens de sua utilização. A principal delas é que mantém íntegra a qualidade da água, não contribuindo com qualquer elemento para alterá-la.
- j) Preserva o meio ambiente: os materiais metálicos podem desenvolver ferro bactérias e poluir o aquífero contaminando poço próximos. O Geomecânico não propicia ambiente favorável ao desenvolvimento de nenhum tipo de bactéria e também não deixa a água amarelada (óxidos de ferro).

## **5. CONCLUSÕES:**

Na chegada do novo milênio a discussão mundial será a preservação dos mananciais de água potável, preocupando-se em extraí-la com racionalidade e controle, mantendo as suas qualidades e as potencialidades do meio onde encontra-se armazenada. O produto Geomecânico do Grupo Amanco Brasil vem de encontro com as necessidades atuais de preservação da qualidade dos nossos aquíferos. Com sua tecnologia, implementa a ciência de extrair água do subsolo, facilitando a vida do perfurador.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

As tabelas e figuras que constam nesse trabalho foram retiradas das seguintes publicações:

- Catálogo técnico linha geomecânico Fortilit.
- Catálogo de produtos geomecânico Fortilit – ago/99.