

XII Congreso Latinoamericano de Perforación

Completação com Gravel Pack Horizontal na Bacia de Campos: Ampliando a Produtividade em Arenitos Inconsolidados

Agostinho Calderon

Petrobras , Brasil

Resumo

As técnicas usuais de contenção de areia em poço revestido indicam redução significativa da produtividade dos poços devido principalmente a existência de restrição ao fluxo através dos canhoneados, mesmo nos poços completados com técnica de fracpack.

A necessidade de maximização da produtividade, principalmente dos campos com arenitos inconsolidados situados em lâmina d'água profunda na Bacia de Campos, tem levado a E&P BC a utilizar poços horizontais (produtores e injetores) associados a técnica de gravel pack a poço aberto, com bons resultados, favorecendo a atratividade econômica dos projetos de exploração destes campos.

A sequência de trabalho consta basicamente na perfuração da fase anterior (normalmente 12 1/4") até o topo do arenito produtor, com inclinação próxima a 90 graus. O revestimento de 9 5/8" é descido e cimentado. Em seguida o fluido de perfuração é substituído por um Drill in Fluid (DIF) e a fase horizontal de 8 1/2" é perfurada neste arenito. Todo o DIF é substituído por fluido de completação, sendo descido em seguida o conjunto de tubos telados de 5 1/2", realizando-se o gravel pack com técnica usual de "water pack". O poço é testado e o reboco de DIF é produzido através do gravel, normalmente, sem necessidade de estimulação.

Introdução

Os maiores campos produtores em lâmina d'água profunda na Bacia de Campos tem reservatórios compostos de arenitos com baixo grau de consolidação. Um projeto de desenvolvimento econômico destes reservatórios requer um mínimo número de poços, porém com elevada produtividade. Os elevados custos de "workover" em poços nestas áreas também sinalizam a necessidade de projetos de completação com menor risco de falhas e com manutenção da produtividade ao longo do tempo. A opção de utilização de gravel pack horizontal, a poço aberto, tem atendido estes objetivos. O campo de Marlim tem sido o principal candidato a aplicação desta técnica (com 12 poços até o momento) e atualmente tem sido ampliada para outros campos, como Marlim Sul, Voador e futuramente para Barracuda, Caratinga, Roncador e Espadarte (Figura 1)

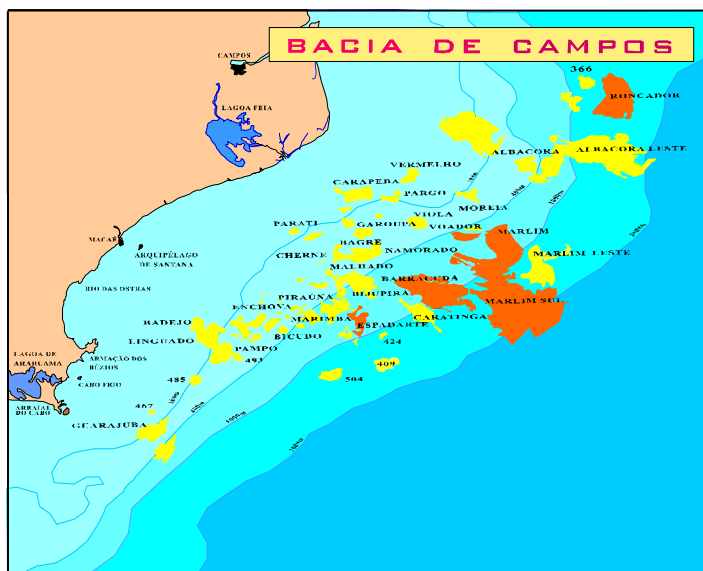


Figura 1

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba , Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br

Histórico : Gravel Pack a poço revestido na Bacia de Campos

Gravel pack é o método de contenção de areia mais utilizado na indústria do petróleo. Na Bacia de Campos tem sido utilizado, em poços revestidos, desde o início da década de 80. Muitas melhorias foram implantadas no seu processo de execução nesta última década, quais sejam :

- Limpeza do revestimento e equipamentos da sonda com sistema de companhias especializadas
- Filtração absoluta do fluido de completação
- Canhoneio TCP "bighole", 12 jatos/pé
- Utilização da coluna de operação, Drill Pipes de 5" com revestimento interno de IPC (Internal Plastic Coating)
- Tampões de combate a perda menos danificantes (gel base HEC)
- "Pré-pack" ácido e "water pack".

Estas melhorias trouxeram redução da perda de carga, porém ainda insatisfatórias para atender as necessidades básicas de produtividade dos poços da Bacia de Campos. Reduções de IP da ordem de 75 % eram encontradas com facilidade, antecipando o uso da elevação artificial e/ou redução antecipada da vazão de produção. A média de IP, em Marlim, nesta fase indica um valor de 20 m3/d/kgf/cm2.

Ao final da década de 90 iniciou-se a aplicação da técnica de Frac-pack, em poços verticais ou direcionais revestidos levando a um grande ganho de produtividade quando comparado a técnica de gravel pack convencional. Em alguns casos não tivemos dano devido a instalação, do gravel, ou seja, o maior responsável pela redução de produtividade no processo de contenção de areia em poços revestidos (canhoneado), foi compensado pelo processo de fraturamento. A média de IP, em Marlim, utilizando técnica de frac pack, indica um valor de 49 m3/d/kgf/cm2.

A utilização de técnica de contenção de areia a poço aberto, horizontal, possibilita uma grande ampliação da área aberta ao fluxo, antes restrita a área canhoneada. Com esta geometria favorável pode-se esperar um aumento substancial no IP dos poços.

Considerando em particular o Campo de Marlim Sul, critérios de atratividade econômica definiram a necessidade de poços com IP (ou II) mínimo aceitável de 80 (vazões médias esperadas acima de 3000 m3/dia), valor mais fácil de ser obtido através da técnica de gravel pack horizontal.

Desenvolvimento da Técnica de Gravel Pack Horizontal

O processo para execução de gravel pack horizontal a poço aberto com sistema "water pack" foi originalmente desenvolvido por Penberthy e outros¹ em um simulador de campo com aproximadamente 460m de comprimento. Este simulador, equipado com sensores de pressão, tubos perfurados ao longo de toda a extensão para simular a perda de fluido, janelas de acrílico, permitiu verificar a viabilidade da execução do gravel pack em toda a extensão horizontal, dependendo de alguns parâmetros como : vazão de bombeio, vazão de retorno, relação ID telas / OD wash pipes, concentração de areia , etc...A identificação das ondas primárias de decantação da areia no sentido do trecho revestido para o fundo do poço (alfa) e no sentido contrário (beta), permitiram a visualização do processo de deposição de areia no anular tela x revestimento e o desenvolvimento de um simulador para caracterizar os parâmetros necessários a realização das operações no campo. Um dos mais importantes parâmetros necessários a execução da operação é a vazão de retorno, ou seja, é necessário que se tenha uma velocidade mínima de fluido no anular tela x revestimento de 1 pé/seg, garantindo o transporte da areia e empacotamento ao longo do trecho horizontal.

Para atender a estes critérios deve-se perfurar o trecho horizontal com um fluido de perfuração do tipo "drill in fluid" (DIF), ou seja, um sistema que proporcione a geração de um reboco de fácil

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba , Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br

remoção. Normalmente utiliza-se um fluido polimérico com obturantes a base de carbonato de cálcio com faixa granulométrica apropriada para a formação produtora. Estes sistemas devem garantir algumas propriedades como :

- Geração de um reboco extremamente fino (< 1mm) e que permita a substituição de todo o DIF por fluido de completação em poço aberto, sem ocorrência de perda de circulação, garantindo a execução do gravel pack.
- Os sólidos componentes do reboco devem ter granulometria tal que permitam a sua remoção por fluxo do poço através das telas e do gravel pack, com um mínimo Δp (Break Out Pressure), normalmente < 10 psi.
- Garantia de propriedades reológicas adequadas para permitir o carreamento dos sólidos perfurados.

As limitações principais deste tipo de sistema, na fase de completação, são associadas a existência de folhelhos reativos ao longo do trecho horizontal. Durante a substituição por fluido de completação ou durante o gravel pack pode-se ter problemas de desmoronamento ou muita incorporação de sólidos que podem impedir a execução da completação ou danificar o pacote de gravel afetando a produtividade do poço. Estudos estão sendo realizados, tanto por cjas de serviço como pela Petrobrás no sentido de desenvolver fluidos sintéticos que promovam inibição destes folhelhos evitando interação do fluido de completação com os mesmos, complementando-se com utilização de ECP's (External Casing Packer's), os quais, seriam posicionados nas extremidades dos trechos de folhelho, isolando-os durante a fase de produção ou injeção do poço. Estes ECP's somente seriam assentados após a realização do gravel pack. Outra alternativa para execução de gravel pack neste tipo de cenário seria pelo método de injeção, sem contato do fluido de deslocamento da areia com o folhelho, utilizando tela com dispositivo de "by-pass".

Histórico : Gravel Pack Horizontal na Bacia de Campos

Nos primeiros poços horizontais em arenitos inconsolidados, a poço aberto, completados na Bacia de Campos utilizou-se o sistema "Barefoot Completion" em que apenas as telas foram descidas no trecho aberto sem execução do gravel pack. A desvantagem principal deste tipo de sistema é que a inexistência desta barreira extra de areia entre as telas e o poço aberto possibilita o desmoronamento dos finos e areia da formação neste espaço anular alterando a permeabilidade original do reservatório, plugueando as telas, impactando na produtividade do poço ao longo tempo. A movimentação destes sólidos, nos trechos de maior fluxo, podem também erodir as telas, criando um caminho preferencial ao fluxo de óleo, inviabilizando a produção do poço.

Um resumo com a eficiência deste tipo de completação na Bacia de Campos pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1

Poço	Tipo Tela	Falha? S/N	Poço Fechado? (S/N)
1	sinterizada	S	S
2	sinterizada	S	S
3	sinterizada	S	S
4	sinterizada	N	N
5	sinterizada	*	N
6	sinterizada	*	N
7	sinterizada	*	N

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba , Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br

8	membrana	N	N
9	membrana	S	S
10	membrana	S	S
11	membrana	*	N
12	membrana	*	N
13	membrana	N	N
14	membrana	N	N
15	membrana	N	N

(*) Nestes poços (injetores), não houve avaliação de exclusão de areia, já que não houve fluxo para remoção de reboco.

Tendo em vista os elevados custos associados às intervenções na Bacia de Campos, torna-se imperativo o uso de técnicas que permitam ampliar a vida útil destes poços.

Observando-se também o elevado índice de falhas verificadas no método "Barefoot Completion", foi planejada a utilização da técnica de gravel pack horizontal na Bacia de Campos.

O primeiro poço candidato a aplicação desta técnica foi o poço produtor 16. Este poço, perfurado em lâmina d'água de 774 m, teve como objetivo a Formação Carapebus Arenito Marlim (Oligoceno). Foi perfurada a fase de 12 1/4" até 3115m, topo do arenito produtor, descido revestimento de 9 5/8" e cimentado. Substituído fluido por DIF, composto de base polimérica e obturantes a base de carbonato de cálcio com granulometria apropriada e perfurada fase de 8 1/2" com LWD (Logging While Drilling) de 3115m a 3371m. Retirada coluna com broca e descida coluna com sapata de circulação e raspador, com espaçamento entre os dois equivalente ao trecho de poço aberto. Posicionada extremidade da coluna próxima a sapata do rev 9 5/8" e iniciada substituição do fluido (DIF) do riser, inicialmente com bombeio de colchões de goma xantana e hipoclorito de sódio, seguido de fluido de completação. Observou-se grande contaminação do fluido, devido ao grande volume do riser (970 bbl / riser 19 3/4") sendo necessário aguardar mais fluido dos rebocadores. Decidido a partir daí alterar o procedimento inicialmente proposto, circulando-se água do mar com o BOP fechado (formação isolada) e após retorno limpo a substituição por fluido de completação até turbidez do retorno < 30 NTU, agilizando a troca e reduzindo a perda de fluido (Figura 2)

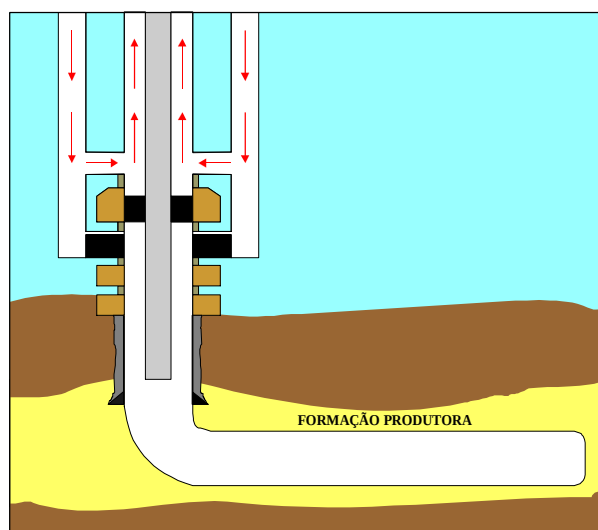


Figura 2

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba , Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br

Em seguida realizou-se a troca do fluido do revestimento por circulação reversa até turbidez do retorno < 30 NTU (Figura 3)

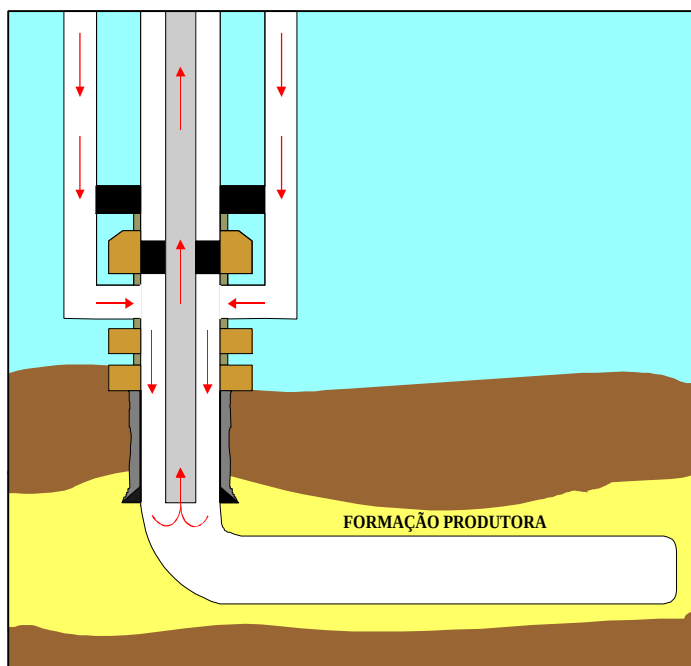


Figura 3

Deslocado um colchão de goma xantana para o anular acima da sapata do rev 9 5/8" e descida coluna até o fundo do poço. Fechado BOP e circulado reverso, substituindo fluido do poço aberto por fluido de completação até turbidez do retorno < 30 NTU (Figura 4).

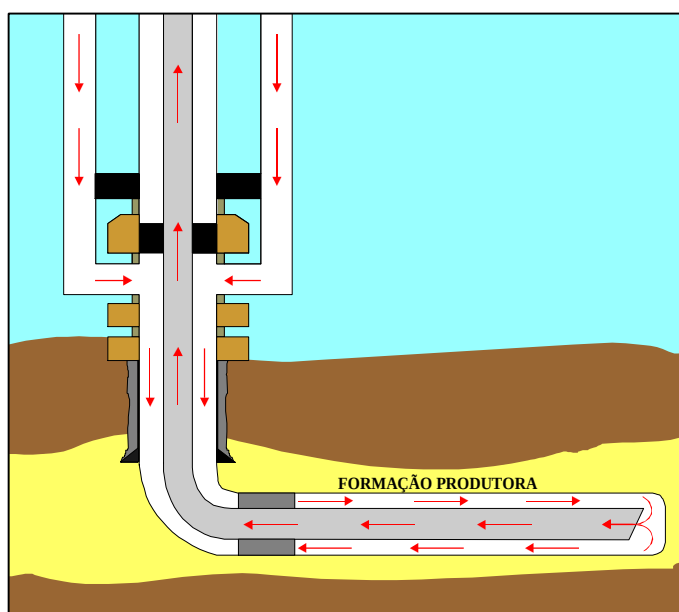


Figura 4

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba , Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br

Não foi observada nenhuma perda de fluido de completção para a formação nesta fase, apesar do elevado overbalance (1000 psi), indicando que o reboco do DIF manteve-se íntegro. Descido, em seguida, o conjunto de telas, tipo membrana (Figura 5)

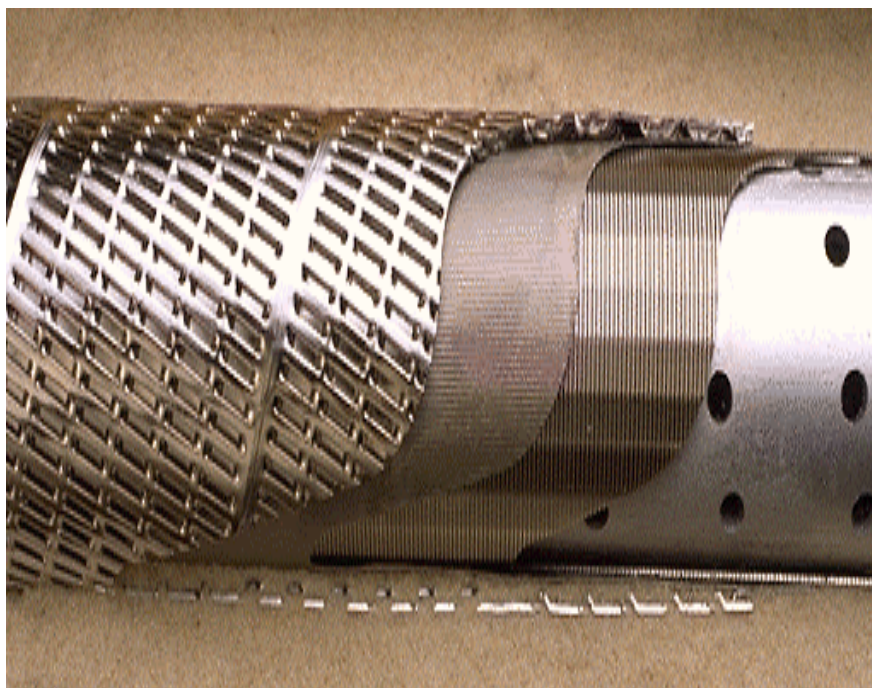


Figura 5

Este tipo de tela é constituída por um tubo base perfurado, uma tela wire-wrapped, soldada ao tubo base, uma malha de aço com espaçamento de 110 u, suportada mecanicamente pela tela wire-wrapped e um shroud perfurado para proteção mecânica da malha de aço e deflexão do fluxo. Esta abertura (110 u) é pequena o suficiente para garantir a exclusão da areia da formação, em caso de inexistência de areia de gravel em algum ponto do trecho horizontal.

Não foi observado nenhum problema durante a descida das telas no trecho horizontal, ou seja, o poço aberto de 8 1/2" ficou estável durante todo este período. O Packer de gravel foi assentado, a ferramenta de gravel foi liberada. Tentou-se realizar os testes de circulação a poço aberto, observando-se elevada perda de circulação (> 480 bph). Concluiu-se que a ferramenta de gravel, durante a movimentação para posição de reversa, pistoneou o poço, removendo o reboco do DIF, já que o mesmo é removido com um mínimo de underbalance (<10 psi).

Levando em conta que é fundamental para realização da operação de gravel pack a possibilidade de circulação (vazão retorno mínima = 40 % vazão de bombeio) foi decidido combater perda de circulação com 45 bbl de tampão de perda com a mesma formulação do DIF e abandonar o poço provisoriamente para possibilitar a programação adequada da remoção do tampão do poço aberto e adequar a ferramenta para evitar pistoneio.

Foram feitas as seguintes alterações na ferramenta para atender as necessidades da operação :

- A esfera inferior, utilizada para isolar a formação durante a circulação reversa, foi substituída por uma "anti-swabbing flapper valve" (figura 6).

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba, Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br

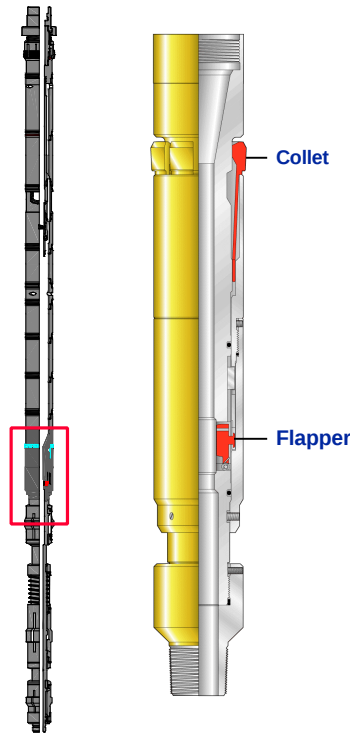


Figura 6

Esta ferramenta permite a manutenção da pressão hidrostática sobre a formação durante toda a operação de gravel e somente é fechada, quando necessário, antes da circulação reversa.

- Os selos superiores da crossover tool foram retirados para também garantir que a pressão hidrostática do fluido do anular mantivesse atuação, durante toda a operação sobre o poço aberto. Com esta alteração perdeu-se a possibilidade de liberação da "setting tool" por pressão no anular, sendo necessário utilizar sistema de liberação por rotação da ferramenta.

- Para assentamento do packer programou-se utilizar esfera recuperável por circulação reversa, evitando-se choque na formação devido ao rompimento da sede.

Após a sonda retornar ao poço foi executada a limpeza das telas, através da remoção do DIF que estaria tanto no seu interior como no anular tela x poço aberto. Utilizou-se tubing 3 1/2" (flush joint) e circulação com fluido de completação a 5 bpm reciprocando a coluna ao longo de toda a extensão das telas.

Em seguida foi descida squeezing tool com wash pipes de 4". Foram montados skids de bombeio, silo de areia, blender e tanques necessários a realização do bombeio pela sonda. Foi realizado gravel pack com vazão de bombeio de 7 bpm e vazão de retorno de 6,5 bpm, concentração de areia 20/40 mesh de 1 lb/gal. O total de areia que ficou no anular tela x revestimento foi de 12800 lbs, equivalente a 87 % do volume teórico. É possível que durante a perda de circulação ou durante o período em que houve redução da pressão hidrostática sobre a formação que tenha ocorrido algum colapso do poço aberto ou ainda que alguma parte da tela ainda estivesse plugueada pelos sólidos componentes do tampão de perda utilizado na intervenção anterior, o que teria explicado o parcial empacotamento do anular.

Após o gravel pack o poço foi testado e indicou um IP de 81 M3/D/Kg/Cm2 .

Após esta operação, foram instituídas as alterações realizadas neste primeiro trabalho e não foram observados mais problemas de perda de circulação. Em apenas um trabalho tivemos problemas

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba , Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br

durante a operação de gravel pack (poço 19). Ocorreu embuchamento no início do trabalho. Suspeita-se que a coluna utilizada na operação não estava em condições ideais e carepas de ferrugem teriam formado um bridge no anular tela x poço aberto, inviabilizando a execução do gravel pack. Outros dois poços injetores (poço 20 e poço 25), ficaram com baixa injetividade após fluxo para remoção do reboco, sendo necessário fazer acidificação da formação para melhoria da injetividade. Em todos os demais poços avaliados não tivemos nenhum problema operacional ou de produtividade / injetividade.

Outro problema observado em trabalhos de lâmina d'água profunda é o baixo gradiente de fratura dos arenitos produtores. Para execução de uma boa limpeza do poço aberto com fluido de completação necessita-se de uma velocidade de 300 pés/min. Em alguns poços esta velocidade caracteriza uma vazão que por sua vez impõe uma pressão sobre a formação, acima da pressão de fratura. Devido a esta limitação foi definida a seguinte sequência operacional para este cenário :

- Circulação reversa para substituição do DIF por fluido de completação com pressão de fundo menor que a pressão de fratura da formação;
- Circulação direta com vazão equivalente a velocidade de 300 pés/min no poço aberto para conclusão da limpeza do trecho horizontal.

Resultados :

Um resumo dos trabalhos realizados pode ser observado na tabela 2, a seguir.

Tabela 2

Poço	Data	Extensão Horizontal	% areia s/ teórico	IP ou II
16	jul/98	250 m	87	81
17	ago/98	256 m	133	197
18	nov/98	326 m	149	67
19	fev/99	361 m	17	180
20	abr/99	510 m	112	215
21	jun/99	314 m	149	58
22	set/99	400 m	128	95
23	set/99	250 m	111	69
24	set/99	248 m	107	50
25	nov/99	262 m	204	93
26	nov/99	250 m	98	315
27	nov/99	255 m	106	172
28	jan/00	297 m	105	131
29	jan/00	326 m	114	46

(*) IP ou II em M3/D/Kg/Cm2

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba , Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br

- Em todos os casos não foi observada falha no processo de contenção de areia.
- A produtividade, ou a injetividade média (126 m³/dia/kgf/cm²) está bem acima da média alcançada nos poços verticais ou direcionais com métodos tradicionais de gravel pack (20 m³/dia/kgf/cm²) ou fracpack (49 m³/dia/kgf/cm²).
- A vazão média esperada de produção ou injeção destes poços está na faixa de 3000 m³/dia.
- O poço 20 sofreu acidificação matricial para melhoria da injetividade. Estudos estão sendo realizados no sentido de determinar a principal razão do dano neste reservatório.
- O poço 25 sofreu acidificação para remoção de reboco.

Estes resultados indicam que este método de completação deve ser ampliado para outros campos.

Gravel Pack horizontal na Bacia de Campos : Qual o futuro ?

Com a tendência atual de novas descobertas em lâmina d'água profunda e na maioria dos casos, em arenitos inconsolidados na Bacia de Campos, fica patente a importância da utilização da técnica de gravel pack horizontal a poço aberto.

Um pequeno resumo das previsões de utilização desta técnica, nos próximos anos, pode ser visto na tabela 3.

Tabela 3

CAMPO	LÂMINA D' ÁGUA (M)	NÚMERO POÇOS
MARLIM (MRL)	650 A 1050	18
BARRACUDA (BR) ³	600 A 1200	16
RONCADOR (RO) ⁴	1500 A 1900	12
CARATINGA (CRT) ⁵	850 A 1350	20
ESPADARTE (ESP) ⁶	750 A 1500	2
MARLIM SUL (MLS) ⁷	800 A 2300	> 100 (*)

(*) Próximos 13 anos

Conclusões

Os trabalhos realizados até o momento permitem concluir que :

- O reboco do DIF utilizado é extremamente competente para este tipo de operação : resiste a elevados "overbalances" (1000 psi) e é produzido com um mínimo delta p (< 10 psi).
- É factível a operação de gravel pack horizontal a poço aberto nas condições encontradas na Bacia de Campos : Lâmina d'água profunda, elevadas permeabilidades (1 a 8 darcy) e elevado overbalance (1000 psi).
- É extremamente importante utilizar ferramenta para execução do gravel pack que mantenha todo o tempo a hidrostática do fluido de completação sobre a formação, sem possibilidade de pistoneio.

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba , Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br

- Poços injetores são mais críticos com relação a remoção do reboco e podem requerer acidificação após fluxo, já que parte do reboco não removido pelo fluxo, retorna para as paredes do poço aberto durante os testes de injetividade impactando negativamente na injetividade do poço.

Nomenclatura

DIF - Drill in Fluid

LWD - Logging While Drilling

ECP - External Casing Packer

Break out Pressure - Pressão diferencial necessária para produção do reboco

IP - Índice de produtividade

II - Índice de Injetividade

BPH - Barris por hora

Referência Bibliográfica

1 - Penberthy, W.L. Jr., Bickhan, K.L., Nguyen, H.T., and Paulley, T.A., "Gravel Placement in Horizontal Wells", SPE 31147, 1996 SPE Formation Damage Prevention Symposium, Lafayette LA, February 1996.

2 - Burton, R.C. , W.M.MacKinley, R.M.Hodge, W.R.Landrum, "Evaluating Completion Damage in High Rate, Gravel-Packed Wells" , SPE 52893, 1997 SPE International Symposium on Formation Damage Control, Lafayette, Louisiana, August 1997.

3 – Well Constrution Data, Barracuda and Caratinga Fields Development – Phase I, Technical Specification E&P-BC/GENPO (em revisão).

4 – Bases de Projeto, Perfuração e Completação de Poços – Desenvolvimento do Campo de Roncador, Especificação Técnica, E&P-BC/GENPO, Maio 1999.

5 – Drilling and Completion Well Design Bases, Caratinga Field Development – Definitive Phase, Technical Specification, E&P-BC/GENPO, May 1999.

6 – Bases de Projeto, Perfuração e Completação dos Poços – Desenvolvimento do Campo de Espardarte, Especificação Técnica, E&P-BC/GENPO, Maio 1999.

7 - Guedes, S., Pinto, A.C.C., Corbisley, D. ,Corá, C. , Seter, M. , Gomes, J. A. , Amorim, V. F. , Steagall , D. , Campo de Marlim Sul - Módulo 1 - Engenharia de Reservatório - 16/04/99

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba , Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br

CURRICULUM VITAE DO AUTOR

Agostinho Calderon é Engenheiro Civil, graduado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) em 1981. Concluiu curso de Engenharia de Petróleo em 1985 e atuou por mais de 5 anos nas atividades de Completação, Restauração e Estimulação de poços. Trabalha há mais de 10 anos especificamente nas atividades de Programação e Execução das atividades de Fluidos de Completação, Estimulação e Controle de Areia. Atualmente, é Consultor Técnico na Atividade de Fluidos da Gerência de Engenharia de Poço na Bacia de Campos – PETROBRÁS - BRASIL.

PETROBRAS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A
Av. Elias Agostinho nº 665, Imbetiba , Macaé - Zip/CEP 27.913-350 - RJ, BRAZIL
Phone: (55-24) 761-2879 Fax: (55-24) 761-2689
e-mail: agoscal@ep-bc.petrobras.com.br