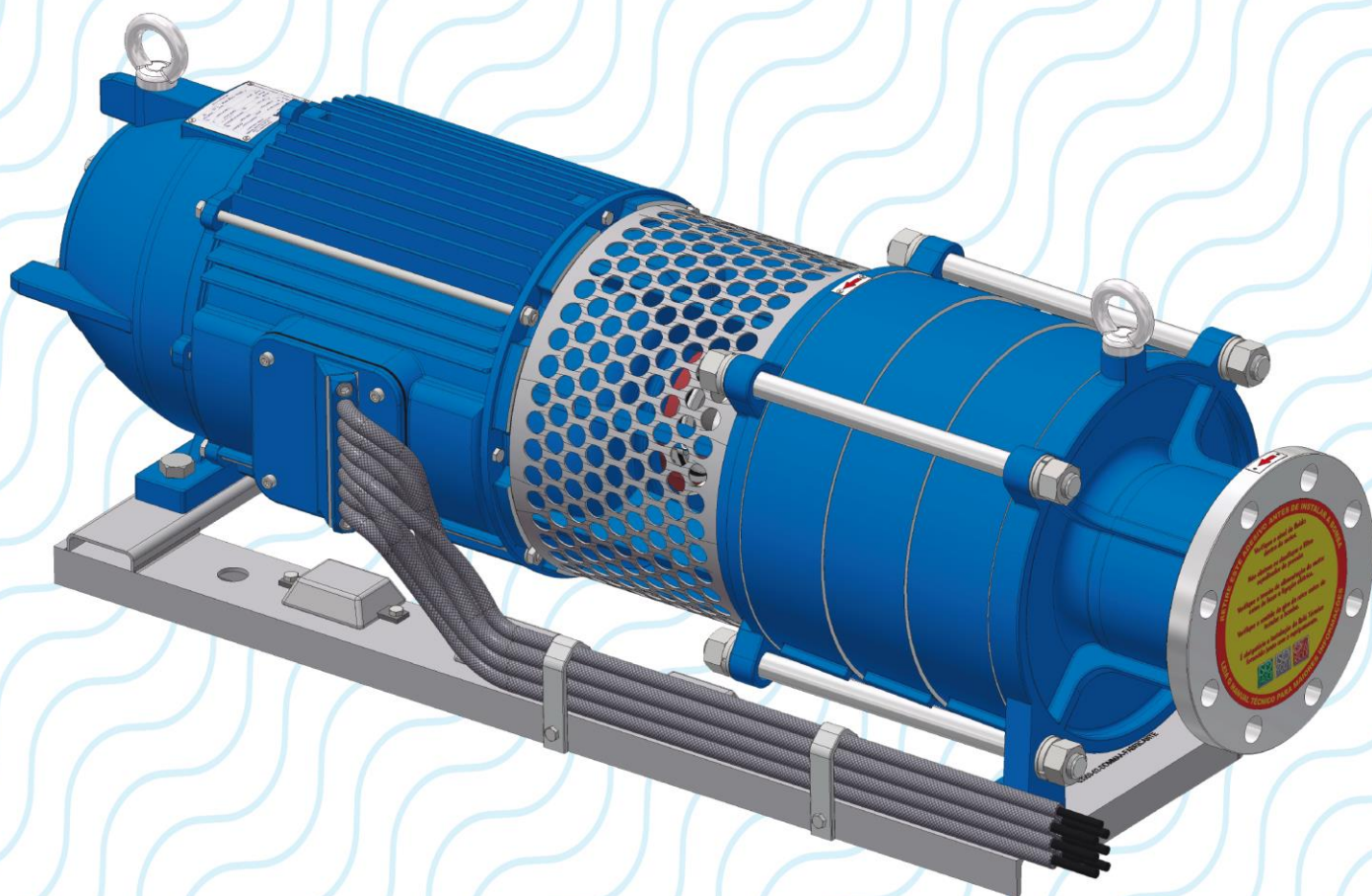


MANUAL TÉCNICO DE BOMBAS SUBMERSAS



ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA..... | 03 |
| 2 BOMBAS SUBMERSAS..... | 04 |
| 2.1 Os Modelos e a Nomenclatura | 04 |
| 2.2 Características Construtivas | 07 |
| 2.3 Sentido do Fluxo | 08 |
| 2.4 Formas de Instalação..... | 08 |
| 2.5 Procedimentos para Instalação..... | 09 |
| 2.5.1 Fluido interno do motor..... | 09 |
| 2.5.2 A Plaqueta de Identificação | 12 |
| 2.5.3 Ligação Elétrica | 13 |
| 2.5.3.1 Emenda de Cabos Elétricos | 13 |
| 2.5.3.2 Aterramento..... | 15 |
| 2.5.3.3 Tabela de Corrente Elétrica..... | 16 |
| 2.5.3.4 Sensor RTD-PT100 | 18 |
| 2.5.4 Sentido de Giro..... | 22 |
| 2.5.5 Posicionamento e fixação da bomba | 22 |
| 2.5.6 Partida da Bomba | 23 |
| 2.6 Vista Explodida..... | 24 |
| 2.7 Dimensionais | 27 |
| 2.8 Tabela de Sólidos Máximos Admissíveis | 31 |
| 3 MOTOR ELÉTRICO | 32 |
| 3.1 Tabela de Cabos Utilizados | 33 |
| 3.2 Dimensionamento de Cabos Elétricos | 33 |
| 3.3 Classe de Isolação | 35 |
| 3.4 Grau de proteção..... | 36 |
| 3.5 Fator de Serviço | 37 |
| 3.6 Proteções Elétricas | 37 |
| 3.6.1 Protetores com resposta à corrente..... | 37 |
| 3.6.1.1 Fusíveis | 38 |
| 3.6.1.2 Disjuntores..... | 38 |
| 3.6.1.3 Relés Térmicos..... | 38 |
| 3.6.2 Protetores com resposta à temperatura | 38 |
| 3.6.2.1 Termorresistores (PT-100) | 38 |
| 3.6.2.2 Termistores (PTC e NTC)..... | 39 |
| 3.6.2.3 Termostatos..... | 39 |
| 3.6.2.4 Protetor Térmico..... | 39 |

| | |
|---|-----------|
| 3.7 Tipos de Partida Elétrica..... | 39 |
| 3.7.1 Partida a Plena Carga | 40 |
| 3.7.1.1 Partida com Chave Manual | 40 |
| 3.7.1.2 Partida com Chave Magnética (contactora)..... | 40 |
| 3.7.2 Partida com Carga Reduzida..... | 40 |
| 3.7.2.1 Partida com Chave Compensadora..... | 41 |
| 3.7.2.2 Partida com Chave Estrela-Triângulo | 41 |
| 3.7.2.3 Partida com Chave Soft Starter | 42 |
| 4 PERDAS DE CARGA EM TUBULAÇÃO..... | 43 |
| 4.1 Perdas de Carga em Acessórios | 44 |
| 5 VERIFICAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO / MANUTENÇÃO PREVENTIVA | 46 |
| 5.1 Verificação Semestral | 46 |
| 5.2 Verificação Anual | 46 |
| 5.3 Verificação Bi-Anual..... | 46 |
| 6 TERMO DE GARANTIA..... | 47 |

1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A HIGRA é uma empresa do ramo metal mecânico fundada em 30/10/2000 e que possui em sua diretoria mais de 30 anos de experiência no segmento de bombeio de fluidos, trazendo para o mercado um novo paradigma com seus produtos pioneiros e inovadores, sempre primando pela qualidade e confiabilidade.

Responsável pelo projeto, produção e comercialização de soluções de bombeio e tratamento de efluentes, nos setores de captação de água, irrigação, saneamento básico, mineração e indústrias, a HIGRA se destaca no setor pela alta tecnologia agregada a seus produtos, pelos conceitos inovadores neles implantados e pela capacitação de seu corpo técnico.

Todas as atividades executadas na HIGRA seguem os preceitos do Sistema Integrado de Gestão da Sustentabilidade. Os projetos das bombas HIGRA são executados considerando as exigências das normas internacionais ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001, desde sua criação até a entrega para o cliente.

A HIGRA utiliza ferramentas de última geração para apoio técnico aos seus desenvolvimentos de novos produtos. Com a interatividade dos softwares Autodesk INVENTOR e ANSYS CFX, consegue-se um equipamento com excelente eficiência hidro-energética, um motor de alto rendimento trabalhando com um conjunto bombeador de alta performance que garante um alto desempenho do conjunto motor/bomba. Além disto, todos os equipamentos são testados em bancada de teste própria antes de serem entregues ao cliente.

Com este conceito, a HIGRA garante um desenvolvimento de produtos que visa à sustentabilidade de todo o sistema, com alta qualidade, preservação ambiental e cuidados com a segurança e saúde ocupacionais.

Para saber mais sobre a HIGRA e seus equipamentos, consulte o nosso site: www.higra.com.br ou entre em contato através do e-mail: vendas@higra.com.br, ou do telefone: (51) 3778 2929.



Figura 01 - Vista aérea da planta da HIGRA Industrial Ltda

2. BOMBAS SUBMERSAS

Com o princípio de bombeamento centrífugo através de rotores de fluxo misto, radial e axial, simples ou multiestágio, a bomba submersa foi concebida para ter a capacidade de operar afogada no ponto de captação, deslocando grandes volumes de fluido. Pelo fato de trabalhar sempre submersa, este modelo de bomba garante uma excelente troca térmica entre a motorização e o fluido de bombeio.

A refrigeração interna do motor é, da mesma maneira, feita com água. Para tanto, o bobinado deste é feito com espiras de fio encapado, que garante a isolamento e permite rebobinagem. Os mancais axiais e radiais de deslizamento asseguram a centralização e absorção das vibrações e esforços resultantes do movimento rotatório, empuxo e pressão hidráulicos atuantes no rotor centrífugo. As facilidades e simplicidades de instalação e manuseio apresentadas pelas bombas de captação

permitem que se reduza ao mínimo a intervenção nas APP's (Áreas de Preservação Permanente), reduzindo significativamente o impacto ambiental. Pela submersão do conjunto monobloco de bombeio não há transmissão de som para o meio ambiente.

As características das bombas podem ser bem exploradas através de um planejamento preciso e de um dimensionamento correto do sistema de bombeio, culminando nas orientações dos órgãos ambientais, que prevêm a redução de ruídos e de riscos de acidentes, evitando desmatamentos, aterros e obras civis nas margens dos mananciais.

No presente manual estão detalhadas as características técnicas das bombas Submersas HIGRA, com detalhes para instruir os usuários a instalar, operar, efetuar manutenção básica e de segurança para o trabalho das mesmas.



Figura 02 – Bomba Submersa R3-265/75C



Figura 03 – Instalação de Bombas Submersas

2.1 Os Modelos e a Nomenclatura

A linha de bombas HIGRA se divide em dois grupos: Bombas Anfíbias (tipo booster) e Bombas Submersas (tipo captação). Dentro da linha de Bombas Submersas, na qual este manual se refere, as bombas se classificam em:

Bomba Submersa Radial Estágio Único:

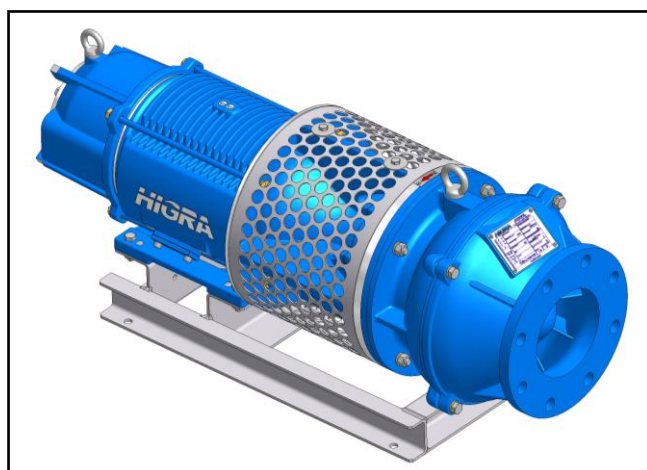


Figura 04 – Bomba Submersa modelo R1-265/40C



Bomba Submersa Radial Multiestágio:

Figura 05 – Bomba Submersa modelo R2-265/40C



Bomba Submersa Mista Estágio Único:

Figura 06 – Bomba Submersa modelo M1-220/20C

Bomba Submersa Axial Estágio Único:

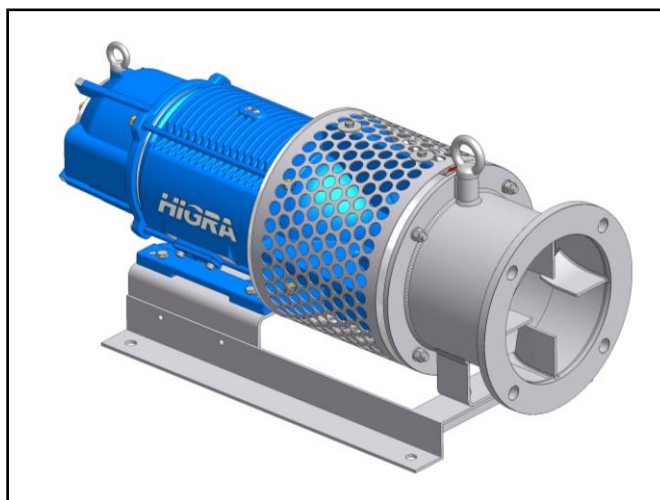


Figura 07 – Bomba Submersa modelo A1-250/20C

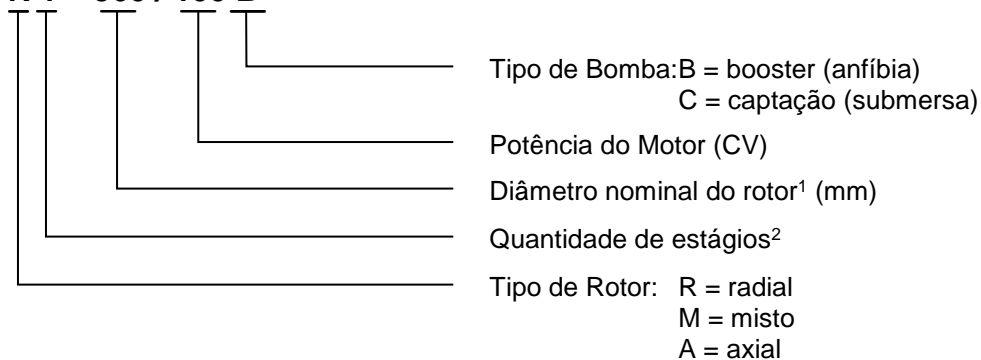
Quanto à nomenclatura, as bombas HIGRA são identificadas de acordo com o tipo de rotor, quantidade de estágios, diâmetro do rotor, potência do motor e tipo de bomba, conforme exemplos abaixo:

R 1 – 265 / 30 C

M 1 – 230 / 40 C

A 1 – 400 / 125 C

R 1 – 360 / 100 B



1 – O nome do modelo da bomba contempla sempre o diâmetro nominal do rotor. O diâmetro do rotor rebaixado, quando aplicável, poderá ser encontrado no relatório de teste de performance da bomba.

2 – Somente as bombas radiais podem possuir mais de um estágio.

2.2 Características Construtivas

Na tabela abaixo são apresentados os materiais de construção dos principais componentes das bombas submersas, possuindo diferenciações conforme o modelo do equipamento:

| | | MATERIAL DE CONSTRUÇÃO | | MODELOS |
|-------|------------------|------------------------|---|--------------------------------|
| BOMBA | CONJUNTO MOTOR | MOTOR | Ferro Fundido - IV pólos, elétrico, assíncrono, trifásico, tipo submerso de gaiola de esquilo em curto circuito e rebobinável | TODOS |
| | | EIXO | Aço Carbono com Buchas de Metal Duro Temperadas | TODOS |
| | | BOBINADO | Fio encapado em PVC | TODOS |
| | | MANCAL RADIAL | Bronze X Metal Duro (deslizamento) | TODOS |
| | | MANCAL AXIAL | Aço Ferramenta X Grafite (deslizamento) | TODOS |
| | | SELO MECÂNICO | Faces de Carbetto de Tungstênio, Corpo de Aço Inoxidável e Anéis O'ring de Viton | TODOS |
| | | CARCAÇAS | Ferro Fundido Nodular | TODOS |
| | CONJUNTO EXTERNO | ROTOR | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | DIFUSOR | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | R1-265, R2-265, R3-265, R4-265 |
| | | CARCAÇA DO ESTÁGIO | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | CARCAÇA DE ENTRADA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | CARCAÇA DE SAÍDA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | ANÉIS DE DESGASTE | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | CRIVO | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | PROTEÇÃO CATÓDICA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | PINTURA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | PINTURA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | PINTURA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | PINTURA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | PINTURA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | PINTURA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | PINTURA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |
| | | PINTURA | OPÇÕES: a) Ferro Fundido Nodular (para água bruta) b) Aço Inoxidável (para fluidos corrosivos) c) Liga de Aço Especial (para fluidos abrasivos) d) Bronze Naval (para água salobra) | TODOS |

Tabela 01 – Características construtivas das bombas submersas.

2.3 Sentido de Fluxo

No desenho abaixo está indicado o sentido de fluxo do fluido bombeado para as bombas Submersas, apresentando a hidrodinâmica do equipamento:

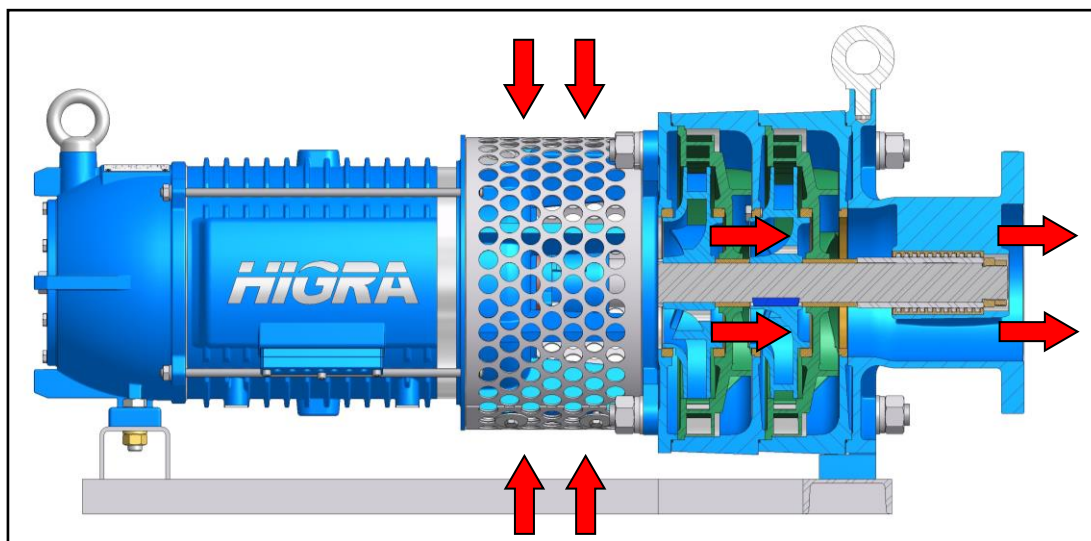


Figura 08 – Ilustração da passagem do fluido por dentro da bomba.

2.4 Formas de Instalação

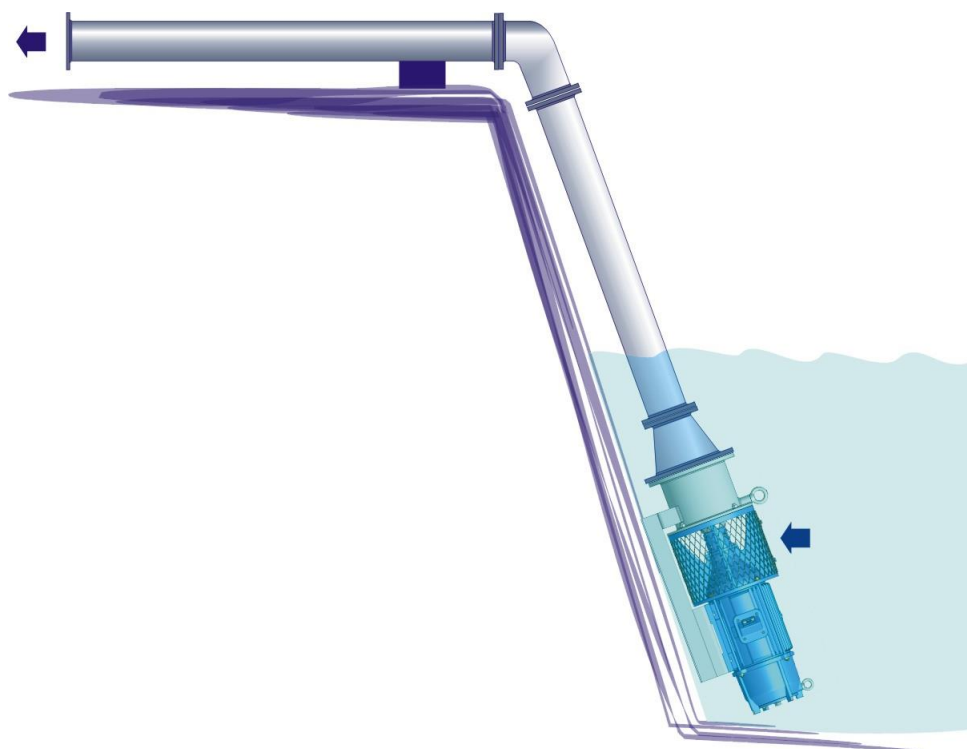


Figura 09 – Forma de instalação com uma bomba instalada submersa e inclinada.

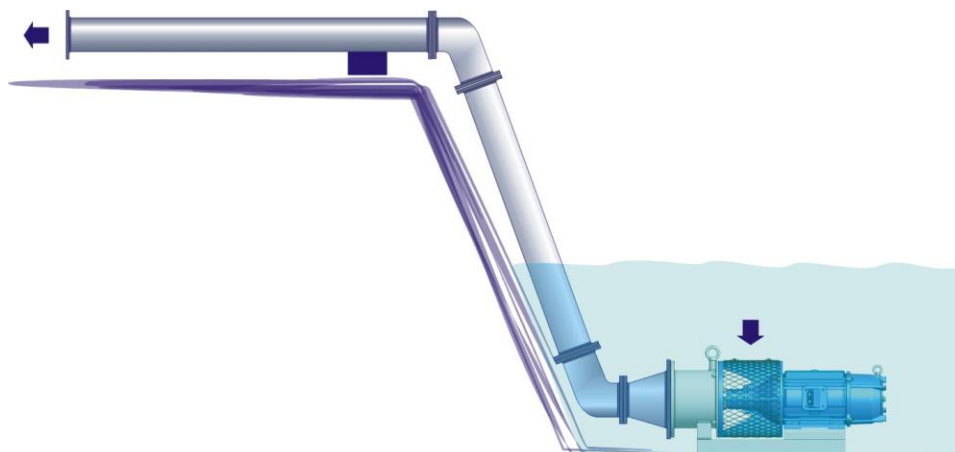


Figura 10 – Forma de instalação com uma bomba instalada submersa e na horizontal.

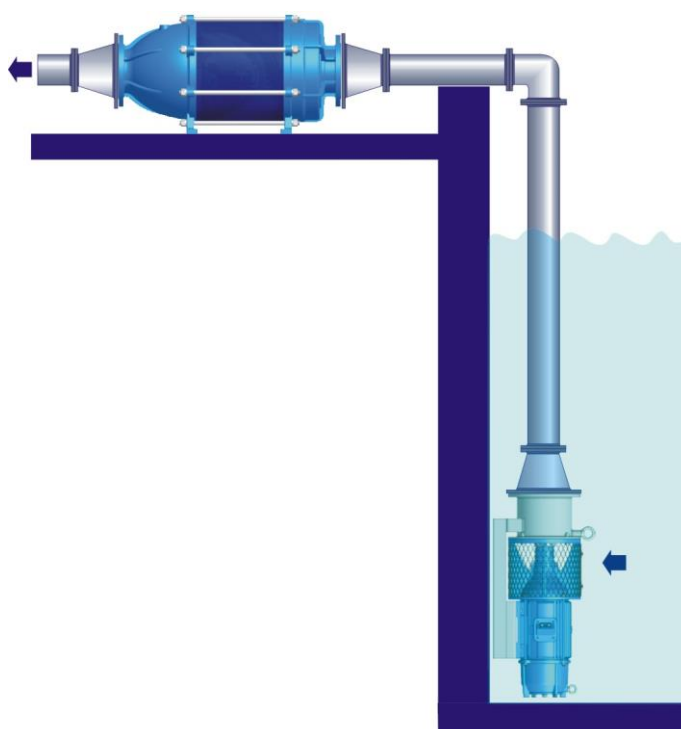


Figura 11 – Forma de instalação com uma bomba submersa e na vertical alimentando uma bomba anfíbia na linha.

2.5 Procedimentos para Instalação

O procedimento de instalação que seguirá abaixo deverá ser seguido para qualquer uma das formas de instalação apresentadas anteriormente, sob pena de ocorrerem danos à bomba e que conseqüentemente não terão cobertura de garantia (conforme capítulo 6).

2.5.1 Fluido interno do motor

Após a retirada do equipamento da embalagem, posicione o mesmo na vertical com o flange de descarga (onde está localizado o rotor) para baixo. Desta forma ficará acessível o tampão de fechamento do conjunto motor.

Para assegurar um correto preenchimento interno da bomba com fluido é necessário (conforme figura abaixo):

- Retirar o tampão localizado na parte traseira da bomba;
- Verificar o nível de fluido interno e caso necessário completar com água limpa (obedecendo a bolsa de ar que cada motor necessita), conforme as figuras 12 e 13 e tabela 02;
- Recolocar o tampão (com fita veda rosca) e fixá-lo novamente.

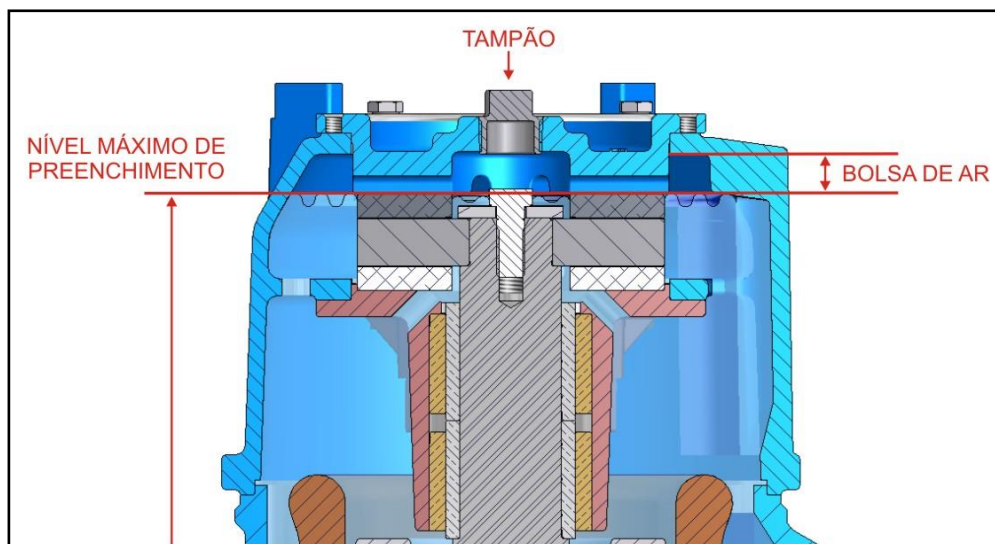


Figura 12 – Nível de preenchimento máximo para os equipamentos com o Suporte do Mancal Inferior sem bolsa de ar, onde o tampão está na mesma linha dos pés do suporte. Neste caso o preenchimento deve ser feito até o Anel de Deslizamento.

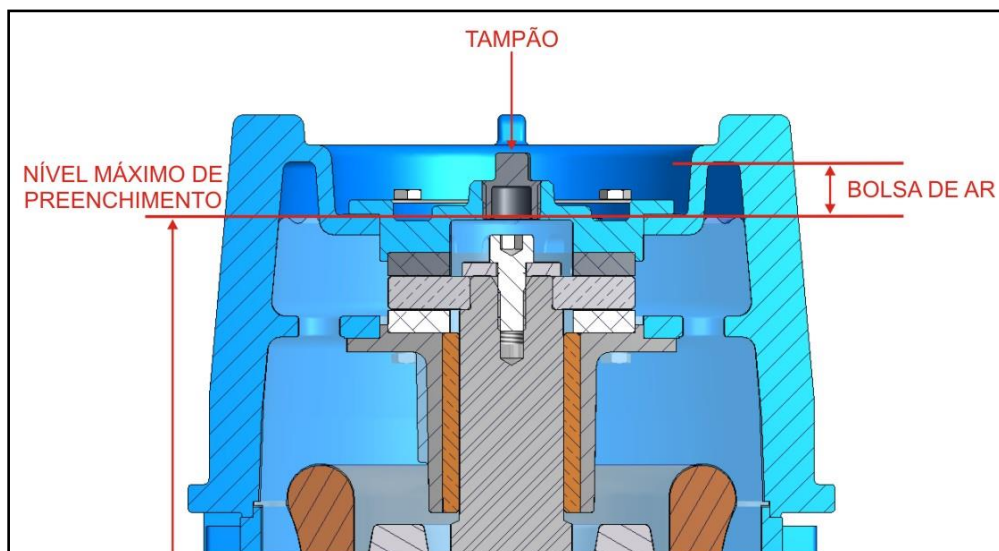


Figura 13 – Nível de preenchimento máximo para os equipamentos com o Suporte do Mancal Inferior com bolsa de ar (novo sistema automático), onde o tampão está abaixo da linha dos pés do suporte. Neste caso o preenchimento deve ser feito até o final, ou seja, até a abertura do tampão de fechamento, visto que a bolsa de ar será resultante do desenho do Suporte do Mancal Inferior.

Os equipamentos HIGRA são preenchidos internamente com uma mistura de água e óleo na proporção indicada na tabela abaixo. Os óleos hidráulicos utilizados são o **ATF do tipo A (Automatic Transmission Fluid)**, utilizado geralmente em transmissões automotivas (direção hidráulica) e o **Óleo Hidráulico Nuto H32 Premiu**, utilizando geralmente por fabricantes de componentes hidráulicos.

| POTÊNCIA (CV) | CARCAÇA DO MOTOR | BOBINADO | VOLUME DE ÓLEO ATF (litros) | VOLUME DE ÓLEO H32 (litros) | VOLUME DE ÁGUA (litros) | BOLSA DE AR (litros) | VOLUME TOTAL (litros) |
|-----------------|------------------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| 3 | 90L | Esmaltado | - | 3,00 | - | 0,09 | 3,09 |
| 5 | 112M | Encapado | 0,10 | - | 4,70 | 0,20 | 5,00 |
| 10, 12, 15 e 20 | 132L | Encapado | 0,15 | - | 6,60 | 0,25 | 7,00 |
| 25, 30 e 40 | 160L | Encapado | 0,15 | - | 14,50 | 0,35 | 15,00 |
| 40, 50 e 60 | 200L | Encapado | 1,00 | - | 28,60 | 0,40 | 30,00 |
| 75, 100 e 125 | 225SM | Encapado | 1,50 | - | 33,00 | 0,50 | 35,00 |

NOTA: Os volumes de água e total são valores aproximados.

Tabela 02 – Volume de fluidos para preenchimento das bombas.

ATENÇÃO: As bombas que trabalharão com água tratada (pronta para o consumo) não devem ser preenchidas com a quantidade acima indicada de óleo, sendo a mesma substituída apenas por água limpa. Desta forma o equipamento apenas será preenchido com água.

NOTA: Caso o equipamento trabalhe em regiões onde a temperatura ambiente for abaixo de 0° C, deve-se adicionar o óleo Propilenoglicol, na proporção de 30% do volume total, indicado na tabela 02. Quando este fato ocorrer não adicionar o óleo ATF.

Óleo Hidráulico ATF Tipo A

Coloração: vermelha

Exemplo de utilização: Transmissões automáticas automotivas (direção hidráulica)

Marca recomendada: LiderOil

Óleo Hidráulico H32 Premium

Coloração: Incolor

Exemplo de utilização: Aplicações industriais e serviços móveis em que são requeridos lubrificantes com características antidesgaste.

Marca recomendada: Exxon Mobil

Óleo Anticongelante Propilenoglicol


Coloração: incolor

Exemplo de utilização: Radiadores automotivos

Ponto de Congelamento: - 60°C

2.5.2 A Plaqueta de Identificação

As bombas HIGRA possuem uma plaqueta de identificação (figura abaixo) que detalha as especificações do equipamento, conforme os itens que seguem:

| | | | | | |
|---|--|---|--|-----------------------------|--|
|  HIGRA Industrial Ltda. São Leopoldo - RS - Brasil Fone (Phone) / Fax: 55 51 3778-2929 | | MOD. / Model : | | N° SÉRIE / Serial Number : | |
| | | VAZÃO / Flow rate : | | PRESSÃO / Pressure : | |
| FLANGE DES. / Dis. Flange : | | PESO / Weight : | | FABRICAÇÃO / Manufactured : | |
| FLANGE SUC. / Suc. Flange : | | POT. / Power : | | Sensor : | |
| TENSÃO / Voltage : | | FP / PF : | | η MOTOR / η Motor : | |
| FS/SF : | | PÓLOS / Poles : | | 1,15 | |
| Grau de Proteção / Degree of Protection: IPW68 | | Max. Temp. Admissível / Permissible: 70°C | | | |

ESQUEMA DE LIGAÇÃO / Connection Diagram

Corrente :

Corrente :

www.higra.com.br

Figura 14 – Plaqueta de Identificação

MOD.: Neste campo é apresentado o modelo da bomba, conforme exemplos do capítulo 2.1.

N° SÉRIE: Número de série de fabricação do equipamento.

VAZÃO (m³/h): Apresenta a vazão que a bomba fornece e que foi solicitada.

PRESSÃO (mca): Apresenta a pressão total que a bomba fornece e que foi solicitada.

NOTA: Os campos vazão e pressão são dependentes entre si.

FLANGE: Apresenta a norma de fabricação do flange, conforme detalhamento do capítulo 2.7.

PESO (kg): Apresenta o peso total do conjunto monobloco (excluso o peso do crivo).

POTÊNCIA (CV): Apresenta a potência nominal do motor elétrico da bomba.

ROTAÇÃO (rpm): Apresenta a rotação nominal do motor elétrico.

Ip/In: Apresenta a relação entre a corrente de partida e a corrente nominal do motor.

TENSÃO (V): Apresenta a tensão do motor elétrico fornecido. Motores até 20CV

apresentam somente uma tensão de operação. Ex: 220V ou 380V ou 440V

Motores acima de 25CV apresentam duas tensões de operação. Ex: 220/380V ou 380/660V ou 440/760V.

FP: Apresenta o Fator de Potência do motor que é a relação entre a potência ativa e a potência aparente absorvidas pelo motor.

η MOTOR (%): Apresenta o rendimento do motor elétrico que é a eficiência do motor na transformação de energia elétrica em mecânica.

FS: Apresenta o Fator de Serviço do motor, ou seja, o multiplicador que quando aplicado à potência nominal do motor, indica a sobrecarga permissível que pode ser aplicada continuamente sob condições específicas sem aquecimento prejudicial ao motor, uma vez mantida a tensão e a frequência especificada.

FREQ.: Apresenta a frequência da rede na qual o motor elétrico está projetado para trabalhar. A frequência é o número de vezes por segundo que a tensão muda de sentido e volta à condição inicial (ciclos por segundo ou hertz).

PÓLOS: Apresenta a polaridade do motor. Os motores IV pólos trabalham em 1750rpm e os motores II pólos trabalham em 3500rpm.

ESQUEMA DE LIGAÇÃO: Apresenta as formas de fechamento dos cabos elétricos e as suas respectivas correntes de trabalho. Para motores de até 20CV é apresentada apenas uma tensão de trabalho (fechamento interno em triângulo), saindo um cabo com três fios. Para motores acima de 25CV são apresentados dois tipos de fechamento externos (estrela ou triângulo), saindo seis cabos do motor elétrico.

2.5.3 Ligação Elétrica

Como visto anteriormente, os motores HIGRA podem apresentar duas configurações diferentes de cabeamento de saída:

- **Motores de até 20CV:** saída de um cabo de três condutores, com fechamento na tensão escolhida pelo cliente feita internamente no motor. Esta configuração não permite ligação em chave de partida estrela triângulo, somente partida com chave compensadora ou partida direta.

- **Motores acima de 25CV:** saída do motor com seis cabos de um condutor cada. Os seis cabos podem ser levados até o quadro de comando para partida com soft-starter ou com chave estrela triângulo, ou em caso de partida em compensadora serem fechados conforme segue:

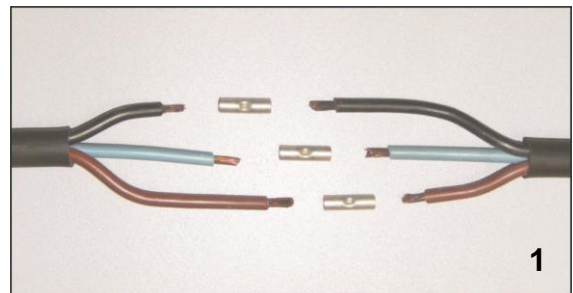
Fechamento em Triângulo: neste tipo de ligação através do fechamento dos cabos 1-6, 2-4 e 3-5, o motor irá trabalhar na menor tensão. Exemplo: Um motor 380/660V com fechamento em triângulo irá trabalhar em 380V (maiores informações no capítulo 3.7).

Fechamento em Estrela: neste tipo de ligação através do fechamento dos cabos 1-2-3 e da ligação no quadro elétrico dos cabos 4, 5 e 6, o motor irá trabalhar na maior tensão. Exemplo: Um motor 220/380V com fechamento em estrela irá trabalhar em 380V (maiores informações no capítulo 3.7).

2.5.3.1 Emenda de Cabos Elétricos

Segue abaixo as instruções para a emenda e isolamento dos cabos elétricos, de equipamentos HIGRA, para trabalho submerso. As fotos apresentam um cabo com três condutores, porém o procedimento deve ser o mesmo para os equipamentos que apresentam seis cabos:

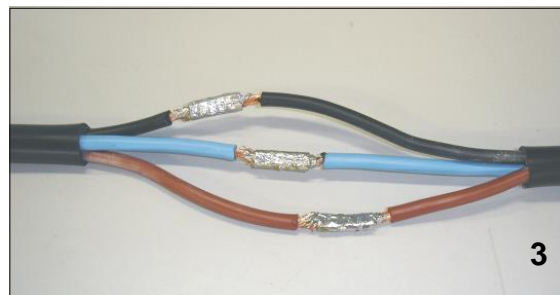
1 - Desencapar as pontas dos fios elétricos de maneira defasada, para que não fiquem na mesma posição e não deixem a emenda com uma seção muito maior que a bitola do cabo.



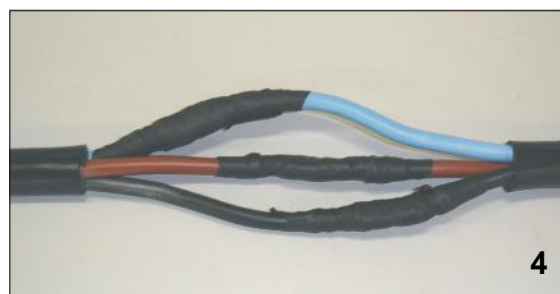
2 - Usar emendas tubulares metálicas do mesmo diâmetro do cabo elétrico para a união dos cabos, prensando suas pontas com um alicate.



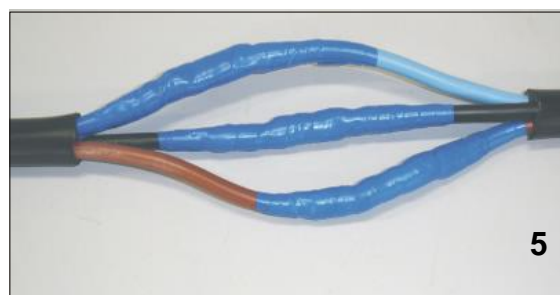
3 - Soldar com estanho os cabos elétricos com a emenda tubular metálica.



4 - Usar fita elétrica auto-fusão de borracha (23BR marca 3M) ao longo de toda a emenda. Deve-se aplicar três vezes esta fita de maneira que esta fique bem esticada.



5 - Aplicar fita isolante plástica (35+ marca 3M) sobre a fita auto-fusão. Deve-se aplicar três vezes esta fita de maneira que esta também fique bem esticada.



6 - Aproximar os cabos e aplicar duas vezes a fita auto-fusão de borracha ao longo de todo o cabo elétrico, de maneira a cobrir toda a emenda. Logo após aplicar duas vezes a fita isolante plástica sobre toda a emenda, de maneira a cobrir a fita auto-fusão.



NOTA: este método é usado para emenda e isolamento dos cabos elétricos fora do motor submerso. Dentro do motor submerso os cabos recebem ainda uma camada de adesivo epóxi bicomponente (Araldite Hobby) entre as operações 3 e 4.

ATENÇÃO: Emendas expostas ao tempo e feitas sem o procedimento citado acima podem oxidar, provocar falha em alguma fase e/ou entrar em curto, provocando danos ao equipamento.

2.5.3.2 Aterramento

O aterramento tem por função proteger os equipamentos através da criação de um caminho para a corrente elétrica (curto entre fase-carcaça, por exemplo), atuando assim nos dispositivos de proteção, além de proteger as pessoas contra eventuais choques elétricos.

As Bombas Anfíbias não possuem cabo de aterramento, visto que o mesmo pode ser feito a partir do quadro elétrico de acionamento do motor, através da tubulação (quando esta for metálica e estiver em contato com a terra) e através do próprio equipamento estando em contato direto com a terra. Caso se deseje aterrar individualmente a bomba, o cabo de aterramento pode ser conectado em qualquer ponto metálico externo do equipamento, como por exemplo, nos pés ou no flange do equipamento.

2.5.3.3 Tabela de Corrente Elétrica

Abaixo segue a tabela de dados elétricos dos motores HIGRA em 60Hz e 50Hz e as respectivas regulagens para a proteção elétrica dos motores. As correntes nominais e a vazio podem ter variação de 5%. Em caso de variação fora desta tolerância, o equipamento deverá ser desligado e a fábrica ou alguma Assistência Técnica Autorizada deverá ser acionada. NOTA: Os valores apresentados na coluna Carcaça são uma referência à nomenclatura utilizada pela fabricante de motores Voges/Eberle e que a Higa segue como padrão de dimensional.

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------------|------------|-----|-------|---------------|------|----|------|-----|
| 3 | 2,2 | IV | 90L | 100 | 220 | 9,5 | 10,7 a 11,2 | 4,1 | 80 | 0,80 | 6,5 |
| | | | 100L | 115 | 380 | 5,5 | 6,2 a 6,5 | 2,4 | 80 | 0,80 | 6,5 |
| | | | 112M | 130 | 440 | 4,8 | 5,3 a 5,6 | 2,1 | 80 | 0,80 | 6,5 |
| 5 | 3,7 | IV | 100L | 115 | 220 | 15,5 | 17,4 a 18,3 | 7,6 | 82 | 0,80 | 6,2 |
| | | | 112M | 130 | 380 | 9,0 | 10,0 a 10,6 | 4,4 | 82 | 0,80 | 6,2 |
| | | | | | 440 | 7,7 | 8,7 a 9,1 | 3,9 | 82 | 0,80 | 5,6 |
| 7,5 | 5,5 | IV | 112M | 130 | 220 | 20,3 | 22,7 a 23,9 | 9,2 | 85 | 0,84 | 6,6 |
| | | | | | 380 | 11,7 | 13,2 a 13,9 | 5,0 | 85 | 0,84 | 6,3 |
| | | | | | 440 | 10,1 | 11,4 a 12,0 | 4,6 | 85 | 0,84 | 6,5 |
| 10 | 7,5 | IV | 132M | 148 | 220 | 27,1 | 30,3 a 31,9 | 13,0 | 83 | 0,86 | 8,5 |
| | | | 132L | 200 | 380 | 15,7 | 17,5 a 18,5 | 7,5 | 83 | 0,86 | 8,5 |
| | | | | | 440 | 13,5 | 15,2 a 16,0 | 6,5 | 83 | 0,86 | 8,5 |
| 12,5 | 9,0 | IV | 132M | 148 | 220 | 32,7 | 36,6 a 38,6 | 13,0 | 83 | 0,89 | 7,4 |
| | | | 132L | 200 | 380 | 18,9 | 21,2 a 22,3 | 7,5 | 83 | 0,89 | 7,4 |
| | | | | | 440 | 16,3 | 18,3 a 19,3 | 6,5 | 83 | 0,89 | 7,1 |
| 15 | 11 | II IV | 132L | 200 | 220 | 40,6 | 45,4 a 47,9 | 18,9 | 84 | 0,85 | 8,2 |
| | | | | | 380 | 23,5 | 26,3 a 27,7 | 10,9 | 84 | 0,85 | 8,2 |
| | | | | | 440 | 20,3 | 22,7 a 23,9 | 9,5 | 84 | 0,85 | 8,3 |
| 20 | 15 | II IV | 132L | 200 | 220 | 52,3 | 58,5 a 61,7 | 18,9 | 84 | 0,88 | 6,6 |
| | | | | | 380 | 30,3 | 33,9 a 35,7 | 10,9 | 84 | 0,88 | 6,2 |
| | | | | | 440 | 27,1 | 30,3 a 31,9 | 12,1 | 84 | 0,85 | 7,4 |
| 25 | 18,5 | II IV | 132L 160L | 200 200 | 220 | 64,6 | 72,3 a 76,2 | 32,0 | 85 | 0,88 | 7,8 |
| | | | | | 380 | 37,4 | 41,9 a 44,1 | 18,5 | 85 | 0,88 | 7,8 |
| | | | | | 380 | 37,4 | 41,9 a 44,1 | 18,5 | 85 | 0,88 | 7,6 |
| | | | | | 660 | 21,5 | 24,1 a 25,4 | 10,7 | 85 | 0,88 | 7,6 |
| | | | | | 440 | 32,3 | 36,2 a 38,1 | 16,1 | 85 | 0,88 | 7,8 |
| 30 | 22 | IV | 160L | 200 | 760 | 18,7 | 20,9 a 22,1 | 9,3 | 85 | 0,88 | 7,8 |
| | | | | | 220 | 81,2 | 90,9 a 95,8 | 58,9 | 85 | 0,84 | 6,0 |
| | | | | | 380 | 47,0 | 52,6 a 55,4 | 34,0 | 85 | 0,84 | 6,0 |
| | | | | | 380 | 48,1 | 53,9 a 56,8 | 34,0 | 85 | 0,82 | 6,0 |
| | | | | | 660 | 27,7 | 31,0 a 32,7 | 19,6 | 85 | 0,82 | 6,0 |
| 40 | 30 | IV | 160L 200L | 200 232 | 440 | 41,6 | 46,6 a 49,0 | 27,4 | 85 | 0,82 | 6,0 |
| | | | | | 760 | 24,1 | 27,0 a 28,4 | 15,8 | 85 | 0,82 | 6,0 |
| | | | | | 220 | 102,1 | 114,4 a 120,5 | 61,0 | 85 | 0,89 | 6,0 |
| | | | | | 380 | 59,1 | 66,2 a 69,8 | 35,2 | 85 | 0,89 | 6,0 |
| | | | | | 380 | 58,4 | 65,5 a 69,0 | 35,2 | 86 | 0,89 | 6,0 |
| 50 | 37 | IV | 200L | 270 | 660 | 33,6 | 37,7 a 39,7 | 20,3 | 86 | 0,89 | 6,0 |
| | | | | | 440 | 51,1 | 57,2 a 60,3 | 29,3 | 85 | 0,89 | 6,0 |
| | | | | | 760 | 29,6 | 33,1 a 34,9 | 16,9 | 85 | 0,89 | 6,0 |
| | | | | | 220 | 126,2 | 141,3 a 148,9 | 30,3 | 86 | 0,89 | 5,3 |
| | | | | | 380 | 73,0 | 81,8 a 86,2 | 17,5 | 86 | 0,89 | 5,3 |
| | | | | | 380 | 73,9 | 82,7 a 87,2 | 24,2 | 86 | 0,88 | 6,3 |
| | | | | | 660 | 42,5 | 47,6 a 50,2 | 14,0 | 86 | 0,88 | 6,3 |
| | | | | | 440 | 65,3 | 73,1 a 77,0 | 24,5 | 86 | 0,86 | 7,0 |
| | | | | | 760 | 37,8 | 42,3 a 44,6 | 14,1 | 86 | 0,86 | 7,0 |

| Potência | | Polos | Carcaça | Pacote (mm) | Tensão (V) | Corrente Nominal (A) | Regulagem do Relé de Proteção (A) | Corrente a vazio (A) | Rend. (%) | FP (cos Φ) | Ip / In |
|----------|------|-------|----------------|-------------|------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------|------------|---------|
| (CV) | (KW) | | | | | | | | | | |
| 60 | 45 | IV | 200L | 270 | 220 | 153,1 | 171,5 a 180,7 | 42,9 | 86 | 0,88 | 6,2 |
| | | | | | 380 | 88,7 | 99,3 a 104,6 | 24,8 | 86 | 0,88 | 6,2 |
| | | | | | 380 | 91,8 | 102,8 a 108,3 | 34,3 | 86 | 0,85 | 6,6 |
| | | | | | 660 | 52,8 | 59,2 a 62,4 | 19,8 | 86 | 0,85 | 6,6 |
| | | | | | 440 | 77,4 | 86,7 a 91,4 | 24,5 | 86 | 0,87 | 5,9 |
| | | | | | 760 | 44,8 | 50,2 a 52,9 | 14,1 | 86 | 0,87 | 5,9 |
| 75 | 55 | IV | 225SM | 255 295 | 220 | 191,5 | 214,5 a 226,0 | 65,0 | 89 | 0,85 | 7,1 |
| | | | | | 380 | 110,9 | 124,2 a 130,8 | 37,5 | 89 | 0,85 | 7,1 |
| | | | | | 380 | 109,6 | 122,7 a 129,3 | 36,2 | 89 | 0,86 | 6,9 |
| | | | | | 660 | 63,1 | 70,7 a 74,4 | 20,9 | 89 | 0,86 | 6,9 |
| | | | | | 440 | 95,7 | 107,2 a 113,0 | 32,5 | 89 | 0,85 | 7,0 |
| | | | | | 760 | 55,4 | 62,1 a 65,4 | 20,9 | 89 | 0,85 | 7,0 |
| 100 | 75 | IV | 225SM | 255 295 | 220 | 261,7 | 293,1 a 308,8 | 110,0 | 90 | 0,82 | 8,1 |
| | | | | | 380 | 151,5 | 169,7 a 178,8 | 63,5 | 90 | 0,82 | 8,1 |
| | | | | | 380 | 151,5 | 169,7 a 178,8 | 61,5 | 90 | 0,82 | 7,1 |
| | | | | | 660 | 87,2 | 97,7 a 102,9 | 35,5 | 90 | 0,82 | 7,1 |
| | | | | | 440 | 130,9 | 146,6 a 154,4 | 51,6 | 90 | 0,82 | 7,0 |
| | | | | | 760 | 75,8 | 84,9 a 89,4 | 29,8 | 90 | 0,82 | 7,0 |
| 125 | 90 | IV | 225SM | 295 | 220 | 25,9 | 29,0 a 30,5 | 103 | 90 | 0,83 | 5,8 |
| | | | | | 380 | 15,0 | 16,8 a 17,7 | 59,5 | 90 | 0,83 | 5,8 |
| | | | | | 380 | 15,0 | 16,8 a 17,7 | 61,5 | 90 | 0,83 | 5,9 |
| | | | | | 660 | 8,6 | 9,7 a 10,2 | 35,5 | 90 | 0,83 | 5,9 |
| | | | | | 440 | 12,9 | 14,5 a 15,3 | 51,5 | 90 | 0,83 | 5,8 |
| | | | | | 760 | 7,5 | 8,4 a 8,8 | 29,7 | 90 | 0,83 | 5,8 |
| 150 | 110 | IV | 280SM | 270 | 380 | 21,1 | 23,7 a 24,9 | 66,0 | 90 | 0,88 | 8,3 |
| | | | | | 660 | 12,2 | 13,6 a 14,4 | 38,1 | 90 | 0,88 | 8,3 |
| | | | | | 440 | 18,1 | 20,2 a 21,3 | 46,2 | 90 | 0,89 | 7,3 |
| | | | | | 760 | 10,5 | 11,7 a 12,3 | 26,7 | 90 | 0,89 | 7,3 |
| 175 | 132 | IV | 280SM | 270 | 380 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 65,7 | 90 | 0,88 | 7,2 |
| | | | | | 660 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 37,9 | 90 | 0,88 | 7,2 |
| | | | | | 440 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 46,2 | 90 | 0,89 | 6,3 |
| | | | | | 760 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 26,7 | 90 | 0,89 | 6,3 |
| 200 | 150 | IV | 280SM | 270 | 380 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 66,0 | 90 | 0,88 | 6,4 |
| | | | | | 660 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 38,1 | 90 | 0,88 | 6,4 |
| | | | | | 440 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 46,2 | 90 | 0,89 | 5,4 |
| | | | | | 760 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 26,7 | 90 | 0,89 | 5,4 |
| 250 | 185 | IV | 280SM | 340 | 380 | 41,8 | 46,8 a 49,4 | 100,0 | 91 | 0,88 | 7,9 |
| | | | | | 660 | 24,1 | 27,0 a 28,4 | 57,7 | 91 | 0,88 | 7,9 |
| | | | | | 440 | 36,1 | 40,5 a 42,6 | 84,0 | 91 | 0,88 | 7,9 |
| | | | | | 760 | 20,9 | 23,4 a 24,7 | 48,5 | 91 | 0,88 | 7,9 |
| 300 | 220 | IV | 280SM 315SM | 340 305 | 380 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 100,0 | 91 | 0,87 | 6,7 |
| | | | | | 660 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 57,7 | 91 | 0,87 | 6,7 |
| | | | | | 440 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 84,0 | 91 | 0,88 | 6,6 |
| | | | | | 760 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 48,5 | 91 | 0,88 | 6,6 |
| 350 | 255 | IV | 315SM | 460 | 380 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 154,8 | 92 | 0,86 | 7,2 |
| | | | | | 660 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 89,4 | 92 | 0,86 | 7,2 |
| | | | | | 440 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 116,0 | 92 | 0,87 | 6,6 |
| | | | | | 760 | 0,0 | 0,0 a 0,0 | 67,0 | 92 | 0,87 | 6,6 |
| 400 | 295 | IV | 315SM | 460 | 380 | 70,6 | 79,0 a 83,3 | 154,9 | 92 | 0,86 | 6,4 |
| | | | | | 660 | 40,6 | 45,5 a 47,9 | 89,4 | 92 | 0,86 | 6,4 |
| | | | | | 440 | 60,2 | 67,5 a 71,1 | 116,0 | 92 | 0,87 | 5,9 |
| | | | | | 760 | 34,9 | 39,1 a 41,2 | 67,0 | 92 | 0,87 | 5,9 |

Tabela 03 – Tabela de Corrente Elétrica dos motores HIGRA em 60Hz.

2.5.3.4 Sensor RTD-PT100

As Bombas Hígras possuem no interior de seus motores 1 (UM) detector de temperatura do tipo RTD-PT100, que é instalado diretamente na ranhura do estator dos motores elétricos para monitorar a elevação de temperatura e evitar um aquecimento excessivo que danifique a isolação da máquina. O RTD-PT100 é embutido dentro de um estojo de proteção de material isolante de forma que a bobina do estator se acondicione uniformemente ao longo da ranhura.

Diferentemente de dispositivos liga/desliga, os RTD-PT100 prestam contínuo monitoramento da temperatura e com isto pode-se ao longo do tempo fazer uma avaliação dos dados obtidos e desta forma quando houver uma elevação de temperatura fora do regime contínuo da máquina pode-se tomar providências antes que qualquer alarme aconteça.

Os mesmos são conectados por um cabo com dois condutores localizado entre os cabos elétricos de alimentação do motor é necessário que os sensores sejam ligados no **Indicador/controlador NOVUS N1030** que é fornecido junto com o equipamento, o mesmo deve ser programado para desarmar a bomba quando a temperatura interna do bobinado atingir 70°C.

O National Electric Manufacturers Association (NEMA) reconhece os RTD-PT100 para estator como um padrão de proteção para motor.

IMPORTANTE: É obrigatória a instalação do Indicador/controlador NOVUS N1030. Caso o mesmo não seja conectado, o equipamento perderá sua garantia (conforme capítulo 7).

Os sensores do tipo RTD-PT100 possuem uma curva característica de resistência ôhmica em função da temperatura. Por se tratar de um sensor baseado em Platina com 100% de pureza. Segue tabela de resistência ôhmica x temperatura ambiente:

Temperatura X Resistência

PLATINA: TCR = 3.85e-3

$R_0 = 100$

$A = 0.0039083$ $B = -5.775E-07$ $C = -4.183E-12$

Valores em Ohms

| Temp °C | - 0 | - 1 | - 2 | - 3 | - 4 | - 5 | - 6 | - 7 | - 8 | - 9 |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| -0 | 100.000 | 99.6091 | 99.2181 | 98.8270 | 98.4358 | 98.0444 | 97.6529 | 97.2613 | 96.8696 | 96.4778 |
| Temp °C | + 0 | + 1 | + 2 | + 3 | + 4 | + 5 | + 6 | + 7 | + 8 | + 9 |
| 0 | 100.000 | 100.3908 | 100.7814 | 101.1720 | 101.5624 | 101.9527 | 102.3429 | 102.7330 | 103.1229 | 103.5128 |
| 10 | 103.9025 | 104.2921 | 104.6816 | 105.0710 | 105.4603 | 105.8495 | 106.2385 | 106.6274 | 107.0162 | 107.4049 |
| 20 | 107.7935 | 108.1820 | 108.5703 | 108.9585 | 109.3467 | 109.7347 | 110.1225 | 110.5103 | 110.8980 | 111.2855 |
| 30 | 111.6729 | 112.0602 | 112.4474 | 112.8345 | 113.2215 | 113.6083 | 113.9950 | 114.3817 | 114.7681 | 115.1545 |
| 40 | 115.5408 | 115.9270 | 116.3130 | 116.6989 | 117.0847 | 117.4704 | 117.8560 | 118.2414 | 118.6268 | 119.0120 |
| 50 | 119.3971 | 119.7821 | 120.1670 | 120.5518 | 120.9364 | 121.3210 | 121.7054 | 122.0897 | 122.4739 | 122.8579 |
| 60 | 123.2419 | 123.6257 | 124.0095 | 124.3931 | 124.7766 | 125.1600 | 125.5432 | 125.9264 | 126.3094 | 126.6923 |
| 70 | 127.0751 | 127.4578 | 127.8404 | 128.2228 | 128.6052 | 128.9874 | 129.3695 | 129.7515 | 130.1334 | 130.5152 |
| 80 | 130.8968 | 131.2783 | 131.6597 | 132.0411 | 132.4222 | 132.8033 | 133.1843 | 133.5651 | 133.9458 | 134.3264 |
| 90 | 134.7069 | 135.0873 | 135.4676 | 135.8477 | 136.2277 | 136.6077 | 136.9875 | 137.3671 | 137.7467 | 138.1262 |
| Temp °C | + 0 | + 1 | + 2 | + 3 | + 4 | + 5 | + 6 | + 7 | + 8 | + 9 |
| 100 | 138.5055 | 138.8847 | 139.2638 | 139.6428 | 140.0217 | 140.4005 | 140.7791 | 141.1576 | 141.5360 | 141.9143 |
| 110 | 142.2925 | 142.6706 | 143.0485 | 143.4264 | 143.8041 | 144.1817 | 144.5592 | 144.9366 | 145.3138 | 145.6910 |
| 120 | 146.0680 | 146.4449 | 146.8217 | 147.1984 | 147.5750 | 147.9514 | 148.3277 | 148.7040 | 149.0801 | 149.4561 |
| 130 | 149.8319 | 150.2077 | 150.5833 | 150.9589 | 151.3343 | 151.7096 | 152.0847 | 152.4598 | 152.8347 | 153.2096 |
| 140 | 153.5843 | 153.9589 | 154.3334 | 154.7078 | 155.0820 | 155.4562 | 155.8302 | 156.2041 | 156.5779 | 156.9516 |
| 150 | 157.3251 | 157.6986 | 158.0719 | 158.4451 | 158.8182 | 159.1912 | 159.5641 | 159.9368 | 160.3095 | 160.6820 |
| 160 | 161.0544 | 161.4267 | 161.7989 | 162.1709 | 162.5429 | 162.9147 | 163.2864 | 163.6580 | 164.0295 | 164.4009 |
| 170 | 164.7721 | 165.1433 | 165.5143 | 165.8852 | 166.2560 | 166.6267 | 166.9972 | 167.3677 | 167.7380 | 168.1082 |
| 180 | 168.4783 | 168.8483 | 169.2181 | 169.5879 | 169.9575 | 170.3271 | 170.6965 | 171.0658 | 171.4349 | 171.8040 |
| 190 | 172.1729 | 172.5418 | 172.9105 | 173.2791 | 173.6475 | 174.0159 | 174.3842 | 174.7523 | 175.1203 | 175.4882 |

DADOS TÉCNICOS DO RELÉ DE PROTEÇÃO TÉRMICA:

Marca: *NOVUS*;

Modelo: *N1030*;

Tensão de alimentação: *100 Vca ou 240 Vca 50/60 l*

Sensores: *Sensor tipo RTD-PT100*;

Saída 1 Pulso: *Pulso de tensão, 5 Vcc / 25 mA*;

Saída 2 Relé: *Relé SPST; 1,5 A / 240 Vca / 30 Vcc*;

Temperatura ambiente: *0 a 50 °C*;

Umidade máxima: *80% @ 30°C*;

Consumo: *5 VA*

Dimensões: *48 x 48 x 35 mm*;

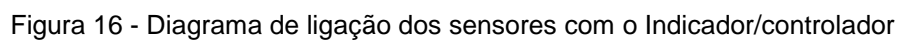
Peso Aproximado: *60 g*;

Grau de proteção: *IP30, ABS+PC UL94 V-0*



Figura 15 – Relé Térmico N1030

IMPORTANTE: O Indicador/controlador deve ser ligado a uma contactora ou dispositivo de acionamento que irá acionar o motor (conforme figuras 23 e 24) para efetuar o desligamento da Bomba, em caso de sobre aquecimento, automaticamente. Não se deve instalar o Indicador/controlador somente a um dispositivo de alarme sonoro ou visual, pois este método exige a intervenção manual de desligamento do equipamento e acarreta na perda de garantia sobre o mesmo.



2.5.4 Sentido de Giro

Depois de efetuada a ligação elétrica de emenda dos cabos e no quadro elétrico, deve-se fazer uma verificação do sentido de giro do rotor com a bomba no chão (na horizontal).

ATENÇÃO: A verificação do sentido de giro deve ser feita ligando e desligando a bomba rapidamente, sem permitir que o conjunto atinja sua rotação máxima de trabalho! Se este procedimento não for seguido podem ocorrer danos à bomba.

Compare o sentido de giro do rotor com a plaqueta indicativa (flecha vermelha) fixada à carcaça da bomba. Se estiver no sentido errado, deve-se inverter duas das fases diretamente no quadro de comando para corrigir o problema.

IMPORTANTE: Caso a bomba tenha permanecido parada por um longo período antes de sua instalação, pode ter ocorrido a oxidação dos anéis de desgaste com o rotor e consequentemente o travamento do mesmo, não o deixando girar. Isto ocorrendo, deve-se girar manualmente o rotor da bomba. Se for necessário, pode-se utilizar uma alavanca para ajudar a liberar o rotor.

2.5.5 Posicionamento e fixação da bomba

Todos os modelos de bomba HIGRA podem ser instalados tanto fixos nos pés da bomba e apoiados em base preparada para receber a bomba (chassi metálico, trilhos, base de concreto, etc.), quanto suspensas somente pelo(s) flange(s). Verifique a medida nominal, norma e dimensional dos flanges de cada modelo de bomba no capítulo de dimensionais, neste mesmo manual. Neste capítulo também podem ser encontradas as medidas dos pés da bomba e de seu chassi para construção da base onde esta será montada.

ATENÇÃO: Utilize sempre nas tubulações de bombeio flanges compatíveis com as pressões do sistema. As extremidades conectadas diretamente à bomba devem utilizar flanges idênticos aos da bomba para evitar vazamentos.

Para uma operação perfeita da bomba e do sistema de bombeio, preveja cuidadosamente no projeto do sistema de bombeio, a instalação de:

- ventosas
- crivos
- manômetro
- válvulas de retenção
- medidor de vazão
- outros acessórios que se façam necessários.

Não necessariamente todos estes itens serão utilizados em todas as situações de bombeio, porém sua aplicabilidade deverá ser verificada antes de instalar a bomba. Durante a instalação e operação da bomba deve ser verificado o perfeito funcionamento de todos acessórios do sistema.

CUIDADO 1: Em caso de instalação submersa em local arenoso e/ou com fundo natural (ex: rios, lagos, açudes), a bomba deve obrigatoriamente operar com o crivo de proteção e distante do fundo do mesmo, para evitar o bombeamento de materiais sólidos e/ou fluido de maior densidade que a água.

CUIDADO 2: Para aplicação em água salgada, fluido com sólidos em suspensão ou com outras características corrosivas e/ou abrasivas, os bombeadores devem ser fornecidos em material especial, como bronze naval, aço inoxidável, ligas especiais de aço, etc. Para a especificação destes materiais e dos níveis máximos permitidos para o fluido bombeado, entre em contato com a fábrica.

2.5.6 Partida da Bomba

Ao ligar a bomba, monitorar os indicadores elétricos, como: corrente de partida, tensão durante a rampa de partida, corrente de trabalho e tensão em regime. Observar que, se a tensão cair muito durante a partida ou permanecer abaixo da nominal durante a operação, isto se refletirá em um aumento da corrente de trabalho. Neste caso se deve providenciar junto à concessionária de energia elétrica a correção da tensão ou do transformador.

Durante o período inicial de funcionamento, até que a tubulação esteja totalmente preenchida e a pressão de trabalho seja atingida, a condição de trabalho da bomba será diferente daquela para a qual a bomba foi dimensionada (pressão menor). Isto resulta no trabalho em um ponto diferente da curva da bomba, usualmente com maior vazão e, conseqüentemente, maior consumo de potência. Para monitorar esta condição é importante a utilização de um manômetro instalado próximo à descarga da bomba.

Através da leitura no manômetro é possível determinar se o sistema de bombeio está operando nas condições de pressão conforme projetado. Eventualmente podem ocorrer diferenças entre a pressão de projeto e a pressão de trabalho em função de estimativas feitas, principalmente, no cálculo da perda de carga.

ATENÇÃO: Caso a pressão resultante fique muito abaixo do solicitado no projeto, deve-se atentar para a corrente de trabalho do equipamento, visto que a mesma irá aumentar e não pode ultrapassar o limite do fator de serviço de 1,15. Entrar em contato com a Assistência Técnica da HIGRA no caso de qualquer anormalidade deste tipo.

Em aplicações onde a altura manométrica total (pressão) for maior que 15mca, aconselha-se o uso de um registro após a bomba. Neste caso o registro deve ser totalmente fechado no momento da partida da

bomba e aos poucos sendo aberto até sua abertura total. Desta forma a bomba encherá a extensa tubulação de bombeio aos poucos e a corrente de trabalho ficará dentro da curva de trabalho para qual o equipamento foi projetado.

Para a partida de sistemas com bombas ligadas em série, aconselha-se ligar primeiro a bomba da sucção e após o tempo necessário para o preenchimento da tubulação até a próxima bomba, ligar então a segunda bomba. Este procedimento deve ser seguido para a quantidade de bombas existentes na linha de bombeio.

Caso o cliente deseje o acompanhamento da partida da bomba, deverá ser solicitado à fábrica um orçamento para prestação deste serviço.

2.6 Vista Explodida

Abaixo segue a tabela com a nomenclatura das peças e a figura ilustrativa indicando as mesmas. A nomenclatura das peças é comum para todas as bombas submersas, sejam elas de um ou mais estágios.

| CÓD. | NOMENCLATURA | CÓD. | NOMENCLATURA |
|------|--|------|---------------------------------|
| 01 | Crivo (chapa perfurada clandrada) | 23 | Tirante dos Estágios |
| 02 | Plaqueta de Identificação da Bomba | 24 | Anel O´ring da Caixa do Selo |
| 03 | Difusor Superior | 25 | Mancal Superior ou Dianteiro |
| 04 | Difusor Inferior | 26 | Suporte do Mancal Dianteiro |
| 05 | Anel de Desgaste Superior | 27 | Anel O´ring do Motor |
| 06 | Porca do Rotor | 28 | Mancal Inferior ou Traseiro |
| 07 | Rotor | 29 | Anel de Grafite |
| 08 | Caixa do Selo Mecânico | 30 | Anel de Deslizamento |
| 09 | Selo Mecânico | 31 | Tampa Traseira |
| 10 | Anel de Desgaste Inferior | 32 | Tampão |
| 11 | Anel Centralizador | 33 | Bucha da Carcaça de Saída |
| 12 | Eixo Motriz | 34 | Bucha de Aperto |
| 13 | Carcaça de Entrada | 35 | Bucha Espaçadora |
| 14 | Tirante do Motor | 36 | Arruela do Anel de Deslizamento |
| 15 | Motor Elétrico | 37 | Parafusos de Fixação do Crivo |
| 16 | Suporte do Mancal Traseiro ou Inferior | 38 | Parafusos do Prensa Cabos |
| 17 | Carcaça de Saída | 39 | Prensa Cabos |
| 18 | Anel O´ring do Estágio | 40 | Anel O´ring do Cabo Elétrico |
| 19 | Carcaça do Estágio | 41 | Tampa dos Fios |
| 20 | Difusor | 42 | Tampa Mancalizada Traseira |
| 21 | Anel de Desgaste do Rotor | 43 | Tampa Mancalizada Dianteira |
| 22 | Anel de Desgaste do Estágio | | |

Tabela 04 – Lista de peças da vista explodida.

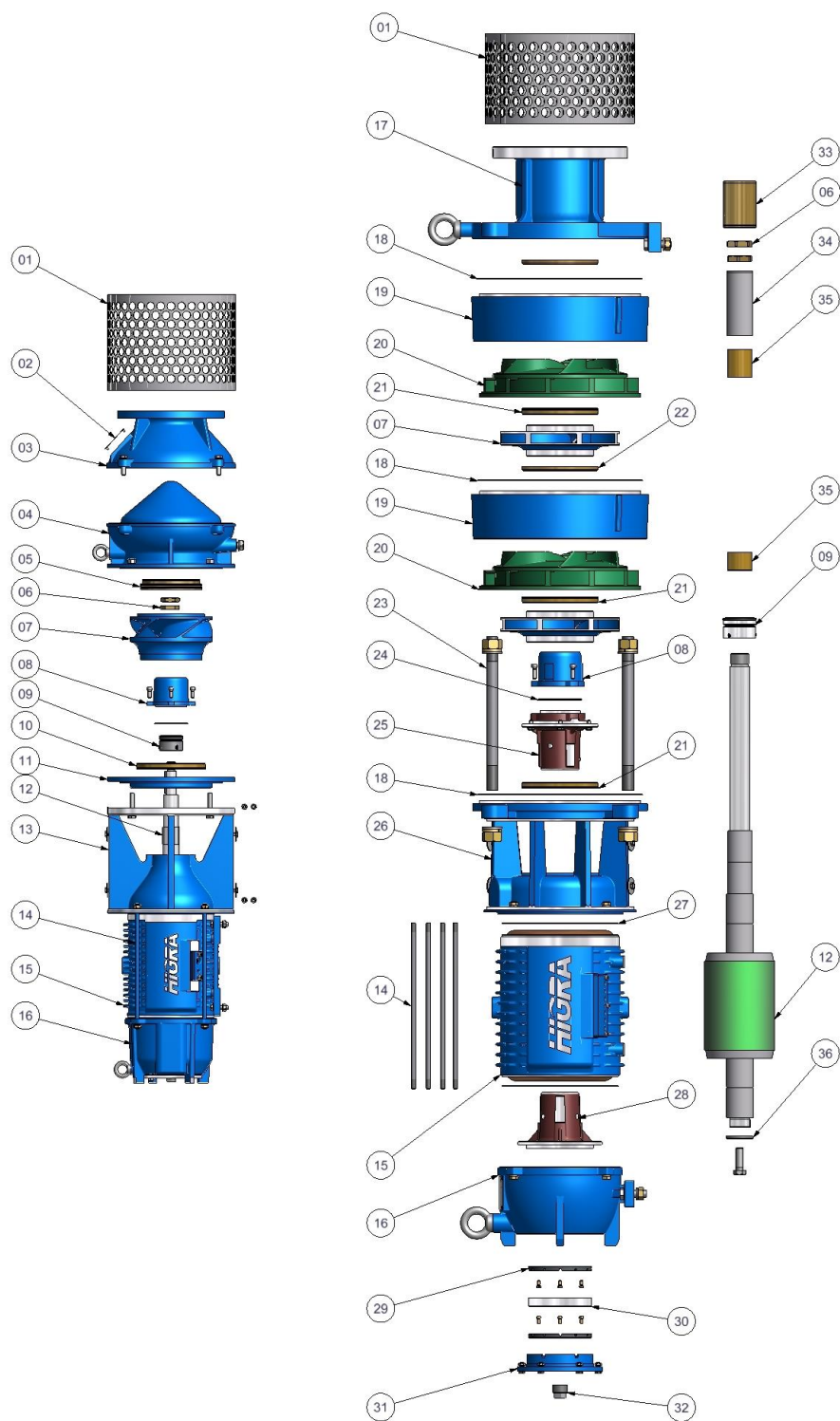


Figura 18 – Vista explodida das bombas submersas Mistas e Radiais respectivamente.

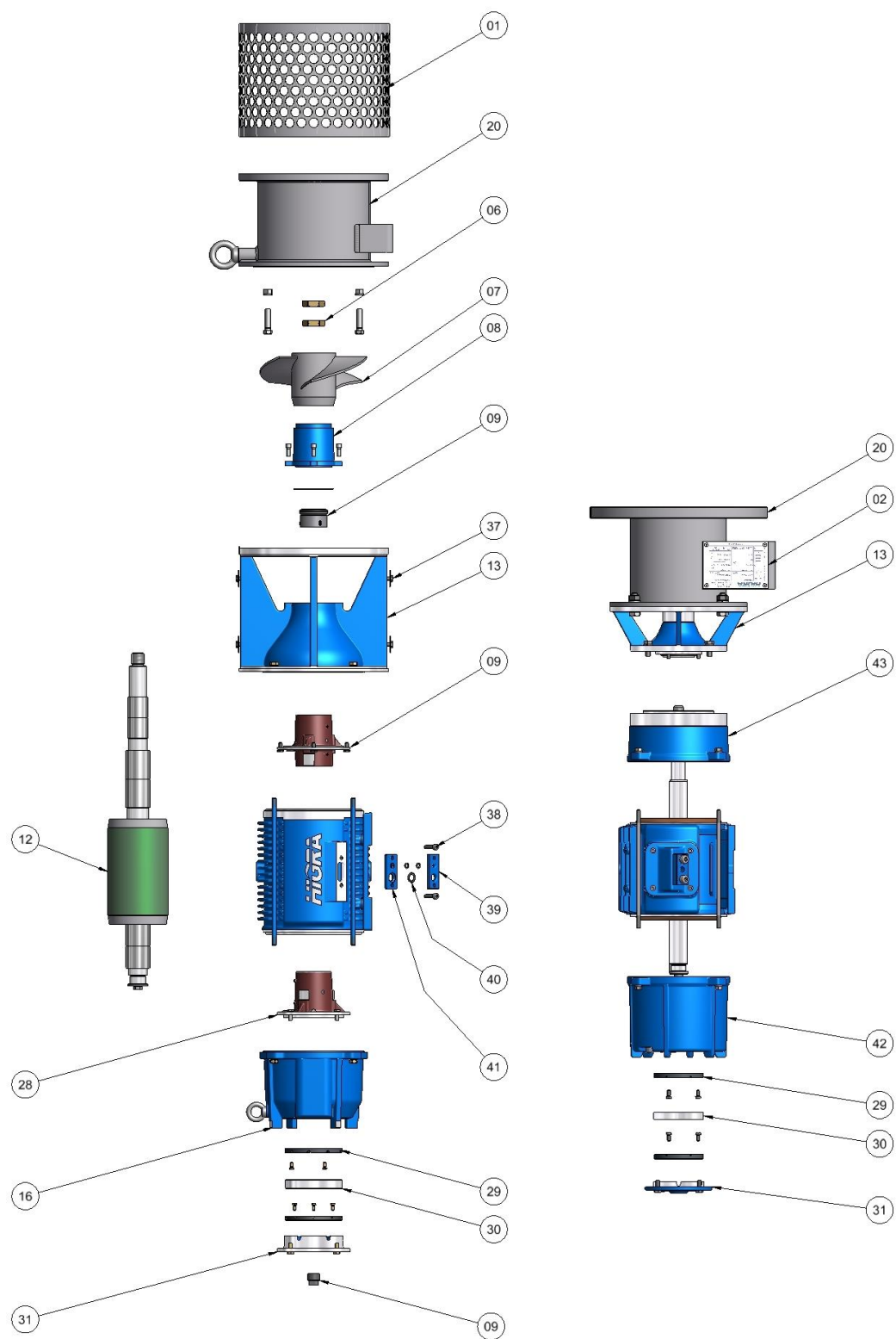
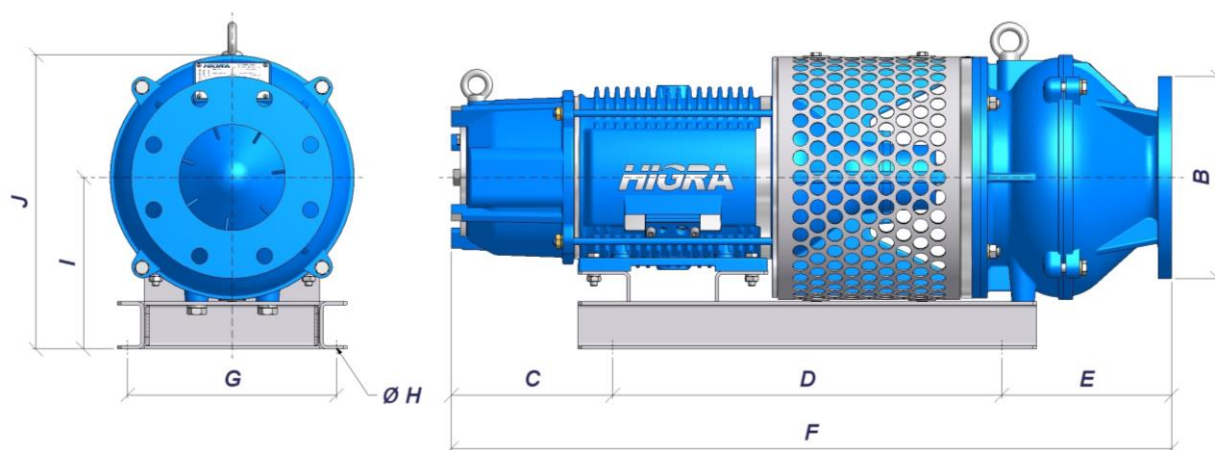


Figura 19 – Vista explodida das bombas submersas Axiais.

2.7 Dimensionais

Abaixo seguem os dimensionais das bombas anfíbias, divididas em bombas de estágio único e bombas de múltiplos estágios, nas frequências de 60 e 50Hz respectivamente. Ao final está o detalhamento dos dimensionais dos flanges.

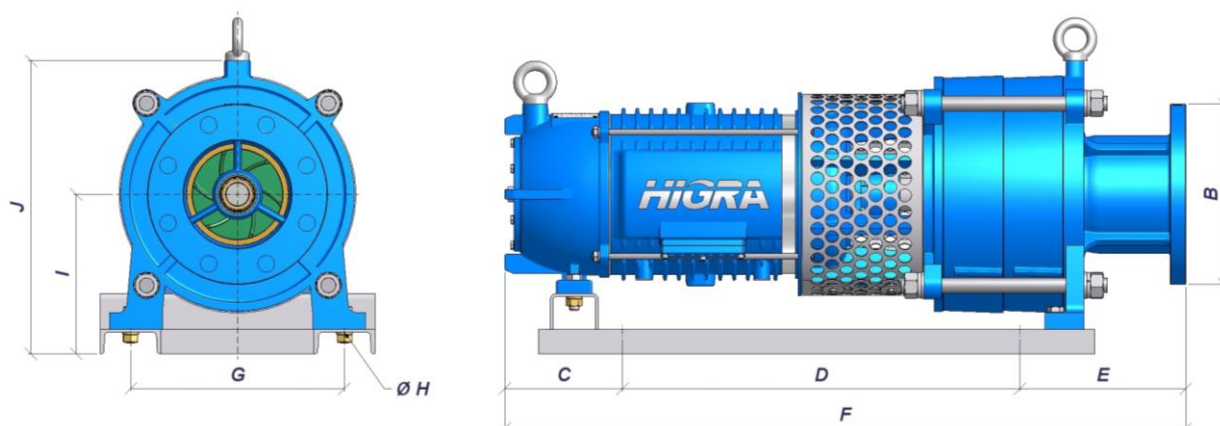
Bombas Submersas de Estágio Único (60Hz):



| Modelo Bomba | B Descarga | C mm | D mm | E mm | F mm | G mm | H mm | I mm | J mm | Peso kg | GD ² kg.m ² |
|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|-----------------------------------|
| R1-265/20C | DN 150 PN 40 | 196 | 562 | 276 | 1034 | 356 | 21 | 265 | 487 | 320 | 0,632 |
| R1-265/25C | DN 150 PN 40 | 196 | 562 | 276 | 1034 | 356 | 21 | 265 | 487 | 320 | 0,632 |
| R1-265/30C | DN 150 PN 40 | 196 | 562 | 276 | 1034 | 356 | 21 | 265 | 487 | 320 | 0,632 |
| M1-220/12C | DN 150 PN 10 | 227 | 550 | 241 | 1018 | 295 | 14 | 242 | 420 | 235 | 0,443 |
| M1-220/15C | DN 150 PN 10 | 227 | 550 | 241 | 1018 | 295 | 14 | 242 | 420 | 235 | 0,443 |
| M1-220/20C | DN 150 PN 10 | 227 | 550 | 241 | 1018 | 295 | 14 | 242 | 420 | 235 | 0,443 |
| M1-230/25C | DN 250 PN 10 | 164 | 676 | 317 | 1157 | 394 | 19 | 315 | 533 | 360 | 0,735 |
| M1-230/30C | DN 250 PN 10 | 164 | 676 | 317 | 1157 | 394 | 19 | 315 | 533 | 360 | 0,735 |
| M1-230/40C | DN 250 PN 10 | 164 | 676 | 317 | 1157 | 394 | 19 | 315 | 533 | 360 | 0,735 |
| A1-160/3C | DN 150 PN 10 | 159 | 331 | 96 | 585 | 272 | 18 | 219 | 362 | 57 | 0,036 |
| A1-180/5C | DN 200 PN 10 | 173 | 420 | 154 | 746 | 330 | 18 | 202 | 375 | 85 | 0,086 |
| A1-215/12C | DN 200 PN 10 | 215 | 580 | 151 | 946 | 350 | 18 | 244 | 414 | 150 | 0,312 |
| A1-215/15C | DN 200 PN 10 | 215 | 580 | 151 | 946 | 350 | 18 | 244 | 414 | 150 | 0,312 |
| A1-250/20C | DN 200 PN 10 | 215 | 580 | 151 | 946 | 350 | 18 | 244 | 414 | 150 | 0,327 |
| A1-280/30C | DN 250 PN 10 | 155 | 700 | 172 | 1028 | 394 | 19 | 320 | 520 | 273 | 0,594 |
| A1-280/40C | DN 250 PN 10 | 155 | 700 | 172 | 1028 | 394 | 19 | 320 | 520 | 273 | 0,594 |
| A1-320/50C | DN 400 PN 10 | 229 | 850 | 279 | 1358 | 516 | 19 | 400 | 681 | 540 | 2,819 |
| A1-320/60C | DN 400 PN 10 | 229 | 850 | 279 | 1358 | 516 | 19 | 400 | 681 | 540 | 2,819 |
| A1-350/75C | DN 400 PN 10 | 229 | 850 | 279 | 1358 | 516 | 19 | 400 | 681 | 550 | 2,951 |
| A1-400/100C | DN 500 PN 10 | 229 | 850 | 279 | 1358 | 516 | 19 | 400 | 681 | 550 | 3,119 |
| A1-400/125C | DN 500 PN 10 | 229 | 850 | 329 | 1408 | 516 | 19 | 400 | 735 | 560 | 3,119 |

Tabela 05 – Tabelas dimensionais de bombas de estágio único em 60Hz.

Bombas Submersas de Múltiplos Estágios (60Hz):

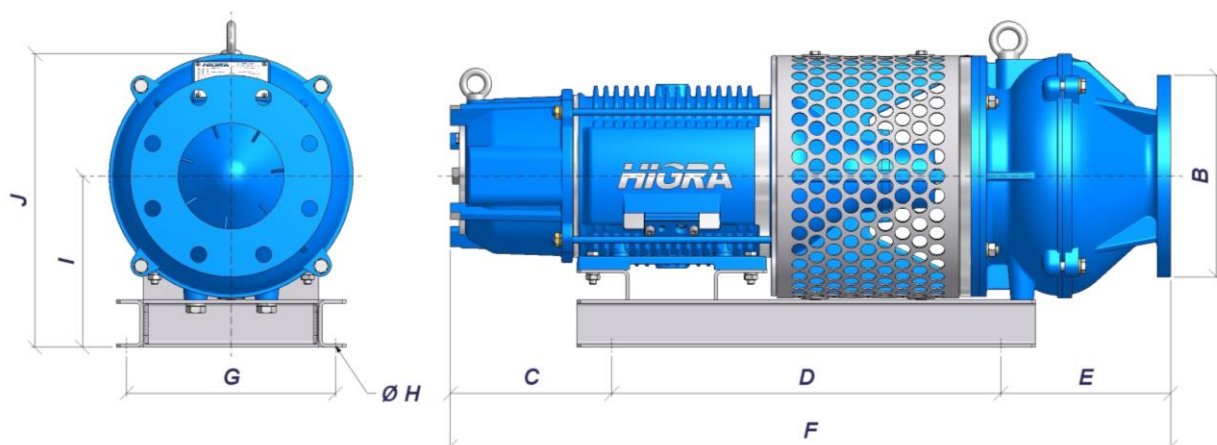


| Modelo Bomba | B Descarga | C mm | D mm | E mm | F mm | G mm | H mm | I mm | J mm | Peso kg | GD ² kg.m ² |
|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|-----------------------------------|
| R2-265/40C | DN 150 PN 40 | 196 | 662 | 276 | 1134 | 356 | 21 | 265 | 487 | 380 | 0,844 |
| R2-265/50C | DN 150 PN 40 | 280 | 700 | 328 | 1308 | 356 | 30 | 265 | 487 | 510 | 1,651 |
| R2-265/60C | DN 150 PN 40 | 280 | 700 | 328 | 1308 | 356 | 30 | 265 | 487 | 510 | 1,651 |
| R3-265/50C | DN 150 PN 40 | 280 | 800 | 328 | 1408 | 356 | 30 | 265 | 487 | 570 | 1,859 |
| R3-265/60C | DN 150 PN 40 | 280 | 800 | 328 | 1408 | 356 | 30 | 265 | 487 | 570 | 1,859 |
| R3-265/75C | DN 150 PN 40 | 356 | 800 | 290 | 1446 | 356 | 30 | 265 | 535 | 630 | 1,859 |
| R4-265/75C | DN 150 PN 40 | 356 | 900 | 290 | 1546 | 356 | 30 | 265 | 535 | 690 | 2,881 |
| R4-265/100C | DN 150 PN 40 | 356 | 900 | 290 | 1546 | 356 | 30 | 265 | 535 | 690 | 2,881 |
| R4-265/125C | DN 150 PN 40 | 356 | 900 | 290 | 1546 | 356 | 30 | 265 | 535 | 690 | 2,881 |

Tabela 06 – Tabelas dimensionais de bombas de múltiplos estágios em 60Hz.

NOTA: A coluna GD² apresenta o momento de inércia total das partes girantes do equipamento, sendo a medida de resistência que um corpo oferece a uma mudança em seu movimento de rotação. Este valor é utilizado para o cálculo do tempo de aceleração e conseqüentemente do equipamento de partida ou sistema de proteção.

Bombas Submersas de Estágio Único (50Hz):



| Modelo Bomba | B Descarga | C mm | D mm | E mm | F mm | G mm | H mm | I mm | J mm | Peso kg | GD ² kg.m ² |
|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|-----------------------------------|
| R2-265/25C | DN 150 PN 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| R2-265/30C | DN 150 PN 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| R2-265/40C | DN 150 PN 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| R3-265/30C | DN 150 PN 40 | 280 | 800 | 328 | 1408 | 356 | 30 | 265 | 487 | 570 | 1,859 |
| R3-265/40C | DN 150 PN 40 | 280 | 800 | 328 | 1408 | 356 | 30 | 265 | 487 | 570 | 1,859 |
| R3-265/50C | DN 150 PN 40 | 356 | 800 | 290 | 1446 | 356 | 30 | 265 | 535 | 630 | 1,859 |
| R4-265/40C | DN 150 PN 40 | 356 | 900 | 290 | 1546 | 356 | 30 | 265 | 535 | 690 | 2,881 |
| R4-265/50C | DN 150 PN 40 | 356 | 900 | 290 | 1546 | 356 | 30 | 265 | 535 | 690 | 2,881 |
| R4-265/60C | DN 150 PN 40 | 356 | 900 | 290 | 1546 | 356 | 30 | 265 | 535 | 690 | 2,881 |
| R4-265/75C | DN 150 PN 40 | 356 | 900 | 290 | 1546 | 356 | 30 | 265 | 535 | 690 | 2,881 |

*Sob Consulta

Tabela 07 – Tabelas dimensionais de bombas de estágio único em 50Hz.

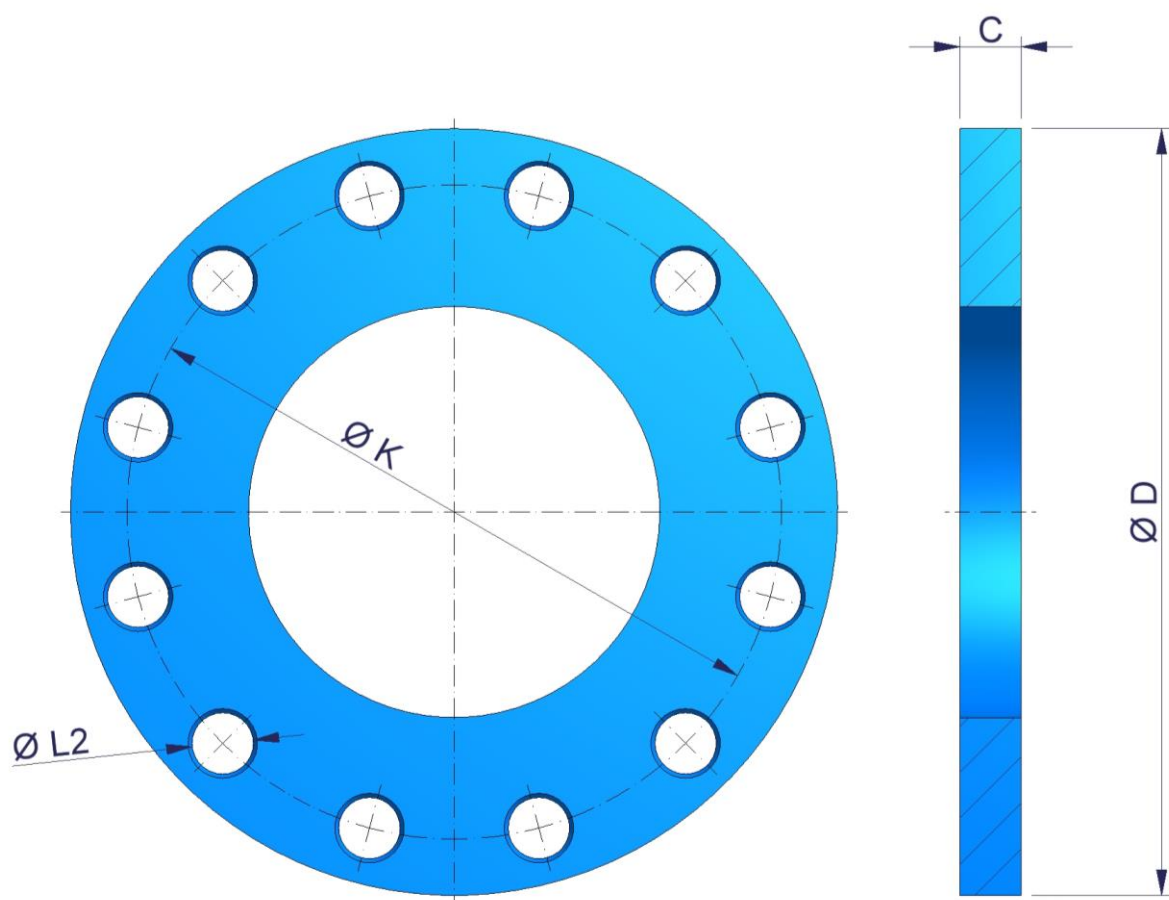
Bombas Submersas de Múltiplos Estágios (50Hz):

| Modelo Bomba | B Descarga | C mm | D mm | E mm | F mm | G mm | H mm | I mm | J mm | Peso kg | GD ² kg.m ² |
|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|-----------------------------------|
| R1-265/12C* | DN 150 PN 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| R1-265/15C* | DN 150 PN 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| R1-265/20C* | DN 150 PN 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M1-220/10C | DN 150 PN 10 | 227 | 550 | 241 | 1018 | 295 | 14 | 242 | 420 | 235 | 0,443 |
| M1-220/12C | DN 150 PN 10 | 227 | 550 | 241 | 1018 | 295 | 14 | 242 | 420 | 235 | 0,443 |
| M1-220/15C | DN 150 PN 10 | 227 | 550 | 241 | 1018 | 295 | 14 | 242 | 420 | 235 | 0,443 |
| M1-230/20C | DN 250 PN 10 | 164 | 676 | 317 | 1157 | 394 | 19 | 315 | 533 | 360 | 0,735 |
| M1-230/25C | DN 250 PN 10 | 164 | 676 | 317 | 1157 | 394 | 19 | 315 | 533 | 360 | 0,735 |
| M1-230/30C | DN 250 PN 10 | 164 | 676 | 317 | 1157 | 394 | 19 | 315 | 533 | 360 | 0,735 |

*Sob Consulta

Tabela 08 – Tabelas dimensionais de bombas de múltiplos estágios em 50Hz

Dimensional de Flanges:



| Diam Nominal | Classe | $\varnothing D$ | Tolerância $\varnothing D$ | C | $\varnothing K$ | Tolerância $\varnothing K$ | $\varnothing L2$ | Tolerância $\varnothing L2$ | Qt. Furos |
|--------------|--------|-----------------|----------------------------|------|-----------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|-----------|
| 150 | PN10 | 285 | $\pm 5,5$ | 19 | 240 | $\pm 4,8$ | 23 | $+0,5$ $-0,0$ | 8 |
| 200 | PN10 | 340 | $\pm 6,5$ | 20 | 295 | | 23 | | 8 |
| 250 | PN10 | 400 | | 22 | 350 | | 23 | | 12 |
| 300 | PN10 | 465 | | 24,5 | 400 | | 23 | | 12 |
| 350 | PN10 | 505 | | 24,5 | 460 | | 23 | | 16 |
| 400 | PN10 | 565 | | 24,5 | 515 | | 28 | | 16 |
| 500 | PN10 | 670 | $\pm 7,5$ | 26,5 | 620 | | 28 | | 10 |
| 300 | PN25 | 485 | $\pm 6,5$ | 27,5 | 430 | | 31 | | 16 |
| 400 | PN25 | 620 | | 32 | 550 | | 37 | | 16 |
| 80 | PN40 | 200 | $\pm 5,5$ | 19 | 160 | | 19 | | 8 |
| 150 | PN40 | 300 | | 26 | 250 | | 28 | | 8 |
| 200 | PN40 | 375 | $\pm 6,5$ | 30 | 320 | | 31 | | 12 |
| 250 | PN40 | 450 | | 34,5 | 385 | | 34 | | 12 |

- 1) Medidas em mm.
- 2) Alguns flanges da classe PN10 podem ter sua espessura reforçada em relação à norma ISO 2531.
- 3) Alguns flanges da classe PN10 podem ter quantidade de furo reduzida em relação à norma ISO 2531.
- 4) Os flanges são feitos sem o rebaixo da norma ISO 2531 para terem um reforço maior, mas se o cliente requisitar o mesmo pode ser feito.

Tabela 09 – Tabela de dimensionais dos flanges.

2.8 Tabela de Sólidos Máximos Admissíveis

Abaixo são apresentados os valores de tamanho máximo de sólidos que podem ser bombeados pelos diferentes modelos de rotores, considerando forma aproximadamente esférica e a abertura de passagem nos diferentes crivos. Sólidos alongados podem travar o rotor ou obstruir a passagem de fluido na bomba.

Sólidos alongados e maleáveis, como cordas, fios, fibras e pedaços de tecido podem impedir a passagem de fluido, enrolar-se no eixo ou acumular-se em alguns pontos danificando o equipamento e prejudicando sua performance.

Além dos sólidos citados acima, em captações de rios é comum o acúmulo de folhas de árvores nos furos do crivo, chegando a causar cavitação no rotor por falta de alimentação. Para evitar este problema, deve-se realizar periodicamente uma retrolavagem do crivo, através do retorno do fluido acumulado na tubulação. Não é necessário esvaziar totalmente a tubulação. Um pequeno volume liberado é suficiente para promover uma boa limpeza do crivo.

| TIPO DE ROTOR | ROTOR Ø NOMINAL (mm) | TAMANHO MÁXIMO DE SÓLIDO (Ømm) | MODELO DO CRIVO UTILIZADO | PASSAGEM COM CHAPA PERFURADA (Ømm) |
|---------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--|
| RADIAL | 265 | 22 | R4-265 C | 22 |
| MISTO | 220 | 22 | M1-220 | 22 |
| | 230 | 24 | M1-230 | 22 |
| AXIAL | 160 | 15 | A1-160 | - |
| | 180 | 15 | A1-180 | 10 |
| | 215 | 22 | M1-220 | 22 |
| | 250 | 22 | M1-220 | 22 |
| | 280 | 24 | M1-230 | 22 |
| | 320 | 24 | A1-400 | 22 |
| | 350 | 24 | A1-400 | 22 |
| | 400 | 26 | A1-400 | 22 |

Tabela 10 – Tabela de sólidos máximos admissíveis.

3 MOTOR ELÉTRICO

Motor elétrico é a máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. O motor de indução é o mais utilizado de todos os tipos de motores, pois combina as vantagens da utilização de energia elétrica, baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando, com grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e rendimentos.

O motor de indução funciona normalmente com uma velocidade constante, que varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo é o motor mais utilizado de todos, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas acionadas, encontradas na

prática. Atualmente é possível controlar a velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de frequência. O nome “motor de indução” se deriva do fato de que as correntes que circulam no secundário (rotor) são induzidas por correntes alternadas (efeito eletromagnético) que circulam no primário (estator).

NOTA: Os motores HIGRA são de indução (assíncronos) do tipo de gaiola de esquilo e utilizam fios especiais para trabalho submersos. O enrolamento (bobinagem) do mesmo é feito através de processo tecnológico da própria HIGRA.

| DADO | CARACTERÍSTICA |
|------------------------|--|
| Tipo | IV ou II pólos, assíncrono, rebobinável e submerso |
| Carcaça | Construída em Ferro Fundido Cinzento conforme NBR 5432, que segue a padronização internacional IEC-72. |
| Estator | É composto por chapas de aço com baixo teor de carbono (tratadas termicamente), assegurando baixas perdas e elevada permeabilidade magnética |
| Rotor (pacote do eixo) | É composto por chapas de aço com as mesmas características do estator e com anel de curto-circuito (fundido em alumínio injetado sob pressão). |
| Bobinado | Fio de cobre encapado com PVC |
| Grau de Proteção | IPW 68 conforme NBR 6146 |
| Classe de Isolação | Y (90°C) |
| Fator de Serviço | 1,15 |
| Frequência | 50HZ ou 60HZ |

Tabela 11 - Dados Técnicos dos Motores Elétricos HIGRA

3.1 Tabela de Cabos Utilizados

Abaixo são apresentados os cabos utilizados nos motores HIGRA de acordo com a potência dos mesmos. Os cabos utilizados são do tipo Vinilflex ou Sintenax Flex de 0,6/1KV, classe 5 de encordoamento, com temperatura máxima para trabalho contínuo de 70°C, conforme NBR 7288.

ATENÇÃO: a utilização de uma metragem de cabo, acima do fornecido pela fábrica, requer o dimensionamento da bitola do mesmo, conforme as tabelas do capítulo 3.2.

| BITOLA PADRÃO DO CABO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|---|---|----|------|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| POT. (CV) | 2 | 3 | 5 | 10 | 12,5 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 75 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| CABO (mm²) | 1,5 | 6 | | | 10 | | 16 | | | 25 | | | | 70 | | | 95 | | | | |
| | 3 X | | | | | | | 6 X | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 12 – Cabos utilizados nos motores HIGRA

Os cabos utilizados nas potências até 20 CV são tripolares, ou seja, um cabo com três condutores. Para os motores de 25 CV a 300 CV são utilizados cabos singelos (unipolar), ou seja, seis cabos com um condutor elétrico cada.

3.2 Dimensionamento de Cabos Elétricos

As tabelas abaixo apresentam o dimensionamento da seção de cabos elétricos, conforme a distância de ligação entre o equipamento e o quadro elétrico e a corrente de trabalho do mesmo. As tabelas estão divididas pela tensão de operação do equipamento e os valores foram estimados para uma queda de tensão máxima de 4% e com a utilização de cabos tipo Vinilflex ou Sintenax Flex de 0,6/1KV.

| 220 V | | DISTÂNCIA DO CIRCUITO (m) | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| POT (CV) | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| 2 | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 3 | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 5 | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 |
| 7,5 | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 16 | 16 | 25 | 25 | 35 | 35 | 35 |
| 10 | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 16 | 25 | 25 | 35 | 35 | 50 | 50 |
| 12,5 | | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 16 | 25 | 25 | 35 | 50 | 50 | 70 | 70 |
| 15 | | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 16 | 25 | 25 | 35 | 50 | 50 | 70 | 95 | 95 |
| 20 | | 10 | 10 | 10 | 10 | 16 | 25 | 25 | 35 | 50 | 70 | 70 | 95 | 120 | 120 |
| 25 | | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 35 | 50 | 70 | 70 | 95 | 95 |
| 30 | | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 95 | 120 |
| 40 | | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 35 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 |
| 50 | | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 |
| 60 | | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | |
| 75 | | 25 | 25 | 25 | 35 | 35 | 50 | 70 | 95 | 95 | 150 | 240 | | | |
| 100 | | 25 | 35 | 50 | 50 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 240 | | | | |
| 125 | | 25 | 50 | 50 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 240 | | | | | |
| | | SEÇÃO DO CABO (mm²) | | | | | | | | | | | | | |
| | | MOTORES ATÉ 20CV - CONSIDERANDO CABOS TRIPOLARES (UM CABO POR FASE) | | | | | | | | | | | | | |
| | | MOTORES ACIMA DE 25CV - CONSIDERANDO DOIS CABOS UNIPOLARES POR FASE ESPAÇADOS HORIZONTALMENTE | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 13 – Dimensionamento de cabos elétricos para tensão de 220V.

| 380 V | DISTÂNCIA DO CIRCUITO (m) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| POT (CV) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| 2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 4 | 4 | 4 | 6 |
| 3 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 4 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 10 |
| 7,5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 16 | 16 |
| 10 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 |
| 12,5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 | 25 |
| 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 |
| 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 | 25 | 25 | 35 | 35 |
| 25 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 |
| 30 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 35 |
| 40 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 35 | 35 | 50 |
| 50 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 35 | 50 | 50 |
| 60 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 35 | 50 | 70 | 70 |
| 75 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 35 | 50 | 70 | 70 | 95 |
| 100 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 50 | 70 | 70 | 95 | 120 | 150 |
| 125 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 50 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 |
| 150 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 |
| 175 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 70 | 70 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | |
| 200 | 50 | 50 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 95 | 150 | 185 | 240 | | |
| 250 | 70 | 70 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | | | |
| 300 | 70 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | | | | |
| 350 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | | | | | |
| 400 | 95 | 95 | 95 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | | | | | | |
| SEÇÃO DO CABO (mm²) | | | | | | | | | | | | | | |
| MOTORES ATÉ 20CV - CONSIDERANDO CABOS TRIPOLARES (UM CABO POR FASE) | | | | | | | | | | | | | | |
| MOTORES ACIMA DE 25CV - CONSIDERANDO DOIS CABOS UNIPOLARES POR FASE ESPAÇADOS HORIZONTALMENTE | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 14 – Dimensionamento de cabos elétricos para tensão de 380V.

| 440 V | DISTÂNCIA DO CIRCUITO (m) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| POT (CV) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| 2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 4 | 4 | 6 |
| 3 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 |
| 7,5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 10 | 16 |
| 12,5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 |
| 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 | 25 |
| 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 |
| 25 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| 30 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 |
| 40 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 35 |
| 50 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 35 |
| 60 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 50 | 50 |
| 75 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 35 | 50 | 50 | 70 |
| 100 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 35 | 50 | 70 | 70 | 95 |
| 125 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 | 35 | 50 | 70 | 95 | 95 | 120 |
| 150 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 70 | 70 | 95 | 120 | 150 |
| 175 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 |
| 200 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 |
| 250 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | |
| 300 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | | |
| 350 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 120 | 185 | 240 | | | |
| 400 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 120 | 185 | 240 | | | |
| SEÇÃO DO CABO (mm²) | | | | | | | | | | | | | | |
| MOTORES ATÉ 20CV - CONSIDERANDO CABOS TRIPOLARES (UM CABO POR FASE) | | | | | | | | | | | | | | |
| MOTORES ACIMA DE 25CV - CONSIDERANDO DOIS CABOS UNIPOLARES POR FASE ESPAÇADOS HORIZONTALMENTE | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 15 – Dimensionamento de cabos elétricos para tensão de 440V.

Exemplo:

Dimensionar o cabo a ser utilizado para a instalação de uma bomba de 125 CV, que irá operar em 440 V e em uma distância de 170m do quadro elétrico.

Consultando a Tabela 13 (440 V), através da potência de 125CV, segue-se na linha desta potência até o primeiro ponto logo acima da distância solicitada de 170 m, que é de 200 m (isso é feito quando não existe a distância exata exigida), na tabela está indicando cabo de 50 mm², então serão utilizados dois cabos de 50 mm² por fase.

3.3 Classe de Isolação

As classes de isolamento são definidas em função do limite de temperatura que o conjunto de materiais que formam o isolamento pode suportar continuamente sem que a sua vida útil seja afetada. A combinação de dois ou mais materiais isolantes usados em um equipamento elétrico denomina-se sistema isolante. Essa combinação num motor elétrico consiste do fio magnético, isolamento do fundo de ranhura, isolamento de fechamento de ranhura, isolamento entre fases, verniz ou capa de isolamento dos fios, isolamento do cabo de ligação, isolamento de solda, etc. Qualquer componente que esteja em contato direto com a bobina é considerado parte do sistema de isolamento.

Os limites de elevação de temperatura para cada classe de isolamento segundo a norma brasileira são os seguintes:

| TEMPERATURA MÁXIMA | CLASSE DE TEMPERATURA IEC 85 |
|--------------------|---------------------------------|
| 90°C | Y |
| 105°C | A |
| 120°C | E |
| 130°C | B |
| 155°C | F |
| 180°C | H |

Tabela 16 – Classes de isolamento dos motores.

IMPORTANTE: Os motores HIGRA se classificam na classe Y, ou seja, podem suportar temperaturas resultantes de trabalho de até 90°C.

A vida útil de um motor depende fundamentalmente da isolamento de seus enrolamentos. Ambientes corrosivos, umidade, vibração, são alguns fatores que afetam a isolamento destes, porém a temperatura de operação dos materiais isolantes é sem dúvida o fator mais crítico. Ultrapassar em dez (10) graus a temperatura da isolamento significa reduzir praticamente a metade de sua vida útil.

3.4 Grau de proteção

Os invólucros das máquinas elétricas são construídos de acordo com o tipo de utilização, de modo a atender especificações de proteção contra a penetração prejudicial de corpos sólidos e líquidos. A norma brasileira NBR 6146 define os graus de proteção através das letras IP seguidas de dois numerais característicos, com os seguintes significados:

Primeiro numeral característico: indica o grau de proteção contra contatos acidentais de pessoas e a penetração prejudicial de corpos sólidos.

| PRIMEIRO NUMERAL | |
|------------------|---|
| NUMERAL | INDICAÇÃO |
| 0 | Não protegido. |
| 1 | Protegido contra objetos sólidos maiores que 50mm. |
| 2 | Protegido contra objetos sólidos maiores que 12mm. |
| 3 | Protegido contra objetos sólidos maiores que 2,5mm. |
| 4 | Protegido contra objetos sólidos maiores que 1,0mm. |
| 5 | Protegido contra poeira prejudicial ao motor. |
| 6 | Totalmente protegido contra poeira. |

Tabela 17 – Primeiro numeral característico do Grau de Proteção.

Segundo numeral característico: indica o grau de proteção contra a penetração prejudicial de água.

| SEGUNDO NUMERAL | |
|-----------------|--|
| NUMERAL | INDICAÇÃO |
| 0 | Não protegido. |
| 1 | Protegido contra quedas verticais de gotas de água. |
| 2 | Protegido contra a queda de gotas de água para uma inclinação máxima de 15°. |
| 3 | Protegido contra água aspergida de um ângulo de 60° da vertical (chuva). |
| 4 | Protegido contra projeção de água de qualquer direção. |
| 5 | Protegido contra jato de água de qualquer direção. |
| 6 | Protegido contra ondas do mar ou de água projetada em jatos potentes. |
| 7 | Protegido contra imersão em água, sob condições definidas de tempo e pressão. |
| 8 | Protegido para submersão contínua em água nas condições especificadas para fabricação. |

Tabela 18 – Segundo numeral característico do Grau de Proteção.

As normas de motores elétricos permitem a utilização de informações suplementares, através de letras junto aos numerais característicos, que indicam procedimentos especiais durante os ensaios, ou utilização sob condições atmosféricas especiais. As letras S, M ou W só devem ser utilizadas com os seguintes significados:

W – Colocado entre as letras IP e os numerais característicos, indica que o equipamento é projetado para utilização sob condições atmosféricas específicas e prevê medidas ou procedimentos complementares de proteção previamente combinados entre fabricantes e usuários.

A letras S e M, colocadas após os numerais característicos, indicam condições específicas de ensaio.

S – Indica que o ensaio contra penetração de água deve ser efetuado com o equipamento em repouso.

M – Indica que o mesmo ensaio deve ser efetuado com o equipamento em funcionamento.

IMPORTANTE: Os motores HIGRA se classificam no grau IPW 68, conforme NBR 6146.

3.5 Fator de Serviço

O fator de serviço é o multiplicador que quando aplicado à potência nominal do motor, indica sobrecarga permissível que pode ser aplicada continuamente sob condições específicas, sem aquecimento prejudicial. Ou em outras palavras, significa que o motor pode fornecer mais potência que a especificada na placa de identificação, uma vez mantida a tensão e a frequência previstas.

Por exemplo: um motor de 10cv, 60Hz, 220V, com um fator de serviço (FS) 1,15 pode ser usado com uma sobrecarga contínua de até 15% mantidos os 60Hz, 220V, isto é, 11,5cv sem aquecimento prejudicial.

IMPORTANTE: Os motores HIGRA possuem fator de serviço de 1,15.

3.6 Proteções Elétricas

Os sistemas de proteção de motores elétricos destinam-se a impedir condições de operação perigosas que possam causar danos pessoais e aos equipamentos. Os dispositivos atuais de proteção têm sua atenção baseada num dos seguintes parâmetros:

- a) Corrente de linha do motor;
- b) Temperatura Interna do motor.

Normalmente sua atuação ocorre por somente um dos parâmetros acima, porém existem protetores que utilizam as duas características. Convém informar que a seleção do protetor adequado requer um criterioso estudo do regime de funcionamento do motor, o que evitará problemas futuros.

ATENÇÃO: Todo e qualquer equipamento HIGRA deve ser conectado a um quadro de comando com as proteções elétricas compatíveis com a potência do motor elétrico, promovendo assim a proteção completa do motor, visto que a queima do mesmo não está dentro dos termos de garantia.

3.6.1 Protetores com resposta à corrente

Estes dispositivos devem ser instalados entre o motor e o seu sistema de controle. Seu princípio básico de funcionamento reside no fato de que um aumento na corrente de linha provoca uma conseqüente elevação da temperatura devido às perdas ocasionadas no material condutor do dispositivo. Os protetores com resposta à corrente fornecem adequada segurança contra as mais comuns causas de sobrecargas, onde o aumento da corrente de linha seja apreciável. Entretanto, estes dispositivos não respondem a sobre temperaturas causadas por condições ambientais (temperatura ambiente acima de 40°C e por falhas de ventilação). A seguir são analisados alguns dos dispositivos mais comumente utilizados em baixa tensão.

3.6.1.1 Fusíveis

São elementos ligados em série com as fases do circuito. Sua operação consiste na fusão de um elemento condutor de pequena seção transversal que, devido a sua alta resistência, sofre um aquecimento maior que os demais condutores. Para motores são utilizados fusíveis com retardo para evitar a “queima” dos mesmos com as altas correntes originadas durante a sua partida. Os fusíveis proporcionam a melhor proteção contra as correntes de curto-circuito, porém são inadequados como proteção para sobrecargas, principalmente devido aos mesmos serem fabricados em calibres padronizados (2, 4, 6, 10A, etc.). Além disso, para pequenas sobrecargas de 1,0 a 2,0 vezes a corrente nominal, o tempo de fusão é demasiadamente longo, podendo danificar o isolamento do motor.

3.6.1.2 Disjuntores

São dispositivos de proteção que podem atuar como simples interruptores de corrente nas condições normais do circuito e como proteção nas condições anormais do mesmo. Existem dois tipos básicos de disjuntores: os abertos (ou “de força”) geralmente trifásicos e os caixa moldada que podem ser mono, bi ou trifásicos. Os disjuntores mais comumente utilizados possuem disparadores térmicos para proteção contra sobrecargas e disparadores eletromagnéticos para proteção contra curto-circuito (disjuntores termomagnéticos).

A grande vantagem dos disjuntores em relação aos fusíveis é a capacidade de interrupção da corrente nas três fases simultaneamente. Com fusíveis, há a possibilidade de ocorrer a “queima” de somente um, deixando o motor ligado em duas fases. Além disso, os disjuntores oferecem proteção contra sobrecargas. Entre as desvantagens dos disjuntores, podemos citar o custo elevado e a menor velocidade de atuação em curto-circuitos.

3.6.1.3 Relés Térmicos

São dispositivos que utilizam o efeito térmico da corrente em um par bimetálico. O relé térmico entra em ação ou por uma pequena sobrecarga de longa duração ou por uma forte sobrecarga ainda que de curta duração. No caso de interrupção de uma das fases, nos motores trifásicos, haverá um aumento de corrente nas outras duas fases o que forçará a atuação do relé, após algum tempo. Os relés térmicos são largamente utilizados devido a sua versatilidade de instalação em contactoras e regulação da corrente de atuação. O conjunto relé + fusível oferece proteção total ao motor contra sobre aquecimento gerado por corrente.

3.6.2 Protetores com resposta à temperatura

Estes protetores são colocados no interior dos motores (normalmente nas cabeceiras das bobinas) e fornecem a proteção contra todos os tipos de falhas a que o equipamento está sujeito, pois sensoram diretamente a temperatura dos enrolamentos. A seguir, uma breve análise destes dispositivos.

3.6.2.1 Termorresistores (PT-100)

São elementos onde sua operação é baseada na característica de variação da resistência com a temperatura, intrínseca a alguns materiais, geralmente platina, níquel ou cobre. Possuem resistência calibrada, que varia linearmente com a temperatura, possibilitando um acompanhamento contínuo do processo de aquecimento do motor pelo display do controlador, com alto grau de precisão e sensibilidade de resposta. Como desvantagem, estes sensores e os circuitos de controle são de alto custo.

3.6.2.2 Termistores (PTC e NTC)

O termistor é um semicondutor instalado nas cabeceiras das bobinas que varia sua resistência bruscamente ao atingir uma determinada temperatura. Existem dois tipos básicos de termistores, que são:

- PTC (coeficiente de temperatura positiva);
- NTC (coeficiente de temperatura negativa).

O termistor PTC, utilizado em motores, é alimentado por corrente contínua através de um circuito auxiliar. Caso ocorra uma elevação da temperatura acima do valor limite do termistor, o mesmo sofre um brusco aumento em sua resistência interna, passando de condutor a isolante. A interrupção da corrente no circuito aciona um relé que desliga o circuito principal. Também pode ser utilizado para sistemas de alarme ou alarme e desligamento.

O termistor NTC funciona de uma maneira inversa e normalmente não é utilizado em motores elétricos, pois os circuitos eletrônicos de controle disponíveis geralmente são para o PTC.

Os termistores possuem uma resposta instantânea à elevação da temperatura e oferecem proteção total ao motor. Não é adequada a sua utilização em motores sujeitos a pequenas sobrecargas temporárias, em que o motor ultrapassa a temperatura limite brevemente e depois retorna ao normal, pois o termistor atuará indevidamente. Os termistores possuem tamanho reduzido e não sofrem desgastes mecânicos, porém não permitem o acompanhamento contínuo do processo de aquecimento do motor. Os termistores com seus respectivos circuitos eletrônicos de controle oferecem proteção completa contra sobre aquecimentos produzidos por falta de fase, sobrecarga, sub ou sobre tensões ou freqüentes operações de reversão ou liga-desliga.

3.6.2.3 Termostatos

São detectores térmicos do tipo bimetálico com contatos de prata normalmente fechados, que se abrem quando ocorre determinada elevação de temperatura. Quando a temperatura de atuação do bimetálico baixar, este volta a sua forma original instantaneamente, permitindo o fechamento dos contatos novamente. Os termostatos podem ser destinados para sistemas de alarme, desligamento ou ambos.

3.6.2.4 Protetor Térmico

O protetor térmico é um dispositivo do tipo bimetálico com contatos normalmente fechados. Utilizados, principalmente, para proteção contra sobre aquecimento em motores de indução monofásicos, provocado por sobrecargas, travamento do rotor, quedas de tensão, etc. O protetor térmico consiste basicamente em um disco bimetálico que possui dois contatos móveis, uma resistência e um par de contatos fixos. Os protetores térmicos podem ser utilizados como sensores que atuam sobre um sistema de comando externo para motores trifásicos.

3.7 Tipos de Partida Elétrica

Os sistemas de acionamento têm como funções básicas a conexão e desconexão do motor à rede de alimentação e o comando e o controle das características de desempenho durante a partida (velocidade, conjugado, potência, corrente, etc). Os sistemas mais simples consistem em chaves liga/desliga e os

mais complexos condicionam a energia elétrica de excitação de forma a se obter as características de desempenho desejadas.

Os valores de tensão padronizados no Brasil em redes industriais trifásicas são em baixa tensão: 220V, 380V e 440V e em média tensão: 2300V, 4160V e 6600V. Em redes monofásicas 115V (popularmente conhecida como rede de 110V) e 220V.

A NBR-7094 especifica que os motores elétricos de indução devem funcionar de forma satisfatória, à frequência e potência nominais, sob variação ocasional da tensão dentro do limite de mais ou menos 10% do valor nominal. Existem dois padrões internacionais de frequência para redes elétricas: 50 e 60 Hz. No Brasil, a frequência padronizada é de 60 Hz. A frequência de operação dos motores está especificada em sua placa de identificação e a NBR 7094 prescreve que os mesmos devem funcionar de modo satisfatório sob tensão e potências nominais, com variação de frequência dentro de mais ou menos 5% da nominal ou sob variação conjunta de tensão e frequência de mais ou menos 10%, desde que a última não supere os 5%.

Os dispositivos de acionamento dos motores podem ser classificados em dois grupos: Partida a Plena Carga e Partida com Carga Reduzida.

3.7.1 - Partida a Plena Carga

3.71.1 – Partida com Chave Manual

É utilizado para pequenos motores. Consiste de um mecanismo operado manualmente que conecta e desconecta o motor à rede. Neste tipo de partida são conectados apenas três cabos à chave.

3.7.1.2 – Partida com Chave Magnética (contactora)

Este dispositivo contém um mecanismo de abertura e fechamento de contatos no circuito do motor e pode ter acoplado uma proteção térmica contra sobre aquecimento. Quando a bobina é energizada, o circuito do motor é fechado através de contatos móveis. Desenergizando-se a bobina os contatos abrem o circuito, através de uma mola. Estes dispositivos frequentemente são controlados por botoeiras, chaves fim de curso, temporizadores, relés, interruptores de pressão, chaves bóia, etc. Neste tipo de partida são conectados apenas três cabos à chave e desta forma, para os equipamentos que são fornecidos com seis cabos, deve-se fazer o fechamento dos seis cabos para a tensão de partida desejada.

3.7.2 - Partida com Carga Reduzida

Determinadas cargas ou máquinas necessitam de partidas suaves e acelerações gradativas, não suportando os altos valores de conjugado produzidos na partida do motor a plena tensão. Além disso, em redes de distribuição em baixa tensão, a maioria das concessionárias de energia elétrica limitam a potência de partida direta em 5 e 7,5cv (220 e 380V) devido aos altos picos da corrente de partida e conseqüente flutuação de tensão ocasionada na rede de alimentação. Para limitar a corrente de partida dos motores, são utilizados dispositivos redutores de tensão durante a partida, os quais são brevemente descritos a seguir:

3.7.2.1 – Partida com Chave Compensadora

As chaves compensadoras foram desenvolvidas para diminuir o pico de corrente proveniente da partida de motores, porém deixando-os com conjugado suficiente para a partida e aceleração com carga. Nas chaves compensadoras, a tensão é reduzida por meio de um autotransformador que possui, normalmente, terminais de 65% a 80% da tensão nominal, afim de que os motores possam partir satisfatoriamente. Na partida, a corrente e o conjugado ficam reduzidos a aproximadamente 42% e 64% dos valores atingidos em partida direta, para os terminais de 65% e 80% respectivamente.

As vantagens desta chave estão na passagem de carga reduzida para a tensão da rede, onde o pico de corrente é bastante reduzido, visto que o autotransformador por curto espaço de tempo torna-se uma reatância. Este tipo de chave é bastante utilizado na partida de carga com alta inércia, como bombas, ventiladores ou outras máquinas que demoram para atingir a velocidade nominal. Também podem ser utilizadas com qualquer que seja a tensão nominal do motor.

Como desvantagens estão a redução da corrente que é ajustada conforme o TAP utilizado no autotransformador, onde a determinação do autotransformador adequado requer que seja conhecida a frequência de manobras. Estes equipamentos são de grande volume, devido ao autotransformador, e de maior custo.

Este tipo de chave utiliza a conexão de três cabos, ou seja, em equipamentos HIGRA de potência superior a 25 CV, deve-se fazer o fechamento dos seis cabos conforme a tensão da rede:

- Fechamento em Triângulo: neste tipo de ligação através do fechamento dos cabos 1-6, 2-4 e 3-5, o motor irá trabalhar na menor tensão. Exemplo: Um motor 380/660V com fechamento em triângulo irá trabalhar em 380V.

- Fechamento em Estrela: neste tipo de ligação através do fechamento dos cabos 1-2-3 e da ligação no quadro elétrico dos cabos 4, 5 e 6, o motor irá trabalhar na maior tensão. Exemplo: Um motor 220/380V com fechamento em estrela irá trabalhar em 380V.

3.7.2.2 – Partida com Chave Estrela-Triângulo

As chaves estrela-triângulo foram desenvolvidas para diminuir o pico de corrente proveniente da partida de motores. Na ligação estrela, os motores podem partir, no máximo, com até 30% de sua carga nominal, pois na partida a corrente se reduz a aproximadamente 1/3 dos valores atingidos em partida direta. Para utilização desta chave a curva de conjugados dos motores deverá ser suficientemente elevada para poder garantir a aceleração das máquinas de até, aproximadamente, 95% da rotação nominal, com a corrente de partida. Os motores deverão permitir a ligação em dupla tensão (220/380V, 380/660V ou 440/760V), portanto com 6 cabos acessíveis.

Para exemplificar a partida deste tipo de chave em uma rede elétrica de 380 V, pode-se acionar apenas motores bobinados em 380/660V e que possuem seis cabos. Se a rede for de 220 V, pode-se acionar apenas motores bobinados em 220/380V e que possuem também seis cabos. Para a rede de 440V os motores devem ser de 440/760V.

Como vantagens deste tipo de partida estão o menor custo, o pequeno espaço físico requerido e o fato de não possuir limite em relação ao número de manobras. E como restrições estão o fato de que a tensão da rede deve coincidir com a tensão em triângulo do motor, que a chave só pode ser aplicada a

motores que possuam seis terminais e que a comutação de estrela para triângulo antes do tempo previsto, promoverá um pico de corrente muito elevado, o que invalida o uso do dispositivo.

3.7.2.3 – Partida com Chave Soft Starter

As *Soft Starters* são chaves de partida estática, destinadas à aceleração, desaceleração e proteção de motores de indução trifásicos. O controle da tensão aplicada ao motor, mediante o ajuste do ângulo de disparo dos tiristores (dispositivo semicondutor que permite o chavemaneto do estado de corte para o estado de condução e vice-versa), permite obter partidas e paradas suaves. Com o ajuste adequado das variáveis, o torque produzido é ajustado à necessidade da carga, garantindo, desta forma, que a corrente solicitada seja a mínima necessária para a partida.

A *Soft Starter* é ideal no acionamento de bombas hidráulicas em geral, pois as correntes de partida devem ser reduzidas de forma a evitar sobrecargas no sistema, durante a partida. Este tipo de chave possui proteção de sobrecarga incorporada, de forma a reduzir espaço no painel e cabeamentos adicionais. Com o uso deste tipo de chave as partidas e paradas destas bombas são controladas de forma a minimizar os estresses mecânicos e picos de torque durante esses processos. Em aplicações como bombas e compressores, a *Soft Starter* permite a eliminação definitiva das chaves estrela-triângulo, trazendo benefícios mensuráveis na sua aplicação, como: relé de sobrecarga integrado, a proteção para a chave, *led's* de visualização de estado de operação e possíveis falhas, compactação do painel, redução drástica da dissipação térmica, entre outras.

Soft starters limitam a corrente de partida e o torque inicial. A fadiga mecânica (stress mecânico), assim como distúrbios de tensão na rede (queda de tensão, por exemplo), são evitados. A tensão do motor é reduzida utilizando-se controle de fase e é aumentada até a tensão nominal do sistema dentro de um tempo pré-determinado (tempo de rampa). Partida e parada suave em motores garantem o mínimo de perdas mecânicas e elétricas nos sistemas.

Para *soft starters* básicos, o tempo de partida, tensão inicial de rampa e tempo de parada são facilmente ajustados através de potenciômetros. Isto também se aplica aos *soft starters* com proteção de sobrecarga incorporada: ajuste de sobrecarga do motor, ajuste de classe e limite de corrente podem ser ajustados via potenciômetros. A ampla gama de funções das *soft starters* para aplicações severas (alta funcionalidade) são facilmente ajustadas, utilizando-se um *display* LCD, permitindo extrema facilidade de comissionamento do equipamento.

As vantagens deste tipo de chave são:

- Volume pequeno, com grande redução de espaço em painéis
- Proteção de sobrecarga do motor incorporada
- Redução de picos de corrente através do ajuste de limite de corrente
- Ajuste da classe de disparo (Classes 10, 15, 20 e OFF)
- Rearme automático ou manual dos disparos
- *LED's* de sinalização de estado
- Redução de perdas, devido aos contatos de *by-pass* já integrados
- Ajustes precisos de tensão e corrente, garantindo uma melhor performance a bomba.

4. PERDAS DE CARGA EM TUBULAÇÃO

Para o cálculo da perda de carga total em uma instalação, deve-se estimar a perda de carga ao longo da tubulação de bombeio. A tabela abaixo mostra as perdas de carga em tubulações de aço galvanizado, conforme a vazão desejada e o diâmetro da tubulação a ser utilizada.

| | | PERDAS DE CARGA (m/m) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|--------|--|
| | | DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VAZÃO (l/s) | VAZÃO (m³/h) | 4" | 5" | 6" | 8" | 10" | 12" | 13.3/4" | 15.3/4" | 17.11/16" | 19.5/8" | 21.5/8" | 23.5/8" | 25.3/16" | 27.1/2" | 30" | 31.1/2" | 40" | |
| | | 100mm | 125mm | 150mm | 200mm | 250mm | 300mm | 350mm | 400mm | 450mm | 500mm | 550mm | 600mm | 640mm | 700mm | 760mm | 800mm | 1000mm | |
| 5.56 | 20 | 0,0065 | 0,0022 | 0,0009 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.94 | 25 | 0,0098 | 0,0033 | 0,0014 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.33 | 30 | 0,0137 | 0,0046 | 0,0019 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.72 | 35 | 0,0183 | 0,0062 | 0,0025 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.11 | 40 | 0,0234 | 0,0079 | 0,0032 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.50 | 45 | 0,0291 | 0,0098 | 0,0040 | 0,0010 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.89 | 50 | 0,0353 | 0,0119 | 0,0049 | 0,0012 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.28 | 55 | 0,0421 | 0,0142 | 0,0058 | 0,0014 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16.67 | 60 | 0,0495 | 0,0167 | 0,0069 | 0,0017 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.06 | 65 | 0,0574 | 0,0194 | 0,0080 | 0,0020 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.44 | 70 | 0,0658 | 0,0222 | 0,0091 | 0,0023 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20.83 | 75 | 0,0748 | 0,0252 | 0,0104 | 0,0026 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.22 | 80 | 0,0842 | 0,0284 | 0,0117 | 0,0029 | 0,0010 | | | | | | | | | | | | | |
| 23.61 | 85 | 0,0942 | 0,0318 | 0,0131 | 0,0032 | 0,0011 | | | | | | | | | | | | | |
| 25.00 | 90 | 0,1047 | 0,0353 | 0,0145 | 0,0036 | 0,0012 | | | | | | | | | | | | | |
| 26.39 | 95 | 0,1158 | 0,0390 | 0,0161 | 0,0040 | 0,0013 | | | | | | | | | | | | | |
| 27.78 | 100 | 0,1273 | 0,0429 | 0,0177 | 0,0044 | 0,0015 | | | | | | | | | | | | | |
| 33.33 | 120 | 0,1783 | 0,0602 | 0,0248 | 0,0061 | 0,0021 | 0,0008 | | | | | | | | | | | | |
| 41.67 | 150 | 0,2695 | 0,0909 | 0,0374 | 0,0092 | 0,0031 | 0,0013 | | | | | | | | | | | | |
| 55.56 | 200 | 0,4589 | 0,1548 | 0,0637 | 0,0157 | 0,0053 | 0,0022 | 0,0010 | | | | | | | | | | | |
| 69.44 | 250 | 0,6934 | 0,2339 | 0,0963 | 0,0237 | 0,0080 | 0,0033 | 0,0016 | | | | | | | | | | | |
| 83.33 | 300 | 0,9715 | 0,3277 | 0,1349 | 0,0332 | 0,0112 | 0,0046 | 0,0022 | 0,0011 | | | | | | | | | | |
| 97.22 | 350 | | 0,4359 | 0,1794 | 0,0442 | 0,0149 | 0,0061 | 0,0029 | 0,0015 | | | | | | | | | | |
| 111.11 | 400 | | 0,5580 | 0,2296 | 0,0566 | 0,0191 | 0,0079 | 0,0037 | 0,0019 | 0,0011 | | | | | | | | | |
| 125.00 | 450 | | 0,6939 | 0,2855 | 0,0703 | 0,0237 | 0,0098 | 0,0046 | 0,0024 | 0,0014 | | | | | | | | | |
| 138.89 | 500 | | 0,8432 | 0,3470 | 0,0855 | 0,0288 | 0,0119 | 0,0056 | 0,0029 | 0,0016 | | | | | | | | | |
| 152.78 | 550 | | | 0,4139 | 0,1020 | 0,0344 | 0,0142 | 0,0067 | 0,0035 | 0,0020 | 0,0012 | | | | | | | | |
| 166.67 | 600 | | | 0,4862 | 0,1198 | 0,0404 | 0,0166 | 0,0078 | 0,0041 | 0,0023 | 0,0014 | | | | | | | | |
| 180.56 | 650 | | | 0,5638 | 0,1389 | 0,0468 | 0,0193 | 0,0091 | 0,0047 | 0,0027 | 0,0016 | 0,0010 | | | | | | | |
| 194.44 | 700 | | | 0,6466 | 0,1593 | 0,0537 | 0,0221 | 0,0104 | 0,0054 | 0,0031 | 0,0018 | 0,0012 | | | | | | | |
| 208.33 | 750 | | | 0,7347 | 0,1810 | 0,0610 | 0,0251 | 0,0119 | 0,0062 | 0,0035 | 0,0021 | 0,0013 | | | | | | | |
| 222.22 | 800 | | | 0,8278 | 0,2039 | 0,0688 | 0,0283 | 0,0134 | 0,0070 | 0,0039 | 0,0024 | 0,0015 | 0,0010 | | | | | | |
| 236.11 | 850 | | | 0,9261 | 0,2281 | 0,0770 | 0,0317 | 0,0149 | 0,0078 | 0,0044 | 0,0026 | 0,0017 | 0,0011 | | | | | | |
| 250.00 | 900 | | | | 0,2536 | 0,0855 | 0,0352 | 0,0166 | 0,0087 | 0,0049 | 0,0029 | 0,0018 | 0,0012 | | | | | | |
| 263.89 | 950 | | | | 0,2803 | 0,0945 | 0,0389 | 0,0184 | 0,0096 | 0,0054 | 0,0032 | 0,0020 | 0,0013 | 0,0010 | | | | | |
| 277.78 | 1000 | | | | 0,3082 | 0,1039 | 0,0428 | 0,0202 | 0,0105 | 0,0059 | 0,0036 | 0,0022 | 0,0015 | 0,0011 | | | | | |
| 333.33 | 1200 | | | | 0,4318 | 0,1456 | 0,0599 | 0,0283 | 0,0148 | 0,0083 | 0,0050 | 0,0031 | 0,0020 | 0,0015 | 0,0010 | | | | |
| 388.89 | 1400 | | | | 0,5743 | 0,1937 | 0,0797 | 0,0376 | 0,0196 | 0,0111 | 0,0066 | 0,0042 | 0,0027 | 0,0020 | 0,0013 | 0,0009 | 0,0007 | 0,0002 | |
| 444.44 | 1600 | | | | 0,7352 | 0,2480 | 0,1021 | 0,0482 | 0,0251 | 0,0142 | 0,0085 | 0,0053 | 0,0035 | 0,0025 | 0,0016 | 0,0011 | 0,0009 | 0,0003 | |
| 500.00 | 1800 | | | | 0,9142 | 0,3084 | 0,1269 | 0,0599 | 0,0313 | 0,0176 | 0,0105 | 0,0066 | 0,0043 | 0,0032 | 0,0020 | 0,0014 | 0,0011 | 0,0004 | |
| 555.56 | 2000 | | | | | 0,3747 | 0,1542 | 0,0728 | 0,0380 | 0,0214 | 0,0128 | 0,0081 | 0,0053 | 0,0039 | 0,0025 | 0,0017 | 0,0013 | 0,0004 | |
| 694.44 | 2500 | | | | | 0,5662 | 0,2330 | 0,1100 | 0,0574 | 0,0323 | 0,0194 | 0,0122 | 0,0080 | 0,0058 | 0,0038 | 0,0025 | 0,0020 | 0,0007 | |
| 833.33 | 3000 | | | | | 0,7934 | 0,3265 | 0,1541 | 0,0804 | 0,0453 | 0,0271 | 0,0171 | 0,0112 | 0,0082 | 0,0053 | 0,0035 | 0,0028 | 0,0009 | |

A tabela foi calculada através da equação de Hasen Willians:

$$J = (10,643 \times Q^{1,85}) / (1251,85 \times D^{4,87})$$

Onde: J = Perda de carga (m/m)
Q = Vazão (m³/s)
D = Diâmetro (m)

Tabela 19 – Perda de carga em tubulações.

Exemplo:

Calcular a perda de carga em uma instalação com desnível geométrico de 20m, utilizando-se 300m de tubo de aço galvanizado de Ø40cm e considerando uma vazão de bombeio de 800m³/h.

Através da tabela acima, seguindo a coluna da tubulação de Ø400mm, obtém-se através da linha de 800m³/h a seguinte perda de carga: **0,007m/m**

Considerando os 300m de tubo e sabendo que:

$$\text{Perda de carga total na tubulação} = \text{Perda de carga (m/m)} \times \text{Comprimento Total}$$

$$\text{Perda de carga total na tubulação} = 0,007 \times 300$$

$$\text{Perda de carga total na tubulação} = 2,1\text{mca}$$

Sendo assim, a perda total nesta instalação sem considerar acessórios (curvas, válvulas, flanges, etc.) é:

Perda de carga total = Perda de carga total na tubulação + Desnível Geométrico

Perda de carga total = 2,1 + 20

Perda de carga total = 22,1mca

OBSERVAÇÃO: Para o cálculo de perdas de carga em tubulações de PVC, utiliza-se aproximadamente 80% das perdas de cargas apresentadas anteriormente. Para a estimativa em tubulações de aço ou ferro envelhecidas, deve-se acrescentar aproximadamente 3% sobre os valores da tabela.

4.1 Perdas de Carga em Acessórios

Além das perdas de carga existentes ao longo das tubulações, devem-se considerar os acessórios no cálculo de perda de carga total. Nestes acessórios estão os flanges, as curvas, cotovelos, válvulas, derivações, barriletes, etc.

Abaixo segue uma tabela da metragem correspondente que cada acessório adicionado a uma instalação representa. Este valor tabelado deve ser somado a metragem linear da tubulação e então compor o cálculo de perda de carga.

| | COMPRIMENTOS EQUIVALENTES A PERDAS LOCALIZADAS (EM METROS DE TUBO EQUIVALENTE) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|--------|
| | DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4" | 5" | 6" | 8" | 10" | 12" | 13.3/4" | 15.3/4" | 17.11/16" | 19.5/8" | 21.5/8" | 23.5/8" | 25.3/16" | 27.1/2" | 30" | 31.1/2" | 40" |
| | 100mm | 125mm | 150mm | 200mm | 250mm | 300mm | 350mm | 400mm | 450mm | 500mm | 550mm | 600mm | 640mm | 700mm | 760mm | 800mm | 1000mm |
| COTOVELO 90° RAI LONGO | 2,20 | 2,75 | 3,30 | 4,40 | 5,50 | 6,60 | 7,70 | 8,80 | 9,90 | 11,00 | 12,10 | 13,20 | 14,08 | 15,40 | 16,72 | 17,60 | 22,00 |
| COTOVELO 90° RAI MÉDIO | 2,85 | 3,56 | 4,28 | 5,70 | 7,13 | 8,55 | 9,98 | 11,40 | 12,83 | 14,25 | 15,68 | 17,10 | 18,24 | 19,95 | 21,66 | 22,80 | 28,50 |
| COTOVELO 90° RAI CURTO | 3,40 | 4,25 | 5,10 | 6,80 | 8,50 | 10,20 | 11,90 | 13,60 | 15,30 | 17,00 | 18,70 | 20,40 | 21,76 | 23,80 | 25,84 | 27,20 | 34,00 |
| COTOVELO 45° | 1,54 | 1,93 | 2,31 | 3,08 | 3,85 | 4,62 | 5,39 | 6,16 | 6,93 | 7,70 | 8,47 | 9,24 | 9,86 | 10,78 | 11,70 | 12,32 | 15,40 |
| CURVA 90° R/D=1,5 | 1,28 | 1,60 | 1,92 | 2,56 | 3,20 | 3,84 | 4,48 | 5,12 | 5,76 | 6,40 | 7,04 | 7,68 | 8,19 | 8,96 | 9,73 | 10,24 | 12,80 |
| CURVA 45° | 0,78 | 0,98 | 1,17 | 1,56 | 1,95 | 2,34 | 2,73 | 3,12 | 3,51 | 3,90 | 4,29 | 4,68 | 4,99 | 5,46 | 5,93 | 6,24 | 7,80 |
| REGISTRO DE GAVETA ABERTO | 0,70 | 0,88 | 1,05 | 1,40 | 1,75 | 2,10 | 2,45 | 2,80 | 3,15 | 3,50 | 3,85 | 4,20 | 4,48 | 4,90 | 5,32 | 5,60 | 7,00 |
| REGISTRO DE GLOBO ABERTO | 34,20 | 42,75 | 51,30 | 68,40 | 85,50 | 102,60 | 119,70 | 136,80 | 153,90 | 171,00 | 188,10 | 205,20 | 218,88 | 239,40 | 259,92 | 273,60 | 342,00 |
| REGISTRO DE ÂNGULO ABERTO | 17,15 | 21,44 | 25,73 | 34,30 | 42,88 | 51,45 | 60,03 | 68,60 | 77,18 | 85,75 | 94,33 | 102,90 | 109,76 | 120,05 | 130,34 | 137,20 | 171,50 |
| TÊ 90° PASSAGEM DIRETA | 2,18 | 2,73 | 3,27 | 4,36 | 5,45 | 6,54 | 7,63 | 8,72 | 9,81 | 10,90 | 11,99 | 13,08 | 13,95 | 15,26 | 16,57 | 17,44 | 21,80 |
| TÊ 90° SAÍDA LATERAL | 6,90 | 8,63 | 10,35 | 13,80 | 17,25 | 20,70 | 24,15 | 27,60 | 31,05 | 34,50 | 37,95 | 41,40 | 44,16 | 48,30 | 52,44 | 55,20 | 69,00 |
| TÊ 90° SAÍDA BILATERAL | 6,90 | 8,63 | 10,35 | 13,80 | 17,25 | 20,70 | 24,15 | 27,60 | 31,05 | 34,50 | 37,95 | 41,40 | 44,16 | 48,30 | 52,44 | 55,20 | 69,00 |
| VÁLVULA DE PÉ COM CRIVO | 26,50 | 33,13 | 39,75 | 53,00 | 66,25 | 79,50 | 92,75 | 106,00 | 119,25 | 132,50 | 145,75 | 159,00 | 169,60 | 185,50 | 201,40 | 212,00 | 265,00 |
| VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO LEVE | 8,36 | 10,45 | 12,54 | 16,72 | 20,90 | 25,08 | 29,26 | 33,44 | 37,62 | 41,80 | 45,98 | 50,16 | 53,50 | 58,52 | 63,54 | 66,88 | 83,60 |
| VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PESADO | 13,00 | 16,25 | 19,50 | 26,00 | 32,50 | 39,00 | 45,50 | 52,00 | 58,50 | 65,00 | 71,50 | 78,00 | 83,20 | 91,00 | 98,80 | 104,00 | 130,00 |

Tabela 20 – Perda de carga em acessórios.

Exemplo:

Calcular a perda de carga em uma instalação com desnível geométrico de 20m, utilizando-se 500m de tubo de aço galvanizado de Ø300mm e considerando uma vazão de bombeio de 600m³/h. Nesta instalação serão utilizados 2 cotovelos de 90° com raio longo e 1 válvula de retenção do tipo leve.

Os acessórios devem ser somados ao comprimento da tubulação, então:

$$\text{Comprimento Total} = \text{Comprimento da Tubulação} + \text{Comprimento dos Acessórios}$$

$$\text{Comprimento Total} = 500 + 2 \times \text{Cotovelos de } 90^\circ \text{ raio longo} + 1 \times \text{Válvula de Retenção leve}$$

Através da tabela 18 os valores dos acessórios são lidos na coluna da tubulação de Ø300mm, então:

$$\text{Comprimento Total} = 500 + 2 \times 6,6 + 1 \times 25,08$$

$$\text{Comprimento Total} = 538,28\text{m}$$

Através da tabela 17, seguindo a coluna da tubulação de Ø300mm, obtém-se através da linha de 600m³/h a seguinte perda de carga: **0,0166m/m**, então:

$$\text{Perda de carga total na tubulação} = \text{Perda de carga (m/m)} \times \text{Comprimento Total}$$

$$\text{Perda de carga total na tubulação} = 0,0166 \times 538,28$$

$$\text{Perda de carga total na tubulação} = 8,93\text{mca}$$

Sendo assim, a perda total nesta instalação considerando os acessórios é:

$$\text{Perda de carga total} = \text{Perda de carga total na tubulação} + \text{Desnível Geométrico}$$

$$\text{Perda de carga total} = 8,93 + 20$$

$$\text{Perda de carga total} = 28,93\text{mca}$$

5. VERIFICAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO / MANUTENÇÃO PREVENTIVA

De acordo a disponibilidade de mão-de-obra e da responsabilidade da bomba instalada, recomenda-se as verificações descritas a seguir, sendo que em caso de anormalidade o responsável pela manutenção deve ser imediatamente comunicado.

5.1 Verificação Semestral

a) Ponto de operação da bomba:

- Vazão (através de medidor de vazão)
- Pressão (através de manômetro)

b) Corrente elétrica no ponto de operação (medição via painel de acionamento ou pelos cabos da bomba);

c) Tensão de alimentação do motor (medição via painel de acionamento ou via cabos de alimentação do painel);

d) Visualizar temperatura do equipamento no display do RTD;

e) Vibrações e ruídos anormais;

f) Vazamentos.

5.2 Verificação Anual

a) Intervalo na operação para verificação de dados elétricos;

- Medir resistência de isolamento do motor elétrico (Valor mínimo aceitável para resistência de isolamento é de 1000 MΩ de resistência aplicando-se 2,5 kV).

b) Recalibração dos instrumentos de medição.

Realizar também termografia nos terminais de conexão do motor e realizar o reaperto dos mesmos, abrir as emendas entre cabos do motor e cabos de alimentação dos mesmos para verificar a existência de umidade.

5.3 Verificação Bi-Anual

Desmontagem da bomba para manutenção através de uma assistência autorizada HIGRA. Esta verificação visa após a limpeza inspecionar minuciosamente de acordo os dados dimensionais o estado dos mancais, dos anéis de desgaste e deslizamento, dos rotores, das áreas de desgaste em geral e obrigatoriamente substituir componentes pré-estabelecidos assegurando o correto funcionamento do equipamento. Além disso, visa verificar o nível de fluido interno do motor e realizar sua reposição caso necessário.

Em instalações com boas condições de operação e líquido bombeado não agressivo aos materiais da bomba a verificação bi-anual poderá ser postergada. De acordo com o histórico do primeiro período de operação.

OBS: Existindo bomba reserva instalada, a mesma deverá ser colocada em operação mensalmente.

6. TERMO DE GARANTIA

Agradecemos a sua preferência por ter adquirido um produto HIGRA e temos certeza que ficará satisfeito com a sua compra. Se o produto avariar ou apresentar algum defeito durante o período de garantia, entre em contato com a pessoa ou empresa que lhe vendeu ou um membro autorizado da nossa rede de assistência técnica, cujos contatos poderá encontrar em nosso site ou nos catálogos dos produtos HIGRA. Sugerimos, no entanto, antes de qualquer contato aos nossos Agentes ou Serviços Técnicos Autorizados, que leia atentamente o manual de instruções para que evite incômodo desnecessário a sua garantia.

Através deste certificado de garantia ao consumidor, a HIGRA garante o funcionamento do produto, pelo período de seis (06) meses a partir da data de emissão da nota fiscal, estando incluída neste período a garantia legal de 90 dias, estabelecida pela lei 8078/90. Se, durante o período de garantia, o produto acusar problemas devidos a defeitos de fabricação, as Empresas Locais da HIGRA, Serviços Técnicos Autorizados ou Agentes de Assistência Técnica Autorizada, procederão, sem quaisquer encargos com mão-de-obra ou peças, a reparação ou (ao critério da HIGRA) a substituição do produto ou dos seus componentes defeituosos de acordo com as condições abaixo.

Condições deste Certificado de Garantia:

1. Esta garantia só será concedida quando a fatura ou nota fiscal de venda original (indicando a data de aquisição e tipo de produto) for apresentada com o produto defeituoso;
 - 1.1. A HIGRA reserva-se o direito de recusar a assistência em garantia, gratuita, se não forem apresentados os documentos acima descritos ou se o mesmo estiver ilegível.
2. Esta garantia não reembolsará nem cobrirá os danos resultantes de adaptações ou ajustamentos, que tenham sido feitos no produto sem o prévio consentimento escrito da HIGRA, de modo a satisfazer os padrões técnicos ou de segurança para os quais o produto foi originalmente concebido e produzido;
3. Esta garantia não produzirá efeitos se o número de série do produto tiver sido apagado, removido ou tornado ilegível;
4. Conforme o artigo 18 do Código de Defesa do Consumidor, a HIGRA tem até 30 dias, a partir do comunicado formal do cliente, para sanar o defeito ou trocar o produto;
5. Esta garantia não cobre nenhuma das seguintes situações:

5.1. Manutenção periódica, reparação ou substituição de peças devido ao desgaste normal;

5.2. Qualquer adaptação ou alteração para atualizar o produto relativamente as características que possuía quando foi comprado, descritas no manual de instruções, sem o consentimento prévio por escrito da HIGRA;

5.3. Custos de transporte, custos de deslocamento em reparações ao local onde está o equipamento e todos os riscos de transporte relacionados direta ou indiretamente com a garantia do produto;

5.4. Custos inerentes a retirada e instalação do equipamento;

5.5. Danos resultantes de:

- Uso indevido, incluindo, mas não exclusivamente, o uso do produto com um objetivo diferente do contratado ou não cumprimento das instruções da HIGRA para o correto uso e manutenção do produto;
- Instalação ou uso do produto de maneira a não cumprir com os padrões técnicos e de segurança expressos no manual do produto;
- Instalação incorreta ou imprópria de equipamentos ou acessórios de terceiros;
- Reparções efetuadas por Serviços Técnicos ou Agentes de Assistência não autorizados ou pelo próprio consumidor;
- Acidentes, relâmpagos, fogo, processo deficiente ou qualquer outra causa fora do controle da HIGRA;
- Falhas no sistema de fornecimento de energia elétrica, sobrecarga, picos de energia, e outros similares que acarretam na queima do motor elétrico;

5.6. Defeitos no sistema onde este produto esteja incorporado;

6. Esta garantia não afeta os direitos estatutários dos consumidores consagrados nas leis nacionais em vigor, nem os direitos dos consumidores sobre a Empresa que emanam do contrato de compra e venda estabelecido entre eles;

7. A presente garantia se limita ao produto fornecido, não se responsabilizando a HIGRA por danos a pessoas, a terceiros, outros equipamentos ou instalações, lucros cessantes ou quaisquer outros danos emergentes ou conseqüentes;

8. Acontecimentos não explícitos neste certificado serão analisados caso a caso.

NOTA: antes de colocar o equipamento em funcionamento, leia atentamente este manual e siga suas instruções.

IMPORTANTE: para que este termo de garantia entre em vigor, é necessário que o canhoto abaixo seja preenchido, destacado e enviado para a HIGRA. O envio pode ser feito pelo correio, por fax ou diretamente através de um de nossos representantes.

✂ -----
Através deste, confirmo o recebimento do manual de instalação do equipamento em questão.

CLIENTE: _____ NOTA FISCAL: _____

PRODUTO: _____ DATA: _____

NOME DO RESPONSÁVEL: _____ ASSINATURA: _____



CONHEÇA MAIS NOSSOS
PRODUTOS NO SITE:

WWW.HIGRA.COM.BR

HIGRA

Rua Dilceu Elias de Moura, 345

Bairro Arroio da Manteiga

São Leopoldo/RS

CEP 93135-390

Telefone: (51) 3778.2929

contato@higra.com.br

www.higra.com.br