

# TROCA DA BOMBA DE VÁCUO

## 1 Propósito e escopo

Definir as etapas necessárias para realização substituição das bombas de vácuo do sistema de filtragem das usinas 3 e 4

## 2 Requisitos de qualidade

É esperado a eficiência na formação das tortas e redução da umidade a níveis exigidos pelo processo.

A pressão de água de selagem deve ser  $> 1,0 \text{ Kg/cm}^2$  ou vazão  $> 227 \text{ L/min}$ ;

A pressão de vácuo dentro da faixa aceitável deve ser  $< -600 \text{ mmHg}$ ;

## 3 Requisitos de confiabilidade

A substituição da bomba de vácuo só deve ser realizada caso seja identificado alguma avaria durante a inspeção ou em caso de quebra de componente.

## 4 Requisitos de mão de obra

Preparação: 2 horas de duração com 3 mecânicos e 1 soldador

Execução: 30 horas de duração com 3 mecânicos e 1 soldador

Desmobilização: 2 horas de duração com 3 mecânicos e 1 soldador

## 5 Documentações

- Análise preliminar de risco
- Teste de efetividade de bloqueio
- Inspeção em acessório de amarração (Pré-uso)
- Checklist em oxiacetilênico e solda elétrica
- Checklist de verificação de segurança de ponte rolante, talha elétrica e monovia
- Checklist de utilização da esmerilhadeira
- Checklist de utilização da chave impacto a bateria
- Formulário de Autorização de Trabalho à Quente
- FDS (Ficha de Dados de Segurança)

## 6 Treinamentos de segurança

- Serviços a quente
- Sinalização e isolamento

- Interação e manuseio de peças
- Amarração de cargas
- Bloqueio de energias
- Utilização de ferramentas e equipamentos rotativos
- Treinamento de operação de ponte rolante

## 7 Ferramentas

- 3 caixas de ferramentas
- 2 chaves de impacto a bateria de 2.1/4"
- 1 chave impacto manual de 55"
- 1 chave impacto manual de 60"
- 1 kit de soquetes
- 1 esmerilhadeira
- 1 cilindro hidráulico (macaco) de 25 toneladas
- 1 cilindro hidráulico (macaco) de 60 toneladas
- 1 caixote dispositivo de saque
- 1 bomba manual
- 2 cintas tubulares de 10 toneladas
- 2 cintas de 3m x 3 toneladas
- 2 talhas alavanca de 1500kg
- 1 maleta de calços calibrados para motores
- 1 alinhador *Easy Laser E420*
- 1 manilha de 2"
- 4 manilhas de 1.1/2"
- 2 manilhas 1/2"
- 2 alavancas grandes
- 1 máquina de solda 220V
- 1 conjunto de oxicorte
- 1 dispositivo de manuseio de chapas GRPM

## 8 Equipamentos

- Ponte rolante com balancim
- Carreta para transporte da bomba

## 9 Habilidades

Técnico com experiência no alinhamento entre eixos com alinhador a laser  
Técnico com experiência de no mínimo 1 ano com içamento de cargas

## 10 Materiais

- 1 desengripante Loctite Super Lub

- 20 litros de desengraxante biodegradável H7
- 100 toalhas industriais
- 1 chuveirão maçarico
- 1 bomba de vácuo compatível

## 11 Passo a passo (34 horas)

### 11.1 Preparação (2 horas)

---

- 11.1.1 Prepare as documentações de segurança
- 11.1.2 Transporte as ferramentas para o local da atividade
- 11.1.3 Prepare o isolamento e sinalização da área
- 11.1.4 Prepare os acessórios de içamento
- 11.1.5 Verifique validade das habilitações internas e dos treinamentos
- 11.1.6 Solicite o deslocamento da carreta para o local da atividade, com a bomba nova
- 11.1.7 Retire a nova bomba de vácuo da carreta:
  - Conecte as cintas e manilhas de içamento
  - Realize o içamento da nova bomba
  - Posicione a nova bomba em local isolado

### 11.2 Execução (30 horas)

---

- 11.2.1 Solicite os bloqueios elétricos
  - 11.2.2 Realize o bloqueio mecânico do equipamento
  - 11.2.3 Realize a drenagem da bomba e tubulações
    - Solicite a abertura do dreno ao operador
- O bloqueio deve garantir que as fontes de energia estejam interrompidas e que toda a energia residual tenha sido eliminada.
- 11.2.4 Realize o teste de efetividade.
    - Solicite o bloqueio lógico a sala de controle
  - 11.2.5 Realize a retirada das partes móveis
  - 11.2.6 Retire as proteções dos acoplamentos de alta e de baixa com a chave de ¾”.
  - 11.2.7 Retire as 2 tampas bipartidas de alta e de baixa, manualmente
    - Desparafuse os parafusos com o jogo chave Alen.
    - Retire manualmente e armazene ao lado da atividade
- A tampa pesa em torno de 20 a 25kg
- 11.2.8 Retire manualmente as grades elásticas do acoplamento de alta e baixa

- Retire manualmente
- Realize a limpeza das grades e do acoplamento com desengraxante H7
- Armazene as grades ao lado das tampas do acoplamento.

O levantamento e manuseio de peças de geométrica plana, apoiadas sobre piso ou outros suportes planos, deve ser realizada com a ajuda de ferramentas que impeçam o presamento dos dedos durante a pega.  
Obrigatório utilizar o dispositivo GRPM de manuseio de chapas GRPM.

11.2.9 Retire o excesso de graxa do eixo do acoplamento com as toalhas industriais

11.2.10 Desacople a curva de descarga de vácuo:

- Retire os 2 parafusos com auxílio da chave de impacto a bateria com soquete de 1.5/16"
- Afaste/desacople as duas curvas com o auxílio das 2 catracas alavanca de 1500kg
- Realize a inserção do tampão (flange cego) no flange.

As catracas devem ser usadas com a alavanca para cima, para evitar que a trava de segurança se desprendam involuntariamente.

11.2.11 Transporte a plataforma de acesso até a bomba

11.2.12 Desacople a junta expansiva:

- Acesse a plataforma de acesso
- Retire os parafusos da junta expansiva com auxílio da chave de impacto a bateria com soquete de 1.3/4"
- Parafuse os parafusos nas laterais da junta expansiva para comprimi-la
- Realize a abertura de 100mm ou mais entre a junta expansiva e a tubulação de vácuo em T, com auxílio da chave de impacto a bateria

Proibido utilizar prolongadores de ferramentas. O uso de prolongadores altera as condições de uso, provocando rupturas.

11.2.13 Retire os parafusos de fixação da bomba de vácuo com auxílio da chave impacto de 2.1/4"

11.2.14 Retire as tubulações de dreno de água de selagem com a chave corrente

11.2.15 Retire os parafusos de ajuste horizontal

11.2.16 Realize o içamento com ponte rolante para retirada da bomba de vácuo da base:

É proibido sacar, arrastar ou empurrar cargas com o uso da ponte rolante ou da talha.

- Conecte as cintas, as manilhas e o balancim na ponte rolante

Os acessórios especiais de fabricação própria como balancim, dispositivos de amarração, fixação, içamento, suportes para cargas e etc. devem ter projeto específico aprova pela Gerência de Segurança do Trabalho e Engenharia.

- Realize as pegas na tubulação de vácuo em T
- Realize içamento da bomba de vácuo
- Posicione a bomba de vácuo em local isolado
- Retire os acessórios de içamento da tubulação em T

11.2.17 Caso a bomba de vácuo venha sem o acoplamento, será necessário retirar o acoplamento da bomba avariada:

- Posicione o caixote e o cilindro hidráulico
- Aqueça o acoplamento com o chuveirão até em média 130° a 160° para facilitar a retirada
- Saque o acoplamento manualmente
- Posicione o acoplamento próximo ao eixo da bomba de vácuo nova

11.2.18 Monte o acoplamento na nova bomba de vácuo

- Monte o dispositivo GRPM
- Aqueça o acoplamento com o chuveirão até em média 130° a 160° para facilitar a retirada
- Fixe o acoplamento no eixo da bomba de vácuo.

11.2.19 Desacople a tubulação em T da bomba de vácuo avariada

- Desparafuse a tubulação
- Conecte as cintas de 3m x 3 toneladas e as manilhas de ½"
- Realize o içamento da tubulação de vácuo em T
- Posicione a tubulação de vácuo em T sobre a nova bomba de vácuo
- Realize a acoplagem da tubulação na bomba

11.2.20 Desmonte as tubulações de água de selagem da bomba avariada com auxílio da chave corrente

11.2.21 Monte as tubulações de água de selagem na bomba nova com auxílio da chave corrente

11.2.22 Posicione a bomba de vácuo avariada sobre a carreta com a ponte rolante

- Conecte as cintas e manilhas de içamento
- Realize o içamento da nova bomba
- Posicione a bomba avariada na carreta
- Encaminhe a carreta para o local de manutenção da bomba

11.2.23 Realize a limpeza da base onde a bomba será apoiada, com auxílio da esmerilhadeira e toalha industrial

Não poderão ser usadas ferramentas que produzam faíscas (ex: esmerilhadeira) em locais onde existam sólidos líquidos ou gases inflamáveis/explosivos.

11.2.24 Posicione a bomba de vácuo nova na base

- Conecte as cintas, manilhas e o balancim

- Realize as pegas na tubulação de vácuo em T
- Realize içamento da bomba de vácuo
- Posicione a bomba de vácuo na base

Utilizar corda guia para controlar a carga em movimento.

#### 11.2.25 Realize o pré-alinhamento

- Realize a limpeza do eixo onde o equipamento de alinhamento será apoiado
- Monte o alinhador no eixo
- Monte a unidade S na máquina fixa e a unidade M na máquina móvel.
- Monte as unidades uma de frente para a outra.
- Verifique se elas estão aproximadamente no mesmo ângulo de rotação.
- Coloque as unidades de medição nas hastes, mantendo aproximadamente o mesmo raio e ângulo rotacional.
- Certifique que o botão de ajuste funciona em ambas as direções.
- Coloque as unidades de medição na posição de 9 horas, ajuste a linha do laser no centro dos alvos, use o botão de ajuste e/ou mova os detectores nas hastes.
- Gire os eixos em 180°, realize uma marca nas hastes ou na metade da máquina entre a linha do laser e o centro dos alvos.
- Ajuste os feixes do laser bem no centro dos alvos, use os botões de ajuste e/ou mova os detectores nas hastes.
- Ajuste a máquina móvel até que o feixe do laser atinja o centro dos alvos.
- Gire os eixos em 180°. Verifique se ambas as linhas do laser atingem os alvos. Se não, repita as etapas de ajuste os feixes até aqui.
- Gire os eixos para a posição de 12 horas.
- Repita todas as etapas para o ajuste vertical.
- Realize as correções no pé manco indicadas no alinhador
- Caso necessário realize adicione o calço no pé indicado.
- Verifique o paralelismo entre os cubos com auxílio da régua nos pontos 0°, 90°, 180°, 360°
- Solicite o soldador para soldar os parafusos de ajuste horizontal (“parafuso cachorro”).

Não usar ferramentas elétricas molhadas, ou com as mãos ou piso/terreno molhados/alagadas.

- Realize a correção, movimentando o equipamento através dos parafusos de ajuste horizontal (cachorro) até constatar paralelismo entre os cubos.

#### 11.2.26 Efetue o aperto dos parafusos de ajuste lateral do equipamento (parafuso cachorro) com chave catraca reversível

Proibido utilizar pedaços de tubos ou outras extensões para aumentar o cabo das chaves ou aumentar a capacidade da ferramenta.

11.2.27 Realize a leitura com alinhador a laser

- Inicie as medições

11.2.28 Realize as correções do alinhamento vertical paralelo e angular

- Folgar os parafusos de fixação do motor
- Eleve o equipamento com auxílio do cilindro hidráulico

É proibido posicionar membros ou outras partes do corpo em uma região onde o deslocamento involuntário da peça possa provocar prensamento.

- Realize a inserção ou remoção dos calços com alicate, até que o alinhador constate alinhamento entre os eixos

Utilize o alicate como extensor das mãos, afim de evitar a exposição das mãos na linha de fogo.

O valor mínimo de alinhamento entre os eixos vertical angular deve ser de 0,09/100mm

O valor mínimo de alinhamento entre os eixos vertical paralelo deve ser de 0,09mm

11.2.29 Realize as correções do alinhamento horizontal paralelo e angular

- Gire o alinhador na posição 9 ou 3 horas.
- Movimente os parafusos de ajuste horizontal (cachorro) até que o alinhador constate alinhamento entre os eixos

O valor mínimo de alinhamento entre os eixos horizontal angular deve ser de 0,09/100mm

O valor mínimo de alinhamento entre os eixos horizontal paralelo deve ser de 0,09mm

11.2.30 Realize o aperto dos parafusos de fixação do motor

O aparelho deve continuar na posição 9 ou 3 horas para verificar não vai haver movimentação vertical do equipamento.

11.2.31 Gire o aparelho para a posição 12 horas

11.2.32 Realize a conferência do alinhamento horizontal paralelo e angular

11.2.33 Desmonte o aparelho de alinhamento

11.2.34 Insira manualmente as grades elásticas do acoplamento de baixa

11.2.35 Insira a tampa bipartida manualmente

11.2.36 Solicite a lubrificação do equipamento à empresa especializada

Para lubrificação do acoplamento deve ser utilizada 240g da graxa Matrix e para o restante da máquina 100g da graxa Alvania EP2

11.2.37 Conecte as proteções dos acoplamentos de baixa

11.2.38 Realize a acoplagem da curva de descarga.

- Retire o tampão (flange cego)
- Acople as duas curvas
- Insira os parafusos com auxílio da chave de impacto a bateria com soquete de 1.5/16"

11.2.39 Acople a junta expansiva:

- Movimente a plataforma até o local.
- Acesse a plataforma.
- Desparafuse os parafusos de compressão da junta expansiva
- Acople a junta expansiva na tubulação T

11.2.40 Certifique que todas as tubulações estão apertadas

11.2.41 Realize o teste de vedação das tubulações de água.

11.2.42 Realize o Plano SOL em torno da bomba

11.2.43 Solicite a retirada do bloqueio lógico

11.2.44 Realize a retirada do bloqueio mecânico do equipamento

11.2.45 Solicite a retirada dos bloqueios elétricos

11.2.46 Solicite o operador para realizar o teste de operação do equipamento

### 11.3 Desmobilizações (14 horas)

11.3.1 Desmobilize as ferramentas e acessórios

- Desmobilize acessórios de içamento

11.3.2 Retire os isolamentos e as sinalizações da área

## 12 Objetos SAP relacionados

Desenho Samarco: U0401MB-M-500013

Desenho Samarco: U030100-M-500005

Material	Descrição	Quantidade
405188	ALINHADOR EASY LASER	1
340065	CHAVE DE IMPACTO MANUAL 55"	1
331695	KIT DE SOQUETES	1
398204	MAKITA A BATERIA 4,5	1
327527	BOSCH ELÉTRICA 7 POLEGADAS	1
331841	CILINDRO HIDRÁULICO DE 25 TONELADAS	1
243243	CILINDRO HIDR;SIMP AC;ENERPAC/RCH606 60TN	1
352013	BOMBA MANUAL P80 ENERPAC	1
239389	BOMBA MANUAL P395 ENERPAC	0
210436	CINTA TUBULAR 10T	2
228372	CINTA PLANTA 3MX3	2
331733	TALHA ALAVANCA DE 1500KG	2
218092	MALETA DE CALÇOS CALIBRADOS PARA MOTORES	1
394959	MANILHA 2"	1
352442	MANILHA 1.1/2"	4
393264	MANILHA ½"	2
345538	ALAVANCA GRANDE	2
243396	MÁQUINA DE SOLDA 220V ESAB	1



304383	GAS OXIGENIO O2 10,0M3	1
395192	ACETILENO GASOSO;CILINDRO 9KG	1
304384	OXIGENIO P/SOLDA;CILINDRO 1M3 pequeno	1
304364	GAS C2H2 pequeno	1

### 13 Equipe responsável pelo procedimento

Beatriz Neves

Flavio Correa

Tiago Ramos de Oliveira

Fabricio Dardengo Hupp

### 14 Histórico de revisões

Criado em 14/04/2022

Primeira revisão emitida em 01/02/2023

Segunda revisão emitida em 11/04/2024