	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº ET-3000.00-1210-610-PPQ-006						
	CLIENTE:			Folha 1 de 9					
	PROGRAMA: POÇOS								
	ÁREA: COMPLETAÇÃO DE POÇOS								
POCOS/CTPS/QC	TÍTULO: SUB PARA CRIAÇÃO DE CANAIS RADIAIS NA FORMAÇÃO			PÚBLICO					
				POÇOS/CTPS/QC					
ÍNDICE DE REVISÕES									
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	Emissão Original.								
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	23/11/2018								
PROJETO	CTPS/QC								
EXECUÇÃO	CTPS/QC								
VERIFICAÇÃO	CTPS								
APROVAÇÃO	CTPS/QC								
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.									
FORMULÁRIO PERTENCENTE À PETROBRAS N-381 REV. L									



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Nº ET-3000.00-1210-610-PPQ-006

REV. 0

COMPLETAÇÃO DE POÇOS

Folha 2 de 10

TÍTULO:


SUB PARA A CRIAÇÃO DE CANAIS RADIAIS NA
FORMAÇÃO

PÚBLICO

POÇOS/CTPS/QC

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	ESCOPO	4
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
4	SIGLAS OU ABREVIATURAS	5
5	REQUISITOS TÉCNICOS PARA SUBS DE JATEAMENTO.....	6
6	REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES	8
7	INFORMAÇÕES GERAIS.....	9

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-610-PPQ-006	REV. 0
	COMPLETAÇÃO DE POÇOS		Folha 3 de 10
	TÍTULO:	SUB PARA A CRIAÇÃO DE CANAIS RADIAIS NA FORMAÇÃO	
		PÚBLICO	
		POÇOS/CTPS/QC	

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia de estimulação através de *Subs* para a criação de canais radiais na formação surgiu de forma conceitual em 2007, como uma alternativa mecânica para a estimulação de formações.

Ela emprega *Subs* dotados de um conjunto de linhas metálicas de pequeno diâmetro equipadas com uma cabeça de jateamento ou corte na sua extremidade voltada para a formação. A extensão das linhas que ultrapassa o comprimento do *Sub* é alojada no interior do *liner* ao qual ele é conectado no momento da sua preparação para instalação no poço, sendo o conjunto componente permanente da completação inferior dos poços onde são aplicados, pois são conectados a *liners* que revestem o poço aberto.

O bombeio de fluido produz os efeitos necessários para forçar o avanço das linhas através das saídas laterais dos *Subs*, direcionando sua trajetória radialmente a partir de um ângulo de saída pré-definido.

Cada linha cria um pequeno canal resultando na estimulação da formação. O comprimento desses canais depende da capacidade de penetração de cada linha na rocha.

Genericamente, essa tecnologia pode ser dividida em dois grupos, sempre empregados em associação com *liners* de produção:

1.1. Criação de canais por jateamento:

Emprega *Subs* com linhas equipadas com cabeça de jateamento na sua extremidade, que perfuram canais na formação através de efeitos hidráulicos e/ou químicos produzidos pelo bombeio do fluido de tratamento.

1.2. Criação de canais por perfuração mecânica:


Emprega *Subs* com linhas equipadas com cabeça de corte e conectadas, na extremidade oposta, a um impelidor hidráulico. Nesse caso, o bombeio de fluido, devidamente condicionado, fornece a energia necessária para girar e forçar o avanço das linhas, criando canais na formação.

Nesses dois casos, a produção ou injeção se dá através de portas ou válvulas que podem ser parte ou complementares a esses *Subs*.

Os *Subs* de criação de canais por jateamento podem necessitar de ferramentas para a remoção das linhas não estendidas completamente, para não deixar vestígios desses componentes no poço, impedindo o acesso futuro de ferramentas, embora, a depender das circunstâncias, isso possa ser dispensado. Os *Subs* de criação de canais por perfuração mecânica, até o momento, não permitem a retirada dos impelidores, resultando em parcial restrição de acesso ao poço.

Equipamentos adicionais, como *sliding sleeves*, podem ser empregados em conjunto para aumentar a área de fluxo e reduzir eventuais restrições ou limitações de fluxo associadas ao uso desses *Subs*.

De forma geral, aspectos construtivos decorrentes de necessidades específicas, como metalurgia, conexões, tipo de vedação necessária etc, não são abordados por esta ET-R, devendo ser especificados no momento de licitação dos equipamentos, nas ET-RBS correspondentes.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-610-PPQ-006	REV. 0
	COMPLETAÇÃO DE POÇOS		Folha 4 de 10
	TÍTULO:	SUB PARA A CRIAÇÃO DE CANAIS RADIAIS NA FORMAÇÃO	
		PÚBLICO	
		POÇOS/CTPS/QC	


2 ESCOPO

Esta ET-R visa estabelecer as condições técnicas e funcionais mínimas de adequação para utilização de *Sub* para a criação de canais na completação a poço aberto e estimulação de formações, bem como estabelecer os critérios de aceitação correspondentes.

Critérios para atendimento às condições específicas do ambiente de utilização desses equipamentos (metalurgia, tipo de conexão, tipo de *Sub* etc) deverão ser estabelecidos na respectiva ET-RBS.

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 3.1 **API 17N** - *Recommended Practice for Subsea Production System Reliability, Technical Risk & Integrity Management.*
- 3.2 **API SPEC Q1** - *Specification for Quality Management System Requirements for Manufacturing Organizations for the Petroleum and Natural Gas Industry.*
- 3.3 **ISO TS 29001:2010** - *Petroleum, petrochemical and natural gas industries -- Sector-specific quality management systems -- Requirements for product and service supply organizations.*
- 3.4 **API SPEC 5CRA (R2015)** - *Specification for Corrosion Resistant Alloy Seamless Tubes for Use as Casing, Tubing and Coupling Stock, First Edition.*
- 3.5 **ISO 6892** - *Metallic materials – Tensile testing at ambient temperature.*
- 3.6 **ISO 8491:1998** - *Metallic materials – Tube in full section – Bend test.*
- 3.7 **ISO 11960** - *Petroleum and natural gas industries - Steel pipes for use as casing or tubing for wells.*
- 3.8 **ISO 13680** *Petroleum and Natural Gas Industries – Corrosion-resistant alloy seamless tubes for use as casing, tubing and coupling stock – Technical delivery conditions.*
- 3.9 **ISO 23936:2011** - *Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Nonmetallic materials in contact with media related to oil and gas production – Part 1: Thermoplastics; Part 2: Elastomers.*
- 3.10 **NACE – MR0175 / ISO 15156** - *Materials for use in H₂S-containing Environments in Oil and Gas Production.*
- 3.11 **NACE TM0177-2016** - *Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H₂S Environments.*

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-610-PPQ-006	REV. 0
	COMPLETAÇÃO DE POÇOS		Folha 5 de 10
	TÍTULO:	SUB PARA A CRIAÇÃO DE CANAIS RADIAIS NA FORMAÇÃO	
		PÚBLICO	
		POÇOS/CTPS/QC	

4 SIGLAS OU ABREVIATURAS

- 4.1 API - *American Petroleum Institute.*
- 4.2 ASTM - *American Society for Testing and Materials.*
- 4.3 COP – Coluna de produção.
- 4.4 ET-R – Especificação técnica de requisitos.

OBS.: A ET-R é um documento sob a responsabilidade da área de Competências Técnicas de Poço e Sondagem (CTPS) da Petrobras que contém requisitos técnicos e instruções **abrangentes** quanto a aplicação e cenário de utilização de sistemas, equipamentos, materiais e/ou serviços.

- 4.5 ET-RBS – Especificação técnica para requisição de bens e serviços.

OBS.: A ET-RBS é um documento sob a responsabilidade das áreas de engenharia de poço especializada da Petrobras (ex.: POCOS/SPO/PEP, POCOS/SM/ES etc) que contém requisitos técnicos e instruções **específicas** referentes a um cenário de utilização de um sistema, equipamento, material e/ou serviço.

- 4.6 FEA – *Finite elements analysis.*
- 4.7 FMEA - *Failure mode, effects, and analysis.*
- 4.8 FMECA - *Failure mode, effects, and criticality analysis.*
- 4.9 ICV – *Inflow control valve.*
- 4.10 ISO - *The International Organization for Standardization.*
- 4.11 IACS - *International Association of Classification Societies.*
- 4.12 NACE - *National Association of Corrosion Engineers.*
- 4.13 RM - Requisição de Materiais.
- 4.14 RBS – Requisição de Bens e Serviços.
- 4.15 TTF - *Time to failure.*
- 4.16 VIF - Válvula de isolamento da formação.

5 REQUISITOS TÉCNICOS PARA SUB DE CRIAÇÃO DE MÚLTIPLOS CANAIS

5.1 Dimensões físicas e requisitos mecânicos podem ser observados na Tabela I:


Tabela I – Requisitos mecânicos.


Parâmetro	Sub de 5 1/2" para a criação de canais	Unidade
OD máximo do <i>Sub</i> ^(*)	7,9	<i>in</i>
ID mínimo (sem linhas)	4,5	<i>in</i>
Resistência à pressão interna	7,7	kpsi
Resistência ao colapso mínima	6,3	kpsi
Resistência à tração mínima	397	klbf
Resistência à compressão axial mínima	238	klbf
Diâmetro mínimo dos <i>ports</i> de produção	7	mm
Número mínimo de <i>ports</i> por <i>Sub</i>	2	
Número mínimo de linhas por <i>Sub</i>	2	
Comprimento útil mínimo das linhas	10	m
Teste de penetração - Resistência mínima do corpo de prova (UCS) ^(**)	8	kpsi
Teste de penetração - Penetração mínima no corpo de prova	10	m

(*) Máximo considerável para poço de 8 1/2".

(**) Teste de penetração realizado em escala real a partir de *Subs* comerciais, contra corpos de prova manufaturados em cimento, com dimensões que permitam a acomodação de todas as linhas completamente estendidas. O valor de 8000 psi é o valor mínimo para teste. Adicionalmente, poderá ser planejado envio de amostras de carbonatos para testes.

NOTA: Informações adicionais, tais como o peso da conexão, serão solicitadas na ET-RBS.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-610-PPQ-006	REV. 0
	COMPLETAÇÃO DE POÇOS		Folha 7 de 10
	TÍTULO:	SUB PARA A CRIAÇÃO DE CANAIS RADIAIS NA FORMAÇÃO	PÚBLICO POÇOS/CTPS/QC
<p>5.2 Institutos de Pesquisa e Corporações independentes sugeridas para a homologação da performance mecânica do <i>Sub</i> de jateamento:</p> <p>5.2.1.1 Stavanger Offshore Technical College - Stavanger, NO;</p> <p>5.2.1.2 Rogaland Research - Stavanger, NO;</p> <p>5.2.1.3 Southwest Research Institute - Houston, TX, USA;</p> <p>5.2.1.4 Stress Engineering Inc - Houston, TX, USA.</p> <p>5.3 Discrepâncias ou alternativas apresentadas pelo fornecedor do <i>Sub</i>, em relação ao originalmente especificado pela Petrobras, devem ser explicitamente indicadas em item separado na Proposta Técnica.</p> <p>5.4 A documentação referente aos testes deverá ser entregue juntamente com as propostas técnicas.</p> <p>5.5 Como falha do <i>Sub</i> é entendida a perda de integridade do equipamento de forma a permitir a passagem dos fluidos empregados nos ensaios ou perda de integridade mecânica do componente avaliado nas condições de teste.</p> <p>5.6 Critérios adicionais de avaliação mecânica do <i>Sub</i></p> <p>5.6.1 Deverá ser apresentada documentação comprobatória de que os exemplares dos Subs representam fielmente os itens da ET-R em termos dimensionais (excluindo o comprimento), metalúrgicos (de todos os componentes) e dos procedimentos de soldagem (para componentes sujeitos a esse procedimento).</p> <p>5.6.2 Todos os testes deverão ser obrigatoriamente atestados e acompanhados por empresa certificadora acreditada, associada ao IACS. Um relatório completo, com gráficos e fotos referente a estes testes, são parte obrigatória da documentação de certificação a ser entregue à Petrobras.</p> <p>5.6.3 Testes de resistência à pressão diferencial:</p> <p>5.6.3.1 Deverão ser apresentados testes referentes a três (03) <i>Subs</i> comerciais até o registro de falha, conforme a Tabela I do item 5.1.</p> <p>5.7 Requisitos de qualidade e confiabilidade para <i>Sub</i> de jateamento</p> <p>5.7.1 O <i>Sub</i> de jateamento deverá estar de acordo com a API 5CT e ISO 11960;</p> <p>5.7.2 O <i>Sub</i> deverá apresentar os seguintes requerimentos de qualidade API:</p> <p>5.7.2.1 O fornecedor deverá apresentar certificado de sistema de gestão da qualidade, segundo o API <i>Spec</i> Q1, para a unidade industrial que fabrica os <i>Subs</i> utilizados na criação de canais.</p> <p>5.7.2.2 Certificação de material.</p> <p>5.7.2.3 Certificação das conexões do tubo base;</p>			

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-610-PPQ-006	REV. 0
	COMPLETAÇÃO DE POÇOS		Folha 8 de 10
	TÍTULO:	SUB PARA A CRIAÇÃO DE CANAIS RADIAIS NA FORMAÇÃO	
			PÚBLICO
			POÇOS/CTPS/QC

5.7.2.4 O fornecedor deverá apresentar certificado de sistema de gestão da qualidade, segundo o API Spec Q2, para a prestação de serviços de criação de canais;

5.7.2.5 Rastreabilidade dos componentes;

5.7.2.6 Inspeção de Componentes;

5.7.2.7 Verificação das dimensões e da integridade do equipamento;

5.7.2.8 Rastreabilidade do conjunto, documentação e *data sheet* do conjunto.

6 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES

6.1 Cada *Sub* deverá permitir a criação de pelo menos dois canais que partam de pontos equidistantes no perímetro externo da ferramenta (p. ex. a cada 180° (02 canais), 120° (03 canais), 90° (04 canais) ou 60° (06 canais)).

6.2 O *Sub* deverá ser empregado em associação a *liners*, constituindo parte integral da estrutura do poço.

6.3 Deve ser possível a utilização de um *Sub* por junta de *liner*.

OBS.: O número e a disposição dos *Subs* a serem empregados será um critério da Petrobras.

6.4 O *Sub* deve permitir a utilização de equipamentos acessórios de *liner* como:

- Juntas de segurança;
- Sapatas de circulação;
- *Sliding sleeves*;
- Barreiras de anular.

6.5 A ativação dos *Subs* para a criação dos canais deve ser realizada de forma puramente hidráulica pelo bombeio de fluidos através do *liner* no qual foram instalados, sem a necessidade de utilização de ferramentas auxiliares.


6.6 Meios para a remoção das linhas não completamente estendida devem ser fornecidos como parte integrante da aplicação dos *Subs* para a criação de múltiplos canais. Essa remoção será realizada a critério da Petrobras.

6.7 Sistemas para manutenção da posição dos *Subs* durante sua utilização (ancoragem temporária) devem ser fornecidos como parte integrante do sistema de criação de canais.

6.8 Os documentos descritos a seguir devem estar disponíveis para análise e aprovação técnica da Petrobras:

6.8.1 Desenho esquemático do equipamento;

6.8.2 Desenho técnico em escala, com cotas principais;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-610-PPQ-006	REV. 0
	COMPLETAÇÃO DE POÇOS		Folha 9 de 10
	TÍTULO:	SUB PARA A CRIAÇÃO DE CANAIS RADIAIS NA FORMAÇÃO	
		PÚBLICO	
		POÇOS/CTPS/QC	

6.8.3 Manual técnico de cada componente contendo, pelo menos: *part number*, descrição, materiais utilizados na fabricação, envelope operacional e relatório de testes de qualificação;

6.8.4 Histórico de instalações, incluindo falhas, se for o caso, do equipamento ofertado;

OBS. 1: O histórico deverá conter a descrição das falhas, caso tenha ocorrido, descrição do ambiente operacional da instalação, local da instalação, datas da instalação e da falha e modelo do equipamento.

OBS. 2: Todos os documentos devem ser disponibilizados em meio eletrônico, no formato PDF.

6.8.5 Análise de modos falha e efeitos e criticidade de falhas (FMECA).

OBS.: Para a realização do FMECA o fornecedor deverá apresentar todos os procedimentos operacionais necessários à instalação e utilização dos *Subs*.

6.9 Requerimentos de testes de homologação

6.9.1 A homologação deverá compreender pelo menos, sem estar limitada, os testes e especificações descritos nesta ET para referência e classificação dos equipamentos. Todos os testes adicionais realizados devem ser reportados.

6.9.2 A descrição de todos os testes e seus resultados devem ser rigorosamente reportados, assim como os dados de inspeção e rastreabilidade dos materiais utilizados.

6.9.3 Além dos testes descritos nesta ET, deve-se seguir, no que couber e complementarmente, normas e padrões internacionais de aceitação e qualificação. Todas as normas e padrões utilizados devem ser reportados.

6.9.4 Os relatórios gerados a partir dos testes realizados são considerados parte integrante do atendimento a esta ET.

6.10 Requerimentos de inspeção e aceitação

6.10.1 Quando ocorrer qualquer modificação nas especificações de um equipamento já qualificado, o mesmo deverá ser novamente inspecionado e aceito pela Petrobras.


OBS.: Caso não seja aceito pela Petrobras, novo processo de homologação deverá ser executado e apresentado pelo fornecedor.

7 INFORMAÇÕES GERAIS

7.1 Pelo atendimento a todos os requisitos desta ET, a Petrobras considerará a tecnologia homologada para utilização nas áreas de sua responsabilidade.

7.2 A homologação da tecnologia não desobriga o fornecedor aos trâmites definidos pela área comercial da Petrobras.

7.3 A homologação não estabelece obrigações comerciais para aquisição de qualquer tecnologia ou serviço.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-610-PPQ-006	REV. 0
	COMPLETAÇÃO DE POÇOS		Folha 10 de 10
	TÍTULO:	SUB PARA A CRIAÇÃO DE CANAIS RADIAIS NA FORMAÇÃO	PÚBLICO
			POÇOS/CTPS/QC

- 7.4** A Petrobras se reserva o direito de realizar aquisições limitadas e testes de laboratório ou de campo conforme a sua conveniência, a fim de assegurar a eficiência e a segurança das operações que envolvem a utilização do produto homologado.
- 7.5** Os produtos ou sistemas que já estejam incluídos em instrumento contratual de fornecimento de produtos ou serviços com a Petrobras, não deverão ser objeto desta ET durante a vigência desses contratos, sem prejuízo à prerrogativa da Petrobras de solicitar as informações técnicas que se fizerem necessárias para a utilização adequada desses recursos.