

A

ÍNDICE**Pag.**

1) TERMOS E DEFINIÇÕES	3
2) OBJETIVO	3
3) NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES AOS ESPECIFICADOS	4
4) SIGLAS	4
5) PREMISSAS DE PROJETO	5
5.1) Fluido de operação, Suprimentos, Pressões e Dimensionamento Hidráulico:	5
5.2) Características Construtivas	9
5.3) Operação e Manutenção	9
5.4) Condicionamento do Fluido de Controle	10
5.5) Circuitos Hidráulicos	13
5.6) Dimensionamento do Banco de Acumuladores	16
5.7) Bombas Elétricas e Pneumáticas	17
5.8) Instrumentação e Controle	21
5.9) Sistema Elétrico	22
5.10) Identificação dos Componentes	22
5.11) Utilidades e Interfaces Externas	22
5.12) Requisitos de Inspeção e Testes	22
6) APÊNDICES	
Apêndice I) Modelo e Critérios para elaboração da LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU	24
Apêndice II) Critérios para cálculo do volume correspondente a expansão volumétrica das linhas de controle para o comprimento total dos umbilicais TPU e STU Padronizados pela PETROBRAS (Apêndices II-A e II-B)	26
Apêndice III) Coeficientes de Expansão para Linhas Hidráulicas de Controle dos Umbilicais	30
Apêndice IV) Tabela de Volumes equivalentes “varridos” (“swept volumes”) do TOTAL de atuadores hidráulicos para cada tipo de equipamento submarino referido nesta ET (exceto para cálculo do banco de acumuladores)	31
Apêndice V) Tabela de quantidade de DCV (submarina) por tipo de equipamento submarino referido nesta ET	31
Apêndice VI) Comprimentos de umbilicais padronizados para efeito de dimensionamento da HPU	32
Apêndice VII) Diagrama típico para divisão de cada banco de acumuladores	34
Apêndice VIII) Sugestões de critérios técnicos para avaliação de potenciais candidatos à fornecimento da HPU	34

Contribuíram: Alexandre Rabello Pereira, Bruno Magalhaes Santiago, Enzo Lorenzon Tosi, Joao Francisco Fleck Heck Britto, Luiz Carlos Fonseca, Pedro Ivo Inácio Pereira e Rafael Merenda. Comentários para Revisão A: Guilherme Niedu.

 DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 3 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		

1) TERMOS E DEFINIÇÕES ADOTADOS NESTE DOCUMENTO

- a) AFRETAMENTO: Unidade Estacionária de Produção (UEP) cujas especificações estão no documento “General Technical Description” (I-GTD) do qual esta ET é um dos Anexos.
- b) CONTRATADA: Empresa contratada pela PETROBRAS para fornecer o AFRETAMENTO.
- c) FORNECEDOR: Empresa responsável pelo projeto, fabricação, teste e comissionamento da HPU para a CONTRATADA.
- d) HPU GENÉRICA: Unidade de Potência Hidráulica (“Hydraulic Power Unit” – HPU) conforme as especificações do presente documento, complementada pela LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU e dos respectivos comprimentos dos umbilicais de cada equipamento submarino interligado à UEP. O Apêndice VI apresenta os diagramas unifilares típicos de cada equipamento submarino.
- e) LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU: Tabela sob a forma do modelo do Apêndice I para informação do número de poços e equipamentos submarinos que serão interligados à UEP (incluindo reservas) para efeito do dimensionamento da HPU.
- f) TERCEIRA PARTE: Empresa ou entidade subcontratada pelo FORNECEDOR.
- g) SISTEMA DE CONTROLE: Conjunto representado por softwares e hardwares integrados para desempenhar o controle dos equipamentos submarinos interligados a UEP.

2) OBJETIVO

2.1) Este documento especifica uma Unidade de Potência Hidráulica (“Hydraulic Power Unit” – HPU) GENÉRICA (ver 2.2 abaixo) para Unidade Estacionária de Produção AFRETADA, cujo sistema de coleta utiliza equipamentos submarinos padronizados pela PETROBRAS para o E&P-Presal e equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado. A HPU também poderá atender até (no máximo) dois (2) poços equipados com Árvore de Natal Molhada (ANM) para controle Hidráulico Direto da UEP.

2.2) Esta ET deve ser complementada pela LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU fornecida pela CONTRATADA ao FORNECEDOR. A Lista deve estar de acordo com o modelo e os critérios apresentados no Apêndice I informando a quantidade de cada tipo de equipamento submarino que será interligado à Unidade Estacionária de Produção para o AFRETAMENTO ao qual a HPU se destina.

2.3) A CONTRATADA também deve informar ao FORNECEDOR os respectivos comprimentos máximos dos umbilicais de controle de acordo com os modelos das figuras do Apêndice VI.

IMPORTANTE: Os comprimentos nas tabelas do Apêndice VI são apenas uma referência. Eles só poderão ser utilizados para dimensionamento da HPU no caso de especificação neste sentido pela CONTRATADA com aprovação da PETROBRAS.

2.4) A HPU deve poder suprir fluido hidráulico para até quatro (4) válvulas submarinas de fechamento de emergência (“Subsea Emergency Shut Down Valves” - SESDV) para bloqueio de gasodutos na base dos

Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)**NP-2**

respectivos “risers” conectados a UEP. As SESDV terão controle Hidráulico Direto da UEP. A quantidade de SESDV será confirmada pela CONTRATADA.

2.5) É recomendado que a CONTRATADA escolha um FORNECEDOR que comprove experiência prévia na fabricação de HPU para Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado de equipamentos submarinos de produção (p.ex. ANM, manifold ou template-manifold) ou com requisitos similares para operação e manutenção de Classe de Limpeza do fluido hidráulico de controle. O Apêndice VIII contém sugestões de critérios que poderão ser avaliados pela CONTRATADA.

3) NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES AOS ESPECIFICADOS

- a) API STANDARD 17F: Standard for Subsea Production Control Systems, 4th Edition, 2017;
- b) ISO 13628-6 Petroleum and natural gas industries – Design and operation of subsea production systems – Part 6: Subsea production control systems, 2nd Edition, 2006;
- c) RP 14C: Segurança de Superfície nas plataformas Offshore;
- d) RP 14E: Sistemas de Tubulação das Plataformas Offshore;
- e) RP 14F: Sistemas Elétricos para Plataformas Offshore;
- f) RP 500B: Classificação de Áreas Elétricas em Plataformas;
- g) ANSI B 16.5 Conexões Flangeadas, Flanges e Tubulações de Aço;
- h) ISO 9001 e 9002: Requisitos para a Garantia da Qualidade.

4) SIGLAS

ANM	Árvore de Natal Molhada
BMS	Bomba Multifásica Submarina
CCR	Sistema Central de Operação e Supervisão da UEP
CI	Completação Inteligente (referência genérica)
CI-HD	Completação Inteligente hidráulica (típica para poços com 2 zonas e ANM Padrão Pré-sal)
CI-MUX	Completação Inteligente Multiplexada para 3 zonas
CIS	Sistema de Controle e Intertravamento da UEP
DCV	Válvula de Controle Direcional (também referida como Válvula Solenóide de 3 vias)
EH	Eletro-hidráulico
ESD	Parada de Emergência
ET	Especificação Técnica
HP1	Suprimento Hidráulico de Alta Pressão (Principal) para SCEHM
HP2	Suprimento Hidráulico de Alta Pressão (Reserva) para SCEHM
HPU	Unidade Hidráulica, Unidade de Suprimento Hidráulico, Unidade de Potência Hidráulica

LP1	Suprimento Hidráulico de Baixa Pressão (Principal) para SCEHM
LP2	Suprimento Hidráulico de Baixa Pressão (Reserva) para SCEHM
MSIA	Manifold Submarino de Injeção de Água
MSIAG	Manifold Submarino de Injeção Alternada de Água e Gás (WAG)
MSP	Manifold Submarino de Produção
PCV	Válvula reguladora de pressão
PSV	Válvula de segurança e alívio de pressão
SCEHM	Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado;
SCHD	Sistema de Controle Hidráulico Direto;
SCM	Módulo de Controle Submarino, utilizado no SCEHM
SESDV	Válvula Submarina de Fechamento de Emergência
STU	Umbilical Eletro-hidráulico (UEH) com tubos de aço sem costura (Steel Tube Umbilical)
TPU	Umbilical Eletro-hidráulico (UEH) com Mangueiras Termoplásticas
UEP	Unidade Estacionária de Produção = Instalação de Produção Marítima
UPS	Fonte Ininterrupta de Energia Elétrica
WAG	Injeção Alternada de Água e Gás
WCR	“Rack” de Controle de Poços, utilizado para SCHD

A

5) PREMISSAS DE PROJETO

5.1) Fluido de operação, Suprimentos, Pressões e Dimensionamento Hidráulico:

5.1.1) Ao receber esta Especificação Técnica, o FORNECEDOR deverá solicitar imediatamente que a CONTRATADA apresente a respectiva LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU, com a especificação da quantidade por tipo de equipamento submarino para o respectivo AFRETAMENTO ao qual a HPU se destina.

5.1.2) A HPU deve atender aos seguintes requisitos:

- a) Prover suprimento pressurizado de fluido hidráulico de controle a base de água-glicol, com classe de limpeza conforme a Norma ISO 4406 CLASSE 17/15/12. (equivalente a Classe 6 da antiga Norma NAS1638 “*Cleanliness Requirements used in Hydraulic Systems*”). A HPU deverá operar com qualquer um dos fluidos hidráulicos listados abaixo, a ser escolhido posteriormente pela CONTRATADA:
 - i. MacDermid HW443;
 - ii. MacDermid HW525P;
 - iii. Castrol Transaqua DW;
- b) Fornecer o fluido de controle pressurizado para os equipamentos submarinos equipados com SISTEMA DE CONTROLE ELETRO-HIDRÁULICO MULTIPLEXADO, de acordo com a quantidade e

 PETROBRAS DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 6 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		

tipo de equipamento submarino especificado pela CONTRATADA na LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU para o AFRETAMENTO ao qual a HPU se destina.

- c) Fornecer o fluido de controle pressurizado para até duas (2) Árvores de Natal Molhadas equipadas para Controle Hidráulico Direto. A quantidade até o máximo de duas (2) será confirmada pela CONTRATADA.
- d) Fornecer o fluido de controle pressurizado para quatro (4) Válvulas Submarinas de Fechamento de Emergência (SESDV). A quantidade até o máximo de quatro (4) será confirmada pela CONTRATADA.

5.1.3) O dimensionamento hidráulico da HPU deve incluir todos os equipamentos submarinos informados na respectiva LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU do AFRETAMENTO, computando os comprimentos dos umbilicais de cada equipamento até a UEP. A CONTRATADA deve informar ao FORNECEDOR os respectivos comprimentos dos umbilicais do AFRETAMENTO, considerando o diagrama unifilar típico de cada equipamento mostrado no Apêndice VI.

IMPORTANTE: Os comprimentos nas tabelas do Apêndice VI são apenas uma referência. Eles só poderão ser utilizados para dimensionamento da HPU no caso de especificação neste sentido pela CONTRATADA com aprovação da PETROBRAS.

5.1.4) No caso da LISTA DE EQUIPAMENTOS DA HPU especificar algum tipo de equipamento submarino não listado na tabela do Apêndice I desta ET, o FORNECEDOR deverá solicitar à CONTRATADA que informe imediatamente:

- a) Se o sistema de controle é do tipo Eletro-hidráulico Multiplexado ou Hidráulico Direto;
- b) A configuração do umbilical de controle;
- c) O comprimento do umbilical de controle;
- d) Número de saídas de suprimento hidráulico regulado e respectivas faixas de pressão de operação para o Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado, ou;
- e) Número de saídas de suprimento hidráulico e respectivas faixas de pressão de operação para o “Rack” de controle hidráulico direto do equipamento.

5.1.5) Dados sobre umbilicais (configuração, coeficientes de expansão das mangueiras) e equipamentos (volumes dos atuadores) para efeito de dimensionamento da HPU estão nos Apêndices II a V.

5.1.6) O dimensionamento hidráulico da HPU deverá ser submetido a uma verificação prévia pela CONTRATADA e depois encaminhado por esta para aprovação da PETROBRAS. No relatório devem estar claramente explicitadas todas as premissas e resultados, incluindo:

- a) A LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU do AFRETAMENTO utilizada;
- b) Os comprimentos dos umbilicais de cada equipamento até a UEP utilizados;
- c) Formulação básica dos cálculos;
- d) O volume calculado da expansão das mangueiras para cada umbilical na pressão máxima;

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N – 381 REV E

 DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 7 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		
<p>e) Capacidade (vazão em litros/min) das bombas elétricas e fabricante/modelo previsto;</p> <p>f) Capacidade (vazão em litros/min) das bombas pneumáticas e fabricante/modelo previsto;</p> <p>g) Capacidade (vazão em litros/min) das bombas de recirculação e fabricante/modelo previsto;</p> <p>h) Volumes dos reservatórios;</p> <p>i) Volumes dos bancos de acumuladores e quantidade para cada classe de pressão prevista;</p> <p>5.1.7) A HPU deverá possuir um total de T conjuntos de quatro (4) saídas de suprimento hidráulico regulado (ver sub itens a e b abaixo) para os equipamentos submarinos equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado interligados a UEP, sendo $T = \sum Ta + Tb \dots + Tk$ conforme a Lista de Consumidores da HPU (modelo da tabela do Apêndice I). As quatro (4) saídas de cada conjunto são:</p> <p>a) Duas (2) saídas de pressão regulável manualmente entre 4000 e 5000psi, doravante referidas individualmente como LP1 e LP2 ou genericamente como de “Baixa Pressão” (LP);</p> <p>b) Duas (2) saídas de pressão regulável manualmente entre 6500 e 7500psi, doravante referidas individualmente como HP1 e HP2 ou genericamente como de “Alta Pressão” (HP).</p> <p>➤ IMPORTANTE: A HPU deverá poder ser facilmente convertida pela CONTRATADA para suprir até 10000psi nas saídas de HP quando necessário (ver especificações mais adiante neste documento).</p> <p>5.1.8) Até quatro (4) saídas de LP1, LP2, HP1 e HP2 poderão compartilhar, respectivamente, a mesma regulação de pressão, conforme detalhamento abaixo:</p> <p>a) Até quatro (4) saídas de LP1 podem compartilhar uma reguladora (*) de LP1;</p> <p>b) Até quatro (4) saídas de LP2 podem compartilhar uma reguladora (*) de LP2;</p> <p>c) Até quatro (4) saídas de HP1 podem compartilhar uma reguladora (*) de HP1;</p> <p>d) Até quatro (4) saídas de HP2 podem compartilhar uma reguladora (*) de HP2;</p> <p>(*) O circuito hidráulico deve ter duas (2) válvulas manuais reguladoras de pressão em paralelo para esta função, com válvulas de bloqueio entre ambas, para que uma seja reserva (“back-up”) da outra.</p> <p>5.1.9) Ao receber a especificação (ou confirmação) da quantidade por tipo de equipamento submarino para o AFRETAMENTO ao qual a HPU se destina, o FORNECEDOR deverá dimensionar o número total de saídas de suprimento LP1, LP2, HP1 e HP2. O FORNECEDOR deverá então solicitar imediatamente que a CONTRATADA verifique este dimensionamento.</p> <p>5.1.10) A HPU deverá possuir três saídas de suprimento hidráulico regulado para o “Rack de Controle de Poços” (WCR) destinado a atender até dois (2) poços com ANM para controle Hidráulico Direto, sendo:</p> <p>a) Uma (1) saída de pressão regulável manualmente entre 3000 e 5000psi para o coletor das válvulas de controle direcionais do WCR que irão atuar válvulas tipo gaveta de ANM padrão 5k (3000 a 4000psi) ou 10k (4000 a 5000psi);</p>			
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA SUA UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE			
FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N – 381 REV E			

 DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 8 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		
<p>b) Uma (1) saída de pressão regulável manualmente entre 4000 e 5000psi para o coletor das válvulas de controle direcionais do WCR que irão atuar as DHSV dos poços com ANM padrão 5k;</p> <p>c) Uma (1) saída de pressão regulável manualmente entre 6500 e 7500psi para o coletor das válvulas de controle direcional do WCR que irão atuar as DHSV dos poços com ANM padrão 10k.</p> <p>IMPORTANTE: A saída de suprimento para o coletor das válvulas de controle direcionais do WCR que irão atuar as DHSV dos poços com ANM padrão 10k deverá poder ser facilmente convertida para suprir até 10000psi de pressão quando necessário (ver especificações mais adiante neste documento).</p> <p>5.1.11) A HPU deverá receber o retorno do fluido dos até dois (2) poços com ANM para controle Hidráulico Direto, quando este for despressurizado através do Rack de Controle de Poços. O dimensionamento da tubulação de retorno, incluindo a conexão com WCR, deve ser calculado de modo a não causar contrapressões que possam retardar o fechamento dos poços. Recomenda-se que a tubulação e conexões de retorno do Rack de Controle de Poços tenham diâmetro interno igual ou maior que ½".</p> <p>5.1.12) Cada saída de suprimento para o WCR deve ter sua própria válvula manual reguladora de pressão.</p> <p>5.1.13) Para atender até quatro (4) SESDV controladas hidráulicamente direto da UEP, a HPU deverá possuir duas saídas (redundantes) de suprimento hidráulico regulável entre 1350 e 3300psi para o painel de válvulas de controle direcional das SESDV.</p> <p>IMPORTANTE: <u>A HPU não pode receber retorno de fluido despressurizado pelas SESDV.</u></p> <p>5.1.14) Cada saída de suprimento para o painel de válvulas de controle direcional das SESDV deve ter sua própria válvula manual reguladora de pressão.</p> <p>5.1.15) A HPU deve possuir um coletor ("header") de pressão não regulada comum para todas as válvulas manuais reguladoras de "Baixa Pressão" (LP – ver Nota abaixo). O dimensionamento da faixa de pressão não regulada do coletor deve permitir que as válvulas manuais reguladoras de pressão de cada grupo de saídas de suprimento possam fornecer as pressões reguladas dentro de cada faixa de operação.</p> <p>Nota: Incluindo as das saídas de 3000-5000psi e 4000-5000psi para o WCR e as de cada saída de suprimento para o painel de controle das SESDV.</p> <p>5.1.16) A HPU deve possuir um coletor ("header") de pressão não regulada comum para todas as válvulas manuais reguladoras de pressão de "Alta Pressão" (HP – ver Nota abaixo). O dimensionamento da faixa de pressão não regulada de operação do coletor deve permitir que as válvulas manuais reguladoras de pressão de cada grupo de saídas de suprimento supridas por ele possam fornecer as pressões reguladas dentro de cada faixa de operação.</p> <p>Nota: Incluindo a da saída de maior pressão (6500-7500psi) para o WCR.</p> <p>5.1.17) A conversão da pressão máxima de operação para as saídas de HP e do WCR (de 7500 para 10000psi) deve poder ser feita apenas com a troca de poucos componentes do coletor de HP e das próprias saídas, se necessário. Devem ser considerados componentes de fácil substituição, tais como</p>			
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA SUA UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE			
FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N – 381 REV E			

 DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 9 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		

válvulas de segurança e válvulas manuais reguladoras de pressão. Todos os componentes passíveis de serem substituídos na conversão devem sempre que possível ser providos de válvulas de duplo bloqueio e alívio a montante a jusante, onde aplicável.

5.1.18) O diagrama hidráulico (P&ID) da HPU deve identificar e listar os componentes que deverão ser trocados para conversão das saídas de HP e do WCR de 7500 para 10000psi. Para o diagrama hidráulico pode ser utilizado um símbolo padrão ao lado de cada componente a ser identificado no coletor de HP, para um par de saídas HP1 e HP2 e na saída para o WCR.

5.1.19) O diagrama hidráulico (P&ID) da HPU terá que ser aprovado pela PETROBRAS.

5.1.20) É recomendável que o P&ID da HPU seja encaminhado para aprovação pela PETROBRAS em conjunto com o do Rack de Controle de Poços (WCR) e o do Painel Controle da SESDV.

5.2) Características Construtivas:

5.2.1) A(s) estrutura(s) da HPU devem permitir o fácil acesso ao seu interior, dispondo de espaço e arranjo adequados para a manutenção e remoção de seus componentes. As tubulações devem ser distribuídas de modo a permitir a fácil remoção de todos os equipamentos.

5.2.2) A base de cada estrutura da HPU deve possuir uma inclinação de modo que o fluido derramado no interior da HPU, possa ser drenado através de duas saídas laterais de diâmetro interno suficiente para evitar formação de poças ou alagamento.

5.3) Operação e Manutenção:

5.3.1) A HPU deve possuir seu próprio Painel de Controle Local para permitir a operação manual da unidade.

5.3.2) A CONTRATADA deve especificar para o FORNECEDOR se as válvulas reguladoras e os respectivos manômetros de cada saída LP1, LP2, HP1, HP2 e dos suprimentos para o WCR e Painel de SESDV ficarão na própria HPU ou em painel ou painéis separado(s).

5.3.3) O Painel de Controle Local deve possuir um diagrama gráfico com o P&ID simplificado da HPU.

5.3.4) Cada bomba elétrica e pneumática da HPU deverá possuir controle manual independente, através de chave (automático/manual), com botoeira de acionamento montada no painel de controle. A operação manual deve poder ser feita de forma independente da lógica da HPU.

5.3.5) O Painel de Controle Local deve possuir no mínimo os seguintes recursos para monitoração da HPU:

- a) Manômetros para visualização das pressões de suprimento hidráulico não regulado de cada coletor;
- b) Manômetros para visualização das pressões de suprimento hidráulico regulado de cada saída

LP1, LP2, HP1, HP2 e suprimentos para o WCR e Painel de ESDV;

- c) Manômetros para visualização das pressões do suprimento de ar não regulado e regulado da HPU;
- d) Indicadores de estado (ligado, desligado, “duty” e “stand-by”) de cada bomba elétrica e pneumática da HPU;
- e) Visualização contínua ou discreta do nível dos reservatórios de suprimento e retorno;
- f) Visualização contínua ou discreta do nível do tanque de lubrificação das bombas;

5.3.6) O projeto deve evitar ou minimizar manuseio inadequado ou inadvertido pelos operadores.

5.3.7) O arranjo interno da HPU deve facilitar o acesso para troca de elementos filtrantes e outros componentes localizados no interior da HPU que requerem substituição periódica.

5.3.8) Deve ser previsto acesso para manutenção dos equipamentos e componentes localizados no interior da HPU, sempre que possível sem prejuízo de sua operação. O projeto deve priorizar a remoção e instalação de manômetros e outros instrumentos, substituição de válvulas (bloqueio, alívio, segurança, reguladoras), drenagem de acumulador, remoção e instalação de garrafa de acumulador individualmente, remoção e instalação de bombas, descontaminação dos reservatórios de suprimento e retorno e acesso aos dispositivos eletroeletrônicos de monitoração e controle.

5.3.9) Pontos de amostragem da classe de limpeza do fluido hidráulico devem ser providos para os principais circuitos hidráulicos da HPU. Como um mínimo, eles devem estar localizados:

- a) Na descarga das bombas de recirculação;
- b) Nas saídas dos reservatórios de suprimento e retorno;
- c) Entre a descarga das bombas de suprimento e os acumuladores de cada coletor;
- d) Entre os acumuladores de cada coletor e válvulas reguladoras (a montante das válvulas reguladoras);
- e) A jusante da saída de cada conjunto de duas válvulas reguladoras para até quatro saídas do mesmo suprimento.

5.3.10) A HPU deve permitir que cada bomba de recirculação possa ser operada individualmente ou em conjunto, mesmo com o nível baixo em ambos os reservatórios.

5.4) Condicionamento do Fluido de Controle:

5.4.1) A HPU deve ter dois reservatórios de fluido hidráulico de controle:

1. Reservatório de Suprimento de fluido limpo;
2. Reservatório de Retorno e condicionamento do fluido de operação.

5.4.2) Dimensionamento dos reservatórios de fluido hidráulico de controle da HPU:

- a) **Reservatório de Suprimento**: O volume do reservatório de suprimento deve ser dimensionado pela



 DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 11 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		
<p>formula $V = 1,5 \times (A+B+C)$, sendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A = volume dos acumuladores de LP + volume dos acumuladores de HP (ver item 5.6); • B = volume equivalente à expansão volumétrica dos umbilicais de controle de acordo com os critérios para umbilicais do tipo TPU (ver Apêndice II-A) e do tipo STU (ver Apêndice II-B); • C = volume total dos atuadores (ver Apêndices I e IV); <p>Se o volume calculado (V) for superior a 2000 litros, o reservatório de suprimento deve ser dimensionado com uma margem de segurança de 750 litros, ou seja, com volume total igual a $V + 750$ litros.</p> <p>b) Reservatório de Retorno: O volume do reservatório de retorno deverá ser ou superior ao volume do reservatório de suprimento.</p> <p>5.4.3) Os reservatórios de suprimento e de retorno deverão possuir tubulação de dreno, com diâmetro mínimo de 2" na parte superior para evitar um possível derramamento de fluido quando de uma depressurização rápida de todo o sistema, ou falha de sensor de nível. Esta tubulação de dreno deverá ter sua saída direcionada para o fundo do "skid", de modo a não molhar componentes da HPU.</p> <p>5.4.4) Os reservatórios de suprimento e de retorno devem ser projetados de forma evitar o acúmulo de vapores provenientes da evaporação do fluido de controle. Devem ser previstos filtros de ar, com eficiência mínima igual a $\beta_5 \geq 200$, nos orifícios de respiro dos tanques, sendo a vazão de ar dos mesmos calculada para atender às vazões das bombas de recirculação e as de suprimento acionadas em paralelo para o tanque de suprimento e para a vazão de retorno de fluido em caso de depressurização para o tanque de retorno.</p> <p>5.4.5) Os reservatórios de suprimento e de retorno devem possuir visor local de nível (no tanque) e transmissor remoto de nível para visualização gráfica no Painel Local da HPU. Os visores de nível devem ter válvulas de bloqueio e alívio.</p> <p>5.4.6) Cada reservatório deve ter o fundo inclinado para ser drenado individualmente, com linha(s) de dreno com diâmetro(s) calculado(s) para esgotar todo o fluido do tanque em seis (6) horas, no máximo. As extremidades das tubulações devem ter conexão para eventual necessidade de acoplamento de mangueiras.</p> <p>5.4.7) Os reservatórios devem ser em aço inox AISI 316L.</p> <p>5.4.8) A HPU deve ter circuitos para enchimento, transferência de fluido entre reservatórios e recirculação do conteúdo do reservatório de retorno, sempre através de um conjunto de filtros, com eficiência $\beta_3 \geq 200$ (ou melhor) para permitir que o fluido no reservatório de retorno seja enquadrado na Classe de Limpeza de operação. Estes circuitos devem dispor de duas bombas elétricas redundantes, capazes individualmente de efetuar o enchimento e a recirculação de todo o fluido do reservatório de retorno em não mais do que 60 minutos. O filtro da saída das bombas de recirculação deverá ter uma maior área de</p>			
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA SUA UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE			
FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N – 381 REV E			

 PETROBRAS DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 12 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		
<p>filtragem do que os outros filtros das linhas de pressão, de modo a aumentar o intervalo de troca dos elementos filtrantes dos mesmos.</p> <p>5.4.9) Todas as operações de enchimento, recirculação e transferência de fluido entre reservatórios devem ser feitas sem interferir no funcionamento normal da HPU.</p> <p>5.4.10) Os pontos de drenagem, amostragem e enchimento devem possuir tampas de proteção com uma pequena corrente ou cabo de aço para evitar o acúmulo de poeira dentro das conexões e a perda dos protetores.</p> <p>5.4.11) Todos os pontos de amostragem do fluido devem estar localizados em locais de fácil acesso.</p> <p>5.4.12) Os reservatórios devem ter bocas de visita dimensionadas para permitir sua inspeção e limpeza completa. Se estiverem posicionadas na parte superior dos tanques deve ser prevista escada de acesso.</p> <p>5.4.13) No caso da utilização de uma estrutura tanque comum dividida em duas partes, respectivamente para cada reservatório, NÃO poderá haver qualquer comunicação entre ambos exceto pelos circuitos hidráulicos de transferência e filtragem de fluido através das bombas de recirculação.</p> <p>5.4.14) O final das linhas de retorno e da bomba de recirculação deve ficar abaixo do nível mínimo normal do reservatório. As linhas de retorno e da bomba de recirculação devem ter sua entrada no topo do reservatório.</p> <p>5.4.15) O projeto da HPU não deve permitir qualquer outro meio de enchimento dos reservatórios senão através do bocal de enchimento, com o auxílio da bomba e circuito de recirculação, para assegurar a primeira filtragem do fluido. Deve ser incluído pescador em inox, com válvula de pé se a bomba não for auto-escorvante, e local adequado para guarda do pescador.</p> <p>5.4.16) Uma placa com o aviso tipo Alerta O FLUIDO DE RETORNO DAS SESDV NÃO PODE SER REUTILIZADO NA HPU (e a respectiva tradução no idioma reconhecido pela tripulação do AFRETAMENTO) deve estar afixada próximo ao ponto enchimento dos reservatórios.</p> <p>5.4.17) Os pontos de amostragem para verificação da classe de limpeza do fluido hidráulico de controle da HPU devem atender as seguintes especificações:</p> <ol style="list-style-type: none"> Utilização de equipamento de verificação por Método Comparativo. Utilização de contador eletrônico de partículas. Prover fácil acesso para conexão e desconexão destes equipamentos, bem como para o processo de coleta de amostras ou contagem eletrônica (p.ex. base(s) de apoio para a garrafa de amostragem utilizada pelo equipamento do Método Comparativo). Garantir a segurança das operações durante todo o manuseio. A operação de amostragem deve ser, no mínimo, em 2 (duas) etapas para evitar que em uma única operação o fluido pressurizado pode ser comunicado com o meio ambiente. <p>5.4.18) Os equipamentos recomendados para verificação da Classe de Limpeza do fluido hidráulico são:</p>			
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA SUA UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE			
FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N – 381 REV E			

A

- a) Método Comparativo: “Kit” portátil de verificação de classe de limpeza por Método Comparativo com auxílio de microscópio.
- b) Contador eletrônico de partículas: Equipamenmto STAUFF LasPaC II para fluido hidráulico base água, nas opções LasPaC II-P (“Portable”) e LasPaC II-M (“Mobile”) ou equivalente.

5.4.19) O FORNECEDOR e a CONTRATADA devem fazer a verificação e registro periódico da Classe de Limpeza do fluido hidráulico da HPU utilizando as classes definidas pela norma ISO 4406. A verificação pelo Método Comparativo deve ser feita por no mínimo três amostras consecutivas que demonstrem o atendimento da classe de limpeza requerida.

5.5) Circuitos Hidráulicos:

5.5.1) A HPU deverá ser comissionada com todos os circuitos hidráulicos limpos de acordo com a Norma ISO 4406 CLASSE 17/15/12 (equivalente a Classe 6 da antiga Norma NAS1638 “Cleanliness Requirements used in Hydraulic Systems”).

5.5.2) A HPU deve possuir válvulas de segurança e alívio para proteção contra sobre pressões que possam ocorrer internamente em seus circuitos hidráulicos e componentes.

5.5.3) Pelo menos uma válvula de segurança e alívio (PSV) deve ser provida a jusante de cada válvula manual reguladora de pressão das saídas de suprimento da HPU. As válvulas de segurança devem ser configuradas para alívio na pressão equivalente a 1,1x a pressão máxima de operação da respectiva saída de suprimento.

NOTA: As válvulas de segurança para saídas HP1, HP2 e do WCR (6500-7500psi) deverão poder ser trocadas individualmente por similares ajustadas para 11000psi caso a PETROBRAS decida posteriormente converter a pressão máxima de operação de 7500psi para 10000psi.

5.5.4) Cada saída de suprimento (LP1, LP2, HP1, HP2) deve possuir uma válvula de bloqueio travável sempre aberta (“lockable open”) com cadeado, a jusante da respectiva válvula reguladora.

5.5.5) A HPU deverá ter válvulas de controle direcional (DCV) de acionamento elétrico para despressurização do suprimento hidráulico do Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado diretamente pelo CIS em caso de emergência. Esta despressurização não deve incluir os bancos de acumuladores.

5.5.6) A DCV, também referida como válvula solenoide, deve ser do tipo falha segura (“fail-safe”) com retorno por mola para a posição fechada, quando da interrupção da energização elétrica para o solenoide. Quando ocorrer esta interrupção, a DCV deverá alinhar sua saída para a posição de dreno, comunicando o circuito hidráulico a jusante da DCV para o tanque de retorno da HPU.

5.5.7) Uma DCV deverá estar a jusante de cada válvula manual reguladora de pressão de suprimento.

5.5.8) Cada DCV deve ser adequada para despressurização simultânea de quatro saídas de suprimento

 PETROBRAS DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 14 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		

a jusante da válvula manual reguladora de pressão. A DCV não pode causar contrapressão ou transientes que prejudique o desempenho da própria HPU ou dos equipamentos submarinos cujos sistemas de controle sejam supridos pela HPU.

5.5.9) Os circuitos hidráulicos de cada DCV devem atender aos seguintes requisitos:

- a) Despressurização através de tubulação individual, desde a DCV até o tanque de retorno.
- b) Possuir uma válvula de bloqueio e uma do tipo agulha (em série) a montante da DCV;
- c) Possuir uma válvula de bloqueio travável (“lockable open”) a jusante da DCV.
- d) Ser dimensionado para não causar contrapressão que retarde a despressurização simultânea de quatro (4) suprimentos compartilhados do Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado para o tanque de retorno da HPU. A premissa para comparação deve considerar apenas umbilicais com mangueiras termoplásticas. Umbilicais com tubos de aço não poderão ser considerados para este fim.

5.5.10) Todos os circuitos hidráulicos de HP devem possuir válvulas de duplo bloqueio.

5.5.11) Os drenos de todos os instrumentos devem ser encaminhados para o fundo da HPU, evitando que o fluido de operação seja derramado sobre os componentes adjacentes.

5.5.12) Todos os instrumentos devem ter conexões em blocos manifold com válvulas de bloqueio e alívio para permitir sua fácil substituição.

5.5.13) As linhas hidráulicas (“tubbings”) devem ser em aço inoxidável 316 conforme classificação ASTM A269 TP, ou em aço super-duplex conforme classificação ASTM A789. É recomendado que as linhas em aço inoxidável 316 possuam 2,5% de Molibdênio na sua composição (composição de acordo com a EN 1.4435).

5.5.14) As conexões hidráulicas (“pressure tubing fittings”) devem utilizar conectores do tipo dupla anilha (“double ferrule”), com anéis tipo “double flared”, em aço inox 316 ou Super Duplex. Conexões do tipo Autoclave, rosqueado-cônica (“coned-and-threaded”), poderão ser excepcionalmente aceitas apenas para os circuitos de HP, sendo mandatório uso de “tubbing” e acessórios do mesmo fabricante da conexão e a inclusão dos respectivos procedimentos de montagem e desmontagem da conexão para cada diâmetro de tubo utilizado no manual da HPU. A selagem das roscas NPT deve ser feita com veda rosca químico. Não deverá ser usada fita de Teflon.

5.5.15) A linhas hidráulicas, no interior da HPU, devem ser encaminhadas próximas uma das outras e de preferência apoiadas próximo das conexões. A distância máxima entre suportes deve ser de 1 metro. Curvas de raio equivalente a quatro (4) vezes o diâmetro externo da tubulação, medido pela parede interna da curva, devem ser usadas de preferência, em substituição aos joelhos.

5.5.16) Deve ser evitado o uso de conexões ou pontos sujeitos a vazamento diretamente sobre equipamentos ou terminais elétricos. Proteções adequadas devem ser previstas quando isto for inevitável.

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N – 381 REV E

 PETROBRAS DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 15 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		

5.5.17) As linhas hidráulicas sujeitas a esforços mecânicos durante a remoção de componentes deverão ser adequadamente protegidas. As uniões e conexões devem ser instaladas de tal forma que as mesmas possam ser verificadas quanto ao aperto e vazamento.

5.5.18) Todos os filtros da HPU devem ser redundantes, sem “by-pass” interno e externo e equipados com transmissor de pressão diferencial (ou um transmissor de pressão a montante e outro a jusante do filtro), indicador visual de perda de carga, devendo ser prevista a calibração dos indicadores localmente.

5.5.19) Os filtros de pressão devem ter as seguintes características:

- a) Carcaça em aço inox AISI 316 com coeficiente de segurança igual a 3.
- b) Pressão de trabalho compatível com a pressão máxima do coletor onde estiver localizado.
- c) Não possuir válvula “by-pass” (exceto se for para retirada do transmissor de pressão diferencial).
- d) Desejável que todas conexões roscadas sejam com tratamento em Níquel-Químico, visando diminuir o desgaste nas roscas e travamento na época da manutenção.
- e) Indicador de troca (PDI) a 3 bar.

5.5.20) Os filtros de recirculação devem ter as seguintes características:

- a) Carcaça em aço inox AISI 316 com coeficiente de segurança igual a 3.
- b) Pressão de trabalho 150 PSI (10 bar).
- c) SEM válvula by-pass.
- d) Desejável que todas conexões roscadas sejam com tratamento em Níquel-Químico, visando diminuir o desgaste nas roscas e travamento na época da manutenção.
- e) Indicador de troca (PDI) a 3 bar.

5.5.21) Os Elementos filtrantes devem ter as seguintes características:

- a) Meio filtrante: microfibras inorgânicas plissada com capacidade de retenção de 3 µm, razão Beta 3 > 200 (conforme ISO 4572), perfil interno do tipo plissado e ancoragem interna e externa em tela inox;
- b) Pressão diferencial de colapso > 160 bar, conforme ISO 2941;
- c) Tampas usinadas (não podem ser estampadas), reforços no tubo interno com processo de soldagem sem adição de material;
- d) Vedações em Buna N;
- e) Total compatibilidade com fluido de controle submarino;

5.5.22) Os filtros e elementos filtrantes devem atender às seguintes normas:

- a) ISO 2941: Filter elements - verification of collapse/burst pressure rating
- b) ISO 2942: Filter elements - verification of fabrication integrity and determination of the first bubble point
- c) ISO 2943: Filter elements - verification of material compatibility with fluids

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N – 381 REV E

 DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 16 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		

- d) ISO 3968: Filters - Evaluation of differential pressure versus flow characteristics
- e) ISO 10949: Guidelines for achieving and controlling cleanliness of components from manufacture to installation
- f) ISO 11170: Filter Elements - sequence of tests for verifying performance characteristics
- g) ISO 16889: Filter elements - Multi-pass method for evaluating filtration performance of a filter element
- h) ISO 18413: Component cleanliness - Inspection document and principles related to contaminant collection, analysis and data reporting.

OBS: Deve ser fornecida documentação que comprove que os filtros estão qualificados segundo estas normas e ensaios.

5.5.23) O ajuste da pressão para até quatro saídas do mesmo suprimento deve ser feito por qualquer uma das duas válvulas manuais reguladoras de pressão interligadas em paralelo por válvulas de bloqueio e alívio, facilitando a troca de qualquer uma sem prejuízo da operação da HPU ou do respectivo suprimento para os equipamentos submarinos.

5.6) Dimensionamento do Banco de Acumuladores:

5.6.1) Devem ser utilizados bancos de acumuladores independentes para os coletores de LP e de HP, dimensionados para a pressão máxima não regulada de cada um deles.

5.6.2) O banco de acumuladores de LP deve ser dimensionado de acordo com os critérios do item 6.4.5.2 da ISO 13628-6 (2006) abaixo, considerando o maior volume dentre os dois calculados para:

- a) Permitir um ciclo de abertura e fechamento de todas as válvulas de uma (1) ANM com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado sem necessidade de pressurização dos acumuladores (bombas elétricas e pneumáticas de LP devem permanecer desligadas). O volume de LP necessário para este ciclo de operações será de 160 litros.
- b) Armazenar energia suficiente para manter, sem o auxílio de bombas, a pressão do sistema submarino por um período de 12 horas. Para este cálculo, deverá se considerado um vazamento de 20cm³ (cc) por hora por cada DCV de LP do sistema submarino (ver Apêndices I e V). O volume resultante dever ser acrescido de 20%.

5.6.3) O banco de acumuladores de HP deve ser dimensionado de acordo com os critérios do item 6.4.5.2 da ISO 13628-6 (2006) abaixo, considerando o maior volume dentre os dois calculados para:

- a) Permitir um ciclo de abertura e fechamento de todas as válvulas de uma (1) ANM com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado sem necessidade de pressurização dos acumuladores (bombas elétricas e pneumáticas de HP devem permanecer desligadas). O volume de HP necessário para este ciclo de operações será de 40 litros.
- b) Armazenar energia suficiente para manter, sem o auxílio de bombas, a pressão do sistema

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N - 381 REV E

submarino por um período de 12 horas. Para este cálculo, deverá se considerado um vazamento de 20cm³ (cc) por hora por cada DCV de HP do sistema submarino (ver Apêndice I e V). O volume resultante dever ser acrescido de 20%.

5.6.4) A falha de um (1) acumulador LP não deve comprometer mais do que 25% da capacidade do banco de acumuladores de LP.

5.6.5) A falha de um (1) acumulador HP não deve comprometer mais do que 50% da capacidade do banco de acumuladores de HP.

5.6.6) Cada banco de acumuladores deve ser dividido em dois grupos (preferencialmente iguais) por meio de válvulas de bloqueio de esfera e cada um destes grupos deverá ter uma conexão para manutenção, composta de uma válvula de bloqueio de esfera de 1/2" e uma conexão JIC 37° de 3/8" com tampão (ver Apêndice VII).

5.6.7) Os acumuladores devem ser equipados com circuitos para pré-carga de nitrogênio, manômetros para indicação da pressão do fluido e do nitrogênio, manifold de válvulas de bloqueio e alívio, válvulas de segurança e alívio e discos de ruptura.

5.6.8) Os acumuladores devem ser de aço inox e preferencialmente do tipo "bladder".

5.6.9) Os acumuladores devem ser montados verticalmente e deve haver amortecedores entre os acumuladores e a estrutura de suporte.

5.6.10) O FORNECEDOR deverá solicitar que a CONTRATADA obtenha da PETROBRAS a confirmação que não será necessário fornecer a documentação dos acumuladores conforme as instruções normativas e normas técnicas Brasileiras, especialmente a NR-13, do Ministério do Trabalho, e as normas NBR 12.274 e 13.243. Caso não haja esta confirmação, a HPU deverá ser fornecida com toda a documentação necessária pela NR-13 do Ministério do Trabalho e as normas NBR 12.274 e 13.243.

5.7) Bombas Elétricas e Pneumáticas:

5.7.1) As bombas de pressurização de todo sistema de suprimento da HPU devem ter a seguinte configuração:

- a) Quatro (4) bombas elétricas (E) e duas (2) bombas pneumáticas (P) para o circuito hidráulico não regulado de LP, operando normalmente com um conjunto composto por 2E+1P ativo ("duty"), e o outro com 2E+1P na reserva ("stand-by").
- b) Duas (2) bombas elétricas (E) e duas (2) bombas pneumáticas (P) para o circuito hidráulico não regulado de HP, operando normalmente com um conjunto composto por 1E+1P ativo ("duty") e o outro com 1E+1P na reserva ("stand-by").

5.7.2) O dimensionamento das bombas de pressurização de LP deve atender as seguintes especificações:

- a) Cada conjunto de duas bombas elétricas e uma bomba pneumática (2E+1P) deve ser capaz de



Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)

pressurizar o sistema submarino até a pressão máxima regulada de operação em no máximo 120 minutos após a total despressurização dos umbilicais (ESD4). A vazão das bombas deverá ser calculada para o volume resultante da expansão de uma (1) mangueira termoplástica de 1/2" @ 5000psi para cada umbilical de equipamentos submarino equipado com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado conectado diretamente na UEP, independentemente se for do tipo TPU ou STU, e quatro (4) mangueiras de 3/8" @ 5000psi de cada umbilical para poço com ANM para controle Hidráulico Direto (idem para TPU e STU). Os coeficientes de expansão das mangueiras termoplásticas dos umbilicais estão nas tabelas do Apêndice III.

- b) Cada bomba elétrica de LP deve ser dimensionada para 50% da vazão máxima requerida para todo o sistema de LP.
- c) Cada bomba pneumática de LP deve ser dimensionada para manter a pressão do circuito não regulado sem a partida das bombas elétricas, desconsiderando a atuação submarina de válvulas. A bomba deve ser dimensionada para a vazão necessária para repressurizar o sistema de LP quando a pressão do circuito não regulado cair abaixo de 90% da respectiva pressão máxima de operação, causando o acionamento da bomba pneumática.

5.7.3) O dimensionamento das bombas de pressurização de HP deve atender as seguintes especificações:

- a) O conjunto HP de uma bomba elétrica e uma bomba pneumática (1E+1P) deve ser capaz de repressurizar todo o sistema submarino após a total despressurização dos umbilicais (ESD4) em no máximo 120 minutos. A vazão das bombas deverá ser calculada para o volume resultante da expansão de uma (1) mangueira termoplástica de 1/2" @ 10000psi para cada umbilical de equipamentos submarino equipado com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado conectado diretamente na UEP, independentemente se for do tipo TPU ou STU e duas (2) mangueiras de 3/8" @ 10000psi de cada umbilical para poço com ANM para controle Hidráulico Direto (idem para TPU e STU). Os coeficientes de expansão das mangueiras termoplásticas dos umbilicais estão nas tabelas do Apêndice III.

Nota: Independente do umbilical que poderá ser utilizado, a pressão de 10000psi deve ser a premissa para o dimensionamento.

- b) Cada bomba pneumática de HP deve ser dimensionada para manter a pressão do circuito não regulado sem a partida das bombas elétricas, desconsiderando a atuação submarina de válvulas. A bomba deve ser dimensionada para a vazão necessária para repressurizar o sistema de HP quando a pressão do circuito não regulado cair abaixo de 90% da respectiva pressão máxima de operação, causando o acionamento da bomba pneumática.
- c) Cada bomba pneumática deve ter sua linha de sucção calculada de modo a poder permitir um

acréscimo de 10% na vazão de projeto, na pressão máxima de trabalho do coletor e com ar motor numa pressão em torno de 7 bar, sem ocorrer cavitação.

5.7.4) O projeto da HPU deve evitar a ocorrência de ciclos curtos de parada e partida das bombas que possam ter efeito nocivo a sua confiabilidade.

5.7.5) Todas as bombas elétricas e pneumáticas deverão ter uma chave seletora para sua designação como ativa (“duty”), reserva (“stand-by”) e fora de operação, de modo que possam ser configuradas quaisquer combinações entre 2 de 4 bombas elétricas (LP) e uma de duas bombas pneumáticas (LP) e uma de duas bombas elétricas (HP) e uma de duas bombas pneumáticas (HP).

5.7.6) Deverá ser provido comando manual pelo operador para acionamento conjunto de todas as bombas de HP (elétricas e pneumáticas) para a repressurização do sistema após um ESD4.

5.7.7) É sugerida a seguinte sequência de operação das bombas de pressurização de LP e HP em regime normal, considerando P igual a pressão não regulada medida em cada coletor e Pmax a máxima pressão não regulada de operação em cada coletor:

Coletor	Bomba	P = 100% de Pmax	P = 90% de Pmax	P = 85% de Pmax	P = 80% de Pmax	P = 70% de Pmax	P = 45% de Pmax
HP	Pneumática	Desligada	Liga			Alarme de queda de pressão	Desliga bombas. Alarme de parada da HPU
	Elétrica	Desligada			Liga		
LP	Pneumática	Desligada	Liga			Alarme de queda de pressão	Desliga bombas. Alarme de parada da HPU
	Elétrica	Desligadas		Liga 1ª	Liga 2ª		

(Sugestão de sequência de operação das bombas)

5.7.8) As pressões de parada e partida das bombas deverão ter seu “set-point” definido manualmente através de chaves tipo *thumbwheel* (valores em bar) localizadas em painel específico para este fim, de fácil acesso dentro da HPU. O painel deve permitir a visualização das chaves com os “set-points”, devendo ter acesso protegido com tampa e cadeado.

5.7.9) As **bombas pneumáticas** devem trabalhar por equilíbrio de forças, dispondo de entradas separadas para Ar Motor, e para Ar Piloto proveniente de uma DCV pneumática. A pressão do Ar Motor deve poder ser ajustável por uma válvula reguladora pneumática até o valor necessário para que a máxima pressão hidráulica da bomba possa chegar a 105% da máxima pressão não regulada de operação do coletor (Pmáx). A bomba deverá ser acionada pela DCV a montante da tomada de Ar Piloto de acordo com os “set-points” de pressão máxima e mínima não regulada de operação para cada coletor. A pressão de Ar

 PETROBRAS DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 20 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		

Piloto também deverá poder ser ajustável por uma válvula reguladora pneumática.

5.7.10) As **bombas elétricas de pressurização** devem ser do tipo “TRIPLEX” ou de pistões alternativos com caixa de redução ou rotativa de pistões axiais. Bombas de pistões alternativos deverão ter pistões revestidos de cerâmica, internos em contato com o fluido em inox e sede das válvulas em nylon. Não serão aceitas bombas axiais de placas oscilantes (“Swashplate”).

5.7.11) As **bombas de recirculação** devem ser de deslocamento positivo (tipo “WING” ou equivalente) ou do tipo centrífuga de um ou mais estágios. As bombas devem ter os internos em inox ou material compatível com o fluido hidráulico e ter pressão de descarga suficiente para vencer as perdas de carga da tubulação, da altura de recalque e atingir a pressão de troca dos elementos filtrantes do filtro de recirculação que é de 3 bar.

5.7.12) Todas as bombas devem ser instaladas horizontalmente, de tal forma que o nível de fluido no reservatório deve estar sempre acima da entrada de sucção das bombas. As bombas deverão ser lubrificadas por gravidade, preferencialmente a partir de um coletor e tanque de lubrificação comum com indicador visual local de nível e transmissor de nível para alarme de nível baixo no Painel Local da HPU. No caso de cada bomba possuir seu próprio reservatório de lubrificação, este deverá possuir indicador visual local de nível e transmissor de nível para alarme de nível baixo no Painel Local da HPU.

5.7.13) Todas as bombas devem possuir filtros independentes de 125µm à montante das mesmas.

5.7.14) Todas as bombas devem ser apropriadas para operar com o fluido hidráulico especificado para o Sistema de Controle.

5.7.15) Cada bomba de recirculação deve ter sua linha de sucção interligada ao reservatório de suprimento e ao reservatório de retorno. O circuito hidráulico de recirculação deve possuir dois conjuntos de dois filtros cada um em paralelo, isolados por válvulas de bloqueio.

5.7.16) Cada bomba deve ser protegida por uma válvula de segurança e alívio individual, ajustada de acordo com a norma API RP 520. Após a válvula de alívio à jusante de cada bomba, deve existir uma válvula de retenção (“check valve”) e uma válvula de bloqueio do tipo esfera, nesta ordem. A válvula de bloqueio deve ter sua maior capacidade de retenção de pressão montada a jusante da bomba. No caso das bombas do coletor de HP, esta válvula deve ser de duplo bloqueio.

5.7.17) A velocidade do fluido, na linha de sucção das bombas, não deve exceder 1.5m/s.

5.7.18) As bombas elétricas devem possuir amortecedores de pulsação à jusante das mesmas.

5.7.19) As bombas devem possuir amortecedores de vibração conectados a tubulação da HPU através de mangueiras flexíveis a fim de se reduzir a vibração que induzem na estrutura da HPU.

5.7.20) Cada bomba deve possuir contador de horas individual para registro do tempo acumulado de operação.

5.7.21) O ar de instrumentos para as bombas pneumáticas deve ser tratado por um circuito de secagem,

equipado com filtros, reguladoras, lubrificadores e válvulas de bloqueio à jusante e montante dos mesmos. Este circuito deve ser redundante e possibilitar a substituição dos filtros sem interromper o suprimento de ar para a HPU.

5.8) Instrumentação e Controle:

5.8.1) A HPU deverá possuir seu próprio Controlador Lógico Programável (PLC) para, no mínimo, monitorar sua instrumentação. Este PLC deverá ficar montado em painel adequado no interior da HPU.

5.8.2) A lógica de controle poderá ser fixa ou executada pelo PLC residente da HPU.

5.8.3) O PLC da HPU deverá possuir uma rede de comunicação de dados com a UEP.

5.8.4) O FORNECEDOR deverá apresentar para a CONTRATADA a lista de todos os dados monitorados pelo PLC da HPU, para que esta possa selecionar quais serão disponibilizados para monitoração remota na UEP.

5.8.5) A HPU deverá ter um transmissor de pressão à montante de cada saída individual de suprimento dos umbilicais. A leitura de cada um destes transmissores deve estar disponível para interface com a UEP.

5.8.6) Monitoração independente da pressão de cada Coletor: Cada coletor de pressão não regulada (LP e HP) deve ser equipado com pelo menos um transmissor de pressão que será monitorado exclusivamente pela UEP. Estes transmissores devem ser independentes dos demais de cada coletor e da própria instrumentação da HPU. Sua interface com o CIS da UEP deve ser direta (alimentação e comunicação pela UEP) e ambos devem ter leitura no CCR. Esta monitoração independente da pressão de cada coletor é especificada para atender o documento PETROBRAS DR-ENGP-I-1.3 Filosofia de Segurança (DIRETRIZES DE ENGENHARIA), quanto ao requisito do Diagrama de Parada de Emergência: *Fechar as válvulas "wing" de produção e "wing" de gás lift no caso de pressão muito baixa de fluido hidráulico para os sistemas submarinhos*. O valor de pressão sugerido de "set point" de cada coletor será o máximo entre o de parada de emergência ("trip") da HPU para este coletor e 80% (oitenta por cento) do valor mínimo da respectiva faixa de pressão regulada. Ambos os "set points" deverão editáveis no CCR pelo operador no modo administrador.

NOTA: A CONTRATADA poderá solicitar da PETROBRAS a exclusão deste item 5.8.6 caso o documento PETROBRAS DR-ENGP-I-1.3 Filosofia de Segurança (DIRETRIZES DE ENGENHARIA) não faça parte do contrato do AFRETAMENTO.

5.8.7) Todos os elementos em contato com o fluido devem ter a superfície de contato em aço inox 316 e selos compatíveis com o fluido de trabalho da HPU.

5.8.8) Todos os instrumentos devem ter válvulas de bloqueio (duplo bloqueio no caso do coletor de HP e seus ramais).

5.8.9) As válvulas de segurança e alívio deverão ser do tipo mola e sede. Elas devem ser classificadas de

 PETROBRAS DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 22 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		

acordo com o API RP 520 e feitas de aço inox 316L.

5.8.10) As válvulas de retenção deverão assegurar um vazamento baixo e uma ação rápida.

5.8.11) Os invólucros dos manômetros para as linhas hidráulicas deverão ter discos de ruptura de proteção contra sobre pressão e entradas para completar o fluido interno do mostrador.

5.8.12) Todos os filtros deverão ter redundância e deverão ter válvulas de isolamento e dreno para permitir a substituição e a manutenção sem a parada do sistema.

5.9) Sistema Elétrico:

5.9.1) Todas as partes metálicas dos componentes do sistema de iluminação tais como caixas de passagem, luminárias, devem ser aterradas através de um condutor de aterramento. Todos os cabos e cordoalhas de aterramento devem ser dimensionados para estar de acordo com a corrente esperada e requisitos dos fusíveis e dos equipamentos associados.

5.9.2) A HPU deve ser equipada com luz de emergência alimentada por bateria recarregável.

5.10) Identificação dos Componentes:

5.10.1) Todos os instrumentos, elétricos, hidráulicos ou pneumáticos, bem como as linhas da HPU devem ser identificados com placas de aço inox e estas devem ser estampadas em baixo relevo.

5.10.2) Os instrumentos e equipamentos montados em painéis devem ser identificados atrás do frontal do painel.

5.11) Utilidades e Interfaces Externas:

5.11.1) As interfaces elétricas e hidráulicas devem ser projetadas de tal modo que qualquer esforço nas tubulações hidráulicas ou cabos elétricos, externamente a HPU, seja suportado pela estrutura da HPU, e não seja transmitido às linhas internas da mesma.

5.11.2) A HPU deve ser fornecida com as suas conexões protegidas contra a contaminação durante o transporte.

5.12) Requisitos Inspeção e Teste:

5.12.1) O comissionamento da HPU na UEP deve ser precedido por teste hidrostático nas máximas pressões admissíveis de LP e HP sem impor danos aos componentes. Exceto onde não for possível, o teste deve considerar pressões equivalentes a no mínimo 1,1 vezes as máximas admissíveis, aplicadas por um determinado tempo não inferior a 15 minutos, após o que não deve haver nenhum vazamento externo ou interno ou queda de pressão maior que 2% da pressão de teste.

5.12.2) O FORNECEDOR deve verificar a classe de limpeza do fluido hidráulico de controle conforme a

Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)

NP-2



norma ISO 4406, desde a fase final da fabricação até o término do comissionamento da HPU, utilizando contagem eletrônica de partículas e/ou Método Comparativo. Para a verificação pelo Método Comparativo no mínimo, três amostras consecutivas nas saídas da devem demonstrar o atendimento a Classe de Limpeza do sistema.

6) APÊNDICES

Apêndice I: Modelo e Critérios para elaboração da LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU

 LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU				
POÇOS E EQUIPAMENTOS SUBMARINOS:	TOTAL GERAL	Cujo SLOT do UEH tem TUTU PLATE só para TPU	Cujo SLOT do UEH tem TUTU PLATE só para STU	Cujo SLOT do UEH tem TUTU PLATE DUAL TPU-STU
Poço Satélite (Produtor ou Injetor) com ANM-HD (ver Critério 1)	Ta	TTPUa	TSTUa	TDa
Poço Satélite (Produtor ou Injetor) com ANM-MUX (ver Critério 2)	Tb	TTPUb	TSTUb	TDb
SESDV	Tc	TTPUc	TSTPUc	TDc
Poço Satélite (Produtor ou Injetor) com ANM-HD que poderá ser remanejado para MSP ou MSI ou MSIAG, cedendo o "slot" do seu umbilical na UEP para interligação de um MSP ou MSI	Td	TTPUd	TSTUd	TDd
Poço Satélite (Produtor ou Injetor) com ANM-MUX que poderá ser remanejado para MSP ou MSI ou MSIAG, cedendo o "slot" do seu umbilical na UEP para interligação de um MSP, MSI ou MSIAG	Te	TTPUe	TSTUe	TDe
MSP para N poços com ANM-HD (o número N deve ser informado - ver Critério 3)	Tf	TTPUf	TSTUf	TDf
MSP para N poços com ANM-MUX (o número N deve ser informado - ver Critério 4)	Tg	TTPUg	TSTUg	TDg
MSI para N poços com ANM-HD (o número N deve ser informado - ver Critério 5)	Th	TTPUh	TSTUh	TDh
MSI para N poços com ANM-MUX (o número N deve ser informado - ver Critério 6)	Ti	TTPUi	TSTUi	TDi
MSIAG para 2 poços com ANM-MUX (ver Critério 7)	Tj	TTPUj	TSTUj	TDj

Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)Siglas:

- **ANM-MUX:** Árvore de Natal Molhada com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado
- **ANM-HD:** Árvore de Natal Molhada para controle Hidráulico Direto
- **MSP:** Manifold Submarino de Produção para N poços produtores
- **MSIA:** Manifold Submarino de Injeção de Água para N poços produtores
- **MSIAG:** Manifold Submarino de Injeção Alternada de Água/Gás (WAG) para 2 poços injetores
- **SESDV:** Válvula Submarina de Fechamento de Emergência

Definições:

Poço Satélite: Aquele cujo umbilical de controle da ANM está interligado diretamente na UEP;

Todos os MSP, MSIA e MSIAG possuem Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado para suas próprias válvulas;

Critérios para informação das quantidades de equipamentos:

1. Igual ao número de posições ("slots") da UEP (incluindo reservas) preparadas para receber umbilical de controle para poço satélite equipado com ANM-HD.
2. Igual ao número de posições ("slots") da UEP (incluindo reservas) preparadas para receber umbilical de controle para poço satélite equipado com ANM-MUX.
3. Igual ao número de posições ("slots") da UEP (incluindo reservas) preparadas para receber o umbilical de controle de um (1) MSP para N poços equipados com ANM-HD. O número de poços N do MSP (capacidade total) também deve ser informado na LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU. No caso de utilização de MSPs com número de poços diferentes, o total para cada tipo em função do respectivo N deve ser listado separadamente.
4. Igual ao número de posições ("slots") da UEP (incluindo reservas) preparadas para receber o umbilical de controle de um (1) MSP para N poços equipados com ANM-MUX. O número de poços N do MSP (capacidade total) também deve ser informado na LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU. No caso de utilização de MSPs com número de poços diferentes, o total para cada tipo em função do respectivo N deve ser listado separadamente.
5. Igual ao número de posições ("slots") da UEP (incluindo reservas) preparadas para receber o umbilical de controle de um (1) MSI para N poços equipados com ANM-HD. O número de poços N do MSI (capacidade total) também deve ser informado na LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU. No caso de utilização de MSIs com número de poços diferentes, o total para cada tipo em função do respectivo N deve ser listado separadamente.
6. Igual ao número de posições ("slots") da UEP (incluindo reservas) preparadas para receber o umbilical de controle de um (1) MSI para N poços equipados com ANM-MUX. O número de poços N do MSI (capacidade total) também deve ser informado na LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU. No caso de utilização de MSIs com número de poços diferentes, o total para cada tipo em função do respectivo N deve ser listado separadamente.
7. Igual ao número de posições ("slots") da UEP (incluindo reservas) preparadas para receber o umbilical de controle de um (1) MSIAG para 2 poços equipados com ANM-MUX.
8. Para a quantidade (Tn) de cada tipo ou conjunto de equipamentos submarinos padronizados que poderão estar conectados a UEP (incluindo Reservas), a LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU deve informar também a quantidade de posições (SLOTS) de suporte de umbilicais exclusivamente para TPU (=TTPUn) ou para STU (=TSTUn), assim como a quantidade de SLOTS DUAIS (=TDn) para qualquer um deles de cada vez. A especificação deve respeitar a relação: $Tn = TTPUn + TSTUn + TDn$.



A

Apêndice II: Critérios para cálculo do volume correspondente a expansão volumétrica das linhas de controle para o comprimento total dos umbilicais TPU e STU Padronizados pela PETROBRAS (Apêndices II-A e II-B):

- i. Cada tipo ou conjunto de equipamento(s) submarino(s) padronizado pela LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU (T_a , T_b , ... T_n) tem uma interligação unifilar de umbilical própria com a UEP. O respectivo diagrama unifilar com o comprimento de cada umbilical está no Apêndice VI desta ET.
- ii. A LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU deve informar a quantidade de posições (SLOTS) de suporte de umbilicais exclusivamente para TPU (=TTPUn) ou para STU (=TSTUn), assim como a quantidade de SLOTS DUAIS (=TDn) correspondente a quantidade (T_n) de cada tipo ou conjunto de equipamentos submarinos padronizados que poderão estar conectados a UEP (incluindo Reservas).
- iii. A expansão volumétrica correspondente à quantidade T_n de cada tipo ou conjunto de equipamento(s) submarino(s) na LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU deve ser a soma dos volumes calculados respectivamente para TTPUn (Apêndice II-A), TSTUn (Apêndice II-B), e TDn.
- iv. O volume da expansão para Tdn deve ser calculado como umbilical TPU (Apêndice II-A).
- v. Para dimensionamento da HPU, o volume total correspondente à expansão volumétrica de todos os umbilicais deve ser a soma de todos os volumes calculados para a quantidade de cada tipo ou conjunto de equipamento(s) submarino(s) na LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU (T_a , T_b , ... T_n).
- vi. **Apêndice II-A: Cálculo do volume da expansão das mangueiras termoplásticas dos umbilicais TPU para o dimensionamento da HPU:**

Nota: O cálculo considera o total de poços e equipamentos submarinos da LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU (preenchida conforme o modelo do Apêndice I acima), e os comprimentos unifilares dos respectivos umbilicais, de acordo com a configuração típica de cada equipamento (figuras do Apêndice VI)

Legenda:

- **Dn** = Comprimento unifilar do umbilical (ver Apêndice VI);
- **VHP** = Volume da expansão de uma (1) mangueira termoplástica de 1/2" @ 7500psi do umbilical de comprimento **Dn** (figuras do Apêndice VI) para poço ou equipamento submarino equipado com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado;
- **VLP** = Volume da expansão de uma (1) mangueira termoplástica de 1/2" @ 4000psi do umbilical de comprimento **Dn** (figuras do Apêndice VI) para poço ou equipamento submarino equipado com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado;

Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)

- **VHDHP** = Volume da expansão de duas (2) mangueiras termoplásticas de 3/8" @ 5000psi do umbilical de comprimento **Dn** (figuras do Apêndice VI) para poço ou equipamento submarino equipado com Sistema de Controle Hidráulico Direto;
- **VHDLP** = Volume da expansão de quatro (4) mangueiras termoplásticas de 3/8" @ 3000psi do umbilical de comprimento **Dn** (figuras do Apêndice VI) para poço ou equipamento submarino equipado com Sistema de Controle Hidráulico Direto;
- **VESDV** = Volume da expansão três (3) mangueiras termoplásticas de 3/8" @ 3000psi do umbilical de comprimento **Dn** (figuras do Apêndice VI) para Controle Hidráulico Direto de cada SESDV.

1) Poços Satélites com ANM-HD:

$$V = \sum_{T=0}^{T^a} ((VHDHP \times D1n) + (VHDLP \times D1n))$$

Ta = total de poços satélites (incluindo reservas) com ANM-HD;

Dn = Comprimento unifilar do umbilical (ref. figura Apêndice VI);

2) Poços Satélite com ANM-MUX:

$$V = \sum_{T=0}^{T^b} ((VHP \times D2n) + (VLP \times D2n))$$

Tb = total de poços satélites (incluindo reservas) com ANM-MUX;

Dn = Comprimento unifilar do umbilical (ref. figura Apêndice VI);

3) SESDV:

$$V = \sum_{T=0}^{T^c} (VESDV \times D3n)$$

Tc = total de SESDV;

Dn = Comprimento unifilar do umbilical (ref. figura Apêndice VI);

4) Poços Satélites com ANM-HD que poderá ser remanejado para MSP ou MSI ou MSIAG, cedendo o "slot" do seu umbilical na UEP para interligação de um MSP ou MSI:

- Calcular o volume para o futuro manifold e seus poços satélites;
- Se os comprimentos dos umbilicais não forem especificados pela PETROBRAS, a CONTRATADA deverá informar ao FORNECEDOR que este deverá utilizar o comprimento de 5 km para cada umbilical;
- Se o tipo de manifold não for especificado pela PETROBRAS, a CONTRATADA deverá informar ao FORNECEDOR que este deverá considerar o volume para um MSP de 4 poços com ANM-HD, considerando o comprimento de 5 km para cada umbilical;

5) Poços Satélites com ANM-MUX que poderá ser remanejado para MSP ou MSI ou MSIAG, cedendo o "slot" do seu umbilical na UEP para interligação de um MSP, MSI ou MSIAG:

- Calcular o volume para o futuro manifold e seus poços satélites;
- Se os comprimentos dos umbilicais não forem especificados pela PETROBRAS, a CONTRATADA deverá informar ao FORNECEDOR que este deverá utilizar o comprimento de 5 km para cada umbilical;
- Se o tipo de manifold não for especificado pela PETROBRAS, a CONTRATADA deverá informar ao FORNECEDOR que este deverá considerar o volume para um MSP de 4 poços com ANM-MUX, considerando o comprimento de 5 km para cada umbilical;

6) MSP(s) para N poços com ANM-HD (o número N deve ser informado para cada MSP):

$$V_{(para\ N=4)} = \sum_{T=0}^{Tf} [(D4n \times (VHP + VLP) + D5n \times (VHDHP + VHDLP) + D6n \times (VHDHP + VHDLP) + D7n \times (VHDHP + VHDLP) + D8n \times (VHDHP + VHDLP)]$$

Tf = total de MSP (incluindo reservas) para N poços com ANM-HD (o número N deve ser informado para cada MSP);

Dn = Comprimento unifilar do umbilical (ref. figura Apêndice VI);

NOTA: Para N > 4, somar o respectivo Dn x (VHDHP+VHDLP) para cada poço adicional.

7) MSP(s) para N poços com ANM-MUX (o número N deve ser informado para cada MSP):

$$V_{(para\ N=4)} = \sum_{T=0}^{Tg} [(D14n \times (VHP + VLP) + D15n \times (VHP + VLP) + D16n \times (VHP + VLP) + D17n \times (VHP + VLP) + D18n \times (VHP + VLP)]$$

Tg = total de MSP (incluindo reservas) para N poços com ANM-MUX (o número N deve ser informado para cada MSP);

Dn = Comprimento unifilar do umbilical (ref. figura Apêndice VI);

NOTA: Para N > 4, somar o respectivo Dn x (VHP+VLP) para cada poço adicional.

8) MSI(s) para N poços com ANM-HD (o número N deve ser informado para cada MSI):

$$V_{(para\ N=4)} = \sum_{T=0}^{Th} [(D9n \times (VHP + VLP) + D10n \times (VHDHP + VHDLP) + D11n \times (VHDHP + VHDLP) + D12n \times (VHDHP + VHDLP) + D13n \times (VHDHP + VHDLP)]$$

Th = total de MSI (incluindo reservas) para N poços com ANM-HD (o número N deve ser informado para cada MSI);

Dn = Comprimento unifilar do umbilical (ref. figura Apêndice VI);

 DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 29 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		
<p>NOTA: Para N > 4, somar o respectivo Dn x (VHDHP+VHDLP) para cada poço adicional.</p> <p>9) <u>MSI(s) para N poços com ANM-MUX (o número N deve ser informado para cada MSI):</u></p> $V_{(para\ N=4)} = \sum_{T=0}^{T_i} [(D19n \times (VHP + VLP) + D20n \times (VHP + VLP) + D21n \times (VHP + VLP) + D22n \times (VHP + VLP) + D23n \times (VHP + VLP)]$ <p>Ti = total de MSP (incluindo reservas) para N poços com ANM-MUX (o número N deve ser informado para cada MSI); Dn = Comprimento unifilar do umbilical (ref. figura Apêndice VI);</p> <p>NOTA: Para N > 4, somar o respectivo Dn x (VHP+VLP) para cada poço adicional.</p> <p>10) <u>MSIAG(s) para 2 poços com ANM-MUX:</u></p> $V = \sum_{T=0}^{T_j} [(D24n \times (VHP + VLP) + D25n \times (VHP + VLP) + D26n \times (VHP + VLP)]$ <p>Tj = total de MSIAG (incluindo reservas) para 2 poços com ANM-MUX; Dn = Comprimento unifilar do umbilical (ref. figura Apêndice VI).</p> <p>vii. Apêndice II-B: Cálculo do volume da expansão dos tubos de aço sem costura dos umbilicais STU para o dimensionamento da HPU:</p> <p>Nota: O cálculo considera o total de poços e equipamentos submarinos da LISTA DE CONSUMIDORES DA HPU (preenchida conforme o modelo do Apêndice I acima), os comprimentos unifilares dos respectivos umbilicais, de acordo com a configuração típica de cada equipamento (figuras do Apêndice VI), e <u>as mesmas fórmulas de 1 a 10 do Apêndice II-A.</u></p> <p>Legenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dn = Comprimento unifilar do umbilical (ver Apêndice VI); ➤ VHP = Volume da expansão de um (1) tubo de aço sem costura de 1/2" @ 10.000psi do umbilical de comprimento Dn (figuras do Apêndice VI) para poço ou equipamento submarino equipado com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado; ➤ VLP = Volume da expansão de um (1) tubo de aço sem costura de 1/2" @ 5000psi do umbilical de comprimento Dn (figuras do Apêndice VI) para poço ou equipamento submarino equipado com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado; ➤ VHDHP = Volume da expansão de dois (2) tubos de aço sem costura de 1/2" @ 10.000psi do umbilical de comprimento Dn (figuras do Apêndice VI) para poço ou equipamento submarino equipado com Sistema de Controle Hidráulico Direto; ➤ VHDLP = Volume da expansão de quatro (4) tubos de aço sem costura de 1/2" @ 5000psi do 			
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA SUA UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE			
FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N – 381 REV E			

umbilical de comprimento **Dn** (figuras do Apêndice VI) para poço ou equipamento submarino equipado com Sistema de Controle Hidráulico Direto;

- **VESDV** = Volume da expansão de três (3) tubos de aço sem costura de 1/2" @ 5000psi do umbilical de comprimento **Dn** (figuras do Apêndice VI) para Controle Hidráulico Direto de cada SESDV.

Apêndice III): Coeficientes de Expansão para Linhas Hidráulicas de Controle dos Umbilicais:

- a. **Umbilical tipo TPU:** No dimensionamento da HPU o FORNECEDOR deverá utilizar a expansão volumétrica correspondente ao diâmetro nominal e faixa de pressão nas tabelas 1 e 2 abaixo:

Tabela 1 do Apêndice III: Expansão volumétrica para mangueira de 3/8"

Pressão (psi/bar)	Expansão (cc/m – cc/ft)
3000 / 204	5,67 – 1,72
5000 / 340	7,56 – 2,30
7500 / 510	9,66 – 2,94
10000 / 680	11,76 – 3,58

Tabela 2 do Apêndice III: Expansão volumétrica para mangueira de 1/2"

Pressão (psi/bar)	Expansão (cc/m – cc/ft)
3000 / 204	10,03 – 3,06
5000 / 340	13,45 – 4,10
7500 / 510	17,16 – 5,23
10000 / 680	20,90 – 6,37

- b. **Umbilical tipo STU:** No dimensionamento da HPU o FORNECEDOR deverá utilizar a expansão volumétrica correspondente ao diâmetro nominal 1/2" nas faixas de pressão da Tabela 3 abaixo:

Tabela 3 do Apêndice III: Expansão para Tubo SS de 1/2"

Pressão (psi/bar)	Expansão (cc/m – cc/ft)
5000 / 340	0,030 – 0,009
10000 / 680	0,13 – 0,034

Apêndice IV) Tabela de Volumes equivalentes “varridos” (“swept volumes”) do TOTAL de atuadores hidráulicos para cada tipo de equipamento submarino referido nesta ET (exceto para cálculo do banco de acumuladores):

<u>Equipamento</u>	<u>Volume equivalente total dos atuadores***</u>
1x ANM-MUX	LP: 23 litros HP: 1 litro
1x MSIAG interligado a 2x ANM-MUX	LP: 16 litros (MSIAG) + 46 litros (2x ANM) HP: 2 litros
1x MSP ou MSIA interligado a 4x ANM-MUX	LP: 48 litros (MSP) + 92 litros (4x ANM) HP: 4 litros
1x ANM-HD	LP: 22 litros HP: 0,5 litros
1x SESDV	LP: 8 litros

Tabela 1 do Apêndice IV: Volume equivalente total dos atuadores para cada equipamento

Observações:

- 1) Nos totais para ANM-MUX (SCEHM) e ANM-HD (SCHD) já está incluído a DHSV do poço;
- 2) Nos totais para ANM, MSIAG e MSP (todos com SCEHM) já estão incluídos 1 litro para acumulador interno do(s) respectivo(s) SCM;
- 3) Os volumes HP incluem DHSV (típico 0,02 litros) e funções de Completação Inteligente;

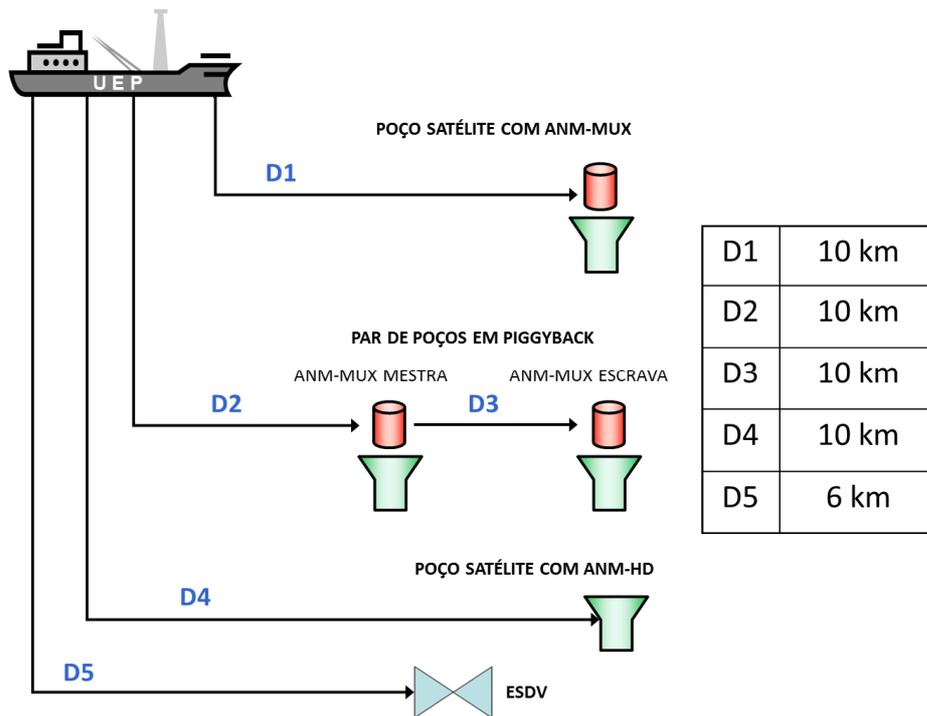
Apêndice V) Tabela de quantidade de DCV (submarina) por tipo de equipamento submarino referido nesta ET:

<u>Equipamento</u>	<u>Quantidade de DCV por tipo</u>
1x ANM-MUX	LP: 16 HP: 4
1x MSIAG interligado a 2x ANM-MUX	LP: 32 (MSIAG) + 32 (p/2x ANM) HP: 16 (p/MSIAG + 2x ANM)
1x MSP ou MSIA interligado a 4x ANM-MUX	LP: 32 (MSP) + 64 (p/4x ANM) HP: 24 (p/MSP + 4x ANM)

Observações:

- 1) Para efeito de normalização, foram considerados todos os SCM de 20 funções de controle, sendo 16x de LP e 4x de HP. A quantidade de SCM por equipamento submarino será:
- 1x SCM para cada ANM com SCEHM (ANM-MUX);
 - 4 x SCM para cada conjunto: MSIAG (com SCEHM) e seus 2 poços injetores com ANM-MUX;
 - 8 x SCM para cada conjunto: MSP (com SCEHM) e seus 4 poços produtores com ANM-MUX;

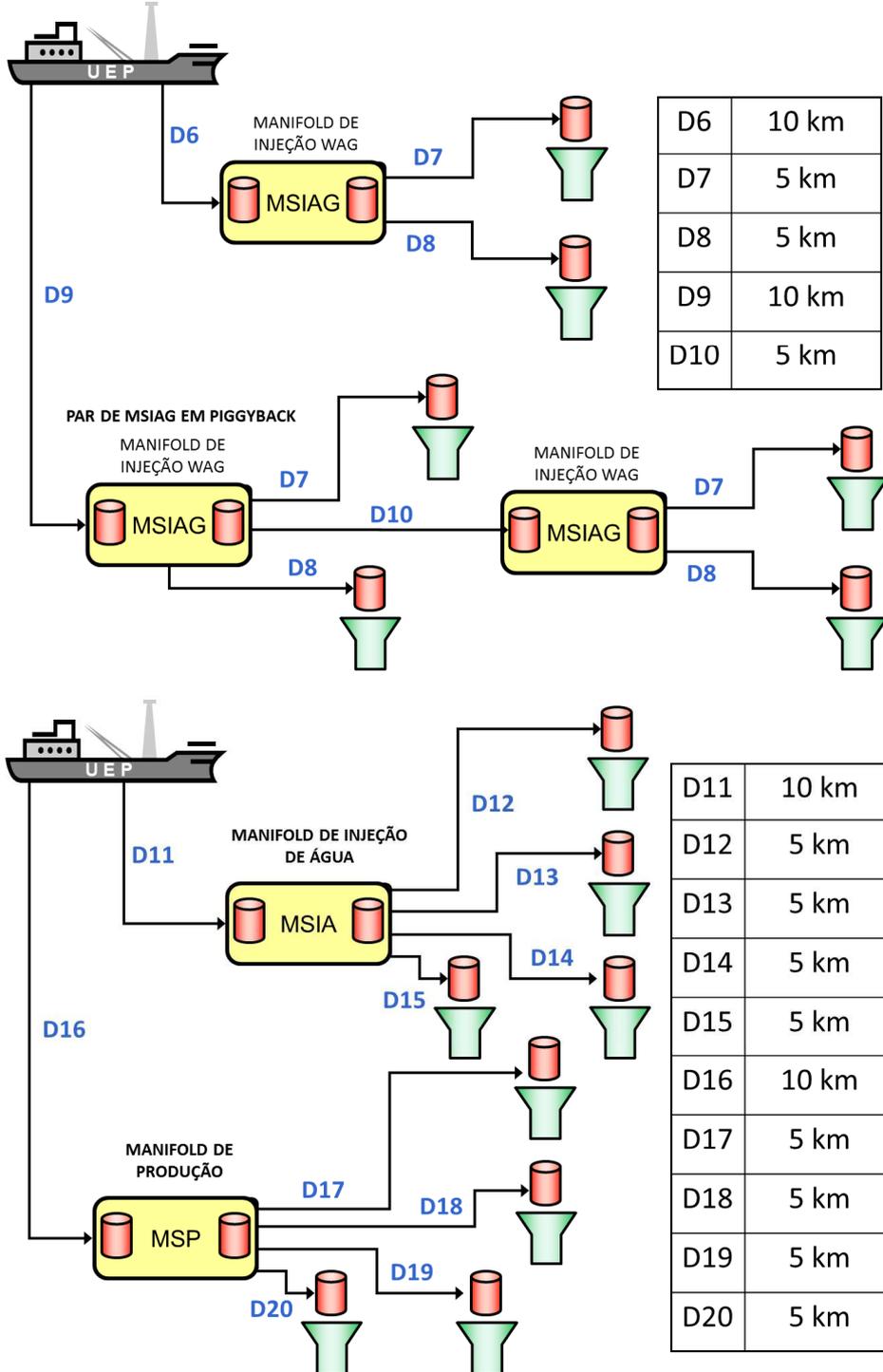
Apêndice VI) Comprimentos de umbilicais padronizados para efeito de dimensionamento da HPU:



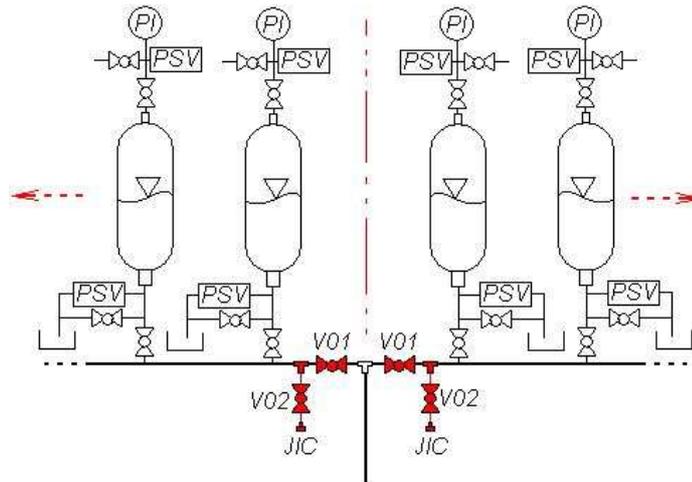
(Continua na próxima página)

Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)

NP-2



Apêndice VII) Diagrama típico para divisão de cada banco de acumuladores em dois grupos por meio de válvulas de bloqueio de esfera e conexão para manutenção, composta de uma válvula de bloqueio de esfera de 1/2" e uma conexão JIC 37° de 3/8" com tampão.



Apêndice VIII)

Sugestão de critérios para avaliação de potenciais candidatos à fornecimento da HPU (projeto, fabricação, e testes):

VIII.1) A Unidade de Potência Hidráulica (HPU) doravante referida por "HPU Multiplexada" ou HPU-MUX é uma implementação particular de HPU para uso *offshore*, especificada para armazenar e suprir de forma pressurizada o fluido hidráulico à base de água-glicol com Classe de Limpeza 17/15/12 pela ISO 4406 requerido para operação de Sistema(s) de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado que estão equipados com Módulo de Controle Submarino (*Subsea Control Module* ou SCM), conforme os itens 4.1 (complementado pelo A.3.3 no Apêndice A), 4.4.1.a, e 4.4.1.h da norma API 17F *Standard for Subsea Production Control Systems*, 3ª Edição, Maio de 2014. A Figura 1 da API 17F serve como referência para visualizar a arquitetura típica de Sistemas de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado equipado com SCM, empregados em diferentes tipos de equipamentos submarinos de produção como Árvore de Natal Molhada (XT) e Manifold e equipamentos para controle de sobre pressão (HIPPS).

VIII.2) Para estar habilitada a fornecer a HPU Multiplexada especificada para suprimento do fluido hidráulico à base de água-glicol com Classe de Limpeza 17/15/12 definida pela norma ISO 4406, requerida para operação de equipamentos submarinos equipados com Sistema(s) de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado que possuem Módulo de Controle Submarino (SCM), que deve(m) atender obrigatoriamente a norma API 17F, o fabricante deve comprovar pelo menos uma das duas opções de tradição de



 DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 35 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		

fornecimento:

- a) Opção 1: No mínimo 3 (três) fornecimentos de HPU para suprimento de fluido hidráulico à base de água-glicol com Classe de Limpeza (mínima) 17/15/12 pela ISO 4406 para operação de Sistema(s) de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado equipados com Módulo de Controle Submarino (SCM) em equipamentos submarinos como Árvore de Natal Molhada, Template-Manifold submarino, ou Manifold Submarino. No caso do fornecimento mais recente ter sido há mais de 5 (cinco) anos, a empresa terá que comprovar adicionalmente através de certificação de 3ª Parte por entidade internacionalmente reconhecida que possui pessoal qualificado, engenharia, infraestrutura e processo fabril, qualificação de componentes, Teste de Aceitação de Fábrica (FAT), que atendam aos itens 5.4.6 (Requisitos de Projeto), 8 (Materiais e Fabricação), 9.2.2 (Qualificação de Componentes Hidráulico-Mecânicos) e 9.3.2 (FAT) da norma API 17F para aplicação que requer Classe de Limpeza 17/15/12 definida pela norma ISO 4406. A certificação de 3ª Parte também deve comprovar que o fabricante da HPU Multiplexada possui pessoal qualificado com experiência prévia em testes de compatibilidade de materiais com fluidos hidráulicos de controle, quer com infraestrutura própria ou através de contratação de laboratórios aptos para sua realização.
- b) Opção 2: No mínimo 3 (três) HPU para flushing com fluido hidráulico à base de água-glicol com Classe de Limpeza (mínima) 17/15/12 pela ISO 4406, fornecidas para fabricantes de equipamentos de Sistemas de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado equipados com Módulo de Controle Submarino (SCM) para Árvore de Natal Molhada, Template-Manifold submarino, ou Manifold Submarino.

VIII.3) A empresa deve comprovar através de certificação de 3ª Parte por entidade internacionalmente reconhecida que possui pessoal qualificado, engenharia, infraestrutura e processo fabril, qualificação de componentes, Teste de Aceitação de Fábrica (FAT), que atendam aos itens 5.4.6 (Requisitos de Projeto), 8 (Materiais e Fabricação), 9.2.2 (Qualificação de Componentes Hidráulico-Mecânicos) e 9.3.2 (FAT) da norma API 17F para aplicação que requer Classe de Limpeza 17/15/12 definida pela norma ISO 4406. A certificação de 3ª Parte deve comprovar que o fabricante da HPU Multiplexada possui pessoal qualificado com experiência prévia em testes de compatibilidade de materiais com fluidos hidráulicos de controle, quer com infraestrutura própria ou através de contratação de laboratórios aptos para sua realização.

VIII.4) Possuir instalações de montagem que evitem exposição direta a elementos como areia, terra, brita, poeira, e resíduos de corte e desbastamento de materiais metálicos;

VIII.5) Possuir procedimentos para preservação e manuseio adequado de componentes desde o recebimento até a montagem na HPU, sobretudo, mas não limitado à tubulação (“tubings”), elementos

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N – 381 REV E

 DP&T-SUB ES/EECE/ECE	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5139-800-PEK-006	Rev. A
	POLO PRESAL DA BACIA DE SANTOS: AFRETAMENTOS		Pag. 36 de 36
	Unidade Hidráulica (HPU) para Poços e Equipamentos Submarinos Equipados com Sistema de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado (Instalação de Produção Marítima AFRETADA)		

filtrantes, válvulas de bloqueio, alívio e reguladoras e acumuladores;

VIII.6) Possuir infraestrutura para análise de amostras de fluido quanto a possíveis contaminações;

VIII.7) Possuir procedimentos de “flushing” para classe de limpeza de acordo com a norma ISO 4406, principalmente para classe de limpeza 17/15/12 (equivalente a Classe 6 de acordo com a antiga norma NAS 1638);

VIII.8) Possuir procedimentos de SMS para manuseio e exposição dos profissionais ao fluido hidráulico de controle durante todas as fases de montagem, teste e comissionamento do equipamento;

VIII.9) Comprovar fornecimentos de HPU para Sistemas de Controle Eletro-hidráulico Multiplexado de equipamentos submarinos de produção, instaladas em unidades marítimas “offshore”, ou fornecimentos de HPU similares para limpeza de circuitos hidráulicos e enquadramento da classe de limpeza do fluido de equipamentos submarinos e umbilicais (“flushing”) de acordo com a ISO 4406 Classes 17/15/12;

VIII.10) Itens recomendados para comprovação:

- a. Certificado para operação offshore com classificação Zona 2, grupo IIa, temperatura T3, de acordo com a IEC-60079-0;
- b. Equipamentos com classe de pressão 5000psi ou superior;
- c. Operação com fluido hidráulico à base de água-glicol compatível com as seguintes propriedades:
 - Densidade @ 15,6C ou 20C: entre 1,02 e 1,08 g/ml;
 - Viscosidade @ 0C: entre 3,0 e 9,2cSt;
 - pH @ 20C: entre 8,8 e 9,7.
- d. Montagem de estruturas em aço inoxidável AISI-316L;
- e. Montagem de válvulas, instrumentos, acessórios (p.ex.) em aço inoxidável AISI-316L.
- f. Montagem de tubulação hidráulica (“tubbings”) e pneumática em aço inoxidável 316 ou 316L;
- g. Montagem de conexões hidráulicas do tipo dupla anilha (“double ferrule”), com anéis tipo “double flared”, feitas em aço inox 316L;
- h. Selagem de roscas NPT com veda rosca químico, não sendo admitido uso de fita de Teflon;
- i. Montagem de acumuladores de aço inox e preferencialmente do tipo “bladder”, equipados, dentre outros, com circuitos para pré-carga de nitrogênio, manômetros para indicação da pressão do fluido e do nitrogênio, manifold de válvulas de bloqueio e alívio, válvulas de segurança e alívio e discos de ruptura;
- j. Automação da parada e partida das bombas por lógica fixa ou Controlador Lógico Programável;
- k. Testes, comissionamento, e operação com fluido na classe de limpeza ISO 4406 classe 17/15/12 (Classe 6 de acordo com a antiga norma NAS 1638) ou numa classe mais rigorosa (mais limpa).

--X--

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N – 381 REV E