 <b>PETROBRAS</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		<b>ET-3000.00-1210-276-PPQ-030</b>				
	PROGRA MA:	<b>DP&amp;T/POCOS</b>			Folha 1 de 25		
	ÁREA:	<b>Completação</b>			---		
POCOS/CTPS/QC	TÍTULO	<b>JUNTA SELANTE SEPARÁVEL MODELOS 4630, 5630, 4305 e 4605 e acessórios</b>			PÚBLICO		
					POCOS/CTPS/QC		
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>							
<b>REV.</b>	<b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>						
0	Emissão Original						
	REV. 0						
DATA	26/05/2020						
PROJETO	POCOS/CTPS/QC						
EXECUÇÃO	POCOS/CTPS/QC						
VERIFICAÇÃO	POCOS/CTPS/QC						
APROVAÇÃO	POCOS/CTPS/QC						
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.							
FORMULÁRIO PERTENCENTE À PETROBRAS							



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Nº

ET-3000.00-1210-276-PPQ-030

REV.

0

DP&amp;T/POCOS

FOLHA

2

de

25

TÍTULO

**JUNTA SELANTE SEPARÁVEL MODELOS  
4630, 5630, 4305 e 4605 e acessórios**

PÚBLICO

POCOS/CTPS/QC

## SUMÁRIO

1	Escopo .....	3
2	Documentos De Referência .....	3
3	Termos e definições .....	3
4	Introdução .....	4
5	Funcionamento .....	5
6	Requisitos construtivos e operacionais .....	6
7	Acessórios .....	12
8	Metalurgia .....	18
9	Testes de qualificação .....	19
10	Factory Acceptancy Test.....	19
11	Requisitos técnicos de qualidade e confiabilidade .....	20
12	Disposições gerais .....	21
	Anexo A – Fluidos de completação tipo salmoura .....	22
	Anexo B – documentação complementar .....	23

## 1 ESCOPO

Apresentar os requisitos técnicos e funcionais mínimos exigidos para o fornecimento de TSR para completção e manutenção (*workover*) de poços marítimos, bem como estabelecer os parâmetros para avaliação de desempenho e critérios de aceitação.

Especificações para atendimento às condições específicas do ambiente de utilização (metalurgia, tipo de conexão, graus de validação dos selos) deverão ser estabelecidas na respectiva ET-RBS.

## 2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 2.1 API SPEC 19AC - *Specification for Completion Accessories*;
- 2.2 API SPEC 5CT - *Specification for Casing and Tubing*;
- 2.3 ISO 11960 - *Petroleum and natural gas industries - Steel pipes for use as casing or tubing for wells*;
- 2.4 ISO 13680 - *Petroleum and natural gas industries - Corrosion-resistant alloy seamless tubes for use as casing, tubing and coupling stock - Technical delivery conditions*;
- 2.5 API SPEC 5CRA - *Specification for Corrosion-resistant Alloy Seamless Tubes for Use as Casing, Tubing, and Coupling Stock*;
- 2.6 ET-3000.00-1210-130-PPQ-1 - Componentes Elastoméricos de Poço
- 2.7 ET-2000.00-1100-000-PPQ-007 - Serviço de Fluidos de Perfuração

## 3 TERMOS E DEFINIÇÕES

- ET-R – Especificação Técnica de Requisitos – Documento técnico que apresenta definições sobre ferramentas ou serviços e requisitos gerais sobre esses itens.
- ET-RBS – Especificação Técnica de Requisição de Bens e Serviços. Documento que apresenta requisitos específicos sobre bens ou serviços a serem contratados. Permite que sejam apresentados requisitos para diversos cenários de aplicação.
- TSR - Tubing Seal Receptacle. Termo em inglês para Junta selante separável. Definição utilizada pela API SPEC 19AC, em seu item 3.78
- FMEA - *Failure mode, effects, and analysis*
- FMECA - *Failure mode, effects, and criticality analysis*

## 4 INTRODUÇÃO

A motivação para a criação desta ET-R é a ausência de uma Especificação Técnica Padronizada para TSR em detrimento da sua recorrente utilização em projetos na Petrobras. A padronização de uma Especificação Técnica de Requisitos auxiliará na estruturação da entrada das companhias ao cadastro de fornecedores, conforme tecnologias disponíveis e as demandas licitadas.

Um TSR consiste de junta selante separável, com curso variável, e tem a finalidade tanto de absorver deformações das colunas de produção ou injeção, advindas de carregamentos diversos de pressão e temperatura, durante o ciclo de vida do poço, quanto viabilizar o balanceio das colunas de produção/injeção, permitindo o ajuste final no comprimento da coluna. Os TSR compõem-se de duas partes independentes principais: camisa e mandril, conforme ilustrado na Figura 1.

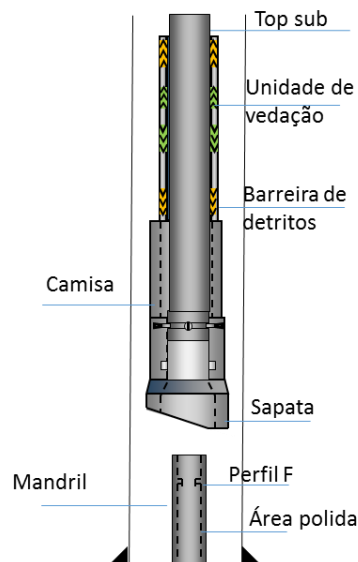


Figura 1 - Principais componentes de uma Junta Selante separável.

Os principais componentes de um TSR são a camisa, solidária à parte superior da coluna, e o mandril, solidário à completação inferior ou à uma cauda intermediária.

A camisa é composta por top sub, barreiras de detritos, unidades selantes e sapata. As unidades de vedação promovem a vedação entre o interior da camisa e a parte externa do mandril. As barreiras de detritos consistem em raspadores, cuja função é remover partículas sólidas da superfície do mandril, impedindo que estas se alojem nos selos da unidade de vedação. A sapata normalmente possui uma guia na extremidade e um perfil em “J” internamente.

O mandril é uma haste polida (onde os selos da camisa vedarão), composta normalmente por um perfil interno em seu topo para assentamento de dispositivos through tubing. Em sua base há o pino guia para o perfil “J” da camisa.

## 5 FUNCIONAMENTO

A extremidade inferior da camisa, também denominada sapata, possui parede com acabamento biselado internamente em sua extremidade, de modo a facilitar o encamisamento do mandril.

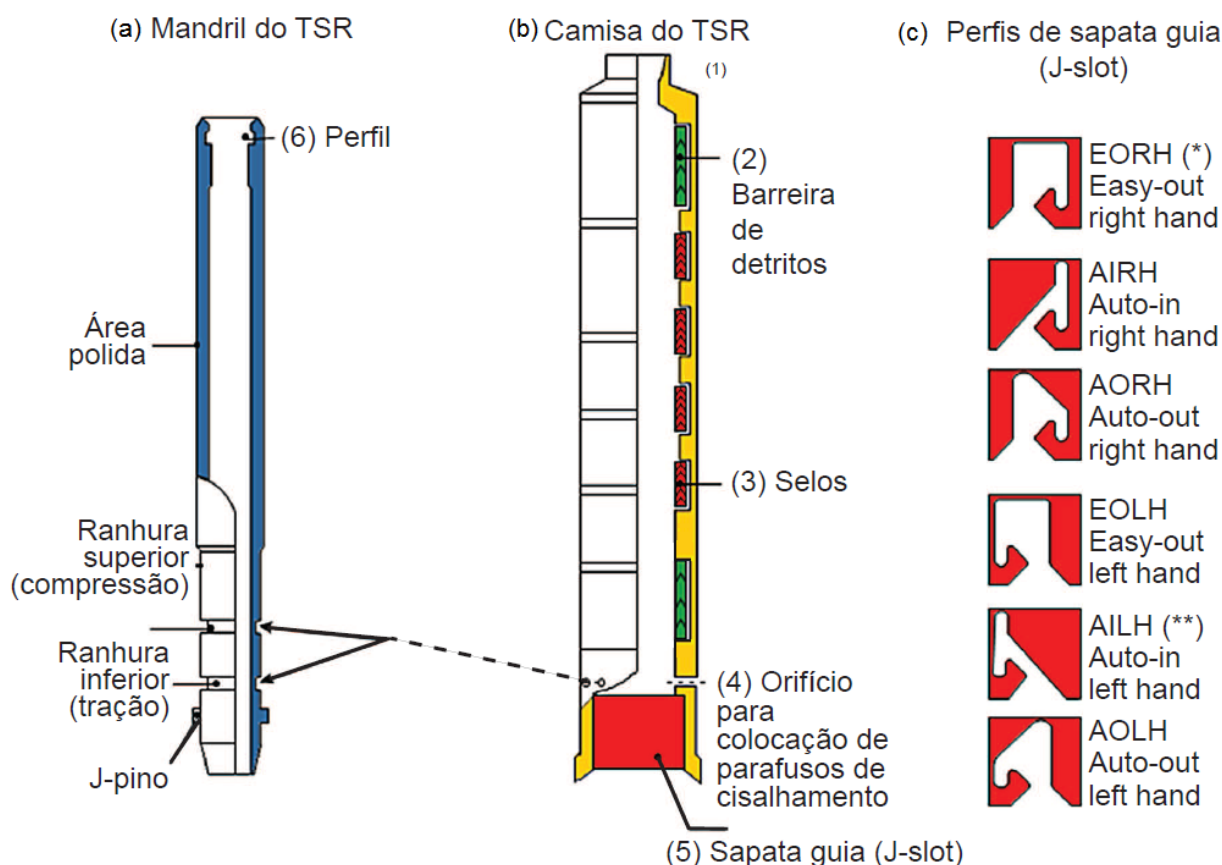


Figura 2 – Detalhe dos componentes do TSR. (a) Mandril ; (b) Camisa ; (c) Perfis convencionais para a sapata guia ; Adaptado de (Universidade Petrobras, 2013)

A Figura 2 mostra detalhes construtivos tipicamente observados em juntas selantes separáveis. Na base do mandril (item (a) ), encontram-se ranhuras, para instalação de parafusos de cisalhamento. Tais parafusos permitem a fixação entre mandril e camisa (item (b) ), feita antes da operação de descida da completação superior. Abaixo das ranhuras mostradas no item (a), encontra-se o J-pino. Esse componente desliza no interior da sapata guia da camisa, guiando a rotação relativa entre mandril e camisa.

Após a descida do TSR até a profundidade desejada, é necessário romper os parafusos de cisalhamento, para permitir o livre curso da ferramenta. O rompimento dos parafusos pode ocorrer por meio de pressurização do interior da coluna (para TSR hidráulico) ou pela aplicação de peso (para os TSR mecânicos). Esses dois tipos de TSR serão os únicos a serem tratados nesta ET-R.

Após o rompimento dos parafusos de cisalhamento, poderá ser necessário aplicar peso e/ou rotação sobre o TSR. Essa sequência de carregamentos fará com que o J-pino consiga sair de sua posição inicial e deslizar para a porção inferior da sapata guia, o que liberará a camisa do mandril.

Uma vez que a camisa e mandril encontram-se destravados, deverá ser possível o movimento relativo entre camisa e mandril, na direção axial do poço (correspondente à direção x da Figura 2 (a) ). Mesmo com a camisa destravada, será possível a vedação entre o interior da coluna e o espaço anular, com tanto que o

mandril se encontre em contato com os selos do interior da camisa. O curso do TSR é definido como o intervalo de movimento relativo entre camisa e mandril para o qual mandril e selos se encontram engajados. Os TSR cobertos por esta ET-R possuirão curso de até 30 pés, equivalente a 9,144 metros.

## 6 REQUISITOS CONSTRUTIVOS E OPERACIONAIS

### 6.1 Componentes

6.1.1 O fabricante deverá fornecer o modulado completo do TSR, com todos os componentes montados e torqueados. Os componentes serão especificados na ET-RBS. Os pinos de cisalhamento são parte integrante do fornecimento.

6.1.2 Requer-se que as conexões inferior e superior do modulado TSR sejam *Premium*.

6.1.3 A camisa do TSR deverá ser equipada com, pelo menos, 2 unidades selantes.

6.1.4 A área selante deverá possuir comprimento mínimo de 30 pés.

6.1.5 A camisa do TSR deverá ser equipada com, pelo menos, duas barreiras de detritos, assim localizadas:

6.1.5.1 Pelo menos uma (01) barreira de detritos acima da área selante

6.1.5.2 Pelo menos uma (01) barreira de detritos abaixo da área selante

6.1.6 Tubo encamisador

6.1.6.1 A função do tubo encamisador é garantir o curso de vedação quando o TSR for totalmente encamisado.

6.1.6.2 Deverá ser fornecido tubo encamisador, com roscas compatíveis, a ser conectado acima da Camisa Selante.

6.1.7 Tubo espaçador

6.1.7.1 Deverá ser fornecido tubo espaçador, conectado entre a camisa selante e a sapata, com comprimento suficiente para cobrir todo o mandril polido antes da liberação.

### 6.2 Dimensional

6.2.1 Os TSR tratados por esta ET-R serão dos modelos 4305, 4605, 4630 e 5630, que possuem mandril com diâmetro externo de, aproximadamente, 4 3/8"; 4 5/8"; 4 5/8" e 5 5/8", respectivamente. O diâmetro externo do mandril também será denominado de diâmetro nominal do TSR.

6.2.2 Requer-se curso de 5 pés para os modelos 4305 e 4605. Requer-se curso de 30 pés para os modelos 4630 e 5630.

6.2.3 O diâmetro externo máximo dos TSR deverá ser compatível com os revestimentos de produção em uso na Petrobras. As tabelas 1, 2 e 3 resumem os diâmetros nominais e os limites de diâmetro externo requeridos para os TSR.

Tabela 1 – Requisitos dimensionais para os TSR 4305

Cenário de aplicação	Dados do TSR		
	Modelo do TSR	Diâmetro nominal (pol)	Diâmetro externo máximo (pol)
Revestimento de produção 7" 32 lb/ft	4305	4 3/8"	5 3/4"
9 5/8" 53,5 lb/ft	4305	4 3/8"	8 1/4"
9 7/8" 66,9 lb/ft	4305	4 3/8"	8 1/4"
10 3/4" 108,7 lb/ft	4305	4 3/8"	8 1/4"

Tabela 2 – Requisitos dimensionais para os TSR 4605 e 4630

Cenário de aplicação	Dados do TSR		
	Modelo do TSR	Diâmetro nominal (pol)	Diâmetro externo máximo (pol)
Revestimento de produção 7" 32 lb/ft	4605 ; 4630	4 5/8"	5 3/4"
9 5/8" 53,5 lb/ft	4605 ; 4630	4 5/8"	8 1/4"
9 7/8" 66,9 lb/ft	4605 ; 4630	4 5/8"	8 1/4"
10 3/4" 108,7 lb/ft	4605 ; 4630	4 5/8"	8 1/4"

Tabela 3 – Requisitos dimensionais para os TSR 5630

Cenário de aplicação	Dados do TSR		
	Modelo do TSR	Diâmetro nominal (pol)	Diâmetro externo máximo (pol)
Revestimento de produção 10 3/4" 108,7 lb/ft	5630	5 5/8"	8 1/4"
10 3/4" 85,3 lb/ft	5630	5 5/8"	8 3/4"
10 3/4" 65,7 lb/ft	5630	5 5/8"	9 1/4"

6.2.4 A extremidade da sapata poderá ter diâmetro externo entre as seguintes opções:  $\left\{ 5 \frac{3}{4}'' ; 8 \frac{1}{4}'' ; 8 \frac{3}{4}'' ; 9 \frac{1}{4}'' \right\}$ . Deverá ser respeitada a restrição de diâmetro externo máximo do item 6.2.3.

6.2.5 O *drift* do mandril deverá garantir diâmetro de passagem conforme exigido na Tabela 4.

Tabela 4 – Difts mínimos requeridos para o mandril do TSR

Modelo de TSR	Tubo de referência para o <i>bottom sub</i>		<i>Drift</i> requerido para o mandril
	OD (pol)	Peso linear (lb/ft)	
4305; 4605 ; 4630	4 ½"	13,5 lb/ft	3,795"
5630	5 ½"	23 lb/ft	4,545"

6.2.6 Na porção superior do mandril, deverá ser instalado *nipple*, com perfil a ser especificado na ET-RBS, entre as opções mostradas na Tabela 5 ou Tabela 8.

Tabela 5 - Nipples para o TSR 4630

Modelo do TSR	Diâmetro nominal (pol)	Nipple	Limite de Pressão
4305	4 3/8"	F 2,75"	5.000 psi
4605 ; 4630	4 5/8"	DB 3,562" QN 3,562"	5.000 psi
4605 ; 4630	4 5/8"	QN 3,562"	10.000 psi

Tabela 6 - Nipples para o TSR 5630

Modelo do TSR	Diâmetro nominal (pol)	Nipple	Limite de Pressão
5630	5 5/8"	QN 4,312"	10.000 psi

6.2.7 Caso algum perfil seja protegido por patente, o fabricante do TSR poderá solicitar licença para usiná-lo aos detentores da propriedade intelectual. Caso não seja possível adquirir tal licença, o fabricante deverá subcontratar a usinagem junto a fornecedores licenciados.

6.2.8 Poderão ser aceitos *nipples* com perfil similar aos supracitados, desde que os perfis sejam compatíveis para instalação de ferramentas insertáveis dos nipples QN, DB ou F. A compatibilidade deve ser observada, mesmo para os limites de pressão estabelecidos na Tabela 5 e Tabela 6.

6.2.9 A Figura 3 mostra o esquema de uma ferramenta insertável instalada no interior do *nipple* do TSR.



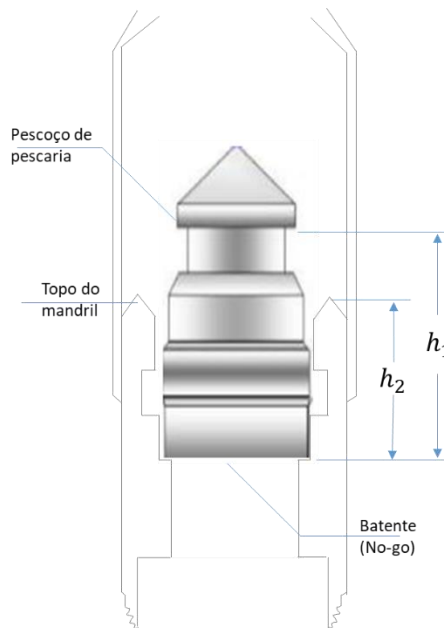


Figura 3 - Exemplo de ferramenta insertável instalada no *nipple* do mandril

A distância  $h_2$ , entre o batente do *nipple* e o topo do mandril, deverá ser limitada, de modo a impedir que o pescoço de pescaria das ferramentas insertáveis fique abaixo do topo do mandril. Assim, requer-se  $h_1 > h_2$ .

6.2.10 O mandril deverá ser munido de J-pino, de modo a facilitar sua eventual recuperação, juntamente com a camisa.

### 6.3 Bombeio de fluidos

6.3.1 Para a posição desencamisada (semelhante à configuração mostrada na Figura 1), requer-se que o TSR suporte bombeio de fluido a alta vazão, conforme especificado abaixo.

6.3.1.1 Vazão mínima de bombeio de 14 bpm

6.3.2 Os fluidos a serem bombeados encontram-se previstos na ET-R Serviço de Fluidos de Perfuração, código 2000.00-1100-000-PPQ-007, itens 3.2.4 Fluidos de perfuração aquosos para fases com retorno (para perfuração de reservatórios (*drill-in*), de média inibição, de alta inibição, multifuncionais, para alta pressão e alta temperatura (HPHT) e adensados com sólidos micronizados) e 3.2.5 Fluidos de perfuração não aquosos, bem como fluidos de completção. Demais fluidos poderão ser solicitados na ET-RBS. O TSR deverá suportar o bombeio dos seguintes fluidos:

6.3.2.1 Fluido de perfuração não-aquoso (NAF)

6.3.2.2 Fluido de perfuração aquoso

6.3.2.3 Fluido de completção tipo salmoura (Ver Anexo A)

6.3.2.4 Qualquer mistura entre os fluidos supracitados



#### 6.4 Pressão de trabalho

6.4.1 Define-se a pressão de trabalho ( $\Delta P$ ) como o diferencial de pressão esperado entre coluna e anular, para operações com TSR.

6.4.2 A pressão de trabalho dos equipamentos solicitados será definida na ET-RBS, entre as seguintes opções

6.4.2.1  $\Delta P = 5.000 \text{ psi}$

6.4.2.2  $\Delta P = 7.500 \text{ psi}$

6.4.2.3  $\Delta P = 10.000 \text{ psi}$

#### 6.5 Resistência a tração

6.5.1 O modulador de TSR deverá ser capaz de absorver esforços axiais sem romper seus componentes, nem cisalhar o mecanismo de retenção entre camisa e mandril.

6.5.1.1 O limite de tração a ser suportado deve ser de, pelo menos, 150 klbf.

6.5.1.2 O limite de compressão a ser suportado deve ser de, pelo menos, 10 klbf.

#### 6.6 Resistência mecânica

6.6.1 Os componentes do TSR deverão possuir resistência mecânica compatível com tubos de produção correspondentes às conexões superior (Top Sub) e inferior (Mandril) do TSR nas seguintes condições:

6.6.1.1 80 ksi, para metalurgia em Aço Carbono Comum e Cr-13

6.6.1.2 110 psi, para metalurgia em SCr-13

6.6.1.3 125 ksi, para metalurgia em SDSS

6.6.2 A Tabela 7 mostra os limites mínimos de *burst* (resistência a pressão interna) e colapso (resistência a pressão externa) exigidos para os dois modelos de TSR especificados. Os valores correspondem aos limites de pressão apresentados por tubos de produção tipicamente empregados em poços da Petrobras.

Tabela 7 – Resistências requeridas para TSR , com base em resistências apresentadas por tubos de produção.

Modelo de TSR	Tubo de produção de referência				
	OD (pol)	Peso linear (lb/ft)	Metalurgia (vide item 8 desta ET-R)	Resistência ao colapso (psi)	Resistência à pressão interna (psi)
4305; 4605 ; 4630	4 ½"	13,5 lb/ft	Cr1 80 ksi	8.540	9.020
4305; 4605 ; 4630	4 ½"	13,5 lb/ft	Cr13% L-80	8.540	9.020
4305; 4605 ; 4630	4 ½"	13,5 lb/ft	SMSS Opção 1 - 95 ksi	9.660	10.710
4305; 4605 ; 4630	4 ½"	13,5 lb/ft	SMSS Opção 2 – 110 ksi ISO 13680 ou API 5CRA	10.680	12.410
4305; 4605 ; 4630	4 ½"	13,5 lb/ft	SMSS Opção 3 - 110 ksi, com teste de corrosão sob tensão	10.680	12.410
4305; 4605 ; 4630	4 ½"	13,5 lb/ft	SDSS – 125 ksi	11.600	14.100
5630	5 ½"	23 lb/ft	Cr1 80 ksi	11.160	10.560
5630	5 ½"	23 lb/ft	Cr13% L-80	11.160	10.560
5630	5 ½"	23 lb/ft	SMSS Opção 1 - 95 ksi	12.940	12.540
5630	5 ½"	23 lb/ft	SMSS Opção 2 – 110 ksi ISO 13680 ou API 5CRA	14.540	14.530
5630	5 ½"	23 lb/ft	SMSS Opção 3 - 110 ksi, com teste de corrosão sob tensão	14.540	14.530
5630	5 ½"	23 lb/ft	SDSS – 125 ksi	16.070	16.510

## 6.7 Instalação

- 6.7.1 Para a corrida de instalação, o TSR deverá ter seu interior desobstruído, livre para o bombeio de fluido a alta vazão.
- 6.7.2 Ainda para a corrida de instalação, O TSR deverá ser descido na posição encamisada, com vedação garantida para as pressões de trabalho requeridas pela operação, conforme item 6.4.2.
- 6.7.3 A área polida do mandril não deve estar exposta durante a instalação.



## 6.8 TSR hidráulico

- 6.8.1 A liberação dos TSR hidráulicos deverá ser feita exclusivamente pela aplicação de pressão interna, prescindindo da aplicação de compressão ou rotação da coluna. Após liberação, o TSR deverá permitir o restante do seu curso para baixo.
- 6.8.2 A liberação dos TSR hidráulicos deverá ocorrer por meio da aplicação de pressão no interior da coluna,  $P_{col}$ , de modo a se produzir um diferencial de pressão entre coluna e anular,  $\Delta P = P_{col} - P_{anular}$ .
- 6.8.3 A pressão de liberação do TSR hidráulico,  $P_{lib}$ , deverá ser customizável, dentro do range  $P_{lib} \in [2.500 ; 6.000]$  *psi*, aplicado a partir da superfície. Assim, espera-se que ocorra a liberação para  $\Delta P = P_{lib}$
- 6.8.4 Poderão ser utilizados pinos de cisalhamento para a liberação por pressão. A quantidade de pinos a serem usados, bem como sua especificação, será determinada pelo fabricante.
- 6.8.5 TSR hidráulicos devem possuir, em seu mecanismo, dispositivo que impeça a liberação mecânica acidental durante a instalação.

## 6.9 TSR mecânico

- 6.9.1 A liberação dos TSR mecânicos deverá ocorrer exclusivamente por aplicação de força compressiva sobre a camisa ( $F_{slack-off}$ ). No caso de Sapata Automática, após liberação, o restante do curso do TSR deverá ser para baixo.
- 6.9.2 A força de liberação do TSR mecânico deverá ser respeitar os limites
- $$F_{slack-off} \in [10 \text{ klf} ; 70 \text{ klf}]$$
- 6.9.3 Poderão ser utilizados pinos de cisalhamento para a customização da força de compressão necessária para a liberação do TSR.
- 6.9.4 Caso solicitado, a camisa do TSR deverá prescindir de aplicação de giro na superfície. Essa funcionalidade permitirá a liberação entre camisa e mandril contando apenas com esforço compressivo  $F_{slack-off}$ , aplicado via sonda.

## 7 ACESSÓRIOS

- 7.1 Além dos componentes já mencionados, poderão ser requeridos os acessórios descritos nos itens 7.2 a 7.6. Os itens serão solicitados na ET-RBS e serão parte integrante do escopo de fornecimento dos TSR.
- 7.2 Mecanismo de liberação automática
- 7.2.1 Caso solicitado, a camisa do TSR deverá prescindir de aplicação de giro na superfície. Essa funcionalidade permitirá a liberação entre camisa e mandril contando apenas com esforço compressivo  $F_{slack-off}$ , aplicado via sonda.
- 7.3 Guia da camisa

- 7.3.1.1 Acessório que facilita o encamisamento do mandril. Também conhecido como oversize guide.
- 7.3.1.2 O diâmetro externo máximo do oversize guide deverá respeitar as limitações da Tabela 8, conforme o cenário de utilização. O cenário de cada TSR será especificado na ET-RBS.

Tabela 8 – Requisitos dimensionais para o acessório oversize guide

Cenário de aplicação		Oversize guide
Revestimento de produção	Drift do revestimento (pol)	Diâmetro externo máximo (pol)
Llner 7" 32 lb/ft	6,094"	5 ¾"
9 5/8" 53,5 lb/ft	8,535"	8 ¼"
9 7/8" 66,9 lb/ft	8,539"	8 ¼"
10 ¾" 108,7 lb/ft	8,684"	8 ¼"
10 ¾" 85,3 lb/ft	9,156"	8 ¾"
10 ¾" 65,7 lb/ft	9,560"	9 ¼"

#### 7.4 Sapata-guia

- 7.4.1 Opcionalmente, poderá ser exigido um dos perfis mostrados na Figura 4. Tais perfis se encaixam em pinos presentes na parte inferior do mandril e permitem que se recupere o conjunto inferior com a própria camisa do TSR, muito embora tal finalidade tenha caído em desuso, sendo hoje em dia, na maioria das vezes, utilizado o overshot (ferramenta de pescaria) para a recuperação do mandril e toda a completção inferior. Cada configuração do perfil requer uma maneira diferente para se acoplar e desacoplar a cauda ao mandril.

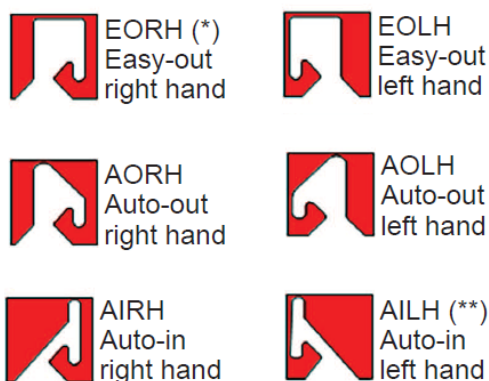


Figura 4 – Tipos de sapata guia, ou J-slot. Adaptado de : (Universidade Petrobras, 2013)

### 7.5 Sapata automática

Para viabilizar a Completação One-Trip utilizando-se TSR com liberação mecânica, foi necessário alterar projeto do perfil interno da Sapata Guia de forma que, ao liberá-la do mandril, não houvesse necessidade de giro da coluna na superfície e também que o movimento da camisa ocorresse para baixo, completando o encamisamento.

Conectada na extremidade inferior da camisa do TSR, a sapata automática consiste em uma guia com perfil especial conforme ilustrado na Figura 5.

No momento em que a extremidade da coluna de produção atinge sua posição final – normalmente com a âncora travada no packer – os pinos são cisalhados com peso (Figura 5 (b)), permitindo que a sapata libere “automaticamente”, prosseguindo o movimento descendente da camisa (normalmente de 4 a 5m) até o assentamento do TH.

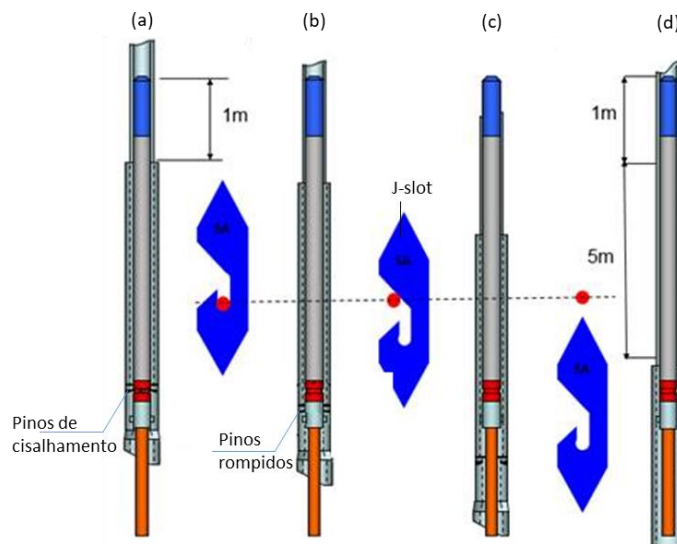


Figura 5 – Sequência de liberação de sapata automática ; (a) Posição pinada ; (b) Após rompimento dos pinos de cisalhamento ; (c) Liberação da sapata ; (d) TSR encamisado + 5 m (4 m abertura).

A Figura 6 mostra o detalhe construtivo da base de um perfil J-slot. O desenho apresentado na Figura 6 é meramente ilustrativo. O fabricante poderá realizar um projeto diferente do ilustrado, de modo a melhor atender suas necessidades de projeto. O perfil da sapata automática permite que a aplicação de compressão sobre a coluna promova a liberação entre camisa e mandril. A liberação automática é promovida pelo giro automático do J-slot. Na Figura 6, também é possível ver os pinos de cisalhamento da sapata.

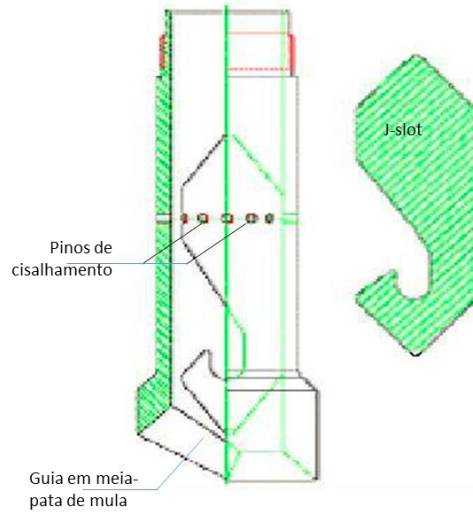


Figura 6 - Perfil de sapata automática

### 7.6 Dispositivo de liberação hidráulica

O dispositivo de liberação hidráulica representa uma alternativa à Sapata Automática, para colunas com instalação *one-trip*. O dispositivo permite a liberação entre camisa e mandril por meio de pressurização interna da coluna.

A Figura 7 mostra um esquemático ilustrativo para esse dispositivo. O desenho industrial empregado pelo fabricante poderá ser diferente dessa figura, de modo a melhor atender as necessidades de projeto. O dispositivo de liberação hidráulica consiste, basicamente, de um pistão selante, localizado entre mandril e camisa. Normalmente, o dispositivo de liberação hidráulica é solidário à camisa do TSR e posicionado na sua extremidade inferior.

Ao se aplicar pressão interna à coluna, o pistão é acionado. Os parafusos de cisalhamento que fixavam o dispositivo são rompidos, viabilizando o movimento do pistão. Após esse movimento, conforme ilustrado na Figura 7 (b), ocorre o destravamento entre camisa e mandril.

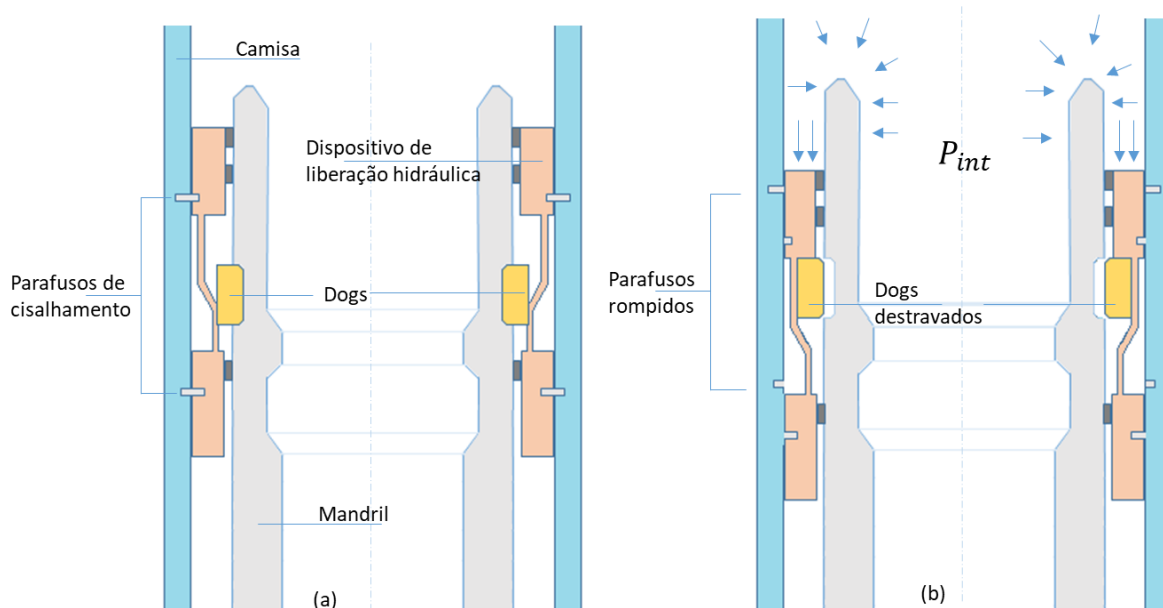


Figura 7 – Exemplo de esquemático ilustrativo para o dispositivo de liberação hidráulica ; (a) posição de corrida ; (b) posição destravada, após aplicação de pressão no interior da coluna,  $P_{int}$

## 7.7 Copo telado

### 7.7.1 Descrição

Componente acessório ao mandril de TSR, destinado a proteger o interior do *packer* e tubulação abaixo quanto à deposição de detritos, principalmente aqueles oriundos do tampão de abandono temporário. É instalado no topo do mandril TSR e elimina a necessidade de *nipple* e válvula de retenção (*standing valve*). O copo telado possui internamente uma tela que impede a entrada de detritos de cimento ou outros no interior do TSR e que no passado costumavam impedir o desassentamento da válvula de retenção, dentre outros transtornos.

### 7.7.2 Principais componentes

O equipamento compreende essencialmente uma camisa externa cilíndrica perfurada. Esta, por sua vez, acomoda em seu interior uma grade de tela tipo *wire wrapped*, que possui a função de filtrar a entrada de detritos (ref. norma API19SS). A abertura da tela deve ser definida pela ET-RBS.

Um valor de abertura tipicamente adotado em completações de poços marítimos é 0,012" (gauge 12), capaz de filtrar calcita de granulometria fina.

O copo telado divide-se em quatro partes, conforme mostrado na Figura 8:

7.7.2.1 Parte superior: com topo arredondado e seção transversal cilíndrica. Deve possuir diâmetro externo,  $\phi_1$  inferior ao diâmetro interno da camisa do TSR na qual o acessório será instalado.  $\phi_1$  não poderá ser superior ao diâmetro externo da parte central (2).

7.7.2.2 Parte central: principal porção do dispositivo. Deve possuir superfície regular, de diâmetro constante. Possui perfurações distribuídas uniformemente ao longo de sua seção e extensão. Acondiciona a tela, em seu interior. Deve possuir diâmetro externo  $\phi_2$  inferior ao diâmetro interno da camisa do TSR, na qual o acessório será instalado. A parte central deve possuir comprimento mínimo  $L_2 = 2 ft$ .

7.7.2.3 Parte inferior, substancialmente cilíndrica e com diâmetro externo  $\phi_3$ , compatível com o mandril TSR em que o componente é conectado. Deve ser provida de conexões de interface à parte central (2) do dispositivo e ao topo do mandril do TSR.

7.7.2.4 Tela, posicionada internamente ao corpo. Destinada a impedir a entrada de calcita e demais sólidos.



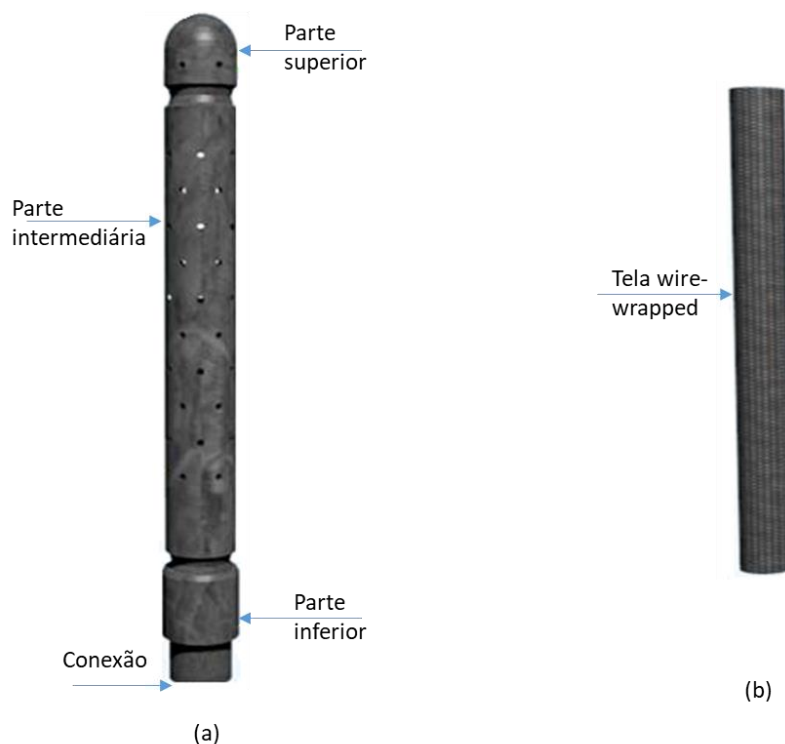


Figura 8 – Esquema de copo telado, para uso com TSR 4305 e 4605 ; (a) componentes externos ; (b) tela wire-wrapped

A Figura 8 mostra um esquema de copo telado, a ser empregado nos TSR modelos 4305 e 4605.

A Figura 9 mostra as principais dimensões a serem observadas, para os copos telados a serem instalados no mandril dos TSR curtos 4305 ou 4605. O fabricante deverá construir o equipamento com o dimensional que for mais conveniente, desde que sejam atendidas as restrições impostas no item 6.2 desta ET-R. O copo telado deve possuir resistência à tração de 150 klb.

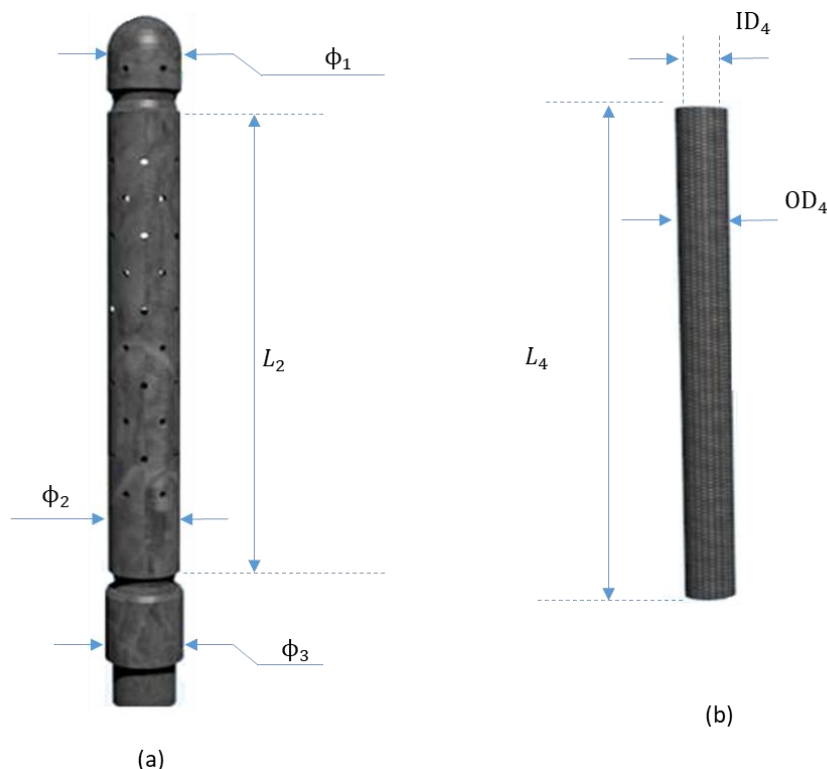


Figura 9 – Esquema de copo telado, para uso com TSR 4305 e 4605 ; (a) Componentes externos ; (b) Tela, a ser instalada no interior da camisa perfurada.

Os desenhos apresentados nas Figura 8 e 8 são meramente ilustrativos. O fabricante poderá realizar um projeto diferente do ilustrado, de modo a melhor atender suas necessidades de projeto.

## 8 METALURGIA

A metalurgia dos materiais utilizados nos equipamentos deve seguir as seguintes normas:

- 8.1 Aço Carbono baixa liga 1%Cr grau L-80 (80 ksi) ou família 41XX ou 43XX, conforme ISO-11960 ou API SPEC 5CT;
- 8.2 Aço Inoxidável Martensítico 13%Cr grau L-80 (80 ksi), conforme Norma ISO-11960 ou API SPEC 5CT;
- 8.3 Aço Super Martensítico Stainless Steel - SMSS (13Cr5Ni2Mo) atendendo a alguma das seguintes normas:

Opção 1: Aço Inoxidável Supermartensítico (SCr13%), grau 95 ksi. Tipo: UNS S41426 com dureza máxima de 27HRC, limite de escoamento máximo de 105 ksi e composição química conforme a Norma ISO 15156. Seguir as condições técnicas das Normas ISO 13680 ou API 5CRA. PSL-02.

Opção 2: Aço Inoxidável Supermartensítico (SCr13%). Tipo: UNS S41425 com dureza máxima de 28HRC, limite de escoamento máximo de 110 ksi e composição química conforme a Norma ISO 15156. Seguir as condições técnicas das Normas ISO 13680 ou API 5CRA. PSL-02.

Opção 3: Quando o limite de escoamento e ou dureza estiverem fora dos limites normativos, por exemplo, graus com limite de escoamento mínimo de 110 ksi, poderão ser ofertados, desde que atendam aos testes de corrosão sob tensão conforme as condições descritas abaixo e que os resultados dos testes sejam fornecidos para a Petrobras durante a apresentação da proposta técnica:



## Solução de ensaio:

120.000 ppm Cl-  
0,4 g/L CH<sub>3</sub>COONa  
pH 4,5 ajuste com HCl ou ácido acético

## Gás:

7%H<sub>2</sub>S/93%CO<sub>2</sub>

## Tensão aplicada:

90% SYMS

## Frequência mínima:

Três amostras (teste método A - NACE TM0177) por lote. Novo teste é permitido caso apenas uma amostra falhe. Neste caso, mais duas amostras deverão ser testadas e aprovadas do mesmo tubo. Se existir solda, a amostra a ser testada deve ser retirada transversalmente a junta soldada e deve estar totalmente contida na área útil do corpo de prova do teste método A -NACE TM0177. Excepcionalmente, neste caso, também será aceito o método de ensaio de Dobramento Quatro Pontos (EFC Publication 16, Appendix 2), entretanto a tensão aplicada deverá ser de 100%AYS.

8.4 Aço Super Duplex Stainless Steel - SDSS (25Cr7Ni4Mo) – L<sub>E</sub>min= 125 ksi, PSL-2; PREN > ou = 40, conforme ISO 13680 ou API SPEC 5CRA e máxima dureza de 37 HRC, conforme Norma ISO 15156;

## 9 TESTES DE QUALIFICAÇÃO

9.1 Para comprovar o atendimento às normas técnicas solicitadas neste documento, o fabricante deverá apresentar a certificação pertinente. Esta deverá ser emitida por órgão certificador acreditado por entidade reconhecida pelo IACS (International Association of Classification Societies) ou devidamente monogramada pela API, segundo a norma API SPEC 19 AC, para o acessório "Tubing Seal Receptacle"

9.2 A validação de um equipamento por entidade de terceira pode ser estendida para outros equipamentos de uma mesma família de produtos (técnica de scaling), desde que obedeçam aos requisitos e limitações contidos na norma API 19AC, em seu item 6.7, intitulado "*Design Validation Scaling*".

9.3 TSR que não possuam histórico de fornecimento para a Petrobras deverão ser qualificados por meio de teste funcional ou *Factory Acceptancy Test (FAT)*. O FAT deverá ser realizado na presença de representante da Petrobras, antes da entrega do primeiro exemplar de TSR. O procedimento do FAT está descrito no item 10 deste documento.

9.4 Após a validação dos testes de aceitação de fábrica e da entrega e aceitação dos documentos listados no anexo B, item B.2, a Petrobras atestará sua aprovação e total aceitação, ficando o equipamento liberado para ser fornecido conforme o devido processo de contratação.

## 10 FACTORY ACCEPTANCY TEST

### 10.1 Teste de encamisamento

10.1.1 Verificar a estanqueidade do TSR, em sua posição de corrida, com os parafusos de cisalhamento instalados.

10.1.2 Aplicar diferencial de pressão de, pelo menos,  $\Delta P = 50 \text{ psi}$ , de dentro para fora do TSR. Admite-se aplicação de diferencial de pressão maior, no range  $\Delta P \in [ 50 ; 150 ] \text{ psi}$ .



10.1.3 Critério de aceitação: Queda de pressão máxima de 1%, em 15 minutos de teste, conforme prescrito pela API SPEC 19 AC, no item 6.5.3.1.

## 10.2 Teste de liberação

10.2.1 Para TSR hidráulico, verificar a liberação do TSR na pressão requisitada pela ET-RBS. A pressão do teste deverá ser mantida num range de  $\pm 10\%$  da pressão de liberação nominal.

10.2.2 Para TSR mecânico, A compressão necessária para o rompimento dos pinos de cisalhamento deverá ser mantida em  $\pm 10\%$  da compressão de liberação nominal.

## 10.3 Teste de curso selante

10.3.1 Atestar o curso de 30 ft ou 5 ft, conforme especificado na ET-RBS.

10.3.2 Atestar vedação do TSR, na posição encamisada. Aplicar diferencial de pressão de, pelo menos,  $\Delta P = 50 \text{ psi}$ , de dentro para fora do TSR. Admite-se aplicação de diferencial de pressão maior, no range  $\Delta P \in [50 ; 150] \text{ psi}$ .

10.3.3 Critério de aceitação: Queda de pressão máxima de 1%, em 15 minutos de teste, conforme prescrito pela API SPEC 19AC, no item 6.5.3.1.

## 10.4 Teste do interior do mandril

10.4.1 Instalar tampão de *wireline* no *nipple* de topo do mandril.

10.4.2 Atestar vedação do tampão, no interior do mandril. Aplicar diferencial de pressão de, pelo menos,  $\Delta P = 50 \text{ psi}$ , de cima para baixo do tampão. Admite-se aplicação de diferencial de pressão maior, no range  $\Delta P \in [50 ; 150] \text{ psi}$ .

10.4.3 Critério de aceitação: Queda de pressão máxima de 1%, em 15 minutos de teste, conforme prescrito pela API SPEC 19AC, no item 6.5.3.1.

# 11 REQUISITOS TÉCNICOS DE QUALIDADE E CONFIABILIDADE

## 11.1 Certificação de Terceira Parte

11.1.1 O fornecedor deverá entregar à Petrobras um certificado referente à Aprovação de Projeto e Manufatura dos TSRs deste contrato, de acordo com os requisitos das Normas aplicáveis, até a data de entrega dos equipamentos.

11.1.2 O conjunto do TSR deverá ser qualificado em conformidade com a norma API SPEC 19AC, atendendo ao cenário de utilização que será definido pela ET-RBS, onde serão definidos o grau de validação (V0, V1, V2, V3, V4, V5 ou V6) e o nível de controle de qualidade (Q1, Q2 ou Q3).

11.1.3 Deverão ser apresentados os resultados de testes de compatibilidade química dos componentes elastoméricos e termoplásticos considerando aplicação de fundo e para cenário de poço produtor 01, em conformidade com a ET de elastômeros (ET-3000.00-1210-130-PPQ-001). O teste será considerado aceito se houver manutenção das propriedades mecânicas dos componentes após o teste de vida acelerada, considerando a vida útil esperada.

11.1.4 A ET-3000.00-1210-130-PPQ-001 pode ser acessada através do link abaixo.

<https://canalfornecedor.petrobras.com.br/pt/regras-de-contratacao/catalogo-de-padronizacao/#especificacoes-tecnicas>

## 11.2 Análises de Confiabilidade

11.2.1 Deverá ser fornecido para avaliação o FMEA do equipamento (Análise dos Modos e Efeitos de Falha), conforme a norma IEC 60812. O fornecedor deve comprometer-se a disponibilizar para a Petrobras os recursos necessários, incluindo documentação técnica dos equipamentos e ao menos 1 (um) profissional qualificado com conhecimento do projeto dos equipamentos, funcionalidade e da sua instalação, para a realização da FMECA e/ou análises de riscos das tarefas componentes da instalação do equipamento ou prestação de serviços.

11.2.2 O gerenciamento dos riscos e as incertezas relacionados a confiabilidade e integridade ao longo de todo a vida útil do equipamento devem atender a norma API 17N. A confiabilidade alvo para o conjunto TSR, no cenário definido pelo envelope operacional deverá ser equivalente à confiabilidade mostrada na Tabela 9.

Tabela 9 – Confiabilidade alvo a ser perseguida para conjunto de TSR.

Confiabilidade	Nível de Confiança 1-lado (inferior)	Tempo de missão (anos)
97,7%	60%	15

## 12 DISPOSIÇÕES GERAIS

12.1 Os custos relativos ao cumprimento das exigências aqui contidas deverão compor o preço a ser cobrado por cada equipamento na ocasião do processo licitatório.

12.2 Toda a documentação comprobatória dos requisitos técnicos desta ET-R deve ser entregue em meio eletrônico, no formato PDF e em qualidade satisfatória de leitura, de forma a não haver dúvidas de interpretação, sob riscos de as mesmas serem desconsideradas.

12.3 O fornecedor é inteiramente responsável pela veracidade das informações fornecidas à Petrobras. Caso o equipamento não atenda integralmente aos requisitos exigidos, o fornecedor tem a obrigação de informar estas diferenças, que ao seu critério, pode ou não aceitar eventuais discrepâncias.

12.4 As documentações identificadas no anexo b como de pré-licitação, são escopo de adequação ao uso e devem estar disponíveis para análise e aprovação, entregues juntamente com a apresentação da proposta técnica ou na fase de pré-qualificação.

12.5 As documentações identificadas no anexo B como de pós-licitação, são escopo de habilitação do fornecedor durante o processo licitatório e devem ser fornecidas apenas pelo(s) vencedor(es) da disputa.



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Nº

ET-3000.00-1210-276-PPQ-030

REV.

0

DP&amp;T/POCOS

FOLHA

22 de 25

TÍTULO

**JUNTA SELANTE SEPARÁVEL MODELOS  
4630, 5630, 4305 e 4605 e acessórios**

PÚBLICO

POCOS/CTPS/QC

**ANEXO A – FLUIDOS DE COMPLETAÇÃO TIPO SALMOURA**

Tipo I: Exposição ao fluido: até 50 dias

Aquoso (alternativa água do mar), com salinidade até 200.000 mg/L NaCl

Contendo:

Sequestrante de oxigênio

Preventor de emulsão

Bactericida

Alcalinizante (pH: 8 a 9)

Tipo II: Exposição ao fluido: 1 a 3 anos

Aquoso (alternativa água do mar), com salinidade até 200.000 mg/L NaCl

Contendo:

Sequestrante de oxigênio

Preventor de emulsão

Bactericida

Alcalinizante (pH: 8 a 9)

Inibidor de corrosão

**ANEXO B – DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR****B.1 Documentação Pré-Licitação**

Os documentos descritos a seguir são escopo de adequação ao uso e devem estar disponíveis para análise e aprovação, compartilhados em meio eletrônico no formato PDF, juntamente com a apresentação da proposta técnica ou na fase de pré-qualificação.

B.1.1 IDP - índice de documentação de projeto, lista de documentos com controle das revisões atualizados a cada emissão do documento.

B.1.2 Memorial descritivo do equipamento contendo no mínimo as seguintes informações:

- a) Identificação e domicílio fiscal do fornecedor com CNPJ;
- b) Nome e número de identificação do equipamento;
- c) Composição dos materiais metálicos e não metálicos, conforme especificado na ET-RBS em função dos fluidos produzidos e injetados;
- d) Diâmetro interno, externo e *drift* do mandril e camisa;
- e) Comprimento das partes e do conjunto;
- f) Ranges de pressão e de temperatura de trabalho;
- g) Conexões inferior e superior do equipamento;
- h) Grau de qualidade e grau de validação, conforme norma API SPEC 19AC;

OBS: Em caso de validação do equipamento por similaridade (*Scaling*), um relatório detalhado deverá ser emitido, baseando-se nos critérios da API SPEC 19AC, e este estará sujeito à aprovação pela Petrobras.

- i) Envelope de performance considerando pressão, temperatura e tensões axiais, quando aplicável;

B.1.3 Documentação técnica dos elastômeros (item 7.2 da ET-R Elastômeros ET-3000.00-1210-130-PPQ-001):

- a) Nome do fabricante do elastômero
- b) Nome do fornecedor do elastômero
- c) Tipo do Elastômero
- d) Grade
- e) Densidade
- f) Dureza
- g) Limite de Escoamento
- h) Tensão aplicada com 50% de alongamento
- i) Tensão aplicada com 100% de alongamento
- j) Alongamento na ruptura
- k) Condições de Armazenagem + Plano de Atendimento destas condições
- l) Cuidados durante a montagem (do equipamento que contém o elastômero)
- m) Declaração de atendimento às condições informadas de poço e reservatório



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Nº

ET-3000.00-1210-276-PPQ-030

REV.

0

DP&amp;T/POCOS

FOLHA

24

de

25

TÍTULO

**JUNTA SELANTE SEPARÁVEL MODELOS  
4630, 5630, 4305 e 4605 e acessórios**

PÚBLICO

POCOS/CTPS/QC

B.1.5 Monograma API SPEC 19 AC

B.1.6 Histórico de instalação de equipamentos fornecidos na indústria, caso o fornecedor possua.

B.1.7 Proposta técnica

A proposta técnica deverá conter:

desenho esquemático dos equipamentos,

características de funcionamento e todos os dados solicitados na especificação, tais como OD, ID, drift, pressão de colapso, pressão interna, resistência à tração e a metalurgia conforme as Normas referenciadas nesta ET-R.. As informações de dureza, composição química e limite de escoamento mínimo também deverão estar contidas na proposta técnica.

Testes de compatibilidade química dos componentes elastoméricos, considerando aplicação de fundo e para cenário de poço produtor 01, em conformidade com a ET de elastômeros (ET-3000.00-1210-130-PPQ-001). Caso o fabricante não consiga concluir tais testes antes da licitação, poderá apresentá-los antes da entrega do primeiro exemplar de TSR.

Caso o fabricante possua testes de qualificação de elastômeros similares aos exigidos no item anterior, estes deverão ser submetidos para avaliação da Petrobras, nas propostas técnicas.

## B.2 Documentação Pós-Licitação

Os documentos descritos a seguir são escopo de habilitação do fornecedor durante o processo licitatório e devem ser fornecidos apenas pelo(s) vencedor(es) da disputa

B.2.1 Acervo técnico do equipamento com desenhos em formato A3, contendo no mínimo o seguinte:

- Desenho mecânico do sistema completo, contendo dimensões e detalhamento, com foco na operação de instalação e pescaria eventual, e em conformidade com a ET-RBS;
- Desenho técnico discriminando cada componente do equipamento, contendo pelo menos: *part number*, descrição, especificação de materiais utilizados na fabricação, partes com metalurgia especial, peso estimado, envelope operacional e relatório de testes de qualificação;
- Procedimento de instalação do TSR contemplando todas suas possibilidades de configuração;
- Fluxograma esquemático da logística de fornecimento dos equipamentos e acessórios.

B.2.2 Relatório de testes de compatibilidade química dos componentes elastoméricos e termoplásticos em conformidade com a ET de elastômeros (ET-3000.00-1210-130-PPQ-001). Documentação a ser entregue até o primeiro fornecimento dos equipamentos contratados:

- Documentos Comprobatórios (itens 7.1.1 da ETR Elastômeros ET-3000.00-1210-130-PPQ-1, tab. 5 e 8 p/ equipamentos de fundo – ensaios de envelhecimento com fluido da formação e gás, respectivamente).
- Documentos Comprobatórios para ensaio de envelhecimento p/ 27 anos com NaCl, à Temperatura de 125 graus C (composição e propriedades no anexo A da ETR Elastômeros ET-3000.00-1210-130-PPQ-1).
- Documentos Comprobatórios para ensaio de envelhecimento (p/ 1 dia) com ácido clorídrico concentração volumétrica 15%, Temperatura de 125 graus C.
- Temperatura de Transição Vítreia (comprovação para TTV < 50 graus C).

OBS: todos os relatórios dos ensaios devem vir acompanhados dos certificados de calibração dos instrumentos.



	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	ET-3000.00-1210-276-PPQ-030	REV.	0
	DP&T/POCOS			FOLHA	25 de 25
	TÍTULO	<b>JUNTA SELANTE SEPARÁVEL MODELOS 4630, 5630, 4305 e 4605 e acessórios</b>		PÚBLICO POCOS/CTPS/QC	

- B.2.3 Manual técnico e operacional do equipamento;
- B.2.4 Procedimentos operacionais de instalação e desinstalação (quando aplicável) com as devidas análises de riscos.
- B.2.5 Análise de FMEA do equipamento, Análise dos Modos e Efeitos de Falha conforme a norma IEC 60812.
- OBS: O fornecedor deve se comprometer a disponibilizar para a Petrobras, os recursos necessários, incluindo documentação técnica dos equipamentos e ao menos 1 (um) profissional qualificado com conhecimento do projeto dos equipamentos, funcionalidade e da sua instalação, para a realização da FMECA e/ou análises de riscos das tarefas componentes da instalação do equipamento ou prestação de serviços.
- B.2.6 Testes de compatibilidade química dos componentes elastoméricos, em conformidade com a ET-3000.00-1210-130-PPQ-001. Caso o fabricante não consiga concluir tais testes antes da licitação, poderá apresentá-los antes da entrega do primeiro exemplar de TSR.
- B.2.7 Relatórios de Teste de Aceitação de Fábrica (FAT).
- B.2.8 Certificado atestando qualificação do equipamento de acordo com os graus de validação e qualificação especificados emitido por órgão certificador acreditado pelo IACS (*International Association of Classification Societies*).
- B.2.9 Relatório de inspeção de fabricação e qualidade do equipamento.
- OBS: Os requisitos de inspeção de fabricação e qualidade a serem atendidos pelos fornecedores, encontram-se na especificação técnica ET-3000.00-1000-972-1AL-001 que pode ser obtida no endereço eletrônico da Petronect, disponível no caminho abaixo.
- ⇒ <https://www.petronect.com.br>
- Compras e Contratações
  - Qualidade de Bens e Inspeção de Fabricação.
- Link Direto:  
[https://www.petronect.com.br/irj/go/km/docs/pccshrcontent/Site%20Content%20%28Legacy%29/Portal2018/pt/lista\\_cep\\_mod\\_inspecao.html](https://www.petronect.com.br/irj/go/km/docs/pccshrcontent/Site%20Content%20%28Legacy%29/Portal2018/pt/lista_cep_mod_inspecao.html)