



<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº: ET-3000.00-1500-229-PEK-001
CLIENTE:	PETROBRAS E&P	FOLHA: 1 de 52
PROGRAMA:		
ÁREA:	SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO	
TÍTULO:	REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA	INTERNO SUB/ES/EECE/EES

MS Word@/2016/ET-3000.00-1500-229-PEK-001\_RevA.docx

### ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Original
A	Revisão geral após alinhamento com mercado via <i>Request for Information</i> (RFI)

Documento em conformidade com a lei federal nº 13.303/16.

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	30/09/2019	14/04/2021							
PROJETO	EES	EES							
EXECUÇÃO	U4TD	U4TD							
VERIFICAÇÃO	UPP8	UPP8							
APROVAÇÃO	UP65	UP65							

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS N-0381 REV. L.

**ÍNDICE**

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. REFERÊNCIAS.....	4
3. TERMOS E DEFINIÇÕES.....	6
4. ABREVIações .....	9
5. REQUISITOS GERAIS DE PROJETO.....	10
6. REQUISITOS GERAIS DE TESTES.....	15
7. ESTRUTURA DE TESTE.....	18
8. PROCESSO DE QUALIFICAÇÃO DO PROJETO .....	19
9. CLASSES DE QUALIFICAÇÃO DE PROJETO .....	21
10.CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO.....	23
11.MODOS E DESCRITIVOS DE TESTES .....	26
12.SEQUÊNCIA DE TESTES .....	45
13.SOFTWARE.....	52

## 1. INTRODUÇÃO

Esta especificação técnica define os requisitos mínimos de projeto, de fabricação e de testes para válvulas choke de aplicação submarina, sendo aplicável a válvulas choke com atuadores hidráulicos, elétricos ou mecânicos (ROV) utilizadas em águas rasas, profundas e ultra profundas, em instalações residentes ou recuperáveis.

### 1.1 Conflitos e desvios

**1.1.1** Esta especificação baseia-se nas referências dispostas no Capítulo 2 e atende integralmente, superando em alguns casos, os requisitos definidos nas normas e códigos utilizados internacionalmente na indústria de óleo e gás.


**1.1.2** O atendimento integral por parte do fabricante aos requisitos dispostos nessa especificação é de caráter mandatário. No entanto, caso seja tecnicamente comprovado que os desvios são, na verdade, resultados de aperfeiçoamentos e/ou soluções especiais propostas pelo fabricante, a PETROBRAS, a seu critério, poderá julgar os mesmos como sendo aceitáveis.

**1.1.3** No caso da existência de desvios em relação aos requisitos aqui dispostos, o fabricante deve obrigatoriamente enviar à PETROBRAS uma notificação por escrito contendo, além da lista de todos os desvios, os pedidos de concessão com a tratativa e disposição técnica dada pela engenharia do fabricante.

**1.1.4.** Em caso de conflito entre os requisitos especificados nesta ET e os da referência 2.16, prevalecem os requisitos especificados nesta ET.

**1.1.5** No caso de haver qualquer conflito entre os requisitos dispostos nesta especificação com as normas e códigos internacionais da indústria de óleo e gás, o fabricante deve informar a PETROBRAS e prover à mesma uma lista dos conflitos existentes para que seja dado o devido tratamento. De maneira alguma, o conteúdo desta especificação deve ser interpretado como sendo um abrandamento de tais requisitos. Portanto, em caso de conflito, deve prevalecer o requisito mais conservador.

**1.1.6** O não pronunciamento do fabricante durante o processo licitatório e antes da entrega da proposta técnica configura concordância com os requisitos especificados. Desta maneira caso seja identificada posteriormente à fase de licitação, tanto pelo fabricante quanto pela PETROBRAS, necessidade de alteração de projeto para atendimento aos requisitos colocados originalmente no processo, tal modificação não poderá ser considerada como pleito para alteração de custo ou prazo no fornecimento, a menos que seja comprovada inviabilidade técnica.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1500-229-PEK-001	REV. A
	SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO		FOLHA 4 de 52
	TÍTULO: REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA		INTERNO

## 2. REFERÊNCIAS

- 2.1 ANSI/ISA 75.01.01, 2012 – *Flow Equations for Sizing Control Valves.*
- 2.2 ANSI/ISA 75.02.01, 2008 – *Control Valve Capacity Test Procedures.*
- 2.3 ANSI/FCI 70-02, 2013 – *Control Valve Seat Leakage.*
- 2.4 API STANDARD 6AV1, *THIRD EDITION*, 2018 – *Validation of Safety and Shutdown Valves for Sandy Service.*
- 2.5 DNVGL-RP-F112:2018 – *Design of duplex stainless steel subsea equipment exposed to cathodic protection.*
- 2.6 ISO 10423:2009 – *Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment — Wellhead and christmas tree equipment*
- 2.7 ISO 13628-1:2005 – *Petroleum and natural gas industries — Design and operation of subsea production systems — Part 1: General requirements and recommendations.*
- 2.8 ISO 13628-4:2010 – *Petroleum and natural gas industries — Design and operation of subsea production systems — Part 4: Subsea wellhead and tree equipment.*
- 2.9 ISO 13628-6:2010 – *Petroleum and natural gas industries — Design and operation of subsea production systems — Part 6: Subsea production control systems.*
- 2.10 ISO 13628-8:2002 – *Petroleum and natural gas industries — Design and operation of subsea production systems — Part 8: Remotely Operated Vehicle (ROV) interfaces on subsea production systems.*
- 2.11 ISO 15156-1:2009 – *Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H<sub>2</sub>S-containing environments in oil and gas production — Part 1: General principles for selection of cracking-resistant materials.*
- 2.12 ISO 15156-2:2009 – *Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H<sub>2</sub>S-containing environments in oil and gas production — Part 2: Cracking-resistant carbon and low-alloy steels, and the use of cast irons.*
- 2.13 ISO 15156-3:2009 – *Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H<sub>2</sub>S-containing environments in oil and gas production — Part 3: Cracking-resistant CRAs (corrosion-resistant alloys) and other alloys.*
- 2.14 N-2037 – *Pintura de Equipamentos Submersos em Água do mar.*
- 2.15 ET-3000.00-1500-220-PEK-001 – *Sistema de compensação de válvulas submarinas.*
- 2.16 ET-3000.00-1500-220-PEK-002 – *Requisitos gerais de projeto e testes de válvulas e atuadores submarinos.*

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Nº

ET-3000.00-1500-229-PEK-001

REV.

A

SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO

FOLHA

5

de

52

TÍTULO:

REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS  
CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA

INTERNO

SUB/ES/EECE/EES

- 2.17** ET-3000.00-1500-251-PEK-001 – Fixadores em aço baixa liga de alta resistência para aplicação submarina.
- 2.18** ET-3000.00-1500-251-PEK-002 – Rastreabilidade de fixadores de alta resistência para utilização submarina.
- 2.19** ET-3000.00-1521-600-PEK-001 – Projeto de interfaces para operações com ROV.
- 2.20** I-ET-3000.00-1500-24A-PEK-001 – *Subsea connector systems for diverless rigid spool.*
- 2.21** I-ET-3000.00-1500-24A-PEK-002 – *Test requirements for subsea connector systems for diverless rigid spool.*
- 2.22** LD-3000.00-1500-600-PEK-013 – Lista de documentos de qualificação.

### 3. TERMOS E DEFINIÇÕES

#### 3.1 Assinatura de passo

**3.1.1** Aquisição do perfil da pressão de atuação realizada a partir da movimentação do pistão, de forma lenta e controlada, ao longo de todo o seu curso de avanço e retorno referente a um passo.

#### 3.2 Classe de Pressão de Trabalho do Atuador (CPTA)

**3.2.1** Pressão máxima na qual as partes de contenção de pressão do atuador, ou partes carregadas mecanicamente, são projetadas para operar continuamente e que resulta na força (ou torque) necessária para operar o choke na pior condição incluindo o fator de segurança.

#### 3.3 Ciclo

**3.3.1** Atuação do choke, pelo mecanismo de atuação principal ou secundário, da posição completamente fechada até a posição completamente aberta, retornando-se novamente à posição completamente fechada.

#### 3.4 Falha

**3.4.1** Não atendimento aos critérios definidos para cada modo de teste.

#### 3.5 Hiperbárico

**3.5.1** Refere-se à pressão externa equivalente à pressão hidrostática da coluna d'água na profundidade máxima de projeto.

#### 3.6 Mecanismo de atuação do choke

##### 3.6.1 Mecanismo de atuação principal

**3.6.1.1** Num choke dotado de atuador hidráulico de passo o acionamento principal é a atuação hidráulica.

**3.6.1.2** Num choke dotado de atuador elétrico o acionamento principal é a atuação elétrica.

**3.6.1.3** Num choke dotado apenas de atuador com interface de torque para acionamento rotativo (manual/ROV), o acionamento principal é por intermédio desta interface.

### 3.6.2 Mecanismo de atuação secundário

**3.6.2.1** Em um choke dotado de atuador hidráulico de passo o mecanismo de atuação secundário é acionado por intermédio da interface rotativa (manual/ROV).

**3.6.2.2** Em um choke dotado de atuador elétrico o mecanismo de atuação secundário é acionado por intermédio da interface rotativa (manual/ROV).

**3.6.2.3** Em um choke dotado apenas de atuador com interface de torque para mecanismo de atuação rotativo (manual/ROV), o mecanismo de atuação secundário não existe.

### 3.6.3 Casos especiais

**3.6.3.1** Para atuador de acionamento remoto (elétrico ou hidráulico de passo) que possa ser desacoplado para substituição (*drop in place*) e que, em sendo removido o atuador, seja possível o acionamento do choke diretamente pela sua interface de torque, é dispensado o mecanismo de atuação secundário (*override*).

### 3.7 Pressão de Projeto do Atuador (PPA)

**3.7.1** Maior valor de pressão ao qual o atuador pode ser submetido em condições incidentais de pressurização, equivalente ao valor regulado no dispositivo de segurança de alívio de pressão da HPU.

### 3.8 Pressão de Trabalho do Atuador (PTA)

**3.8.1** Pressão na qual o atuador é operado normalmente, equivalente à pressão regulada no header de baixa da HPU.

### 3.9 Protótipo

**3.9.1** Conjunto composto pela montagem do atuador (mecânico, hidráulico ou elétrico) no choke, devendo ser representativo do projeto a ser qualificado.

### 3.10 Testes de aceitação de fábrica (FAT)

**3.10.1** Testes executados em todos os conjuntos choke-atuador com o objetivo de evidenciar que os produtos apresentam desempenho, de vedação e de atuação, estatisticamente similar ao apresentado pelo protótipo durante os testes de qualificação. Devem ser preparados para verificar todos os subsistemas do conjunto choke-atuador, como o mecanismo de atuação principal, o mecanismo de atuação secundário (*override*) os elementos de vedação, etc. Devem ser previstos os testes requeridos nas normas aplicáveis, desde que não destrutíveis.

### 3.11 Teste de desempenho de atuação

**3.11.1** Consiste na operação do(s) mecanismo(s) de atuação do choke, podendo ser executado através de pressurização (avanço) e posterior despressurização (retorno) dos pistões do atuador hidráulico e/ou por acionamento via torque (*override*). O acionamento

deve ocorrer de forma lenta e controlada, coletando-se os diversos dados de pressão e/ou torque, de forma sincronizada, ao longo do tempo de teste.

### 3.12 Teste de qualificação (PVT)

**3.12.1** Testes executados em chokes protótipos com o objetivo de se verificar o atendimento aos requisitos de projeto. Estes testes devem incluir testes estáticos e dinâmicos, testes de integridade, testes de vedação, testes funcionais, testes de pressão sob limites extremos de temperatura, testes de desgaste (cíclicos) que comprovem a confiabilidade requerida e até testes potencialmente destrutivos, para verificar a margem de segurança operacional do projeto.

### 3.13 Torque Máximo de Operação (TMO)

**3.13.1** Torque máximo que poderá ser aplicado em operações de campo, sem gerar danos no atuador. É a margem de segurança do operador, devendo ser utilizado apenas para operações especiais e com histórico de problemas no equipamento.

### 3.14 Torque Nominal de Operação (TNO)

**3.14.1** Torque necessário para acionar o choke em condições normais de operação, sendo o valor normalmente ajustado na ferramenta de torque.

### 3.15 Vedação primária

**3.15.1** É a primeira barreira de vedação, do meio interno para o externo, que entra em contato com o fluido de processo, sendo o principal elemento de vedação.

#### 4. ABREVIações

ANM	Árvore de Natal Molhada
CFD	<i>Computational Fluid Dynamics</i>
CPTA	Classe de Pressão de Trabalho do Atuador
CV	Coeficiente de Vazão
ET	Especificação Técnica
FAT	<i>Factory Acceptance Test</i>
FEA	<i>Finite Element Analysis</i>
FL	Fator de recuperação da pressão do líquido
KP	Ponto chave ( <i>key-point</i> )
LDA	Lâmina d'água
LVDT	<i>Linear Variable Differential Transformer</i>
PMT	Pressão Máxima de Trabalho
PR2	<i>Performance Requirement class 2</i>
PSL	<i>Product Specification Level</i>
PTA	Pressão de Trabalho do Atuador
PVT	<i>Performance Verification Test</i>
ROV	<i>Remotely Operated Vehicle</i>
RSV	<i>ROV Support Vessel</i>
SCM	<i>Subsea Control Module</i>
SIT	<i>Site or System Integration Test</i>
TMO	Torque Máximo de Operação
TNO	Torque Nominal de Operação
S	Desvio padrão
S <sub>MAX</sub>	Desvio padrão amostral máximo (entre o PVT e FAT)

## 5. REQUISITOS GERAIS DE PROJETO

- 5.1** Quando não especificados nesta ET, os requisitos gerais de projeto devem ser conforme especificado na referência 2.16 item 6, com exceção dos itens 6.5, 6.17.2.1, 6.17.3 e 6.17.4.2.
- 5.2** O choke deve atender aos requisitos de vazão, de pressões (montante e jusante) e de temperaturas do início até o final da vida em serviço do poço ou do campo. Para tal, são fornecidas, na documentação de compra, tabelas contendo dados de vazão, pressão e temperatura para aplicações de produção de óleo, gás e suas misturas, bem como para aplicações de injeção de água ou gás, sempre associados aos demais parâmetros que se fizerem necessários, tais como: composição molar do hidrocarboneto (para determinação das frações de gás-líquido que escoam através do choke) e teores de água e de sólidos (com a correspondente granulometria).
- 5.3** Caso não esteja especificado diferentemente na documentação de compra, o sistema de atuação deve possibilitar o ajuste do CV em incrementos de no máximo 1% em relação ao CV máximo. Poderá ser considerado o valor médio dos incrementos ao longo de todo o curso do choke.
- 5.4** O choke pode ser operado por atuador mecânico (ROV), hidráulico de passo ou elétrico, conforme solicitado na documentação de compra. A operação por elemento atuador de sistema de atuação compartilhada é permitida desde que atendidos os requisitos de vida útil, precisão de posicionamento, precisão na regulação do CV desejado, interface e classe de torque.
- 5.5** Os componentes do atuador que estejam sujeitos à pressão do sistema de compensação devem ser projetados para resistir a um diferencial de pressão a ser informado pelo fabricante, tanto de dentro para fora como de fora para dentro. Caso o projeto do atuador considere a utilização de válvula de alívio conectada à câmara da mola, a mesma deve ter pressão de abertura regulada entre 25 psi e 100 psi.
- 5.6** A pressão de abertura da válvula de alívio do bonnet deve ser regulada para a faixa de 25 psi a 100 psi.
- 5.7** Caso não esteja especificado diferentemente na documentação de compra, o projeto do choke deve:
- 5.7.1** Possuir atuador do tipo hidráulico de passo.
  - 5.7.2** Ser do tipo *bonnet* aparafusado.
  - 5.7.3** Ser do tipo ajustável.
  - 5.7.4** Ser dos tipos plugue interno e gaiola (*plug and cage*) ou luva externa e gaiola (*external sleeve*).
  - 5.7.5** Ter controlabilidade do tipo igual porcentagem (*equal percentage*).

- 5.8** O atuador deve ser projetado para resistir o acionamento simultâneo através dos mecanismos de atuação principal e secundário na mesma direção, nos sentidos de abertura e fechamento.
- 5.9** Para atuadores hidráulicos de passo (*hydraulic stepping actuator*), deve ser informado o torque resultante na haste em função da pressão de atuação aplicada. O fabricante também deve informar os parâmetros operacionais de pulso de pressão, sendo eles os tempos mínimos de pressurização em cada passo (*pulse length*), de manutenção da pressão final de controle (*hold time*) e do intervalo entre cada pulso (*wait time*). A Figura 1 ilustra a representação de cada um dos parâmetros operacionais de pulso de pressão especificados.

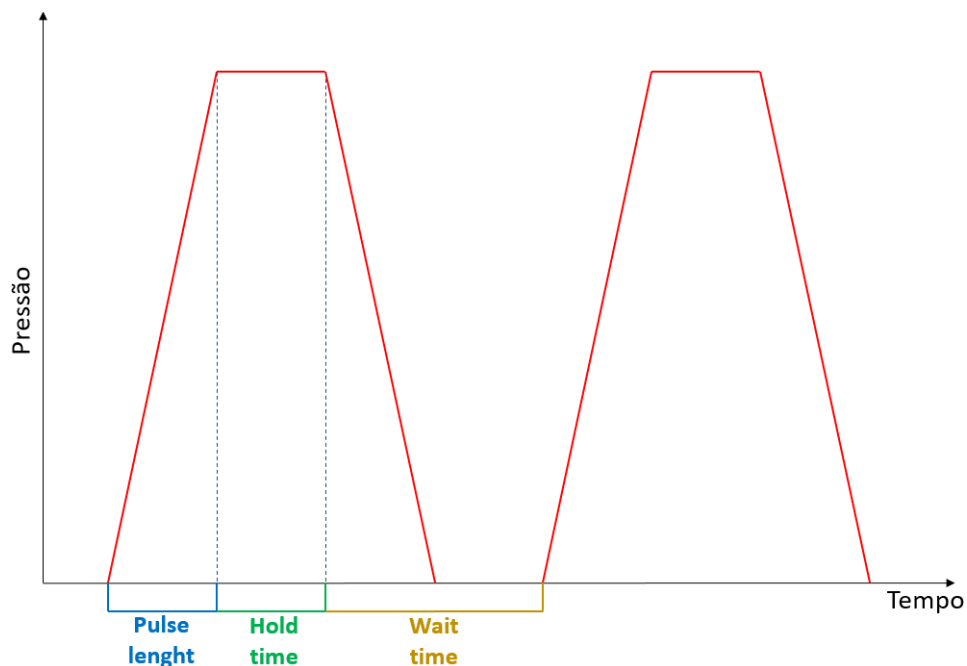


Figura 1 – Representação dos parâmetros operacionais de pulso de pressão.

- 5.10** Para atuador elétrico com montagem definitiva no corpo do choke, o mesmo deve ser dotado de um sistema de atuação secundário (*override*).
- 5.11** O choke deve ser projetado para não permitir que a haste se movimente involuntariamente (*backdriving*) na condição de pressão máxima de operação no corpo e perda das funções de controle do atuador. Choke com atuação mecânica deve ser projetado para impedir o movimento involuntário da haste em qualquer condição de operação.
- 5.12** O elemento-fusível ou ponto mais fraco do sistema de atuação deve ser externo ao envelope de contenção de pressão.
- 5.13** Para choke com atuação remota, além do sistema de indicação de posição local que deve ser conforme a referência 2.16 item 6.17.9, o choke deve contar com um sistema de indicação de posição remoto. Este deve realizar a indicação de posição

da haste por meio de sensor elétrico. O sensor deve ter resolução suficiente para permitir acompanhar a menor escala de deslocamento da haste prevista para o ajuste do CV. O sistema de controle irá converter o sinal de saída do sensor para o correspondente valor de CV conforme a curva de “sinal de saída x CV” a ser fornecida pelo fabricante do choke.

**5.14** O projeto do choke deve resistir à operação na condição de fluxo reverso, considerando inclusive a condição de choke completamente fechado e com pressão na jusante maior que na montante.

**5.14.1** O fabricante deve informar o limite operacional no que diz respeito à vazão, ao diferencial de pressão e ao teor de sólidos, tanto para escoamento de líquido quanto de gás, para a condição de fluxo reverso.

**5.14.2** Devem ser levantadas e fornecidas as curvas de CV e FL para a condição de fluxo reverso.

**5.15** As temperaturas máxima e mínima do projeto do choke devem ser definidas com base na temperatura informada na documentação de compra emitida pela PETROBRAS, devendo as mesmas serem enquadradas nas classes definidas na Tabela 2 da referência 2.6. Caso não esteja especificado diferentemente na documentação de compra, para aplicações a gás, a temperatura mínima do projeto do choke não poderá ser superior àquela correspondente à classe P (-29°C).

**5.16** No caso da documentação de compra especificar choke do tipo insertável (*insert retrievable*), além das exceções especificadas no item 5.1 desta especificação técnica, o item 6.9 da referência 2.16 também não se aplica. Ademais, os seguintes requisitos específicos devem ser atendidos:

#### **5.16.1 Requisitos para o inserto recuperável**

a) No caso de projetos cuja vedação entre as partes recuperável e residente do choke é energizada por meio do acoplamento, o projeto do conector utilizado deve atender aos requisitos dispostos na referência 2.20;

b) Deve ser projetado para permitir a instalação/recuperação de todos os componentes sujeitos à desgaste sem remover o corpo do choke do equipamento submarino do qual o mesmo faz parte;

c) O atuador e as partes recuperáveis do choke devem ser removidas simultaneamente numa única operação vertical;

d) O sistema de conexão e travamento deve ser projetado para minimizar o torque resistente bem como prevenir o aumento de torque devido à exposição ao ambiente marinho, principalmente devido à formação de camada calco-magnésiana ou de vida marinha, bem como à corrosão;

e) O projeto do sistema de conexão e travamento principal deve prever um mecanismo secundário de destravamento que permita a retirada do inserto mesmo em caso de falha do sistema de conexão e travamento principal. Alternativamente, essa contingência pode ser realizada por ferramenta de corte, projetada pelo fabricante do choke especificamente para esse fim, desde que não haja risco de dano à parte residente do choke no equipamento;

- f) O fabricante do choke deve projetar uma capa de bloqueio para instalação em casos em que é prevista a remoção definitiva do choke ao longo da vida produtiva do campo;
- g) Quando informada na documentação de compra a possibilidade de conversão entre injeção e produção, o projeto do choke de inserto recuperável deve permitir tal conversão apenas por meio da troca do inserto;
- h) O conector deve ser capaz de manter a condição de travamento após a energização (auto-retenção);
- i) O conector deve possuir um sistema de indicação de travamento visível pela câmera do ROV;
- j) O torque de travamento/destravamento do conector deve ter como limite a Classe 5 das ferramentas de torque (*torque tools*), conforme referência 2.10, mantendo uma margem de 50% para aplicação de sobre torque;
- k) O sistema de conexão deve assegurar o correto alinhamento e um assentamento suave e controlado do inserto de modo a impedir qualquer dano tanto à parte residente do choke quanto aos componentes recuperáveis;
- l) A vedação primária entre corpo e *bonnet* deve ser do tipo metal x metal bidirecional, devendo atingir energização total exclusivamente através do travamento do sistema de conexão;
- m) A vedação principal entre o inserto e o corpo, no sentido de vazamento para o ambiente externo deve ser do tipo metal x metal, preferencialmente bidirecional. O projeto deve prever ainda elementos de vedação secundários para ambos os sentidos de vazamento;
- n) O protótipo do choke deve prever pórticos para permitir o teste/monitoramento individual de cada elemento de vedação nas interfaces de vedação entre “corpo e *bonnet*” e “corpo e inserto”, sendo que a interface entre “corpo e *bonnet*” deve ser testada após a completa energização do conector; e
- o) O corpo do choke, o qual receberá o inserto e será residente no equipamento submarino, deve possuir um sistema de guia apropriado para permitir as operações de aproximação, orientação, centralização e acoplamento da ferramenta de instalação e do novo inserto. Tal sistema deve ser projetado de forma a facilitar a instalação do novo inserto e impedir o impacto do inserto contra o corpo do choke, minimizando o tempo de operação para sua instalação/recuperação.

### 5.16.2 Requisitos para a ferramenta de instalação/recuperação (*running tool*)

- a) As ferramentas necessárias para efetuar a instalação/recuperação do conjunto “atuador + inserto” devem ser projetadas para manuseio seguro em condições “*offshore*”;
- b) Deve possuir *skid* dedicado para manuseio e transporte;
- c) Deve permitir operação a partir de unidade hidráulica na superfície ou atuação mecânica/hidráulica a partir de interface para ROV na ferramenta;
- d) Deve ser projetada para utilização por cabo e guindaste de embarcação do tipo RSV;
- e) Deve proteger o inserto contra impactos durante a movimentação;
- f) Deve possuir mecanismo que assegure um assentamento controlado do inserto, com atuação mecânica/hidráulica por ROV;
- g) Deve ser projetada para permitir o desacoplamento do inserto, sendo, para isto, capaz de aplicar pelo menos 2 vezes a carga nominal de separação entre corpo e inserto prevista em projeto;

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Nº

ET-3000.00-1500-229-PEK-001

REV.

A

SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO

FOLHA

14

de

52

TÍTULO:

REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS  
CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA

INTERNO

SUB/ES/EECE/EES

- h) Deve ser capaz de suportar impactos que normalmente ocorrem durante as atividades de manuseio e instalação sem resultar em danos dos seus componentes, do inserto ou do corpo residente;
- i) Quando equipada com sistema de *soft landing*, deve possuir indicador visual de acionamento deste mecanismo;
- j) Deve possuir mecanismo de travamento (*latch*) para prevenir a desconexão inadvertida do inserto;
- k) Deve permitir a visualização adequada por ROV das operações de travamento/destravamento da ferramenta, acionamento de *soft landing*, travamento/destravamento do sistema de conexão e travamento do inserto;
- l) Deve ser guiada adequadamente para correta montagem e operação, tendo ainda superfícies adequadas de contato com o equipamento; e
- m) As operações de instalação devem ser totalmente reversíveis a partir de qualquer estágio da instalação.

## 6. REQUISITOS GERAIS DE TESTES

**6.1** Quando não especificados nesta ET, os requisitos gerais de testes devem ser conforme o especificado na referência 2.16 item 7, para todos os itens possíveis de serem aplicados para choke.

### 6.2 Velocidade de acionamento

**6.2.1** A velocidade de acionamento durante os testes de desempenho de atuação hidráulica deve ser lenta e controlada. Para isto, deve ser utilizado um dispositivo de restrição do fluido de controle, tal como uma válvula agulha ou placa de orifício. A velocidade do passo deve ser ajustada de forma que o tempo para avanço ou retorno completos do pistão seja de, no mínimo, 10 segundos, com duração total da assinatura de, no mínimo, 20 segundos.

**6.2.2** A velocidade de acionamento durante os testes de desempenho de atuação por torque deve ser ajustada de forma que os cursos de abertura e fechamento sejam realizados em um tempo mínimo de 2 minutos, com duração mínima total da assinatura de 4 minutos.

**6.2.3** A velocidade de acionamento durante o teste cíclico de atuação hidráulica deve ser ajustada considerando os parâmetros operacionais de pulso de pressão: *pulse length*, *hold time* e *wait time*, definidos e declarados na seção 5.9 e ilustrados na Figura 1.

**6.2.4** A velocidade de acionamento durante o teste cíclico de torque deve ser ajustada de forma que os cursos de abertura e fechamento sejam realizados em um tempo mínimo de 1 minuto, com duração mínima total do ciclo de 2 minutos.

### 6.3 Registros gráficos

#### 6.3.1 Testes de desempenho de atuação (assinaturas)

**6.3.1.1** Os pontos chaves definidos a seguir devem ser marcados na curva de pressão do atuador e registrados para cada assinatura de passo, para os sentidos de avanço e retorno da haste, juntamente com a leitura da posição da haste pelo LVDT.

- a)  $P_{ai}$  (pressão de avanço inicial): pressão requerida no pistão para iniciar o deslocamento da haste do choke;
- b)  $P_{af}$  (pressão de avanço final): pressão requerida no pistão para finalizar o deslocamento da haste do choke ao longo do curso de um passo;
- c)  $P_{ri}$  (pressão de retorno inicial): pressão mínima no pistão para início do seu movimento de retorno; e
- d)  $P_{rf}$  (pressão de retorno final): pressão mínima no pistão ao final do seu movimento de retorno.

**6.3.1.2** Os pontos chaves definidos a seguir devem ser registrados para cada assinatura de torque juntamente com a leitura da posição da haste pelo LVDT:

- a) BTO (*Break Torque to Open*): Torque máximo para o início do movimento de abertura, comumente chamado de “torque de quebra para abrir”;

- b) RTO (*Running Torque to Open*): Torque máximo durante o movimento de abertura do choke;
- c) JTO (*Jam Torque to Open*): Torque máximo aplicado ao fim de curso de abertura do choke;
- d) BTC (*Break Torque to Close*): Torque máximo para o início do movimento de fechamento, comumente chamado de “torque de quebra para fechar”;
- e) RTC (*Running Torque to Close*): Torque máximo durante o movimento de fechamento do choke; e
- f) JTC (*Jam Torque to Close*): Torque máximo aplicado ao fim de curso de fechamento do choke.

**6.3.1.3** Os gráficos dos testes de desempenho de atuação hidráulica e de torque devem contemplar a apresentação de 1 ciclo por gráfico. A Figura 2 ilustra um modelo de referência para a assinatura de passo, onde são destacados os pontos notáveis da assinatura, dentre eles, os pontos chaves que devem ser marcados, conforme definido no item 6.3.1.1.

**6.3.1.4** Os pontos de pressão identificados na assinatura de passo mostrada na Figura 2 são interpretados como:

- Pressão A: Início do movimento do pistão;
- Pressão B: Acoplamento do sistema de transmissão entre pistão e haste;
- Pressão C:  $P_{ai}$ , definida no item 6.3.1.1;
- Pressão D:  $P_{af}$ , definida no item 6.3.1.1;
- Pressão E: Final do avanço do pistão;
- Pressão F:  $P_{ri}$ , definida no item 6.3.1.1; e
- Pressão G:  $P_{rf}$ , definida no item 6.3.1.1.

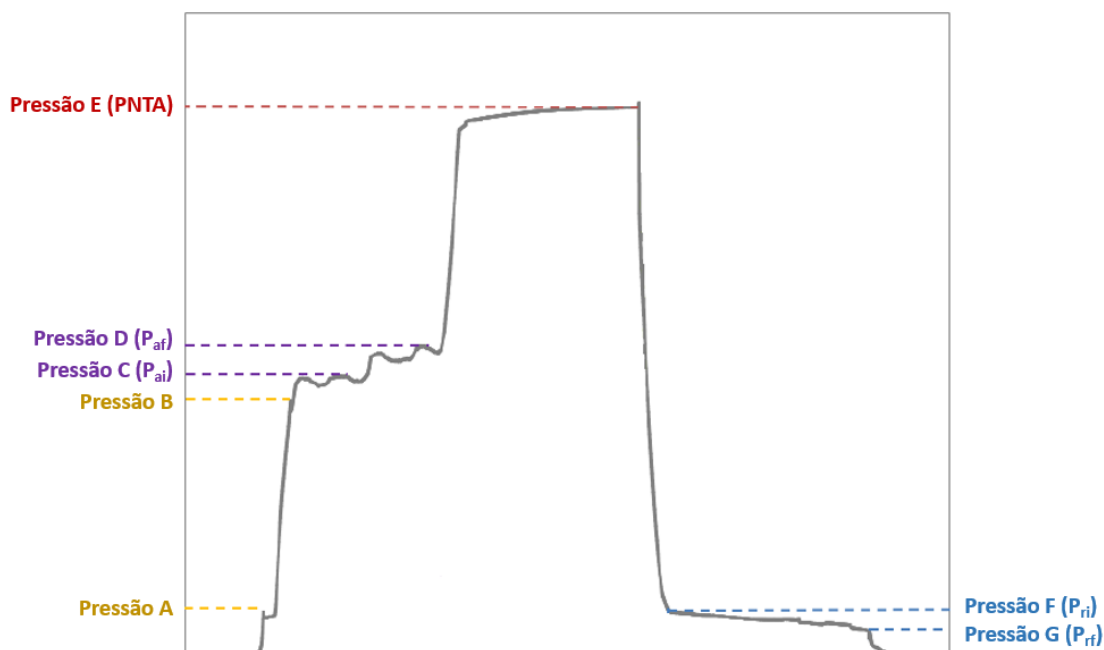


Figura 2 – Referência para assinatura de passo.

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Nº

ET-3000.00-1500-229-PEK-001

REV.

A

SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO

FOLHA

17

de

52

TÍTULO:

REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS  
CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA


INTERNO

SUB/ES/EECE/EES

- 6.4** No caso da documentação de compra especificar choke do tipo insertável (*insert retrievable*), a qualificação do conector utilizado deve ser realizada conforme a referência 2.21, não sendo aplicáveis apenas os testes de carregamento.

## 7. ESTRUTURA DE TESTE

- 7.1** Quando não especificados nesta ET, a estrutura de teste deve atender aos requisitos da referência 2.16 item 8, para todos os itens possíveis de serem aplicados para choke.
- 7.2** Para o teste de levantamento das curvas de CV e FL, a estrutura de teste deve ser conforme a referência 2.2.
- 7.3** Teste de areia: adequar a estrutura de teste, em especial a capacidade de vazão das bombas de pressurização, para as condições de teste descritas nesta ET.
- 7.4** O sistema de aquisição de dados deve ser capaz de registrar os valores de pressão com uma taxa de aquisição igual ou maior que:
- a) 1 Hz para os testes de vedação;
  - b) 5 Hz para demais testes; e
  - c) 20 Hz para os testes de desempenho de atuação.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1500-229-PEK-001	REV. A
	SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO		FOLHA 19 de 52
	TÍTULO: REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA		INTERNO

## 8. PROCESSO DE QUALIFICAÇÃO DO PROJETO

- 8.1** Quando não especificados nesta ET, o processo de qualificação do projeto deve atender aos requisitos da referência 2.16 item 9, para todos os itens possíveis de serem aplicados para choke.
- 8.2** Adicionalmente ao especificado na referência 2.16 item 9.4.1.4 “Inspeção dimensional pré-teste”, para qualificações que incluam testes de areia, deve haver o registro do peso inicial de todas as peças e componentes sujeitos a desgaste, abrasão, erosão ou inchamento (ex.: por absorção de fluidos), em especial de componentes do TRIM (gaiola, luva/plugue, sede). Deve ser utilizado instrumento de medição adequado para capturar a ordem de grandeza prevista pelo fabricante para o desgaste dos componentes, os quais devem ser limpos preliminarmente à medição.
- 8.3** Adicionalmente ao especificado na referência 2.16 item 9.4.1.6 “Documentação”, devem estar aprovadas pela PETROBRAS, previamente ao início dos testes de fluxo, as análises de CFD e/ou testes de fluxo realizados em laboratório para levantamento das curvas de CV e FL.
- 8.4** As curvas teóricas de CV e FL devem ser levantadas tanto para o sentido normal de fluxo quanto para o sentido de fluxo reverso, através de análise CFD para as posições resultantes de incrementos de até 10% do curso da haste, desde a posição totalmente fechada até a posição totalmente aberta.
- 8.5** Adicionalmente ao especificado na referência 2.16 item 9.4.3.3 “Desmontagem”, os seguintes itens devem ser atendidos na etapa de desmontagem:
- Inspeccionar e registrar o estado dos componentes do TRIM;
  - Verificar a ocorrência de trincas em componentes de Carbetto de Tungstênio; e
  - Realizar inspeção por Líquido Penetrante em todos materiais frágeis do TRIM, objetivando a identificação de trincas e defeitos.
- 8.6** Adicionalmente ao especificado na referência 2.16 item 9.4.3.4 “Inspeção dimensional pós-teste”, para qualificações que incluam testes com areia, deve haver o registro do peso final de todas as peças e componentes sujeitos a desgaste, abrasão, erosão ou inchamento (ex.: por absorção de fluidos), em especial os componentes do TRIM (gaiola, luva, plugue, sede). Deve ser utilizado instrumento de medição adequado para capturar a ordem de grandeza prevista pelo fabricante para o desgaste dos componentes, os quais devem ser limpos preliminarmente à medição.
- 8.7** Adicionalmente ao especificado na referência 2.16 item 9.5 “Reaproveitamento de componentes do protótipo”, nos casos em que o protótipo for submetido aos testes de areia, também não poderão ser reaproveitados os componentes “plugue/luva externa” e “gaiola”. No caso de projetos de “luva externa” e “gaiola”, os componentes “luva externa” e “sede” não poderão ser reutilizado, independentemente de terem sido ou não testados com areia, por se enquadrarem no requisito 9.5.3.2 da referência 2.16.

**8.8** Adicionalmente ao especificado na referência 2.16 item 9.7 “Alterações de projeto qualificado”, no caso de alteração apenas da gaiola de um projeto de choke já qualificado, com o objetivo de obter uma nova curva de CV, é suficiente a realização apenas dos testes de levantamento das curvas de CV e FL (item 11.9.1) e do teste de areia (item 11.9.2) para a respectiva classe do choke para fins de validação do projeto.

### **8.9 Validação de projetos previamente qualificados**

**8.9.1** Os projetos de chokes aprovados previamente com base nas “ET-3000.00-1500-229-PAZ-001 Rev. 0” e “ET-3000.00-1500-229-PAZ-002 Rev. 0” estão automaticamente validados para a Classe 3 de qualificação desta ET, definida no item 9.1.3.

**8.9.2** Desde que atendam aos requisitos dispostos nesta ET, os projetos qualificados previamente com base nos requisitos e sequência de testes dispostos nas normas referenciadas nos itens 2.6 e 2.8 poderão ter a qualificação validada para a classe 3 definida no item 9.1.3 desta ET mediante apresentação de toda documentação de projeto e qualificação por parte do fabricante para avaliação da PETROBRAS. Nesse caso, deve ser apresentado comparativo entre produto e protótipo (*gap analysis*), destacando-se as diferenças para cada componente do projeto em termos de desenho, incluindo controle de revisão, e número de parte.

**8.9.3** Para qualquer um dos casos anteriores, uma qualificação previamente realizada poderá ter sua classificação elevada para as Classes 1 e 2 caso sejam apresentadas evidências adicionais da realização do teste de areia. A classificação conforme Classe 1 ou 2 será decorrente da verificação de equivalência ao item 11.9.2 desta nesta ET. Da mesma forma, deve ser apresentado comparativo entre produto e protótipo (*gap analysis*), destacando-se as diferenças para cada componente do projeto em termos de desenho, incluindo controle de revisão, e número de parte.

## 9. CLASSES DE QUALIFICAÇÃO DE PROJETO

**9.1** O projeto de um conjunto choke-atuador para aplicação submarina poderá ser qualificado para três classes distintas. O enquadramento de um projeto em sua classe de qualificação será realizado em função da sua aplicação, conforme definido nos subitens a seguir:

**9.1.1** Classe 1: projetos de chokes aplicados a equipamentos submarinos onde há escoamento de fluido com teor de sólidos maior ou igual a 5 ppmv e partícula de tamanho superior a 25 µm.

**9.1.2** Classe 2: projetos de chokes aplicados a equipamentos submarinos onde há escoamento de fluido com teor de sólidos menor que 5 ppmv e partícula de tamanho superior a 25 µm.

**9.1.3** Classe 3: projetos de chokes aplicados a equipamentos submarinos onde há escoamento de fluido sem sólidos suspensos.

**9.1.4** Para os testes de areia da classe 1, o protótipo a ser utilizado deve ser da mesma classe de pressão e mesmo diâmetro nominal da aplicação pretendida. Para os testes de areia da classe 2, poderá ser considerada a utilização de um protótipo de diâmetro nominal de 2.1/16 polegadas (54 mm) e classe de pressão API 5000psi. Neste caso, deve ser apresentado um relatório demonstrando a semelhança entre os projetos dos protótipos.

**9.1.4.1** Dois projetos de diferentes diâmetros serão considerados semelhantes se apresentarem entre si semelhanças geométrica, cinemática e dinâmica, no que diz respeito às suas características de escoamento de fluxo. Um relatório com a análise de semelhança entre projetos deve ser submetido à avaliação da Petrobras.

**9.1.5** A realização da sequência de testes definida no item 11 poderá ser dividida em até três protótipos, a depender da classe de qualificação do choke. Na Tabela 1 são apresentadas as etapas de testes de qualificação previstas para cada classe. Na Tabela 2 são apresentadas as possíveis combinações de distribuição de testes nos protótipos em função das classes de qualificação. Para projetos de choke classe 1, caso seja utilizada a Opção 1, poderá ser realizada desmontagem parcial do choke, após teste da ANSI/ISA e antes do teste de areia, para substituição de componentes do choke, sendo que a montagem do atuador deve ser preservada.

**9.1.6** Todos os requisitos previstos no item 8 são aplicáveis a todos os protótipos e devem ser executados sempre que houver montagem ou desmontagem.

**9.1.7** Todos os critérios de aceitação aplicáveis ao protótipo P1 também são aplicáveis aos demais protótipos.

Tabela 1: Classes de qualificação.

Classes	Etapas			
	API 6A	API 17D	API 6AV1	ANSI/ISA 75.02.01
1	Anexo F PR2	Anexo L	Classe III	CV e FL
2	Anexo F PR2	Anexo L	Classe II	CV e FL
3	Anexo F PR2	Anexo L	-	CV e FL

Tabela 2: Protótipos e sequência de testes na qualificação.

Classes	Opção 1	Opção 2
1	P1: API 6A + API 17D + ANSI + API 6AV1	P1: API 6A + API 17D P2: API 6AV1 + ANSI
2	P1: API 6A + API 17D + ANSI P2': API 6AV1 + ANSI	P1: API 6A + API 17D P2': API 6AV1 + ANSI P3: ANSI
3	P1: API 6A + API 17D + ANSI	P1: API 6A + API 17D P2: ANSI

P2': Conforme item 9.1.4, poderá ser considerado um diâmetro nominal de 2.1/16 polegadas (54 mm) e classe de pressão API 5000psi para este protótipo.

## 10. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

**10.1** Quando não especificados nesta ET, os critérios de aceitação devem atender aos requisitos da referência 2.16 item 11, para todos os itens possíveis de serem aplicados para choke.

### 10.2 Critérios de aceitação para a força de atuação

#### 10.2.1 Atuação hidráulica no avanço do pistão do atuador em condição atmosférica (CRIT-NA)

A pressão máxima de operação durante o avanço do pistão atuador deve ser menor que a soma das seguintes parcelas:

- [+] 90% da Classe da Pressão de Trabalho do Atuador (CPTA);
- [+] influência da lâmina d'água na pressão de atuação; e
- [-] a incerteza total dos instrumentos.

#### 10.2.2 Atuação hidráulica no retorno do pistão do atuador em condição atmosférica (CRIT-NR)

A pressão mínima de operação durante o retorno do pistão do atuador deve ser maior ou igual à soma das seguintes parcelas:

- [+] duas vezes o valor da pressão de abertura da válvula de alívio do SCM, responsável pelo acionamento hidráulico do choke, a qual permite a saída de fluido de controle do cilindro do atuador;
- [+] influência da lâmina d'água na pressão de atuação; e
- [+] a incerteza total dos instrumentos de leitura.

#### 10.2.3 Atuação por torque em condição atmosférica (CRIT-NT)

O torque máximo de operação durante a atuação do choke deve ser menor que a soma das seguintes parcelas:

- [+] 90% do valor do TNO;
- [-] influência da lâmina d'água no torque de atuação; e
- [-] a incerteza total da ferramenta de torque e do sistema de aquisição.

#### 10.2.4 Atuação hidráulica no avanço do pistão do atuador em condição hiperbárica

O valor da pressão de atuação hidráulica durante o movimento de avanço do pistão do atuador, deve ser menor que a soma das seguintes parcelas:

- [+] 90% da Classe da Pressão de Trabalho do Atuador (CPTA);
- [-] a pressão hidrostática referente à lâmina d'água; e
- [-] a incerteza total do sistema de aquisição.

#### 10.2.5 Atuação hidráulica no retorno do pistão do atuador em condição hiperbárica

O valor da pressão da atuação hidráulica durante o movimento de retorno do pistão do atuador, deve ser maior ou igual à soma das seguintes parcelas:

- [+] duas vezes o valor da pressão de abertura da válvula de alívio do SCM, responsável pelo acionamento hidráulico do choke, a qual permite a saída de fluido de controle do cilindro do atuador;
- [-] a pressão hidrostática referente à lâmina d'água; e
- [+] a incerteza total do sistema de aquisição.

#### 10.2.6 Atuação por torque em condição hiperbárica

O torque máximo de operação durante a atuação do choke deve ser menor que a soma das seguintes parcelas:

- [+] 90% do valor do TNO; e
- [-] a incerteza total da ferramenta de torque e do sistema de aquisição.

#### 10.2.7 Critérios de aceitação dos testes de desempenho de atuação do FAT

O conjunto choke-atuador deve atender aos critérios de aceitação atmosféricos normativos (CRIT-N), definidos nos itens 10.2.1, 10.2.2 e 10.2.3, e ao critério de similaridade entre produto e protótipo (CRIT-S). A verificação de similaridade é feita comparando-se os valores médios dos pontos chaves obtidos nos testes de desempenho de atuação do FAT com o critério de similaridade definido a partir dos dados do PVT.

**10.2.7.1** Cálculo do critério de similaridade – CRIT-S

a) O Critério de similaridade (CRIT-S) considera a média aritmética ( $X_{KP}$ ) e o desvio padrão ( $S_{KP}$ ) para cada um dos pontos chaves (KP) listados nas seguintes condições de teste:

- i. Assinatura de passo de alta pressão, onde  $KP = P_{ai}, P_{af}, P_{ri}$  e  $P_{rf}$ ;
- ii. Assinatura de passo de baixa pressão, onde  $KP = P_{ai}, P_{af}, P_{ri}$  e  $P_{rf}$ ;
- iii. Assinatura de torque de alta pressão, onde  $KP = RTO$  e  $RTC$ ; e
- iv. Assinatura de torque de baixa pressão, onde  $KP = RTO$  e  $RTC$ .

**Observações:**

- as definições dos pontos chaves (KP's) se encontram nos itens 6.3.1.1 e 6.3.1.2;
- para atuadores hidráulicos de passo, os quais possuem um pistão dedicado à abertura e outro dedicado ao fechamento do choke, os valores dos KP's de cada pistão devem ser tabelados separadamente para realização das avaliações.


b) O cálculo do CRIT-  $S_{KP}$  para cada ponto chave (KP) deve seguir a formulação abaixo:

$CRIT-S_{KP} = X_{KP} \pm 2.S_{KP}$ , onde:

$X_{KP}$ : média aritmética dos valores de cada ponto chave obtidos do primeiro conjunto de assinaturas (hidráulica e/ou de torque) realizado com o protótipo na qualificação;

$S_{KP}$ : desvio padrão máximo de cada ponto chave obtido dos conjuntos de assinaturas (hidráulica e/ou de torque) realizados com o protótipo ao longo da qualificação.

c) Caso seja identificado que um conjunto choke-atuador produto apresenta desempenho de atuação estatisticamente diferente do protótipo, com valores de ponto(s) chave(s) fora do intervalo definido pelo critério de similaridade, desde que o mesmo atenda aos critérios de aceitação atmosféricos normativos (CRIT-N), o fabricante poderá propor para aprovação da PETROBRAS uma memória de cálculo com a definição de um novo intervalo aceitável, necessário para compensar eventuais dispersões de teste e tolerâncias de fabricação.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº	ET-3000.00-1500-229-PEK-001	REV.	A
	SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO			FOLHA	26 de 52
	TÍTULO: REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA			INTERNO	
			SUB/ES/EECE/EES		

## 11. MODOS E DESCRITIVOS DE TESTES

### 11.1 Teste de verificação de integridade

#### 11.1.1 Verificação da integridade por teste hidrostático

##### 11.1.1.1 Dos cilindros atuador

- a) O teste hidrostático de verificação de integridade do cilindro do atuador deve ser realizado conforme a referência 2.6 item 10.16.6.1b;
- b) Critério de aceitação: não deve haver vazamento visível e a pressão de atuação não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento;
- c) Parâmetros a serem registrados: pressão de atuação e pressão do volume de compensação.

##### 11.1.1.2 Do corpo do choke

- a) O teste de verificação da integridade do corpo do choke deve ser realizado conforme a referência 2.6 item 7.4.9.3.3;
- b) Critério de aceitação: não deve haver vazamento visível e a pressão no corpo do choke não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento;
- c) Parâmetros a serem registrados: pressão no corpo e leitura da posição da haste pelo LVDT; e
- d) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

#### 11.1.2 Verificação da integridade por travamento interno

##### 11.1.2.1 Condições gerais para realização do teste

- a) O choke não pode estar na posição aberta ou fechada completamente. Recomenda-se que o choke esteja a meio curso. Entretanto, o fabricante pode avaliar a posição de abertura mais adequada para realização dos testes e submeter à aprovação da PETROBRAS;
- b) O dispositivo de travamento utilizado para realização do teste não pode causar dano no protótipo;
- c) O dispositivo de travamento deve ser projetado para permitir que a sua montagem/desmontagem seja realizada preferencialmente sem a necessidade de desmontar o protótipo;
- d) A restrição do movimento da haste deve ocorrer obrigatoriamente no TRIM; e
- e) O teste deve ser realizado tanto pelo mecanismo de atuação principal quanto pelo mecanismo de atuação secundário (*override*), quando aplicável

##### 11.1.2.2 Execução dos testes de travamento interno

- a) Realizar 3 tentativas de acionamento do choke em cada sentido de movimento, intercalando entre sentidos de abertura e de fechamento, com o obturador do choke (luva ou plugue) travado;

- b) Quando realizado pelo mecanismo de atuação principal, o teste deve ser realizado aplicando-se CPTA (ou corrente elétrica máxima) em ambos os sentidos;
- c) Quando realizado pelo mecanismo de atuação secundário (ou principal, no caso de chokes com atuação mecânica), o teste deve ser realizado aplicando-se TMO em ambos os sentidos;
- d) Critério de aceitação: o conjunto choke-atuador deve resistir à execução do teste sem que danos sejam causados ao mesmo e sem perda de funcionalidade. Eventuais marcas causadas pelo aparato de teste nos pontos de reação utilizados para realizar o travamento não serão consideradas como dano; e
- e) Parâmetros a serem registrados: Pressão e/ou torque de atuação.

### **11.1.3 Verificação da integridade por acionamento simultâneo dos mecanismos de atuação principal e secundário**

#### **11.1.3.1 Acionamento simultâneo do atuador hidráulico e *override***

- a) Realizar 3 tentativas de acionamento do choke no sentido de abertura, com o choke na posição completamente aberta, e 3 tentativas de acionamento do choke no sentido de fechamento, com o choke na posição completamente fechada;
- b) O acionamento do choke deve ser realizado aplicando-se, simultaneamente, CPTA pelo mecanismo de atuação principal e TNO pelo mecanismo de atuação secundário;
- c) Critério de aceitação: o conjunto choke-atuador deve resistir à execução do teste sem que danos sejam causados ao mesmo e sem perda de funcionalidade; e
- d) Parâmetros a serem registrados: Pressão e torque de atuação.

### **11.2 Testes de vedação**

#### **11.2.1 Consideração geral**

O componente ou a vedação sob teste deve ser despressurizado entre os períodos de teste e a cada nova condição de pressão.

#### **11.2.2 Teste de vedação dos cilindros do atuador**

- a) O teste de vedação do atuador deve ser realizado conforme a referência 2.6 item 10.16.6.2.a;
- b) Critério de aceitação: não deve haver vazamento visível e a pressão de atuação não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento; e
- c) Parâmetros a serem registrados: pressão de atuação e pressão do volume compensado.

#### **11.2.3 Teste de vedação do volume compensado**

- a) O teste de vedação do volume compensado deve ser feito aplicando-se internamente ao sistema de compensação a pressão máxima relativa à integridade do sistema, a qual deve ser informada pelo fabricante. Serão necessários dois períodos de monitoramento, de 3 minutos cada;

- b) Caso o projeto do atuador considere a utilização de válvula de alívio conectada à câmara de compensação, esse dispositivo deve ser temporariamente removido de modo a permitir a correta execução do teste;
- c) Critério de aceitação: não deve haver vazamento visível e a pressão no sistema de compensação não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento; e
- d) Parâmetros a serem registrados: pressão de atuação (quando aplicável) e pressão do volume compensado.

#### **11.2.4 Teste de vedação hidrostático do corpo**

- a) O teste de vedação hidrostático do corpo do choke deve ser realizado conforme a referência 2.6 item 7.4.9.5.4;
- b) Critério de aceitação: não deve haver vazamento visível e a pressão no corpo do choke não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento;
- c) Parâmetros a serem registrados: pressão no corpo do choke; e
- d) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

#### **11.2.5 Teste de vedação a gás do corpo**

- a) O teste de vedação a gás do corpo do choke deve ser realizado conforme a referência 2.6 item 7.4.9.5.7;
- b) Critério de aceitação: não deve haver surgimento de bolha e a pressão no corpo do choke não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento;
- c) Parâmetros a serem registrados: pressão no corpo; e
- d) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

#### **11.2.6 Teste de passagem de fluido através da sede**

- a) O choke deve estar na posição completamente fechada;
- b) A classe de vazamento do choke é definida pelo fabricante, que deve enquadrar a classe de vazamento de seu projeto de acordo com a Tabela 1 da referência 2.3.
- c) Procedimento e demais condições de teste devem ser conforme a referência 2.3, para a respectiva classe de vazamento;
- d) Critério de aceitação: A classe de vazamento encontrada deve estar de acordo com a especificada pelo fabricante. Se ao longo dos testes de homologação o desempenho se deteriorar para uma classe inferior, esta informação deve constar da documentação final de homologação, que também deve conter uma análise conclusiva para a variação observada;
- e) Parâmetros a serem registrados: Pressão a montante, vazamento de passagem; e
- f) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

### 11.2.7 Teste de pressão a jusante

Este teste visa avaliar a capacidade do protótipo de resistir a uma condição de pressão a jusante maior que a montante.

- a) O fluido de teste deve ser líquido;
- b) A pressão de teste deve ser o valor máximo definido pelo fabricante para a condição de contrapressão do projeto;
- c) Levar o choke para a posição completamente fechada aplicando TMO ou CPTA ao fim de curso e aplicar a pressão de teste na jusante do choke por período não inferior a 15 minutos. A montante deve estar aliviada para a atmosfera;
- d) Abrir o choke completamente;
- e) Repetir os itens de c) a d);
- f) Critério de aceitação: o conjunto choke-atuador deve resistir à execução do teste sem que danos sejam causados ao mesmo e sem perda de funcionalidade;
- g) Parâmetros a serem registrados: Pressão a jusante; e
- h) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

### 11.3 Testes de desempenho de atuação

#### 11.3.1 Assinatura de passo

##### 11.3.1.1 Posições de teste

- a) 10% do curso de deslocamento da haste;
- b) 50% do curso de deslocamento da haste; e
- c) 90% do curso de deslocamento da haste.

##### 11.3.1.2 Condições gerais de acionamento

- a) O teste deve ser realizado em dois níveis de pressão no corpo do choke: pressão atmosférica e PMT;
- b) A pressão de acionamento dos pistões do atuador deve ser igual a PTA, devendo ser aliviada até a pressão atmosférica ao final de movimento de retorno dos pistões;
- c) Os movimentos de avanço e retorno do pistão durante as assinaturas de passo devem ser realizados conforme a velocidade de passo definida no item 6.2.1; e
- d) A taxa de aquisição utilizada durante as assinaturas de passo deve ser conforme a definida no item 7.4c.

##### 11.3.1.3 Sequência de acionamento do choke

- a) Pelo mecanismo de atuação secundário, posicionar o choke na primeira posição de teste definida no item 11.3.1.1;
- b) Realizar 3 assinaturas de passo no sentido de abertura do choke;
- c) Realizar 3 assinaturas de passo no sentido de fechamento do choke;
- d) Pelo mecanismo de atuação secundário, posicionar o choke na segunda posição de teste definida no item 11.3.1.1 e repetir os itens (b) e (c);

- e) Posicionar o choke na terceira posição de teste definida no item 11.3.1.1 e repetir os itens (b) e (c);
- f) Aplicar PMT à montante do choke, mantendo a jusante bloqueada, e repetir os itens de (a) a (e);
- g) Critério de aceitação: conforme itens 10.2.1 e 10.2.2;
- h) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste; e
- i) Parâmetros a serem registrados: pressão de atuação com marcação dos pontos chaves, pressão no corpo do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

### 11.3.2 Assinatura de torque

#### 11.3.2.1 Condições gerais de acionamento

- a) O teste deve ser realizado em dois níveis de pressão no corpo do choke: pressão atmosférica e PMT;
- b) A abertura do choke deve ser realizado sob diferencial pleno de pressão, equivalente à PMT;
- c) A ferramenta de torque deve ser regulada para aplicar o TNO nos finais de curso de abertura (JTO) e fechamento (JTC) por pelo menos 2 segundos;
- d) Os movimentos de abertura e fechamento do choke devem ser realizados conforme definido no item 6.2.2.

#### 11.3.2.2 Execução do teste

- a) Operar o choke para a posição fechada aplicando o torque de fim de curso de fechamento (JTC).
- b) Drenar a pressão de jusante do choke para a pressão atmosférica;
- c) Aplicar a pressão de teste à montante do choke;
- d) Operar o choke, através do mecanismo de atuação secundário (ou principal, no caso de chokes com atuação mecânica), iniciando o movimento de abertura. Após comunicação de pressão entre montante e jusante, bloquear a jusante do choke e reestabelecer imediatamente a pressão de teste à PMT;
- e) Continuar o movimento de abertura do choke até que o final de curso seja atingido;
- f) Realizar o fechamento do choke pelo mecanismo de atuação secundário (ou principal, no caso de chokes com atuação mecânica);
- g) Repetir os itens de b) a f) até totalizar 3 assinaturas para cada pressão de teste definida no item 11.3.2.1;
- h) Critério de aceitação: conforme item 10.2.3;
- i) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste; e
- j) Parâmetros a serem registrados: torque no atuador com marcação dos pontos chaves, pressões de montante e jusante do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

### 11.3.3 Assinatura elétrica

- 11.3.3.1 O teste deve ser executado com base no item 11.3.2, realizando-se, no entanto, as adaptações necessárias, dado que o torque será aplicado diretamente pelo

atuador elétrico, variando em função da corrente elétrica. Também devem ser registrados os parâmetros associados à alimentação elétrica necessária ao fornecimento de torque ao longo do acionamento.

#### 11.4 Teste de condições críticas de acionamento (*Breakout Test*)

O teste visa avaliar a capacidade do sistema de acionamento primário do choke em realizar o acionamento em condições críticas, partindo de posições de fim de curso.

##### 11.4.1 Acionamento mecânico após atuação hidráulica em condição crítica

- a) Os requisitos de velocidade de acionamento e taxa de aquisição de dados especificados nos itens 6.2.1 e 7.4c devem ser atendidos;
- b) Operar o choke desde a posição completamente aberta para a posição completamente fechada e aplicar 3 pulsos extras de pressão com CPTA no sentido de fechamento (*overstepping*);
- c) Aplicar PMT à montante do choke;
- d) Ventar a jusante do choke para a atmosfera de modo a garantir diferencial de pressão pleno;
- e) Verificar o torque de quebra requerido para início da abertura do choke (BTO), através operação do choke no sentido de abertura pelo mecanismo de atuação secundário;
- f) Interromper a pressurização da montante;
- g) Operar o choke para a posição completamente aberta e aplicar 3 pulsos extras de pressão com CPTA no sentido de abertura (*overstepping*);
- h) Fechar a válvula de bloqueio do circuito de jusante do choke;
- i) Aplicar PMT à montante do choke;
- j) Verificar o torque de quebra requerido para início do fechamento do choke (BTC), através operação do choke no sentido de fechamento pelo mecanismo de atuação secundário;
- k) Repetir os itens de b) a j) até totalizar 3 acionamentos em cada sentido;
- l) Critério de aceitação: conforme o item 10.2.3;
- m) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste;
- n) Parâmetros a serem registrados: pressão de atuação, torque de acionamento, pressões de montante e jusante do choke e movimentação da haste pelo LVDT.

##### 11.4.2 Acionamento hidráulico após atuação por torque em condição crítica

- a) Os requisitos de velocidade de acionamento e taxa de aquisição de dados especificados nos itens 6.2.1 e 7.4c devem ser atendidos;
- b) Operar o choke para a posição fechada aplicando TMO no final de curso de fechamento (JTC), mantendo a aplicação de torque por pelo menos 2 segundos;
- c) Aplicar PMT à montante do choke;
- d) Ventar a jusante do choke para a atmosfera de modo a garantir diferencial de pressão pleno;
- e) Verificar a pressão requerida para realização do acionamento hidráulico de abertura do choke ( $P_{ai}$ ), através da realização de uma assinatura de passo no sentido de abertura;
- f) Interromper a pressurização da montante após abertura do choke;

- g) Operar o choke para a posição aberta aplicando TMO no final de curso de abertura (JTO), mantendo a aplicação de torque por pelo menos 2 segundos;
- h) Fechar a válvula de bloqueio do circuito de jusante do choke;
- i) Aplicar PMT à montante do choke;
- j) Verificar a pressão requerida para realização do acionamento hidráulico de fechamento do choke ( $P_{ai}$ ), através da realização de uma assinatura de passo no sentido de fechamento;
- k) Repetir os itens de b) a j) até totalizar 3 acionamentos em cada sentido;
- l) Critério de aceitação: conforme itens 10.2.1 e 10.2.2;
- m) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste; e
- n) Parâmetros a serem registrados: pressão de atuação; torque de acionamento; pressões de montante e jusante do choke e movimentação da haste pelo LVDT.

### 11.4.3 Acionamento elétrico após atuação por torque em condição crítica

- a) O teste deve ser executado com base nos itens 11.4.1 e 11.4.2, realizando-se, no entanto, as adaptações necessárias, dado que a atuação hidráulica é substituída pela atuação elétrica. Também devem ser registrados os parâmetros associados à alimentação elétrica necessária ao fornecimento de torque ao longo do acionamento.

## 11.5 Testes cíclicos atmosféricos

### 11.5.1 Teste cíclico de atuação hidráulica

- a) O teste deve ser realizado aplicando-se PMT no corpo do choke;
- b) A pressão de acionamento do atuador deve ser igual a CPTA;
- c) O choke deve ser levado da posição completamente fechado até a posição completamente aberto e, novamente, para a posição completamente fechado, sendo que a velocidade de atuação deve ser conforme item 6.2.3;
- d) Na posição completamente fechada, aplicar 3 pulsos extras de pressão no sentido de fechamento (*overstepping*);
- e) Drenar a pressão de jusante do choke para a pressão atmosférica;
- f) Aplicar PMT à montante do choke, estabelecendo diferencial de pressão pleno entre montante e jusante;
- g) Operar o choke, através de atuação hidráulica, iniciando o movimento de abertura. Após comunicação de pressão entre montante e jusante, bloquear a jusante do choke e reestabelecer imediatamente a pressão de teste à PMT;
- h) Operar o choke para a posição completamente aberta e aplicar 3 pulsos extras de pressão no sentido de abertura (*overstepping*);
- i) Operar o choke para a posição completamente fechada e aplicar 3 pulsos extras de pressão no sentido de fechamento;
- j) Repetir os itens de (e) a (i) até totalizar o número de ciclos estabelecido na tabela apresentada no item 12.2.1;
- k) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste; e
- l) Parâmetros a serem registrados: pressão de atuação, pressões de montante e jusante do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

## 11.5.2 Teste cíclico de torque

11.5.2.1 A execução do teste será idem à definida no item 11.3.2, à exceção de que:

- a) Realizar o teste apenas para pressão de teste igual a PMT;
- b) O número de ciclos completos de abertura e fechamento deve ser conforme estabelecido nas tabelas apresentadas nos itens 12.2.1 e 12.2.2;
- c) Os movimentos de abertura e fechamento do choke devem ser realizados conforme a velocidade de acionamento definida no item 6.2.4;
- d) A ferramenta de torque deve ser regulada para aplicar o TMO nos finais de curso de abertura (JTO) e fechamento (JTC) por pelo menos 2 segundos;
- e) Critério de aceitação: conforme item 10.2.3 adaptado para TMO;
- f) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste; e
- g) Parâmetros a serem registrados: torque no atuador, pressões de montante e jusante do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

## 11.5.3 Teste cíclico de atuação elétrica

11.5.3.1 O teste deve ser executado com base no item 11.5.2, realizando-se, no entanto, as adaptações necessárias, dado que o torque será aplicado diretamente pelo atuador elétrico, variando em função da corrente elétrica. Também devem ser registrados os parâmetros associados à alimentação elétrica necessária ao fornecimento de torque ao longo do acionamento;

## 11.6 Teste cíclico de pressão hidrostática

- a) O teste cíclico de pressão deve ser realizado conforme item 5.1.7.4 da norma referenciada no item 2.8 utilizando-se água como fluido de teste e posicionando-se o choke a meio-curso. A pressão de teste deve ser a pressão máxima de trabalho;
- b) Critério de aceitação: não deve haver vazamento visível;
- c) Parâmetros a serem registrados: pressão no corpo; e
- d) Pórtico(s) a serem monitorado(s) quanto a vazamento: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

## 11.7 Testes de temperatura

### 11.7.1 Teste dinâmico em temperatura máxima

- a) O teste dinâmico em temperatura máxima deve ser realizado conforme a referência 2.6 item F.2.7.5, sendo que os ciclos devem ser realizados por meio do mecanismo de atuação principal utilizando-se procedimento similar ao definido para a execução dos testes cíclicos, item 11.5;
- b) O teste dinâmico do atuador em temperatura máxima deve ser executado em paralelo conforme item F.2.5.c da norma referenciada no item 2.6, podendo ser realizado em faixa de temperatura diferente, conforme definido no item 6.6.2 da ET referenciada no item 2.16; e
- c) Parâmetros a serem registrados: temperatura do atuador, temperatura do corpo do choke, pressão de atuação (atuação hidráulica), torque de atuação (atuação mecânica e elétrica), parâmetros associados à alimentação elétrica (atuação elétrica), pressão no lado montante do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

### 11.7.2 Assinatura de passo em temperatura máxima

- a) Este teste deve ser realizado a fim de verificar a operação do atuador hidráulico de passo na temperatura máxima de teste e será executado logo após o teste dinâmico na temperatura máxima, mantendo-se a temperatura do teste. A execução do teste será idem à definida no item 11.3.1;
- b) Critério de aceitação: conforme itens 10.2.1 e 10.2.2; e
- c) Parâmetros a serem registrados: temperatura do atuador, temperatura do corpo do choke, pressão de atuação (atuação hidráulica), torque de atuação (atuação mecânica e elétrica), parâmetros associados à alimentação elétrica (atuação elétrica), pressão no lado montante do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

### 11.7.3 Teste de vedação a gás do corpo em temperatura máxima

- a) O teste de vedação a gás do corpo em temperatura máxima deve ser realizado conforme a referência 2.6 item F.2.7.6;
- b) Critério de aceitação: caso seja observado aparecimento de bolha, o volume medido não pode ser maior do que a expansão volumétrica do ar calculada para o comprimento da linha de monitoramento que está contido na câmara de temperatura, considerando-se a diferença entre as temperaturas máxima de teste e ambiente. Além disso, a pressão no corpo do choke não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento;
- c) Parâmetros a serem registrados no teste: temperatura e pressão no corpo do choke;
- d) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

### 11.7.4 Teste dinâmico em temperatura mínima

- a) O teste dinâmico em temperatura mínima deve ser realizado conforme a referência 2.6 item F.2.7.7, sendo que os ciclos devem ser realizados por meio do mecanismo de atuação principal utilizando-se procedimento similar ao definido para a execução dos testes cíclicos, item 11.5;
- d) O teste dinâmico do atuador em temperatura mínima deve ser executado em paralelo conforme item F.2.5.d da norma referenciada no item 2.6, podendo ser realizado em faixa de temperatura diferente, conforme definido no item 6.6.2 da ET referenciada no item 2.16;
- b) Parâmetros a serem registrados: temperatura do atuador, temperatura do corpo do choke, pressão de atuação (atuação hidráulica), torque de atuação (atuação mecânica e elétrica), parâmetros associados à alimentação elétrica (atuação elétrica), pressão no lado montante do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

### 11.7.5 Assinatura de passo em temperatura mínima

- a) Este teste deve ser realizado a fim de verificar a operação do atuador hidráulico de passo na temperatura mínima de teste e será executado logo após o teste dinâmico na temperatura mínima, mantendo-se a temperatura do teste. A execução do teste será idem à definida no item 11.3.1;
- b) Critério de aceitação: conforme itens 10.2.1 e 10.2.2; e
- c) Parâmetros a serem registrados: temperatura do atuador, temperatura do corpo do choke, pressão de atuação (atuação hidráulica), torque de atuação (atuação mecânica e elétrica), parâmetros associados à alimentação elétrica (atuação elétrica), pressão no lado montante do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

**11.7.6 Teste de vedação a gás do corpo em temperatura mínima**

- a) O teste de vedação a gás do corpo em temperatura mínima deve ser realizado conforme a referência 2.6 item F.2.7.8;
- b) Critério de aceitação: não deve haver surgimento de bolha e a pressão no corpo do choke não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento;
- c) Parâmetros a serem registrados no teste: temperatura e pressão no corpo do choke;
- d) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

**11.7.7 Teste de ciclos de pressão/temperatura do corpo**

- a) O teste de ciclos de pressão/temperatura do corpo deve ser realizado conforme a referência 2.6 item F.2.7.9;
- b) Critério de aceitação para os itens F.1.11.3g e F.1.11.3l da referência 2.6: caso seja observado aparecimento de bolha, o volume medido não pode ser maior do que a expansão volumétrica do ar calculada para o comprimento da linha de monitoramento que está contido na câmara de temperatura, considerando-se a diferença entre as temperaturas máxima de teste e ambiente. Além disso, a pressão no corpo do choke não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento;
- c) Critério de aceitação para os itens F.1.11.3i e F.1.11.3n da referência 2.6: não deve haver surgimento de bolha e a pressão no corpo do choke não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante os períodos de monitoramento;
- d) Parâmetros a serem registrados: temperatura e pressão no corpo do choke; e
- e) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

**11.7.8 Teste de ciclos de pressão/temperatura do atuador**

- a) O teste de ciclos de pressão/temperatura do atuador deve ser realizado conforme a referência 2.6 item F.2.5e;
- b) O fabricante poderá propor uma forma de realizar o teste concomitantemente com o teste de temperatura do corpo choke;
- c) Critério de aceitação: não deve haver vazamento visível e a pressão de atuação não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento;
- d) Parâmetros a serem registrados: pressão de atuação, pressão do volume compensado e temperatura do atuador.

**11.7.9 Teste de vedação a gás do corpo em temperatura ambiente**

- a) O teste de vedação a gás do corpo em temperatura ambiente deve ser realizado conforme a referência 2.6 item F.2.7.10, devendo o choke ser posicionado à meio curso de abertura;
- b) Critério de aceitação: não deve haver surgimento de bolha e a pressão no corpo do choke não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento;
- c) Parâmetros a serem registrados: pressão no corpo do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT; e

d) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

### 11.7.10 Teste de vedação a gás do corpo em baixa pressão e temperatura ambiente

- a) O teste de vedação a gás do corpo em baixa pressão e temperatura ambiente deve ser realizado conforme a referência 2.6 item F.2.7.11, devendo o choke ser posicionado à meio curso de abertura;
- b) Critério de aceitação: não deve haver surgimento de bolha e a pressão no corpo do choke não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento;
- c) Parâmetros a serem registrados: pressão no corpo do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT; e
- d) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

## 11.8 Testes hiperbáricos

### 11.8.1 Teste de integridade do volume compensado à pressão externa

- a) O teste de integridade à pressão externa deve ser realizado aplicando-se 500psi na câmara hiperbárica e, internamente ao volume compensado, deve ser aplicada pressão de modo a gerar o máximo diferencial de pressão relativo à integridade do sistema, o qual deve ser informado pelo fabricante. Devem ser realizados dois períodos de monitoramento, de 3 minutos cada. O compensador deve ser isolado de modo a permitir a realização desse teste;
- b) Critério de aceitação: a pressão no volume compensado não deve sofrer incremento durante o período de monitoramento; e
- c) Parâmetros a serem registrados: pressão no volume compensado e pressão da câmara hiperbárica.

### 11.8.2 Teste de penetração de fluido atmosférico


- a) Posicionar o choke a meio curso de abertura;
- b) Preencher completamente com água a cavidade do corpo do choke;
- c) Aplicar 200psi no pórtico da vedação secundária da haste;
- d) Aplicar 100psi nos pórticos: vedação primária da haste, válvula de alívio do *bonnet* e corpo do choke (ver figura 1 da referência 2.16 item 6.11.3);
- e) Isolar a fonte de pressão e aguardar estabilização da pressão. Após estabilização, monitorar por 15 minutos;
- f) Ventar para atmosfera os pórticos: vedação primária da haste, válvula de alívio do *bonnet* e corpo do choke;
- g) Garantir que a pressão no pórtico da vedação secundária da haste esteja em 200psi;
- h) Realizar dez ciclos completos de abertura e fechamento do choke monitorando-se a pressão no pórtico da vedação secundária da haste;
- i) Aplicar 100psi nos pórticos: vedação primária da haste, válvula de alívio do *bonnet* e corpo do choke;
- j) Garantir que a pressão no pórtico da vedação secundária da haste esteja em 200psi;
- k) Isolar a fonte de pressão e aguardar estabilização da pressão. Após estabilização, monitorar por 15 minutos;



- l) Ventar para atmosfera os pórticos: vedação primária da haste, válvula de alívio do *bonnet* e corpo do choke;
- m) Ventar para atmosfera o pórtico da vedação secundária da haste;
- n) Critério de aceitação: pressão no pórtico da vedação secundária da haste não deve cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento e a pressão nos demais pórticos monitorados não deve sofrer incremento durante a execução do teste; e
- o) Parâmetros a serem registrados: pressão no corpo do choke e pressão nos pórticos das vedações primária e secundária da haste e válvula de alívio do *bonnet*.

### 11.8.3 Teste de penetração de fluido hiperbárico

- a) Posicionar o choke a meio curso de abertura. Os pórticos dos elementos de vedação do corpo devem estar abertos para a câmara hiperbárica;
- b) Preencher completamente com água a cavidade do corpo do choke;
- c) Aplicar 100psi nos pórticos: vedação primária da haste, válvula de alívio do *bonnet* e corpo do choke;
- d) Aplicar pressão equivalente à profundidade máxima de projeto, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.1, na câmara hiperbárica;
- e) Aplicar 100% da pressão equivalente à profundidade máxima de projeto, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.1, no pórtico da vedação secundária da haste;
- f) Isolar a fonte de pressão e aguardar estabilização da pressão. Após estabilização, monitorar por 15 minutos;
- g) Ventar para atmosfera os pórticos: vedação primária da haste, válvula de alívio do *bonnet* e corpo do choke;
- h) Garantir que a pressão no pórtico da vedação secundária da haste esteja em 100% da pressão equivalente à profundidade máxima de projeto;
- i) Realizar dez ciclos completos de abertura e fechamento do choke monitorando-se a pressão no pórtico da vedação secundária da haste;
- j) Aplicar 100psi nos pórticos: vedação primária da haste, válvula de alívio do *bonnet* e corpo do choke;
- k) Garantir que a pressão no pórtico da vedação secundária da haste esteja em 100% da pressão equivalente à profundidade máxima de projeto;
- l) Isolar a fonte de pressão e aguardar estabilização da pressão. Após estabilização, monitorar por 15 minutos;
- m) Ventar para atmosfera os pórticos: vedação primária da haste, válvula de alívio do *bonnet* e corpo do choke;
- n) Ventar para atmosfera o pórtico da vedação secundária da haste;
- o) Critério de aceitação: Pressão nos pórticos da válvula de alívio do *bonnet* e vedação secundária da haste não devem cair mais que 5% da pressão de teste por hora durante o período de monitoramento e a pressão nos demais pórticos monitorados não deve sofrer incremento durante a execução do teste; e
- p) Parâmetros a serem registrados: pressão da câmara hiperbárica, pressão na câmara de compensação, pressão no corpo do choke, pressão no pórtico da válvula de alívio do *bonnet* e pressão nos pórticos das vedações primária e secundária da haste.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº ET-3000.00-1500-229-PEK-001	REV. A
	SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO		FOLHA 38 de 52
	TÍTULO: REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA		INTERNO
			SUB/ES/EECE/EES

#### 11.8.4 Teste de desempenho de atuação hiperbárico

**11.8.4.1** Deve ser executado com o protótipo instalado em uma câmara hiperbárica simulando uma pressão ambiente equivalente à profundidade máxima de projeto, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.1.

##### 11.8.4.2 Assinatura de passo hiperbárica

a) Realizar a assinatura de passo conforme o item 11.3.1, porém a pressão a ser aplicada no atuador no final de curso de avanço deve ser igual à PTA mais a pressão hidrostática na linha de controle, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.2. Em decorrência das eventuais dificuldades de se implementar as adaptações necessárias à estrutura de testes para a execução do teste de assinatura de passo em câmara hiperbárica, à critério do fabricante, este teste poderá ser substituído pelos testes descritos nos itens 11.8.5 e 11.8.6;

b) Critério de aceitação: conforme itens 10.2.4 e 10.2.5;

c) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste; e

d) Parâmetros a serem registrados: pressão na câmara hiperbárica, pressão na câmara de compensação, pressão de atuação, pressão no corpo do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

##### 11.8.4.3 Assinatura de torque hiperbárica

a) Realizar a assinatura de torque conforme o item 11.3.2;

b) Critério de aceitação: conforme item 10.2.6;

c) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste; e

d) Parâmetros a serem registrados: pressão na câmara hiperbárica, pressão na câmara de compensação, torque no atuador com marcação dos pontos chaves, pressões de montante e jusante do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

##### 11.8.4.4 Assinatura elétrica hiperbárica

a) O teste deve ser executado com base no item 11.8.4.3 realizando-se, no entanto, as adaptações necessárias, dado que o torque será aplicado diretamente pelo atuador elétrico, variando em função da corrente elétrica. Também devem ser registrados os parâmetros associados à alimentação elétrica necessária ao fornecimento de torque ao longo do acionamento.

#### 11.8.5 Teste de avaliação da pressão mínima de controle requerida

**11.8.5.1** Este teste visa mapear a pressão de controle mínima requerida para acionamento hidráulico do choke. Deve ser realizado apenas na impossibilidade de realização do item 11.8.4.2, sendo necessário realizar também o teste especificado no item 11.8.6.

a) Posicionar o choke na primeira posição de teste definida no item 11.3.1.1;

- b) Aplicar pressão de teste à montante do choke, mantendo a jusante bloqueada;
- c) A pressão de acionamento deve estar ajustada em 90% da CPTA mais a pressão hidrostática na linha de controle, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.2;
- d) Aplicar 3 pulsos de pressão no sentido de abertura do choke;
- e) Aplicar 3 pulsos de pressão no sentido de fechamento do choke;
- f) Reduzir a pressão de acionamento, estabelecendo um limite de redução máximo de 10% da CPTA em relação à pressão de acionamento anterior (ex.: 80% CPTA, 70% CPTA, 60% CPTA, etc.);
- g) Executar os itens de d) a f), até que o choke falhe em completar o passo em qualquer um dos sentidos de acionamento;
- h) Executar os itens de b) a g) para as demais posições de teste definidas no item 11.3.1.1;
- i) Executar os itens de a) a h) em dois níveis de pressão no corpo do choke: pressão atmosférica e PMT;
- j) Executar os itens de a) a i) nas seguintes condições de pressão da câmara hiperbárica: atmosférica e máxima LDA, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.1;
- k) Parâmetros a serem registrados: pressão da câmara hiperbárica, pressão na câmara de compensação, pressão de atuação, pressão no corpo do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT; e
- l) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

### 11.8.6 Teste de avaliação da pressão de retorno

**11.8.6.1** Este teste visa avaliar a pressão de retorno (“*back pressure*”) do atuador hidráulico em funcionamento em ambiente hiperbárico. O teste também permite mapear o valor da pressão de retorno na qual o atuador falha. Deve ser realizado apenas na impossibilidade de realização do item 11.8.4.2, sendo necessário realizar também o teste especificado no item 11.8.5.

- a) Posicionar o choke a meio-curso;
- b) Aplicar pressão de teste à montante do choke, mantendo a jusante bloqueada;
- c) A pressão de acionamento do atuador deve ser igual a CPTA mais a pressão hidrostática na linha de controle, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.2;
- d) Ajustar uma pressão residual na linha de retorno a tanque dos pistões do atuador para um valor inicial de 250psi acima da pressão hidrostática equivalente a lâmina d’água, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.1;
- e) Aplicar 3 pulsos de pressão no sentido de abertura do choke;
- f) Aplicar 3 pulsos de pressão no sentido de fechamento do choke;
- g) No caso da pressão residual na linha de retorno não permitir o completo retorno do pistão, repetir os itens e) e f) reduzindo a pressão de retorno em decréscimos de 25psi, até que seja identificado o patamar de pressão onde o completo retorno do pistão ocorre;
- h) Executar os itens de a) a g) em dois níveis de pressão no corpo do choke: pressão atmosférica e PMT;
- i) Executar os itens de a) a h) nas seguintes condições de pressão da câmara hiperbárica: atmosférica e máxima LDA, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.1;

- j) Parâmetros a serem registrados: pressão da câmara hiperbárica, pressão na câmara de compensação, pressão de atuação, pressão no corpo do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT; e
- k) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste.

### 11.8.7 Teste cíclico hiperbárico

**11.8.7.1** Deve ser executado para o mecanismo de atuação principal de acionamento, com o protótipo instalado em uma câmara hiperbárica simulando uma pressão ambiente equivalente à profundidade máxima de projeto, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.1.

#### 11.8.7.2 Teste cíclico de atuação hidráulica hiperbárico

- a) Para choke com atuador hidráulico de passo, o teste deve ser executado conforme o item 11.5.1, porém a pressão a ser aplicada no atuador no final de curso de avanço deve ser igual à CPTA mais a pressão hidrostática na linha de controle, calculada conforme referência 2.16 item 7.11.2.
- b) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste; e
- c) Parâmetros a serem registrados: pressão na câmara hiperbárica, pressão na câmara de compensação, pressão de atuação, pressão no corpo do choke e leitura da posição da haste pelo LVDT.

#### 11.8.7.3 Teste cíclico de torque hiperbárico

- a) Este teste é aplicável apenas a chokes com atuação mecânica e deve ser executado conforme o item 11.5.2.
- b) Critério de aceitação: conforme item 10.2.6, adaptado para TMO;
- c) Pórticos a serem monitorados: elementos de vedação do corpo para o ambiente e vedação primária da haste;
- d) Parâmetros a serem registrados: pressão na câmara hiperbárica, pressão na câmara de compensação, torque no atuador com marcação dos pontos chaves, pressões de montante e jusante do choke, e leitura da posição da haste pelo LVDT.

#### 11.8.7.4 Teste cíclico de atuação elétrica hiperbárico

- a) O teste deve ser executado com base no item 11.8.7.3, realizando-se, no entanto, as adaptações necessárias, dado que o torque será aplicado diretamente pelo atuador elétrico, variando em função da corrente elétrica. Também devem ser registrados os parâmetros associados à alimentação elétrica necessária ao fornecimento de torque ao longo do acionamento.



## 11.9 Testes de fluxo

### 11.9.1 Testes de levantamento das curvas de CV e FL (Testes ANSI/ISA)

11.9.1.1 Os testes devem ser realizados conforme a referência 2.2.

11.9.1.2 A determinação do CV deve ser realizada para as posições resultantes de incrementos de até 3% do curso total de deslocamento da haste, desde a posição totalmente fechada até a posição totalmente aberta.

11.9.1.3 A determinação do FL deve ser realizada para as posições resultantes de incrementos de até 6% do curso total de deslocamento da haste, desde a posição totalmente fechada até a posição totalmente aberta.

11.9.1.4 Nos casos em que os percentuais definidos anteriormente sejam regiões de banda morta do projeto do choke, a aplicação de incrementos de posição maiores para determinação do CV e FL poderá ser proposta pela fabricante e estará sujeita à aprovação da Petrobras.

### 11.9.2 Testes de areia

11.9.2.1 Os testes de areia devem ser executados para chokes de classes 1 e 2, definidas conforme o item 9.1.


11.9.2.2 O fornecedor deve elaborar um programa de testes de acordo com a sequência definida na referência 2.4, para a classe do choke definida no item 9.1.

11.9.2.3 A vazão a ser utilizada no teste de areia deve ser ajustada de forma a se obter a velocidade média de 7,41 ft/s (2,26 m/s) através da área de passagem total da gaiola (*cake*) do choke (metodologia definida em equivalência à adotada na referência 2.4 na tabela 8). Considerando o desgaste das bombas no decorrer dos testes, uma variação da vazão calculada de até  $\pm 10\%$  poderá ser aceita.

11.9.2.4 À critério do fabricante, a fim de evitar cavitação, poderá ser adicionada ao circuito do lado de jusante do choke uma válvula de restrição com objetivo de regular a pressão mínima de circulação do fluido.

11.9.2.5 Previamente e posteriormente à execução dos testes de areia, devem ser obtidas as curvas de CV e FL, conforme o item 11.9.1, para o diâmetro do choke a ser utilizado no teste.

11.9.2.6 As etapas de testes irão depender do enquadramento da classe do choke, definida no item 9.1. Chokes enquadrados na classe 1 desta especificação técnica devem atender à classe III da referência 2.4. Chokes enquadrados na classe 2 desta especificação técnica devem atender a classe II da referência 2.4. Cada etapa de teste deve ser realizada conforme descrito nos itens 11.9.2.7 a 11.9.2.16.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº	ET-3000.00-1500-229-PEK-001	REV.	A
	SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO			FOLHA	42 de 52
	TÍTULO: REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA			INTERNO	
			SUB/ES/EECE/EES		

#### 11.9.2.7 API 6AV1 Classe II - Teste de vedação inicial

- a) O teste deve seguir a sequência especificada no item 5.1.2 da referência 2.4 (tabela 4, passo 2);
- b) A etapa específica de verificação de vazamento de passagem com líquido deve ser realizada conforme o item 11.2.6; e
- c) Não é necessária a verificação de vazamento de passagem com gás (passo 3 da tabela 4 da referência 2.4).

#### 11.9.2.8 API 6AV1 Classe II - Teste de recirculação de areia através do choke

- a) Iniciar o teste de recirculação de areia conforme item 5.1.3 (Tabela 5, passos de 1 a 5) da referência 2.4. A vazão deve ser ajustada conforme item 11.9.2.3;
- b) Comunicar o choke ao circuito de teste;
- c) Ajustar a pressão mínima de circulação do fluido através da regulagem da válvula de controle na jusante do choke, definida no item 11.9.2.4;
- d) Ajustar a abertura do choke até que seja obtido um diferencial de pressão de 1000psi  $\pm$  5% através do mesmo;
- e) Uma vez ajustados todos os valores de pressão e vazão no circuito, proceder com o teste de recirculação de areia conforme item 5.1.3 (Tabela 5, passos de 6 a 8) da referência 2.4. A vazão deve ser ajustada conforme item 11.9.2.3; e
- f) Parâmetros a serem registrados: vazão através do choke (de forma ininterrupta durante toda a duração do teste), pressão à montante e jusante do choke, concentração de areia e viscosidade da mistura (medições pontuais).

#### 11.9.2.9 API 6AV1 Classe II - Segundo teste de vedação

- a) O segundo teste de vedação deve seguir a sequência especificada no item 5.1.3 da referência 2.4 (Tabela 5, passo 9);
- b) A etapa específica de verificação de vazamento de passagem com líquido deve ser realizada conforme o item 11.2.6; e
- c) Não é necessária a verificação de vazamento de passagem com gás (passo 10 da tabela 5 da referência 2.4).

#### 11.9.2.10 API 6AV1 Classe II - Teste cíclico com recirculação de areia

- a) Iniciar o teste cíclico com recirculação de areia conforme item 5.1.4 (Tabela 6, passos de 1 a 5) da referência 2.4. A vazão deve ser ajustada conforme item 11.9.2.3;
- b) Comunicar o choke ao circuito de teste;
- c) Ajustar a pressão mínima de circulação do fluido através da regulagem da válvula de controle na jusante do choke, definida no item 11.9.2.4;
- d) Ajustar a abertura do choke até que seja obtido um diferencial de pressão de 1000psi  $\pm$  5% através do mesmo. Registrar esta posição do choke;
- e) Definir uma nova posição de referência, adicionando mais 15% ao valor da posição de abertura registrada no item d). Registrar esta posição do choke.
- f) Uma vez ajustados todos os valores de pressão e vazão no circuito, ciclar o choke choke conforme segue:

- i. Para chokes do tipo luva externa: a partir da posição completamente fechada até a posição registrada no item e), retornando à posição inicial (1 ciclo). A taxa máxima de ciclagem deve ser de 7 ciclos por minuto, observando o estabelecido nos passos 6 e 8 da tabela 6 da referência 2.4;
  - ii. Para chokes do tipo plugue interno: a partir da posição completamente aberta até a posição registrada no item d), retornando à posição inicial (1 ciclo). A taxa máxima de ciclagem deve ser de 7 ciclos por minuto, observando o estabelecido nos passos 6 e 8 da tabela 6 da referência 2.4;
- g) Parâmetros a serem registrados: vazão através do choke (de forma ininterrupta durante toda a duração do teste), pressão (ou torque) de atuação, pressão à montante e jusante do choke, leitura da posição da haste pelo LVDT, concentração de areia e viscosidade da mistura (medições pontuais).

#### 11.9.2.11 API 6AV1 Classe II - Teste de vedação final

- a) O teste de vedação final deve seguir a sequência especificada no item 5.1.4 da referência 2.4 (Tabela 6, passo 9);
- b) A etapa específica de verificação de vazamento de passagem com líquido deve ser realizada conforme o item 11.2.6; e
- c) Não é necessária a verificação de vazamento de passagem com gás (passo 10 da tabela 6 da referência 2.4).

#### 11.9.2.12 API 6AV1 Classe III - Teste de vedação inicial

- a) O teste deve seguir a sequência especificada no item 5.2.2 da referência 2.4 (tabela 7, passo 2);
- b) A etapa específica de verificação de vazamento de passagem com líquido deve ser realizada conforme o item 11.2.6;
- c) Não é necessária a verificação de vazamento de passagem com gás (passo 3 da tabela 7 da referência 2.4); e
- d) Pórticos a serem monitorados quanto a vazamento: vedação primária da haste e elementos de vedação do corpo para o ambiente.

#### 11.9.2.13 API 6AV1 Classe III - Teste de recirculação de areia através do choke

- a) Iniciar o teste de recirculação de areia conforme item 5.2.3 (Tabela 9, passos de 1 a 5) da referência 2.4. A vazão deve ser ajustada conforme item 11.9.2.3;
- b) Comunicar o choke ao circuito de teste;
- c) Ajustar a pressão mínima de circulação do fluido através da regulação da válvula de controle na jusante do choke, definida no item 11.9.2.4;
- d) Ajustar a abertura do choke até que seja obtido um diferencial de pressão de 1000psi  $\pm$  5% através do mesmo;
- e) Uma vez ajustados todos os valores de pressão e vazão no circuito, proceder com o teste de recirculação de areia conforme item 5.2.3 (Tabela 9, passos de 6 a 8) da referência 2.4. A vazão deve ser ajustada conforme item 11.9.2.3; e
- f) Parâmetros a serem registrados: vazão através do choke (de forma ininterrupta durante toda a duração do teste), pressão à montante e jusante do choke, concentração

de areia e viscosidade da mistura (medições pontuais).

#### 11.9.2.14 API 6AV1 Classe III - Segundo teste de vedação

- a) O segundo teste de vedação deve seguir a sequência especificada no item 5.2.3 da referência 2.4 (Tabela 9, passo 9);
- b) A etapa específica de verificação de vazamento de passagem com líquido deve ser realizada conforme o item 11.2.6;
- c) Não é necessária a verificação de vazamento de passagem com gás (passo 10 da tabela 9 da referência 2.4); e
- d) Pórticos a serem monitorados quanto a vazamento: vedação primária da haste e elementos de vedação do corpo para o ambiente.

#### 11.9.2.15 API 6AV1 Classe III - Teste cíclico do choke com recirculação de areia

- a) Iniciar o teste cíclico com recirculação de areia conforme item 5.2.4 (Tabela 10, passos de 1 a 5) da referência 2.4. A vazão deve ser ajustada conforme item 11.9.2.3;
- b) Comunicar o choke ao circuito de teste;
- c) Ajustar a pressão mínima de circulação do fluido através da regulagem da válvula de controle na jusante do choke, definida no item 11.9.2.4;
- d) Ajustar a abertura do choke até que seja obtido um diferencial de pressão de 1000psi  $\pm$  5% através do mesmo. Registrar esta posição do choke;
- e) Definir uma nova posição de referência, adicionando mais 15% ao valor da posição de abertura registrada no item d). Registrar esta posição do choke.
- f) Uma vez ajustados todos os valores de pressão e vazão no circuito, ciclar o choke conforme segue:
  - i. Para chokes do tipo luva externa: a partir da posição completamente fechada até a posição registrada no item e), retornando à posição inicial (1 ciclo). A taxa máxima de ciclagem deve ser de 7 ciclos por minuto, observando o estabelecido nos passos 6 e 8 da tabela 10 da referência 2.4;
  - ii. Para chokes do tipo plugue interno: a partir da posição completamente aberta até a posição registrada no item d), retornando à posição inicial (1 ciclo). A taxa máxima de ciclagem deve ser de 7 ciclos por minuto, observando o estabelecido nos passos 6 e 8 da tabela 10 da referência 2.4;
- g) Parâmetros a serem registrados: vazão através do choke (de forma ininterrupta durante toda a duração do teste), pressão (ou torque) de atuação, pressão à montante e jusante do choke, leitura da posição da haste pelo LVDT, concentração de areia e viscosidade da mistura (medições pontuais).

#### 11.9.2.16 API 6AV1 Classe III - Teste de vedação final

- a) O teste de vedação final deve seguir a sequência especificada no item 5.2.4 da referência 2.4 (Tabela 10, passo 9);
- b) A etapa específica de verificação de vazamento de passagem com líquido deve ser realizada conforme o item 11.2.6; e
- c) Não é necessária a verificação de vazamento de passagem com gás (passo 10 da tabela 10 da referência 2.4).


## 12. SEQUÊNCIA DE TESTES

**12.1** As seções a seguir descrevem sequências básicas de testes de qualificação e de aceitação de fábrica, elaboradas para chokes de atuação hidráulica com *override* rotativo (item 12.2.1) e de atuação mecânica (item 12.2.2), de construção do tipo *bonnet* aparafusado. Para outros projetos de choke, como atuador elétrico, por exemplo, pode ser necessário a adaptação da sequência apresentada ou mesmo a execução de testes específicos, que devem ser elaborados com base nessa especificação técnica e em normas internacionais aplicáveis.

### 12.2 Sequência de testes de qualificação


#### 12.2.1 Sequência de testes de qualificação para chokes com atuador hidráulico de passo (ou elétrico)

DESCRITIVO PETROBRAS		Número de ciclos a ser realizado			
		Mecanismo de atuação			
ITEM	TESTES	Principal		Secundário	
FASE API - Etapa API 6A (Protótipo P1)		Teste	Acumulado	Teste	Acumulado
11.1.1.1	Integridade dos cilindros atuador		0		0
11.2.2	Teste de vedação dos cilindros do atuador		0		0
11.2.3	Teste de vedação do volume compensado		0		0
11.1.1.2	Integridade do corpo do choke		0		0
11.2.4	Teste hidrostático do corpo do choke		0		0
11.2.6	Teste de passagem de fluido através da sede		0		0
11.2.7	Teste de pressão a jusante		0		0
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo		0		0
11.4.1	Acionamento mecânico após atuação hidráulica em condição crítica		0		0
11.4.2	Acionamento hidráulico após atuação por torque em condição crítica		0		0
11.3.1	Assinatura de passo em baixa pressão	3A+3F <sup>(1)</sup>	0		0
11.3.1	Assinatura de passo em alta pressão	3A+3F <sup>(1)</sup>	0		0
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão		0	3	0
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão		0	3	3
11.5.1	Teste cíclico de atuação hidráulica	160	160		3
11.3.1	Assinatura de passo em baixa pressão	3A+3F <sup>(1)</sup>	160		3
11.3.1	Assinatura de passo em alta pressão	3A+3F <sup>(1)</sup>	160		3
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão		160	3	3
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão		160	3	6
11.2.2	Teste de vedação dos cilindros do atuador		160		6
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo		160		6
11.7.1	Teste dinâmico em temperatura máxima	20	180		6
11.7.2	Assinatura de passo em temperatura máxima	3A+3F <sup>(1)</sup>	180		6

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº ET-3000.00-1500-229-PEK-001		REV. A
	SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO				FOLHA 46 de 52
	TÍTULO: REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA				INTERNO
					SUB/ES/EECE/EES
11.7.3	Teste de vedação a gás do corpo em temperatura máxima		180		6
11.7.4	Teste dinâmico em temperatura mínima	20	200		6
11.7.5	Assinatura de passo em temperatura mínima	3A+3F <sup>(1)</sup>	200		6
11.7.6	Teste de vedação a gás do corpo em temperatura mínima		200		6
11.7.7	Teste de ciclos de pressão/temperatura do corpo		200		6
11.7.8	Teste de ciclos de pressão/temperatura do atuador		200		6
11.7.9	Teste de vedação a gás do corpo em temperatura ambiente		200		6
11.7.10	Teste de vedação a gás do corpo em baixa pressão e temperatura ambiente		200		6
11.3.1	Assinatura de passo em baixa pressão	3A+3F <sup>(1)</sup>	200		6
11.3.1	Assinatura de passo em alta pressão	3A+3F <sup>(1)</sup>	200		6
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão		200	3	6
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão		200	3	9
<b>FASE API - Etapa API 17D - Hiperbárico (Protótipo P1)</b>			200		9
11.8.1	Teste de integridade do volume compensado à pressão externa		200		9
11.8.2	Teste de penetração de fluido atmosférico		200		9
11.8.3	Teste de penetração de fluido hiperbárico		200		9
11.8.4.2	Assinatura de passo em baixa pressão				
11.8.5	Teste de avaliação da pressão mínima de controle requerida <sup>(2)</sup>		200		9
11.8.6	Teste de avaliação da pressão de retorno <sup>(2)</sup>				
11.8.4.2	Assinatura de passo em alta pressão				
11.8.5	Teste de avaliação da pressão mínima de controle requerida <sup>(2)</sup>		200		9
11.8.6	Teste de avaliação da pressão de retorno <sup>(2)</sup>				
11.8.4.3	Assinatura de torque em baixa pressão		200	3	9
11.8.4.3	Assinatura de torque em alta pressão		200	3	12
11.8.7.2	Teste cíclico hidráulico hiperbárico	200	400		12
11.8.4.2	Assinatura de passo em baixa pressão				
11.8.5	Teste de avaliação da pressão mínima de controle requerida <sup>(2)</sup>		400		12
11.8.6	Teste de avaliação da pressão de retorno <sup>(2)</sup>				
11.8.4.2	Assinatura de passo em alta pressão				
11.8.5	Teste de avaliação da pressão mínima de controle requerida <sup>(2)</sup>		400		12
11.8.6	Teste de avaliação da pressão de retorno <sup>(2)</sup>				
<b>FASE API - Etapa API 17D - Endurance (Protótipo P1)</b>					
11.8.4.3	Assinatura de torque em baixa pressão		400	3	12

AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS N-0381 REV. L.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº ET-3000.00-1500-229-PEK-001		REV. A
	SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO				FOLHA 47 de 52
	TÍTULO: REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA				INTERNO
					SUB/ES/EECE/EES
11.8.4.3	Assinatura de torque em alta pressão		400	3	15
11.5.2	Teste cíclico de torque atmosférico		400	176	191
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão		400	3	191
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão		400	3	194
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo		400		194
11.6	Teste cíclico de pressão hidrostática	200 <sup>(3)</sup>	400		194
11.5.1	Teste cíclico hidráulico atmosférico	100	500		194
11.3.1	Assinatura de passo em baixa pressão		500		194
11.3.1	Assinatura de passo em alta pressão		500		194
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão		500	3	194
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão		500	3	197
11.2.2	Teste de vedação dos cilindros do atuador		500		197
11.2.3	Teste de vedação do volume compensado		500		197
11.2.4	Teste hidrostático do corpo do choke		500		197
11.2.6	Teste de passagem de fluido através da sede		500		197
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo		500		197
11.1.2	Teste de resistência ao travamento interno		500		197
11.1.3	Acionamento simultâneo do atuador hidráulico e <i>override</i>		500		197
11.3.1	Assinatura de passo em baixa pressão		500		197
11.3.1	Assinatura de passo em alta pressão		500		197
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão		500	3	197
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão		500	3	200
11.2.2	Teste de vedação dos cilindros do atuador		500		200
11.2.3	Teste de vedação do volume compensado		500		200
11.2.6	Teste de passagem de fluido através da sede		500		200
11.2.7	Teste de pressão a jusante		500		200
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo		500		200
<b>Etapa ANSI/ISA 75.02.01</b>			0		0
11.9.1	Levantamento das curvas de CV e FL		0		0
<b>Etapa API 6AV1</b>					
<b>API-6AV1 Classe II</b>			0		0
11.9.2.7	Teste de vedação inicial		0		0
11.9.2.8	Teste de recirculação de areia através do choke		0		0
11.9.2.9	Segundo teste de vedação		0		0
11.9.2.10	Teste cíclico com recirculação de areia	200	500		0
11.9.2.11	Teste de vedação final		500		0
<b>API-6AV1 Classe III</b>			0		0
11.9.2.12	Teste de vedação inicial		0		0
11.9.2.13	Teste de recirculação de areia através do choke		0		0
11.9.2.14	Segundo teste de vedação		0		0

AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS N-0381 REV. L.

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Nº ET-3000.00-1500-229-PEK-001

REV. A

SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO

FOLHA 48 de 52

TÍTULO:

REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS  
CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA

INTERNO


SUB/ES/EECE/EES


11.9.2.15	Teste cíclico com recirculação de areia	200	500		0
11.9.2.16	Teste de vedação final		500		0
<b>Etapa ANSI/ISA 75.02.01</b>			0		0
11.9.1	Levantamento das curvas de CV e FL		500		0

(1) : referente às assinaturas de passo, que serão realizadas para 3 passos de abertura (3A) e 3 passos de fechamento (3F);

(2) : Na impossibilidade de realização das assinaturas de passo em câmara hiperbárica estes testes devem ser realizados;

(3) : Ciclos de pressão.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº ET-3000.00-1500-229-PEK-001		REV. A
	SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO				FOLHA 49 de 52
	TÍTULO: REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA				INTERNO
<b>12.2.2 Sequência de testes de qualificação para chokes com atuação mecânica</b>					
<b>DESCRITIVO PETROBRAS</b>				<b>Número de ciclos a ser realizado</b>	
<b>ITEM</b>	<b>TESTES ATMOSFÉRICOS INICIAIS</b>			<b>Teste</b>	<b>Acumulado</b>
<b>FASE API - Etapa API 6A (Protótipo P1)</b>					
11.2.3	Teste de vedação do volume compensado				0
11.1.1.2	Integridade do corpo do choke				0
11.2.4	Teste hidrostático do corpo				0
11.2.6	Teste de passagem de fluido através da sede				0
11.2.7	Teste de pressão a jusante				0
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo				0
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão				0
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão			3	3
11.5.2	Teste cíclico de torque atmosférico			151	154
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão				154
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão			3	157
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo				157
11.7.1	Teste dinâmico em temperatura máxima			20	177
11.7.3	Teste de vedação a gás do corpo em temperatura máxima				177
11.7.4	Teste dinâmico em temperatura mínima			20	197
11.7.6	Teste de vedação a gás do corpo em temperatura mínima				197
11.7.7	Teste de ciclos de pressão/temperatura do corpo				197
11.7.8	Teste de ciclos de pressão/temperatura do atuador				197
11.7.9	Teste de vedação a gás do corpo em temperatura ambiente				197
11.7.10	Teste de vedação a gás do corpo em baixa pressão e temperatura ambiente				197
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão			3	197
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão			3	200
<b>FASE API - Etapa API 17D (Protótipo P1)</b>					200
11.8.1	Teste de integridade do volume compensado à pressão externa				200
11.8.2	Teste de penetração de fluido atmosférico				200
11.8.3	Teste de penetração de fluido hiperbárico				200
11.8.4.3	Assinatura de torque em baixa pressão			3	200
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.					
FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS N-0381 REV. L.					

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº	ET-3000.00-1500-229-PEK-001	REV.	A
	SISTEMA DE PRODUÇÃO SUBMARINO				FOLHA	50 de 52
	TÍTULO: REQUISITOS DE PROJETO E TESTES DE VÁLVULAS CHOKE PARA APLICAÇÃO SUBMARINA				INTERNO	
				SUB/ES/EECE/EES		
11.8.4.3	Assinatura de torque em alta pressão	3	203			
11.8.7.3	Teste cíclico de torque hiperbárico	194	397			
11.8.4.3	Assinatura de torque em baixa pressão	3	397			
11.8.4.3	Assinatura de torque em alta pressão	3	400			
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão	3	400			
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão	3	403			
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo		403			
11.5.2	Teste cíclico de torque atmosférico	91	494			
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão	3	494			
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão	3	497			
11.6	Teste cíclico de pressão hidrostática	200 <sup>(1)</sup>	497			
11.2.4	Teste hidrostático do corpo		497			
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo		497			
11.2.6	Teste de passagem de fluido através da sede					
11.1.2	Teste de resistência ao travamento interno		497			
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão	3	497			
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão	3	500			
11.2.3	Teste de vedação do volume compensado		500			
11.2.6	Teste de passagem de fluido através da sede		500			
11.2.7	Teste de pressão a jusante		500			
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo		500			
<b>Etapas ANSI/ISA 75.02.01</b>			0			
11.9.1	Levantamento das curvas de CV e FL		0			
<b>Etapas API 6AV1</b>						
<b>API-6AV1 Classe II</b>			0			
11.9.2.7	Teste de vedação inicial		0			
11.9.2.8	Teste de recirculação de areia através do choke		0			
11.9.2.9	Segundo teste de vedação		0			
11.9.2.10	Teste cíclico com recirculação de areia	200	500			
11.9.2.11	Teste de vedação final		500			
<b>API-6AV1 Classe III</b>			0			
11.9.2.12	Teste de vedação inicial		0			
11.9.2.13	Teste de recirculação de areia através do choke		0			
11.9.2.14	Segundo teste de vedação		0			
11.9.2.15	Teste cíclico com recirculação de areia	200	500			
11.9.2.16	Teste de vedação final		500			
<b>Etapas ANSI/ISA 75.02.01</b>			0			
11.9.1	Levantamento das curvas de CV e FL		0			
<sup>(1)</sup> : Ciclos de pressão.						

### 12.3 SEQUÊNCIA DE TESTES DE FAT

**12.3.1** A sequência de testes a ser realizada no FAT dos chokes produtos deve compreender, no mínimo, os testes listados a seguir, que devem ser realizados com o conjunto choke-atuador montado e sem pintura.

**12.3.2** Após o término dos testes com pressão e anteriormente à pintura do conjunto, deve ser realizado o teste de verificação da continuidade elétrica entre os componentes externos do conjunto choke-atuador, que estarão submetidos à proteção catódica após a instalação no ambiente marinho. Esse teste deve ser realizado conforme item 5.4.8 da referência 2.8.

#### 12.3.3 Sequência de testes de FAT para chokes com atuação hidráulica de passo

DESCRITIVO PETROBRAS	
ITEM	TESTES ATMOSFÉRICOS INICIAIS
11.1.1.1	Integridade dos cilindros atuador
11.2.2	Teste de vedação dos cilindros do atuador
11.2.3	Teste de vedação do volume compensado
11.1.1.2	Integridade do corpo do choke
11.2.4	Teste hidrostático do corpo do choke
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo
11.4.1	Acionamento mecânico após atuação hidráulica em condição crítica
11.4.2	Acionamento hidráulico após atuação por torque em condição crítica
11.3.1	Assinatura de passo em baixa pressão
11.3.1	Assinatura de passo em alta pressão
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão

#### 12.3.4 Sequência de testes de FAT para chokes com atuação mecânica

DESCRITIVO PETROBRAS	
ITEM	TESTES ATMOSFÉRICOS INICIAIS
11.2.3	Teste de vedação do volume compensado
11.1.1.2	Integridade do corpo do choke
11.2.4	Teste hidrostático do corpo do choke
11.2.5	Teste de vedação a gás do corpo
11.3.2	Assinatura de torque em baixa pressão
11.3.2	Assinatura de torque em alta pressão



### 13. SOFTWARE

**13.1** O fornecedor deve disponibilizar como parte do seu escopo de fornecimento, um software que permita ao usuário executar os seguintes cálculos:

- a) CV – cálculo do CV requerido para um determinado conjunto de dados de entrada. Além do CV, deve informar, para o produto fornecido, o posicionamento indicado da haste (em mA e em número de voltas do *override*) e a ocorrência de condições críticas, como *choked flow*.
- b) Queda de pressão – cálculo da variação de pressão através do choke para um determinado conjunto de dados de entrada. Deve fornecer mensagem de aviso no caso de *choked flow conditions*.
- c) Vazão – cálculos da vazão do fluido e mensagens de aviso no caso de *choked flow conditions*.
- d) Temperatura e velocidade do fluido após passar pelo choke para um determinado conjunto de dados de entrada.
- e) O *software* deve ser submetido à aprovação da PETROBRAS.