	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE REQUISITOS		Nº: ET-3000.00-1210-130-PPQ-001				
	PROGRA MA:	POÇOS		Folha 1 de 17			
	ÁREA:	NÃO-METÁLICOS		-			
POCOS/CTPS	TÍTULO: Componentes Elastoméricos de Poço			PÚBLICO			
				POCOS/CTPS			
ÍNDICE DE REVISÕES							
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS						
0	Emissão original						
A	<p>Modificação do Apêndice A da concentração do sal adensante de NaCl para CaCl₂</p> <p>Suprimido o termo “Elementos de vedação de plugues, standing valve e GR valves devem possuir vida útil de três anos somente, para as mesmas temperaturas.” tendo em vista que poços devidamente monitorados poder permanecer em abandono temporário indefinidamente.</p>						
B	Troca das chaves pelas siglas das gerências envolvidas e alteração da classificação do documento de NP-1 para Público.						
C	Alteração na tabela 3 de temperatura de 45 para 70 °C de temp. máxima para água de injeção para poços injetores de água.						
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F
DATA	04/2018	07/2018	27/08/2018	11/02/2020			
PROJETO	POCOS/CTPS	POCOS/CTPS	POCOS/CTPS	POCOS/CTPS			
EXECUÇÃO	POÇO/CTPS/CT-	POÇO/CTPS/CT -	POÇO/CTPS/CT	POÇO/CTPS/CT			
VERIFICAÇÃO	CENPES/PDISO/TME	CENPES/PDISO/TME	CENPES/PDISO/TME	CENPES/PDISO/TM			
APROVAÇÃO	POÇO/CTPS/CT -	POÇO/CTPS/CT -	POÇO/CTPS/CT	POÇO/CTPS/QC			
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.							




SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	ESCOPO.....	4
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	5
4	TERMOS E DEFINIÇÕES	6
5	DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS.....	8
6	REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES	10
7	DOCUMENTAÇÃO	11
	APÊNDICE A - COMPOSIÇÃO DO FLUIDO DE COMPLETAÇÃO	16



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros Operacionais para Poços de Produção do Cenário 1	9
Tabela 2 - Parâmetros Operacionais para Poços de Produção do Cenário 2	9
Tabela 3 - Parâmetros Operacionais para Poços Injetores de Água.....	9
Tabela 4 - Parâmetros Operacionais para Poços Injetores de Gás/Água	10
Tabela 5 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com fluido da formação do cenário de poço produtor 1.	11
Tabela 6 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com gás da formação do cenário de poço produtor 1.	11
Tabela 7 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com fluido da formação do cenário de poço produtor 2.	12
Tabela 8 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com gás da formação do cenário de poço produtor 2.	12
Tabela 9 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com gás da formação do cenário de poço injetor de gás/água.....	13
Tabela 10 - Temperaturas Mínimas de Tansição Vítreas para os elastômeros	15

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE REQUISITOS	Nº ET-3000.00-1210-130-PPQ-001	REV. 0C
	POÇOS		Folha 4 de 17
	TÍTULO: Componentes Elastoméricos de Poço		PÚBLICO POCOS/GTPS

1 INTRODUÇÃO

O presente documento visa estabelecer a Especificação Técnica de elementos elastoméricos de equipamentos que permaneçam no poço durante toda a vida produtiva e que tenham a finalidade de promover vedação, garantindo a integridade dos equipamentos de poço.

2 ESCOPO

Esta Especificação Técnica é aplicável a todos os elastômeros constantes nos equipamentos de poço permanentes ou recuperáveis e que façam parte do conjunto solidário de barreiras. Equipamentos para os quais esta definição se aplica são:

- *Packers*/obturadores, de poço aberto ou revestido, ou *liner packer*.
- Elementos de compensação de movimentos, *locator* ou TSR.
- Elementos de interligação, âncora.
- Válvulas de *Gas Lift*.
- Válvulas de Injeção Química.
- Válvulas de isolamento: VIF, VHIF, CI.
- BCSS.
- DSSS.
- Standing valves (ou válvula de retenção).
- Plugs (ou tampões mecânicos).
- Equipamentos submarinos no geral (principalmente selos do *tubing hanger*).

Mesmo que não listados, todos os equipamentos de poço que possuam vedação elastomérica, primária ou secundária, que venham a fazer parte do conjunto solidário de barreiras de poço devem atender esta Especificação Técnica.

Os equipamentos foram divididos em aplicações de fundo, submarino e injeção química/*gás lift*. São exemplos de aplicação de fundo: obturadores, TSRs, *locators*, âncoras, VHIF, CI, DSSS (de fundo), válvulas de isolamento de formação e válvulas de *gas lift* e de injeção química. Aplicações submarinas incluem DSSS (instaladas próximas ao TH), *tubing hanger* e árvores de natal molhadas. Aplicações de injeção são todas aquelas que conduzem inibidores via umbilical até o interior da coluna, como mandris e válvulas de injeção química, ou até mesmo via gas-lift em alguns casos.

Quatro cenários são estabelecidos: poços produtores 01 e 02, cuja distinção se dá pelas características dos reservatórios a serem explorados; poços injetores de água e poços injetores de gás alternado com água (WAG).



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE
REQUISITOS

Nº
ET-3000.00-1210-130-PPQ-001

REV.
0C

POÇOS

Folha 5 de 17

TÍTULO:

Componentes Elastoméricos de Poço

PÚBLICO

POCOS/GTPS

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

API 19AC - *Specification for Completion Accessories*

API 11D1 - *Down Hole Equipments - Packers and Bridge Plugs*


ISO 23936-2 - *Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Non-metallic materials in contact with media related to oil and gas production – Part 2: Elastomers*

4 TERMOS E DEFINIÇÕES

- Arrhenius - Svante Arrhenius, químico sueco que se destacou por seus estudos com soluções eletrolíticas e em de cinética química, que resultaram na equação de Arrhenius, que relaciona a constante de velocidade de reação com a temperatura e é amplamente utilizada na previsão de vida útil de polímeros em determinadas condições de operação.

Borracha - Polímero que apresenta propriedades "elásticas" após vulcanização. Existem 3 definições diferentes dependendo do contexto aplicado, segundo norma ISO 138:1996. O termo pode ser aplicado ao material do produto (composição), à matéria-prima básica (molécula) ou ao próprio produto em si. Compatibilidade química - Característica resultante da baixa interação química do elastômero com o meio ou produtos químicos específicos e suas misturas, em uma dada condição de exposição.

- *Grade* - Termo em inglês que define a arquitetura, a estrutura molecular e a massa molar de uma família de polímeros.
- Elastômero - Polímero que apresenta propriedades elásticas, que podem ser obtidas através de reticulação (termofixos) ou não (termoplásticos). Esse tipo de material suporta grandes deformações antes da ruptura.
- Envelhecimento - Alterações nas características de um material devidas ao seu tempo de exposição a diferentes agentes químicos e ambientes de operação.
- FEPM - Copolímero fluorado de tetrafluoretileno (VDF) e propileno (P). Exemplos comerciais: Aflas®
- FFKM - Copolímero fluorado de tetrafluoretileno (VDF) e perfluoralqueno. Exemplos comerciais: Kakrez®, Chemraz®, Tecnoflon®
- FKM - Polímero vinílico fluorado. FKMs podem ser divididos em diferentes classes com base em sua composição química, seu conteúdo de flúor e seus mecanismos de reticulação.
- FKM Tipo I - Copolímero fluorado formado a partir dos monômeros fluoreto de vinilideno (VDF) e hexafluorpropileno (HFP), contendo teor de flúor de aproximadamente 66 %. Exemplos comerciais: Tecnoflon® N935, Fluorel®, Dai-El®.
- FKM Tipo II - Terpolímero fluorado formado a partir dos monômeros fluoreto de vinilideno (VDF), hexafluorpropileno (HFP) e tetrafluoretileno (TFE), contendo teor de flúor entre 68 e 69 %. Exemplos comerciais: Viton® B, Tecnoflon® TN.
- FKM Tipo III - Tetrapolímero fluorado formado a partir dos monômeros fluoreto de vinilideno (VDF), hexafluorpropileno (HFP), tetrafluorpropileno (TFE) e perfluormetilviniléter (PMVE), contendo teor de flúor entre 62 e 68%. Exemplos comerciais: Viton® GLT, Tecnoflon® PL 855.
- FKM Tipo IV - Terpolímero fluorado formado por fluoreto de vinilideno (VDF), Tetrafluoretileno (TFE) e propileno (P), contendo teor de flúor de aproximadamente 67 %. Exemplos comerciais: Aflas® MZ201, BRE 7132X, Aflas® SP.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE REQUISITOS	Nº ET-3000.00-1210-130-PPQ-001	REV. 0C
	POÇOS		Folha 7 de 17
	TÍTULO: Componentes Elastoméricos de Poço		PÚBLICO POCOS/GTPS
<ul style="list-style-type: none"> • FKM Tipo V - Pentapolímero fluorado formado por fluoreto de vinilideno (VDF), hexafluorpropileno (HFP), tetrafluoretileno (TFE), perfluormetilvinileter (PMVE) e etileno (E), contendo teor de flúor de aproximadamente 65 %. Exemplos comerciais: Tecnoflon® BR9151, Dai-El®. • HNBR - Borracha nitrílica hidrogenada. • NBR - Polímero de acrilonitrila e butadieno, conhecida por borracha nitrílica. 			

5 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS

5.1 Requisitos Termo-Mecânicos

A principal função de componentes elastoméricos em equipamentos de poço é promover vedação. Os efeitos de variações de pressão, temperatura e movimentação devem ser auferidos conforme descrito na Especificação Técnica do equipamento de acordo com o grau de validação da norma pertinente como, por exemplo, API 11D1 e API19AC.

5.2 Compatibilidade Química

Os elastômeros devem possuir compatibilidade com os fluidos produzidos pelo reservatório e empregados para controle de poço, injeção química contínua e tratamentos químicos com sonda ou remoto, comprovada através de ensaios de envelhecimento e descompressão explosiva, com referência a norma ISO 23936-2. Como fluido produzido pelo reservatório entende-se misturas de cadeias de carbono de tamanhos e geometrias distintas nas fases líquidas ou gasosas, podendo conter contaminantes ácidos tais como H₂S e CO₂, sem deixar de considerar os teores de aromáticos dos fluidos produzidos. Os fluidos para controle de poço e injeção abrangem as salmouras (cloreto de sódio e cálcio) e os ácidos para estimulação (ácido clorídrico, acético, etileno diamino tetra acético - EDTA, Mistura HAc-HForm, Inorganic Mud Acid), além de inibidores compostos por solventes, sequestrantes de H₂S e álcoois.

São definidos nesta Especificação Técnica quatro cenários de aplicação e três conjuntos de equipamento:

CONJUNTOS DE EQUIPAMENTOS

- ✓ Fundo
- ✓ Submarino
- ✓ Injeção Química e Gás Lift

CENÁRIOS

- ✓ Produtor 1
- ✓ Produtor 2
- ✓ Injetor de Água
- ✓ Injetor de Gás/Água

Os parâmetros operacionais para os quais cada conjunto de equipamento deve ser compatível com os fluidos pertinentes durante a vida útil requerida em projeto são especificados nas tabelas Tabela 1 - Parâmetros Operacionais para Poços de Produção do Cenário 1 a Tabela 4 - Parâmetros Operacionais para Poços Injetores abaixo:

PRODUTOR 01	FUNDO	SUBMARINO	INJEÇÃO QUÍMICA E GÁS LIFT
Aromáticos [%]	35	35	100
CO ₂ [%]	40	40	4
H ₂ S (ppm)	1200	100	10
Contato com Salmoura	SIM	NÃO	NÃO
T _{min} [°C]	82	4	82
T _{máx} [°C]	130	25	130
Contato com ácido (S/N)	SIM	SIM	NÃO

Tabela 1 - Parâmetros Operacionais para Poços de Produção do Cenário 1

PRODUTOR 02	FUNDO	SUBMARINO	INJEÇÃO QUÍMICA E GÁS LIFT
Aromáticos [%]	30	30	100
CO ₂ [%]	3	3	4
H ₂ S (ppm)	300	300	10
Contato com Salmoura	SIM	NÃO	NÃO
T _{min} [°C]	50	4	50
T _{máx} [°C]	85	25	85
Contato com ácido (S/N)	SIM	SIM	NÃO

Tabela 2 - Parâmetros Operacionais para Poços de Produção do Cenário 2

Injetor de Água	FUNDO	SUBMARINO	INJEÇÃO QUÍMICA E GÁS LIFT
Aromáticos [%]	-	-	-
CO ₂ [%]	-	-	-
H ₂ S (ppm)	-	-	-
Contato com Salmoura	SIM	ÁGUA DO MAR	-
T _{min} [°C]	10	4	-
T _{máx} [°C]	125	70	-
Contato com ácido (S/N)	SIM	SIM	-

Tabela 3 - Parâmetros Operacionais para Poços Injetores de Água

Injetor Gás/Água	FUNDO	SUBMARINO	INJEÇÃO QUÍMICA E GÁS LIFT
Aromáticos [%]	-	-	-
CO ₂ [%]	65	65	-
H ₂ S (ppm)	-	-	-
Contato com Salmoura	SIM	ÁGUA DO MAR	-
T _{min} [°C]	7	4	-
T _{máx} [°C]	125	40	-
Contato com ácido (S/N)	SIM	SIM	-

Tabela 4 - Parâmetros Operacionais para Poços Injetores de Gás/Água

5.3 Controle de Qualidade

Cada material deve apresentar um relatório de teste (*MTR*, em inglês) ou certificado de atendimento (COC, em inglês), inspeção dimensional, o lote e a data e tipo da cura ou vulcanização do elastômero que é parte da ferramenta, com as informações mínimas descritas no item 7.2. desta Especificação Técnica.

Devem ser apresentadas as condições de armazenagem necessárias para a preservação das propriedades do elastômero e o plano da companhia fornecedora do equipamento de poço para atender estas condições. O fornecedor deve apresentar em seus procedimentos de preparo de ferramentas recomendações claras acerca de cuidados durante a montagem e posicionamento dos elastômeros nas ferramentas.

6 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES

Os fornecedores devem apresentar as tabelas de compatibilidade em termos de pressões e temperaturas mínimas e máximas, concentrações dos fluidos avaliados e pH e as condições de validação desta tabela. Um exemplo de tabela de compatibilidade é demonstrado no Apêndice B.

Todos os ensaios deverão ser feitos em laboratórios creditados: devem ser anexados os certificados de calibração dos instrumentos de medição e controle, tais como controladores de temperatura, máquinas de ensaio de tração, etc.

7 DOCUMENTAÇÃO

7.1 Documentação Comprobatória

7.1.1 Ensaios de Envelhecimento

- A companhia proponente deverá apresentar ensaios de validação para emprego em poços *offshore* considerando o fenômeno de envelhecimento conforme Anexo A da ISO 23936-2, para cada grupo de equipamento e cenário solicitados na Especificação Técnica de Requisição de Bens e Serviços.
- Os testes devem ser relatados no formato próprio da ISO 23936-2, análogo à tabela A.7.

Cenário Produtor 01

- Ensaios de envelhecimento para duração de 27 anos na temperatura de 130°C para equipamentos de fundo, injeção química e *gas lift* e de 25°C para equipamentos submarinos.
- A Tabela 5 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com fluido da formação do cenário de poço produtor 1 informa a composição do fluido para ensaio de compatibilidade química com fluido da formação, enquanto a Tabela 6 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com gás da formação do cenário de poço produtor 1 informa a composição do fluido para ensaio de compatibilidade com o gás.

Equipamento	Heptano [%]	Ciclo-Hexano [%]	Tolueno [%]
Fundo	45	20	35
Submarino	45	20	35
Injeção	0	0	100*

Tabela 5 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com fluido da formação do cenário de poço produtor 1

Equipamento	CO ₂ [%]	H ₂ S [ppm]	CH ₄ [%]
Fundo	40	1200	59,9
Submarino	40	100	59,9
Injeção Química e Gás Lift	4	15	96

Tabela 6 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com gás da formação do cenário de poço produtor 1

* Somente para poços com previsão de injeção de inibidor de asfalto

- Solicita-se também um ensaio de envelhecimento para duração de 27 anos com cloreto de cálcio com pH 9 (composição e propriedades no Apêndice A) para os equipamentos de fundo.
- Adicionalmente, solicita-se ensaio de envelhecimento com ácido clorídrico com concentração volumétrica de 15% para duração de um dia para os equipamentos de fundo e submarinos.
- Para os equipamentos de injeção o ensaio de envelhecimento deve ser feito com fluido etanol para duração de 27 anos. O ensaio deve ser repetido com tolueno puro, conforme Tabela 5 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com fluido da formação do cenário de poço produtor 1

Cenário Produtor 02

- Ensaio de envelhecimento para duração de 27 anos a temperatura de 85°C para aplicações de fundo, de injeção química e *gas lift* e 25°C para aplicações submarinas. Elementos de vedação de plugues, standing valve e GR valves devem possuir vida útil de três anos somente, para as mesmas temperaturas.
- A Tabela 7 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com fluido da formação do cenário de poço produtor 2 informa a composição do fluido para ensaio de compatibilidade química com fluido da formação, enquanto a Tabela 8 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com gás da formação do cenário de poço produtor 2 informa a composição do fluido para ensaio de compatibilidade com o gás.

Equipamento	Heptano [%]	Ciclo-Hexano [%]	Tolueno [%]
Fundo	50	20	30
Submarino	50	20	30
Injeção Química e Gás Lift	0	0	100 *

Tabela 7 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com fluido da formação do cenário de poço produtor 2

* Somente para poços com previsão de injeção de inibidor de asfalto

Equipamento	CO ₂ [%]	H ₂ S [ppm]	CH ₄ [%]
Fundo	3	300	96,9
Submarino	3	300	96,9
Injeção Química e Gás Lift	4	15	96

Tabela 8 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com gás da formação do cenário de poço produtor 2

- Solicita-se também um ensaio de envelhecimento para duração de 27 anos com cloreto de cálcio com pH 9 (composição e propriedades no Apêndice A) para os equipamentos de fundo.
- Adicionalmente, solicita-se ensaio de envelhecimento com ácido clorídrico com concentração volumétrica de 15% para duração de um dia para os equipamentos de fundo e submarinos.
- Para os equipamentos de injeção o ensaio de envelhecimento deve ser feito com fluido etanol para duração de 27 anos. O ensaio deve ser repetido com tolueno puro (conforme Tabela 7 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com fluido da formação do cenário de poço produtor 2

Cenário Injetor de Água

- Como os elastômeros neste cenário não entram em contato com os fluidos do reservatório é necessário somente apresentar ensaios de envelhecimento com ácido clorídrico com concentração volumétrica de 15% e com cloreto de cálcio com pH 9 (composição e propriedades no Apêndice A) para duração de 27 anos a temperatura de 125°C. Elementos de vedação de plugues, standing valve e GR valves devem possuir vida útil de três anos somente, para as mesmas temperaturas.


Cenário Injetor de Gás/Água

- Ensaios de envelhecimento para duração de 27 anos a temperatura de 125°C para aplicações de fundo e de injeção química e *gas lift* e 40° para aplicações submarinas. Elementos de vedação de plugues, standing valve e GR valves devem possuir vida útil de três anos somente, para as mesmas temperaturas.
- A Tabela 9 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com gás da formação do cenário de poço injetor de gás/água. informa a composição do fluido para ensaio de compatibilidade química com o gás. Não é necessário verificar compatibilidade química do elastômero com o óleo da formação.

Equipamento	CO ₂ [%]	H ₂ S [ppm]	CH ₄ [%]
Fundo	65	-	40
Submarino	65	-	40

Tabela 9 - Composição do fluido para ensaio de envelhecimento com gás da formação do cenário de poço injetor de gás/água.

- Solicita-se também um ensaio de envelhecimento para duração de 27 anos com cloreto de cálcio com pH 9 (composição e propriedades no Apêndice A) para os equipamentos de fundo.
- Adicionalmente, solicita-se ensaio de envelhecimento com ácido clorídrico com concentração volumétrica de 15% para duração de um dia para os equipamentos de fundo e submarinos.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE REQUISITOS	Nº ET-3000.00-1210-130-PPQ-001	REV. 0C
	POÇOS		Folha 14 de 17
	TÍTULO: Componentes Elastoméricos de Poço		PÚBLICO POCOS/GTPS

7.1.2 Ensaios de Descompressão Rápida Explosiva

- A companhia proponente deverá apresentar ensaios de validação para emprego em poços *offshore* considerando o fenômeno de descompressão explosiva conforme Anexo B da ISO 23936-2, para cada grupo de equipamento e cenário.
- O ensaio deve ser feito minimamente a 100 °C e pressão de 600 bar, podendo estar a temperaturas e pressões maiores.
- Devem ser feitos ao menos 8 ciclos, a taxa de despressurização de 20 bar/min em 4 amostras similares até 0 psi, conforme ISO 23936-2, Anexo B.
- Os ensaios devem ser apresentados no formato da ISO 23936-2, tabela B-6.
- Não é necessário verificar a resistência ao fenômeno de descompressão explosiva para as aplicações de injeção de água em nenhum dos grupos de equipamentos mapeados.

Cenário Produtor 01

- O fluido para ensaios de descompressão explosiva deve ser de 40 mol% CO₂ e 60 mol% N₂ conforme norma ISO 23936-2, Anexo B, Tabela B.1, *Bespoke*, para as aplicações de fundo e submarinas.

Cenário Produtor 02

- Não é necessário demonstrar resistência à descompressão explosiva para poços produtores neste cenário.

Cenário Injetor de Água

- Não é necessário demonstrar resistência à descompressão explosiva para poços injetores de água.

Cenário Injetor Gás/Água

- O fluido para ensaios de descompressão explosiva deve ser de 65 mol% CO₂ e 35 mol% N₂ conforme norma ISO 23936-2, Anexo B, Tabela B.1, *Bespoke*, para as aplicações de fundo e submarinas.

7.1.3 Temperatura de Transição Vítre

- Os elastômeros devem apresentar temperatura de transição vítrea inferior às temperaturas dadas abaixo para cada grupo de equipamento e cenário, conforme a Tabela 10 - Temperaturas Mínimas de Tansição Vítre para os elastômeros abaixo.

Mínimas Temperaturas de Transição Vítrea	Produtor 01	Produtor 02	Injetor de Água	Injetor de Gás/Água
Fundo	82 °C	50 °C	10 °C	7 °C
Submarino	4 °C	4 °C	4 °C	4 °C
Injeção Química e Gás Lift	82 °C	50 °C	-	-

Tabela 10 - Temperaturas Mínimas de Tansição Vítrea para os elastômeros

7.2 Documentação Técnica

Para fins de estudos ou investigações adicionais, equipamentos de poço que contenham vedação elastomérica devem apresentar, juntamente à proposta do equipamento, informações referentes ao material de vedação, a saber:

Nome do fabricante do elastômero

Nome do fornecedor do elastômero

Tipo de elastômero

Grade

Densidade

Dureza

Limite de Escoamento

Tensão aplicada com 50% de alongamento

Tensão aplicada com 100% de alongamento

Alongamento na ruptura

APÊNDICE A - COMPOSIÇÃO DO FLUIDO DE COMPLETAÇÃO

A1- Composição

CASAC		
Produto	Função	Concentração Programada (lb/bbl)
Água do Mar	Diluyente	QSP
CaCl ₂	Adensante	180
NaHSO ₃ (@40%)	Sequestrador de Oxigênio	0,045% v/v
Glutaraldeído (@40%)	Bactericida	0,053 % v/v
Preventor de Emulsão	Preventor de Emulsão	0,200 % v/v
NaOH	Controlador de pH	até pH 9
Inibidor de Corrosão	Inibidor de Corrosão	0,24 % v/v

A2- Propriedades

Propriedades	CASAC
Peso (ppg)	9,6
Salin. (mg/L NaCl)	190.000 a 260.000
pH	8 - 9
Ca ²⁺ (mg/L)	500 - 700
Mg ²⁺ (mg/L)	1.500 – 2.000
Turbidez (NTU)	< 30

APÊNDICE B - EXEMPLO DE TABELA

Elastomer type	Upper temp ^a °C	Characteristics	Selected general fluid resistance				
			Crude oil	Alkaline	MeOH	Water	H ₂ S
EPDM	150	Good in water and steam; poor in hydrocarbons	NO ^b	OK ^c	OK	OK	OK
CR	100	Good in water; can be used as a hose cover, good weathering properties	C ^d	NO	OK	OK	C
NBR	120	Nitrile; highly unsaturated; a good general purpose sealing material, susceptible to ageing; vary acrylonitrile content to affect low temperature performance and oil swell	OK	OK	OK	OK	NO
HNBR	160	Hydrogenated nitrile; largely saturated, improved heat ageing, chemical and weather resistance; vary acrylonitrile content to affect low temperature performance and oil swell	OK	OK	OK	OK	C
FKM 1	200	Copolymer; most widely specified type; poor in methanol and alkaline fluids	OK	NO	NO	OK	C
FKM 2	200	Terpolymer; high fluorine grades good in methanol	OK	NO	OK	OK	C
FKM 3	200	Terpolymer; low T _g ; low fluorine grades not good in methanol	OK	NO	NO	OK	C
FKM 5	200	Pentapolymer; developed for alkaline fluid resistance; very little performance info available	OK	OK	OK	OK	C
FEPM	230	TFE/P copolymer; poor in aromatic solvents; good H ₂ S, steam and alkaline resistance; high T _g	C	OK	OK	OK	OK
	200	ETP – Ethylene containing terpolymer; developed for alkaline resistance	OK	OK	OK	OK	C
FFKM	220 to 315	Thermal performance depends on crosslink chemistry; very good fluid/chemical resistance;	OK	OK	OK	OK	OK

^a Maximum rated temperature in air.

^b NO: considered unsuitable for service; excessive volume swell at equilibrium; also, chemical ageing may occur.

^c OK: considered suitable for service, in terms of volume swelling (< 20 %) and ageing.

^d C: could be suitable for service, in terms of volume swelling and ageing, but refer to qualifying notes; also, fluid contact may not be relevant.

NOTE 1 OK covers a range of performance, e.g. FKM crude oil resistance is better than that of NBR/HNBR, although nitrile are usually considered as acceptable.

NOTE 2 Service situations involving CR contact with H₂S are unlikely to exist.

NOTE 3 Nitriles will chemically age, NBR more readily than HNBR, in contact with H₂S; temperature and concentration factors apply.

NOTE 4 Methanol is 100 % (neat); dilution with water will make methanol less aggressive.

NOTE 5 FKM 5 has better resistance than FKM 1-3. As some fluids may degrade this elastomer type testing is recommended.

NOTE 6 FKM cure important; generally, peroxide cure gives better chemical resistance than bisphenol cure chemistry.