



OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE DESCARGA DE VAGÕES TANQUE EM TERMINAL DE DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS

Jhonatan Ferreira da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: João Nazareno Nonato Quaresma

Belém

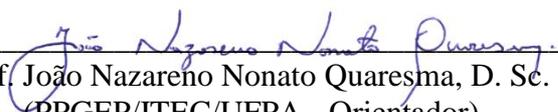
Novembro de 2017

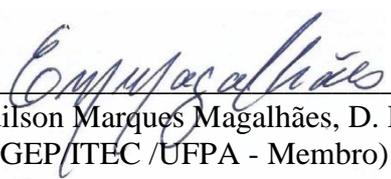
**OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE DESCARGA DE VAGÕES TANQUE EM
TERMINAL DE DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS**

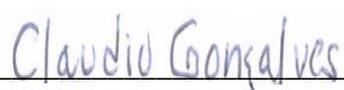
Jhonatan Ferreira da Silva

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE
PÓSGRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO
PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

Examinada por:


Prof. João Nazareno Nonato Quaresma, D. Sc.
(PPGEP/ITEC/UFPA - Orientador)


Prof. Edison Marques Magalhães, D. Eng.
(PPGEP/ITEC /UFPA - Membro)


Prof. Cláudio Gonçalves, Dr.
(DEE/EST/UEA - Membro)

BELÉM, PA – BRASIL
NOVEMBRO DE 2017

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistemas de Biblioteca da UFPA**

Silva, Jhonatan Ferreira da, 1986-
Otimização do tempo de descarga de vagões tanque em
terminal de distribuição de combustíveis / Jhonatan
Ferreira da Silva - 2017.

Orientador: João Nazareno Nonato Quaresma

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade
Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Belém, 2017.

1. Engenharia de produção 2. Mecânica dos fluidos 3.
Cargas e descargas 4. Combustíveis líquidos I. Título

CDD 23.ed.658.51

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu pai Alaércio por todos os sacrifícios sofridos na vida para que eu e meus irmãos aprendêssemos a ser boas pessoas, bons profissionais, íntegros e dedicados. Agradeço por ter desistido de alguns sonhos para que nós pudéssemos alcançar novos horizontes. Hoje, agradeço por me ensinar, mesmo na ausência, o tipo de homem que almejo ser para minha família por toda a vida.

Agradeço à minha mãe Terezinha por toda resiliência que sempre demonstrou por toda vida. Agradeço pela dedicação à um bem maior que superou dificuldades em busca de uma vitória que por certeza chegaria. Agradeço pela dedicação à nossa família e principalmente pelo cuidado ao nosso pai no momento em que ele mais precisou. Eu nunca vou conseguir expressar toda a gratidão que sinto.

Aos meus pais muito obrigado. Foi por vocês que cheguei aqui.

Aos meus irmãos Mayton e Lorena, meus exemplos de caráter e determinação que me enchem de orgulho pelas pessoas que se tornaram, pelos quais eu tenho mais um sentimento paternalista do que fraterno – apesar de também se portarem como meus pais de vez em quando. Pelos conselhos e planos para o futuro que se abre com esse título, o meu muito obrigado.

Agradeço aos amigos e irmãos de profissão que a Engenharia me presenteou: Ediluisse Miranda, Denis Pastório, Rodrigo Paulista, Poliana Paulista, Fernando Guimarães e Bruno Arantes. Obrigado pelo apoio e por compartilharem comigo essa estrada cheia de desafios, oportunidades e aprendizado.

Agradeço à empresa JV Engenharia Ltda, na pessoa do Sr Jorge Augusto Villalon Urbina, Engenheiro movido pelo desafio que no passado confiou em um rapaz com nenhuma experiência para ensinar e mostrar o caminho correto da profissão.

Agradeço a todos os docentes e funcionários da UFPA e do ITEGAM que fazem o curso ser o sucesso que é. Agradeço especialmente a meu orientador, Prof. João Nazareno Nonato Quaresma, pelo compromisso, dedicação e profissionalismo e à Tereza Felipe pelo carinho e cuidado com nossos objetivos. Meu muito obrigado.

*“Tudo tem o seu tempo determinado, e há
tempo para todo o propósito debaixo do
céu”*

(Eclesiastes 3:1)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE DESCARGA DE VAGÕES TANQUE EM TERMINAL DE DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS

Jhonatan Ferreira da Silva

Novembro/2017

Orientador: João Nazareno Nonato Quaresma

Área de Concentração: Engenharia de Processos

O bombeamento de combustíveis representa uma atividade essencial em refinarias e terminais de distribuição, correspondendo à grande parte da energia elétrica consumida nessas instalações. Este estudo teve como objetivo principal o desenvolvimento de solução que otimizasse a descarga de vagões tanque em um terminal de distribuição com janela de tempo pré-definida de operação. Havia condicionantes determinadas pela gerência do terminal visando reaproveitamento de equipamentos disponíveis que se provaram ineficazes, sendo posteriormente descartados. A solução a ser implantada contemplou o dimensionamento de bombas centrífugas e tubulações de acordo com as perdas de carga de cada um dos sistemas. Foi programada uma planilha de cálculo para determinação das curvas características de cada um dos sistemas e das bombas centrífuga a serem instaladas, obtendo assim os pontos de operação dados pela interação sistema/equipamento. A planilha foi desenvolvida baseada na fórmula de Darcy-Weisbach para perda de carga durante escoamento em tubulações, analisando cada trecho dos sistemas e fornecendo a altura manométrica necessária para a bomba operando em diferentes vazões. Ao final constatou-se que o correto entendimento das propriedades dos fluidos foi essencial para dimensionar adequadamente as tubulações e bombas, solucionando o problema da empresa aumentando o volume descarregado em uma janela de tempo aceitável.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M.Eng.)

OPTIMIZATION OF TANK WAGON DISCHARGING TIME IN FUEL DISTRIBUTION TERMINAL

Jhonatan Ferreira da Silva

November/2017

Advisor: João Nazareno Nonato Quaresma

Research Area: Process Engineering

Pumping of fuels represents an essential activity in refineries and distribution terminals, this activity is responsible for the most part of energy consumption in those facilities. This thesis had as main objective the development of solutions to optimize the discharge time of tank wagons in a fuel distribution terminal with predetermined operating time lapse. There were conditions determined by the management of the terminal, aiming the reuse of available equipments which proved ineffective, being discarded later. The solution to be implemented contemplated the sizing of centrifugal pumps and pipes according energy waste of each system. A spreadsheet was done to determine the performance curves of each system and centrifugal pumps to be installed, getting the operating points given by the system / equipment interaction. The spreadsheet was developed based in the Darcy-Weisbach formula for loss of energy during flow in pipes, analyzing each systems section and given the required manometric height for the pump operating in different flow rates. In the end it was verified that the correct understanding of the fluids properties was essential to properly size the pipes and pumps, solving the company's problem raising the volume discharged in a acceptable time lapse.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	2
1.2 - OBJETIVOS.....	2
1.2.1 - Objetivo geral.....	2
1.2.2 - Objetivos específicos.....	3
1.3 - CONTRIBUIÇÃO E RELEVÂNCIA DO TEMA.....	3
1.4 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	3
CAPÍTULO 2 - SISTEMAS HIDRÁULICOS PARA BOMBEAMENTO DE FLUIDOS.....	5
2.1 - BOMBAS HIDRÁULICAS.....	5
2.2 - ASSOCIAÇÃO DE BOMBAS.....	9
2.2.1 - Associação em paralelo.....	10
2.2.2 - Associação em série.....	11
2.3 - PERDA DE CARGA.....	13
2.4 - PRESSÃO DE VAPOR.....	14
2.5 - CARGA DE PRESSÃO DO SISTEMA: ALTURA TOTAL.....	14
2.6 - PESO ESPECÍFICO E DENSIDADE.....	16
2.7 - VISCOSIDADE.....	17
2.8 - CONSIDERAÇÕES SOBRE SUCÇÃO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS..	17
2.9 - NPSH.....	19
2.10 - CAVITAÇÃO.....	21
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3.1 - CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	23
3.2 - CONDICIONANTES TÉCNICAS.....	28
3.3 - VAGÕES DE PROJETO.....	29
3.4 - TUBULAÇÕES.....	31
3.5 - MÉTODOS DE ANÁLISE DE PERDAS DE CARGA.....	32
3.5.1 - Fórmula de Hazen-Williams.....	32
3.5.2 - Fórmula de Darcy-Weisback.....	32
3.6 - MÉTODO DE CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA.....	35
3.7 - CENÁRIOS DE CHEGADA DOS COMBOIOS.....	40

3.8 - LIMITES DE VELOCIDADES NAS TUBULAÇÕES.....	42
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 - ANÁLISE E VALIDAÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA PELO CLIENTE.....	44
4.1.1 - Verificação das vazões.....	45
4.2 - DESENVOLVIMENTO DE NOVA SOLUÇÃO.....	48
4.2.1 - Determinação das vazões.....	48
4.2.2 - Determinação dos diâmetros das tubulações.....	48
4.2.3 - Apresentação da solução proposta.....	50
4.3 - CURVAS DOS SISTEMAS.....	51
4.3.1 - Levantamento de comprimentos e singularidades.....	51
4.3.2 - Determinação das curvas dos sistemas.....	58
4.4 - ESCOLHA DA BOMBA CENTRÍFUGA.....	65
4.4.1 - Curvas das bombas escolhidas.....	67
4.5 - VERIFICAÇÃO DAS BOMBAS ESCOLHIDAS NOS SISTEMAS.....	69
4.5.1 - Sistema S500.....	69
4.5.2 - Sistema S10.....	70
4.5.3 - Sistema etanol anidro.....	71
4.5.4 - Sistema gasolina.....	72
4.5.5 - Sistema etanol hidratado.....	73
4.5.6 - Sistema Biodiesel B100.....	74
4.6 - RESUMO DO COMPORTAMENTO DOS SISTEMAS.....	75
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	78
5.1 - CONCLUSÕES.....	78
5.2 - RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXO I - FISPQ DIESEL S500 (PROPRIEDADES).....	84
ANEXO II - FISPQ DIESEL S10 (PROPRIEDADES).....	85
ANEXO III - FISPQ ETANOL ANIDRO (PROPRIEDADES).....	86
ANEXO IV - FISPQ GASOLINA (PROPRIEDADES).....	87
ANEXO V - FISPQ ETANOL HIDRATADO (PROPRIEDADES).....	88
ANEXO VI - FISPQ BIODIESEL (PROPRIEDADES).....	89
ANEXO VII - TABELAS DIMENSIONAIS DE TUBULAÇÃO.....	90

APÊNDICE A - LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA S500.....	95
APÊNDICE B - LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA S10.....	107
APÊNDICE C - LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA ETANOL ANIDRO.....	119
APÊNDICE D - LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA GASOLINA.....	131
APÊNDICE E - LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA ETANOL HIDRATADO.....	143
APÊNDICE F - LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA BIODIESEL B100.....	155
APÊNDICE G - DESENHOS TÉCNICOS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO.....	167

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Esquema de funcionamento de uma bomba alternativa de pistões.....	6
Figura 2.2	Pátio de bombas centrífugas em Terminal de Distribuição.....	7
Figura 2.3	Tipos de rotores de bombas centrífugas.....	8
Figura 2.4	Esquema de associação de bombas em paralelo, succionando de reservatórios diferentes e recalando para uma mesma tubulação.....	10
Figura 2.5	Curvas de duas bombas iguais em montagem paralela.....	11
Figura 2.6	Esquema de associação de bombas em série.....	12
Figura 2.7	Curvas de duas bombas iguais montadas em série.....	12
Figura 2.8	Perda de carga distribuída.....	13
Figura 2.9	Perda de carga localizada.....	13
Figura 2.10	Esquema sucção com Hgeos positivo ou “afogada”.....	15
Figura 2.11	Esquema de sucção com Hgeos negativo ou “não afogada”.....	15
Figura 2.12	Altura Geométrica de Descarga Hgeod positiva.....	16
Figura 2.13	Altura Geométrica de Descarga Hgeod negativa.....	16
Figura 2.14	Esquema de montagem de bomba centrífuga com sucção negativa.....	18
Figura 2.15	Rotor corroído por cavitação nas lâminas.....	22
Figura 3.1	Corte da área de descarga de vagões tanque, com indicação das tubulações, trilhos/vagões e estrutura metálica de acesso aos vagões.....	24
Figura 3.2	Imagem aérea da base de distribuição de Açailândia/MA. Coordenadas: Longitude: 234202.41m E, Latitude: 9457377.99m S, Zona 23, Sistema de Coordenadas UTM, Datum Sirgas 2000.....	24
Figura 3.3	Área dos tanques pulmão enterrados. Notar bomba vertical em destaque.....	25
Figura 3.4	Bomba centrífuga de descarga de S10.....	25

Figura 3.5	Tanques de armazenamento para combustível de aviação JET-A1. Posto de Abastecimento de Aeronaves do Aeroporto Internacional de Brasília.....	26
Figura 3.6	Bacia de contenção de tanques verticais. Terminal da BR Distribuidora - Manaus/AM.....	26
Figura 3.7	Dimensional do vagão tipo TCT-1.....	30
Figura 3.8	Dimensional do vagão tipo TCT-2.....	31
Figura 3.9	Ábaco de Moody para determinação de regime laminar ou turbulento.....	34
Figura 3.10	Comprimentos equivalentes a perdas localizadas, expressos em metros de canalização retilínea.....	35
Figura 3.11	Interface da planilha de dimensionamento para bombas centrífugas de acordo com a perda de carga obtida pela equação de Darcy-Weisbach.....	36
Figura 3.12	Exemplo de campo de inserção das singularidades dos trechos na planilha de dimensionamento para bombas centrífugas de acordo com a perda de carga obtida pela equação de Darcy-Weisbach.....	39
Figura 3.13	Vista aérea da região do desvio ferroviário existente no terminal com bacia de tanques ao fundo.....	40
Figura 3.14	Manyfold de descarga existente a ser removido.....	41
Figura 3.15	Projeto dos novos manyfolds de descarga.....	41
Figura 3.16	Maquete 3D do projeto dos manyfolds.....	41
Figura 4.1	Corte transversal do desvio ferroviário ampliado. Representação da solução proposta pelo cliente, instalando-se novos manyfolds reposicionados e mantendo as tubulações de descarga.....	44
Figura 4.2	Placas de identificação das bombas.....	45
Figura 4.3	Curvas de HxQ, NPSHreq e Potência da bomba Wheir Hero HG-80-C.....	46
Figura 4.4	Curva do Sistema S500.....	59
Figura 4.5	Curva do Sistema S10.....	60
Figura 4.6	Curva do Sistema Etanol Anidro.....	61

Figura 4.7	Curva do Sistema Gasolina.....	63
Figura 4.8	Curva do Sistema Etanol Hidratado.....	64
Figura 4.9	Curva do Sistema B100.....	65
Figura 4.10	Curvas características da bomba KSB Meganorm 65-160, 3500 rpm.....	66
Figura 4.11	Curvas características da bomba KSB Meganorm 100-160, 3500 rpm.....	67
Figura 4.12	Curvas da bomba KSB Meganorm 65-160 e Meganorm 100-160 em associação paralela.....	68
Figura 4.13	Pontos de operação do Sistema S500 em associação paralela.....	69
Figura 4.14	Pontos de operação do Sistema S10 em associação paralela.....	71
Figura 4.15	Pontos de operação do Sistema Etanol Anidro em associação paralela.....	72
Figura 4.16	Pontos de operação do Sistema Gasolina em associação paralela.....	73
Figura 4.17	Pontos de operação do Sistema E. Hidratado em associação paralela.....	74
Figura 4.18	Ponto de operação do Sistema Biodiesel B100 em associação paralela.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Capacidade inicial de armazenamento do terminal de Açailândia/MA.....	27
Tabela 3.2	Capacidade final de armazenamento do terminal de Açailândia/MA.....	28
Tabela 3.3	Propriedades mecânicas do tubo de aço carbono API 5L Gr.B...	31
Tabela 3.4	Propriedades físicas dos combustíveis.....	37
Tabela 3.5	Materiais com os valores para a rugosidade k em metros.....	37
Tabela 3.6	Limites de velocidade para produto em tubulações.....	42
Tabela 4.1	Dados operacionais das bombas para solução proposta pelo cliente.....	45
Tabela 4.2	Dados dimensionais dos tubos API 5L Gr.B.....	49
Tabela 4.3	Descrição dos trechos do Sistema S500. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 13.....	52
Tabela 4.4	Descrição dos trechos do Sistema S10. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 1001.....	53
Tabela 4.5	Descrição dos trechos do Sistema Etanol Anidro. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 1.....	54
Tabela 4.6	Descrição dos trechos do Sistema Gasolina. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 4.....	55
Tabela 4.7	Descrição dos trechos do Sistema Etanol Hidratado. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 5.....	56
Tabela 4.8	Descrição dos trechos do Sistema B100. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 3.....	57
Tabela 4.9	Análise do Sistema S500 para obtenção da curva operacional....	58
Tabela 4.10	Análise do Sistema S10 para obtenção da curva operacional.....	59
Tabela 4.11	Análise do Sistema Etanol Anidro para obtenção da curva operacional.....	61
Tabela 4.12	Análise do Sistema Gasolina para obtenção da curva operacional.....	62
Tabela 4.13	Análise do Sistema E. Hidratado para obtenção da curva operacional.....	63

Tabela 4.14	Análise do Sistema B100 para obtenção da curva operacional....	64
Tabela 4.15	Obtenção de curva de associação em paralelo.....	68
Tabela 4.16	Resumo do Ponto Operacional P. Op.1 - apenas uma bomba (65-160)	76
Tabela 4.17	Resumo do Ponto Operacional P. Op.2 – duas bombas em paralelo.....	76

NOMENCLATURA

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
AMT	ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL
API	AMERICAM PETROLEUM INSTITUTE
BB	BOMBA
°C	GRAU CÉLSIUS
C	COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS
d	DENSIDADE
D	DIÂMETRO
f	COEFICIENTE DE ATRITO
FISPQ	FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO
g	ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE
G	PESO
H	ALTURA MANOMÉTRICA
Hgeod	ALTURA GEOMÉTRICA DE DESCARGA
Hgeo	ALTURA GEOMÉTRICA
Hgeos	ALTURA GEOMÉTRICA DE SUCCÃO
Hp	PERDA DE CARGA
k	RUGOSIDADE
L	COMPRIMENTO
NBR	NORMA BRASILEIRA
NPSH	ALTURA GEOMÉTRICA DE SUCCÃO
NPSHdisp	ALTURA GEOMÉTRICA DE SUCCÃO DISPONÍVEL
NPSHreq	ALTURA GEOMÉTRICA DE SUCCÃO REQUERIDO
P	PRESSÃO
Patm	PRESSÃO ATMOSFÉRICA
PDVT	PLATAFORMA DE DESCARGA DE VAZÃO TANQUE
Prs	PRESSÃO NO RESERVATÓRIO DE SUCCÃO
Pv	PRESSÃO DE VAPOR
Q	VAZÃO
Re	NÚMERO DE REYNOLDS

TQ	TANQUE
V	VOLUME
v	VELOCIDADE
γ	PESO ESPECÍFICO
ν	VISCOSIDADE CINEMÁTICA
\emptyset	DIÂMETRO

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Desde o momento que a humanidade se tornou o que é hoje, consciente da própria racionalidade, esta passou a buscar métodos mais eficazes para execução de suas tarefas rotineiras. Esse conhecimento, acumulado por inúmeras gerações, continuamente em evolução chega aos dias de hoje na forma do progresso humano cultural, científico, social, etc.

O entendimento dos mecanismos de funcionamento da natureza permitiu aumentar a produtividade, inventar ferramentas que continuamente foram aprimoradas e que formaram a base para o desenvolvimento de novos recursos de trabalho e pesquisa.

Em dado momento de sua história o homem percebeu que poderia utilizar as forças da natureza para lhe poupar esforço durante a execução do trabalho. Tem-se a roda d'água e moinho de vento como os exemplos mais incipientes do domínio da natureza para produção de energia. Os aquedutos romanos constituem grandes trabalhos de engenharia onde grandes quantidades de água eram distribuídas por gravidade às cidades através de tubulações e reservatórios desnivelados.

Desde a antiguidade o homem se empenha para desenvolver métodos para movimentar líquidos, seja para a agricultura, saneamento ou abastecimento de suas populações. Com o domínio do vapor e posteriormente da eletricidade a partir do século XVIII tornou possível o desenvolvimento de motores potentes que impulsionaram o desenvolvimento industrial. Essas novas tecnologias da época proporcionaram grandes melhorias em equipamentos rudimentares de bombeio de líquidos, até obtermos hoje as bombas hidráulicas modernas.

Todo o processo da Revolução Industrial exigiu a melhoria contínua das máquinas e processos de produção. Nesse contexto observa-se que o método científico aplicado à hidráulica gerou o melhoramento de máquinas através do conhecimento técnico do comportamento de fluidos durante sua movimentação, consolidando a mecânica dos fluidos como um ramo da mecânica clássica de suma importância para o desenvolvimento tecnológico humano.

Fluido é uma substância que se deforma continuamente sob a aplicação de uma tensão de cisalhamento, não importa quão pequena ela possa ser. A mecânica dos

fluidos lida com o comportamento dos fluidos em repouso ou em movimento (FOX e McDONALD, 1995).

Os conhecimentos adquiridos com a mecânica dos fluidos através do método científico aplicados à engenharia constituem as ferramentas básicas para elaboração desse estudo ora proposto.

Será apresentado um problema de eficiência de bombeamento de combustíveis líquidos em terminal de distribuição de hidrocarbonetos, onde com a aplicação de conceitos técnicos oriundos da mecânica dos fluidos e da hidráulica aplicada serão propostas soluções que aumentarão a capacidade de bombeio da instalação utilizando equipamentos corretamente dimensionados, buscando a eficiência operacional do Terminal.

1.1 - MOTIVAÇÃO

A otimização operacional em terminais de refino e distribuição é buscada sempre como forma de vantagem competitiva no mercado concorrido como o atual. Tal como LISBOA (2016) afirma, no contexto em que as demandas de produção se tornam acirradas em meio ao mercado competitivo, torna-se necessário estabelecer as condições otimizadas de operação, quando se refere a rendimento de produtos a baixos custos energéticos e alta qualidade.

Através de uma demanda provocada pela gerência do Terminal ora apresentado, foi confiada a oportunidade de melhorar o rendimento das instalações existentes, aplicando os conceitos técnicos de hidráulica desenvolvidos pela ciência, buscando a eficiência operacional da unidade tendo sempre em mente as limitações técnicas e financeiras que estão presentes, sendo estes os maiores balizadores das aplicações de engenharia.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Propor melhorias no processo de descarga de combustíveis em vagões tanque no terminal apresentado, visando o aumento da produtividade do processo e adequação do tempo de operação.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Analisar o comportamento hidráulico das tubulações de acordo com os diferentes tipos de produtos operados no terminal;
- Dimensionar e especificar as bombas e tubulações de descarga de vagões tanque;
- Criar o entendimento na gerência do terminal de que toda intervenção no sistema deve ser realizada com estudos prévios de eficiência, com o objetivo de reduzir custos e aumentar a competitividade da empresa.

1.3 - CONTRIBUIÇÃO E RELEVÂNCIA DO TEMA

A contribuição do trabalho atinge de uma maneira mais simplista a eficiência operacional do terminal, proporcionando uma operação mais produtiva, gerando assim um relevante diferencial na competitividade da empresa no setor.

Nota-se pela prática vivenciada na profissão, que as modificações em sistemas hidráulicos, focando aqui em sistemas de bombeamento de combustíveis, nem sempre são precedidas de estudos técnicos para antever as consequências dessa modificação para o sistema. De fato, tal liberdade é frequentemente tomada pelos setores de manutenção e operação das plantas, dada a necessidade de se resolver um problema urgente ou prover uma ampliação de certa forma tida como de pouco impacto. Com o estudo proposto será possível ampliar as instalações com a certeza que se estará utilizando os melhores recursos de acordo com a demanda apresentada.

1.4 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação será apresentada em cinco capítulos que visam materializar o trabalho apresentado à empresa gerenciadora do terminal citado.

No Capítulo 1 aqui findado busca-se apresentar um histórico da busca do homem por métodos de utilização dos recursos naturais a fim de aumentar a eficiência do trabalho, a produtividade e a segurança das tarefas. Delimita-se aqui a área de estudo que será explorada como sendo a mecânica dos fluidos e hidráulica aplicadas à análise de um sistema deficitário: a descarga de combustíveis de vagões tanque em terminal de distribuição de hidrocarbonetos.

No Capítulo 2 será apresentada a revisão literária a respeito do tema, tais como fenômenos e propriedades físico-químicos dos fluidos, especificamente os observados em fluidos combustíveis tais como diesel, gasolina e também biocombustíveis como etanol e biodiesel. Serão apresentados ainda os principais equipamentos e componentes empregados no bombeio de fluidos.

O Capítulo 3 apresenta o sistema encontrado no terminal, bem como a demanda a ser implementada para ampliação do sistema. Serão informadas as limitantes do projeto com as quais todo o dimensionamento será considerado. A solução proposta será apresentada como forma de otimização do sistema.

No Capítulo 4 serão apresentadas as análises dos resultados observados após a elaboração do projeto. Aqui serão comparados os parâmetros da instalação atual com os parâmetros esperados após da implantação das melhorias do sistema.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões do trabalho, contendo ainda sugestões para trabalhos futuros a serem realizados para suprir as demandas do setor de distribuição de combustíveis.

CAPÍTULO 2

SISTEMAS HIDRÁULICOS PARA BOMBEAMENTO DE FLUIDOS

2.1 - BOMBAS HIDRÁULICAS

De acordo com COELHO (2006), bombas são máquinas operatrizes hidráulicas que transferem energia ao fluido com a finalidade de transportá-lo de um ponto a outro. Recebem energia de uma fonte motora qualquer e cedem parte desta energia ao fluido sob forma de energia de pressão, energia cinética ou energia potencial, isto é, aumentam a pressão do líquido, a velocidade ou ambas as grandezas.

Para MACINTYRE (1997), bombas hidráulicas são máquinas geratrizes que recebem trabalho mecânico fornecido por uma máquina motriz, transformando-o em energia hidráulica, impondo, dessa forma ao líquido, um acréscimo de energia sob a forma de potencial de pressão cinética. MAITELLI (2010) apresenta que bombas são equipamentos que recebem energia de uma fonte motora e cedem parte dessa energia a um fluido sob a forma de pressão ou energia cinética, realizando trabalho, ou ainda, são máquinas rotativas onde a energia fornecida ao líquido é energia cinética que posteriormente será convertida em pressão.

Conforme apresentado por KALIFAH e McMILLAN citados por VODOVOZOV e RAUD (2017), os sistemas de bombeamento motorizados representam quase 20% da energia elétrica consumida mundialmente, podendo chegar até a 50% do consumo de energia em certas instalações industriais. As bombas hidráulicas podem ser classificadas, quanto ao tipo de deslocamento do fluido. Diz-se que as bombas são de Deslocamento Positivo ou Centrífugas. As bombas de deslocamento positivo desenvolvem pressão reduzindo o tamanho de um volume no qual o líquido está confinado. Altas pressões podem ser desenvolvidas a velocidades relativamente baixas, pois o efeito de bombeamento depende da variação de volume ao invés da ação dinâmica (FOX e McDONALD, 1995).

No mercado mundial, anualmente são estimadas receitas da ordem de cinquenta bilhões de dólares pelos fabricantes de bombas, e, dentre os principais tipos produzidos por esta indústria destacam-se as alternativas como as de pistão, rotativas de engrenagens e centrífugas, estas últimas correspondendo a aproximadamente setenta por cento de todo o volume e faturamento do segmento (SCHRÖDER, 2016).

Nas bombas alternativas tem-se um pistão ou mais pistões que realizam movimentos contínuos que aspiram e expulsam o fluido a ser bombeado. Conforme apresentado na Figura 2.1, durante o movimento de abertura da câmara (3) tem-se a abertura da válvula de sucção (1) e o fechamento simultâneo da válvula de descarga (2). Com o posterior avanço do êmbolo (4), o fluido é comprimido gerando a energia de pressão que será utilizada pelo sistema hidráulico. Nesse instante, a própria pressão do fluido fecha a válvula de admissão (1) e realiza a abertura da válvula de escape (2), despejando o fluido no sistema.

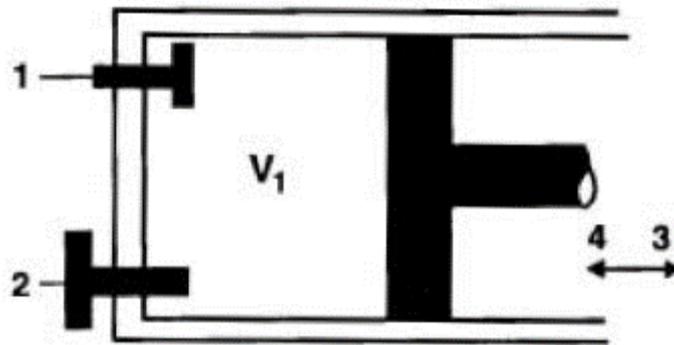


Figura 2.1 - Esquema de funcionamento de uma bomba alternativa de pistões.
Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

As bombas centrífugas são consideradas as mais comuns em operação atualmente. Este tipo de bomba, basicamente, converte energia elétrica (corrente e tensão) em energia mecânica que por sua vez é convertida em energia hidráulica na forma de vazão e pressão. São empregadas em aplicações que requerem baixas pressões com fluxo de moderado a alto. Basicamente, as bombas centrífugas adicionam energia ao fluido acelerando-o através de um rotor rotativo e depois convertem essa energia em fluxo e pressão para o sistema (HASAN *et al.*, 2017). De acordo com KARASSIK *et al.* citados por LIMA (2015), uma bomba centrífuga é uma máquina rotativa em que a vazão e a pressão são geradas dinamicamente. Constituem-se basicamente em um elemento motor acoplado a um eixo que por sua vez é conectado em um rotor que transfere essa energia mecânica de movimento para o fluido que está em contato com sua superfície. Com o giro do rotor, é fornecida ao fluido uma aceleração centrífuga que escapa ao sistema pelo recalque da bomba gerando o fluxo. A Figura 2.2 ilustra um pálio de bombas centrífugas.



Figura 2.2 - Pátio de bombas centrífugas em Terminal de Distribuição.

Diferente das bombas de deslocamento positivo, não há câmaras seladas onde o fluido fica confinado para depois ser entregue ao sistema com pressão oriunda da compressão dessa câmara. Nas bombas centrífugas o rotor cede energia cinética à massa em movimento que se comprime nas extremidades da carcaça da bomba, transformando esta energia cinética internamente em energia de pressão (LIMA, 2015). Uma vez comprimido nas extremidades da carcaça interna da bomba graças a essa aceleração centrífuga, o fluido escapa pelo bocal de saída da bomba.

De acordo com o tipo de rotor (Figura 2.3), e conseqüentemente o tipo de fluxo produzido por este no fluido, as bombas centrífugas podem ser classificadas como:

- Radiais: Quando a direção que o fluido toma após ser bombeado é perpendicular ao eixo de rotação do rotor;
- Mistas ou semi-axiais: o fluido é bombeado a partir de uma direção inclinada em relação ao eixo do rotor da bomba;
- Axiais: especificada quando a direção de bombeio do fluido é paralela ao eixo do rotor da bomba.

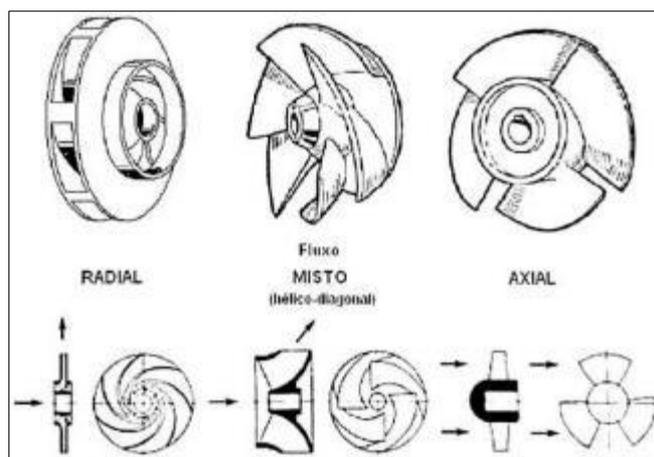


Figura 2.3 - Tipos de rotores de bombas centrífugas.
 Fonte: SANTOS (2007).

Neste estudo será dada ênfase no entendimento das bombas centrífugas radiais. Nas bombas radiais, o fluido entra axialmente no rotor, passa pelos canais formados por pás de curvatura simples que não provocam a rotação da partícula de fluido. O fluxo é expulso do rotor na direção do raio, de onde vem o nome “radial” (SANTOS, 2007).

A bomba centrífuga radial é sem dúvida o tipo de bomba mais encontrado nas instalações industriais para transferência de fluidos líquidos. Tais equipamentos, movidos por motores de baixa a média potência (até 50 kW) representam quase todas as bombas instaladas em plantas de petróleo e gás (ATTISSIMO *et al.*, 2014).

Nos setores industriais ou de utilidades, a conservação e manutenção de bombas centrífugas representam expressivos recursos de mão de obra e materiais. As não conformidades de campo geradas por fenômenos como golpe de aríete, recirculação, turbulências e cavitação são problemas complexos, e de altos custos de solução com impactos de perdas de produção relevantes (SCHRÖDER, 2016).

Ao contrário das bombas de deslocamento positivo, pode haver recirculação de fluido dentro da bomba, dependendo das restrições de fluxo que possam haver no sistema de tubulações. A carga de pressão que uma bomba fornece pode ser traduzida como o vencimento das forças de resistência ao fluxo que essa bomba consegue superar, sendo essas resistências identificadas pelos desníveis geométricos e pelas perdas de carga devido às tubulações, conexões e acessórios do sistema.

Quando há o fechamento total da saída da bomba, tem-se que a vazão cai à zero, havendo assim a recirculação total do fluido dentro da bomba, alcançando o ponto de operação de maior pressão no recalque do equipamento. A esse ponto de mínima vazão e máxima pressão chamados de Shut Off. Dentre as desvantagens da recirculação pode-

se destacar o aquecimento da bomba e tubulações, que por sua vez geram dilatações nos metais das conexões. Essas pequenas dilatações combinadas com a elevada pressão interna induzem a pequenos vazamentos de fluido em alguns casos. O aumento da temperatura também pode causar variações na viscosidade do fluido, tornando-o mais “fino”, o que pode não ser desejável em alguns processos industriais, tais como farmacêutico ou de alimentos.

2.2 - ASSOCIAÇÃO DE BOMBAS

No que tange às bombas centrífugas, é possível obter maiores pressões ou vazões de acordo com certos arranjos na montagem desses equipamentos, justificados por razões técnicas ou comerciais. Esses arranjos são buscados quando por exemplo uma bomba sozinha não consegue suprir uma vazão solicitada pelo sistema ou quando há variação da demanda de consumo durante o tempo, como no caso de sistemas de distribuição de água urbana onde a população de uma área abastecida cresce com o passar dos anos. Para este exemplo apresentado, não se justifica instalar muitas bombas para se abastecer uma população que só estará no local daqui a muitos anos. É mais sensato técnica e economicamente instalar poucas bombas e ir aumentando a quantidade com o aumento gradual da demanda.

Outro exemplo observado seria quando o sistema exige uma pressão que as bombas disponíveis não conseguem entregar se instaladas sozinhas. Uma solução seria instalar bombas mais potentes o que invariavelmente aumentaria os custos da obra. Outra solução mais eficiente seria realizar a associação de mais de uma bomba com pressões menores do que a demanda, de forma tal que se consiga alcançar as pressões desejadas.

As configurações de associação entre bombas podem ser separadas em série ou em paralelo, dependendo das características do sistema. A associação em série é útil quando se deseja uma faixa de operação com elevados valores para a altura manométrica, ao qual não poderá ser atingida somente com o uso de apenas uma única máquina. Já a associação em paralelo é adequada quando se deseja alcançar uma faixa de operação com vazão elevada (LIMA, 2015).

2.2.1 - Associação em paralelo

Diz-se que bombas estão associadas em paralelo quando estão recalçando para uma mesma tubulação de descarga, conforme a Figura 2.4. Esta configuração é procurada quando se precisa de uma vazão muito grande ou quando se precisa de uma vazão modular, que pode ser variada com o tempo. Conforme SANTOS (2007) nos apresenta, no caso de vazões elevadas, a utilização de bombas em paralelo dá segurança ao sistema, pois mesmo que uma das bombas falhe, tem-se as outras operando e não há corte do fornecimento. No caso de sistemas que trabalham com variações de vazões durante seu ciclo, a ativação ou retirada de uma ou mais bombas de operação já é suficiente para regular o fornecimento.

Conforme apresentado na definição de Shut Off, a pressão que uma bomba entrega é resultado do vencimento das resistências impostas pelo sistema ao fluxo. Assim sendo, quando há uma montagem em paralelo, a vazão conjunta irá vencer as resistências à jusante da bomba solidariamente. Dessa forma, ocorre um balanço nas cargas de pressões das bombas, fazendo com que duas ou mais bombas ligadas em paralelo mantenham a mesma altura manométrica total.

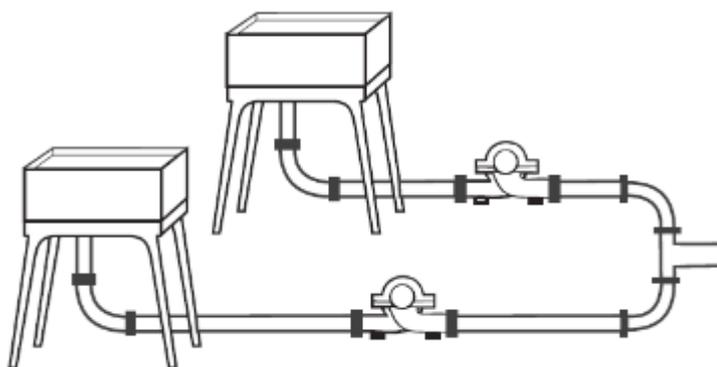


Figura 2.4 - Esquema de associação de bombas em paralelo, succionando de reservatórios diferentes e recalçando para uma mesma tubulação.

Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

Pode-se realizar a montagem em paralelo com bombas de diferentes pressões e vazões. O estudo do comportamento hidráulico de cada uma das montagens deverá ser feito com a combinação das curvas de cada uma dessas bombas com a curva do sistema. Visando o entendimento da análise de curvas, a Figura 2.5 apresenta a montagem em paralelo mais simples, sendo duas bombas com valores iguais de pressão e vazão.

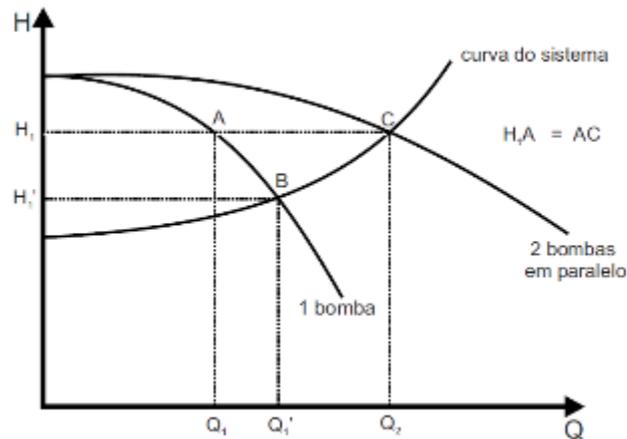


Figura 2.5 - Curvas de duas bombas iguais em montagem paralela.
 Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

Partindo do princípio que ambas as bombas são iguais, cada bomba fornece uma vazão Q_1 . Assim sendo, temo-se que a vazão do sistema é igual a $2 \times Q_1 = Q_2$, operando na mesma altura manométrica H_1 . Quando apenas uma bomba passa a operar, notar que o ponto de operação muda e a bomba passa a fornecer uma vazão Q_1' composta com uma altura manométrica H_1' . Notar que $H_1' < H_1$ e que $Q_1 < Q_1' < Q_2$.

Para traçar a curva conjunta da associação em paralelo basta lançar as curvas de cada uma das bombas, sejam elas iguais ou diferentes, e somar as suas vazões dada uma mesma pressão.

Da análise acima conclui-se que a vazão das duas bombas juntas em paralelo é menor do que a vazão somada das duas bombas operando individualmente. Ratifica-se o entendimento que a vazão das bombas em paralelo são somadas, contudo nota-se que não o são em sua capacidade máxima. De forma geral, a descarga obtida com bombas em paralelo é menor que a descarga de uma das bombas funcionando isoladamente em condições análogas (LIMA, 2015).

2.2.2 - Associação em série

Se na montagem em paralelo procura-se uma maior vazão para uma mesma altura manométrica, na associação de bombas em série tem-se como objetivo um ganho na altura manométrica fornecida ao sistema dada uma mesma vazão. LIMA (2015) informa que esse tipo de arranjo é utilizado quando se deseja obter maior possibilidade quanto à variação da altura total, por exemplo, quando o sistema deve atender reservatórios em níveis diferentes. Pela concepção da associação, verifica-se que o

mesmo fluido que passa pela primeira bomba passará pela segunda e posteriormente será entregue ao sistema, conforme ilustrado nas Figuras 2.6 e 2.7.

Assim, percebe-se que a mesma vazão passa pelas duas bombas, ao passo que energia de pressão é adicionada ao fluido ao passar por cada bomba. De fato, ao associar duas ou mais bombas em série, tem-se que, para uma mesma vazão, a pressão total entregue ao sistema será a soma das pressões de cada uma das bombas.

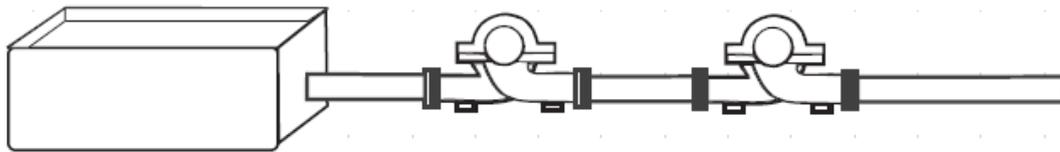


Figura 2.6 - Esquema de associação de bombas em série.
Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

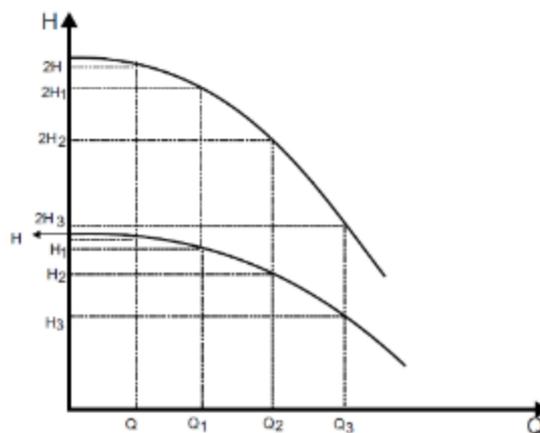


Figura 2.7 - Curvas de duas bombas iguais montadas em série.
Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

Para as curvas apresentadas, interpreta-se que para uma mesma vazão Q tem-se que a primeira bomba entrega uma altura manométrica H . Mantendo a mesma vazão e trabalhando com duas bombas, tem-se que as bombas entregam ao sistema uma pressão de $2H$. Entendimento análogo pode ser extraído da análise dos pontos de vazão Q_1 , Q_2 e Q_3 . Nota-se que pela característica das curvas das bombas, o aumento da vazão provoca uma proporcional redução da altura manométrica fornecida. Contudo como o objetivo dessa montagem é fornecer elevadas alturas manométricas, o emprego dessa associação deve levar em conta a análise das curvas dos equipamentos.

2.3 - PERDA DE CARGA

Perda de carga é a perda de pressão em um fluido em virtude do escoamento desse fluido entre dois pontos de uma tubulação. Essa perda de pressão ocorre devido ao atrito entre as partículas do fluido com as paredes internas do tubo e ainda devido ao atrito entre as próprias partículas. Para fornecer uma vazão de fluido ao sistema, uma bomba deve conseguir superar as perdas presentes naquele sistema de tubulações (VODOVOZOV e RAUD, 2017).

Toda bomba precisa superar as resistências oferecidas ao fluxo pelas tubulações, válvulas e outros acessórios da instalação (VODOVOZOV *et al.*, 2016). As perdas de carga podem ser “distribuídas” quando ocorrem em trechos retos de tubulações (Figura 2.8) ou podem ser “localizadas” quando ocorrem ocasionadas pelos componentes ao longo da tubulação, tais como curvas, válvulas, derivações, reduções, expansões (Figura 2.9). À soma das perdas de carga distribuídas em todos os trechos retos da tubulação com as perdas de carga localizadas em todas as singularidades dá-se o nome de “perda de carga total” (LENGSFELD *et al.*, 2005).

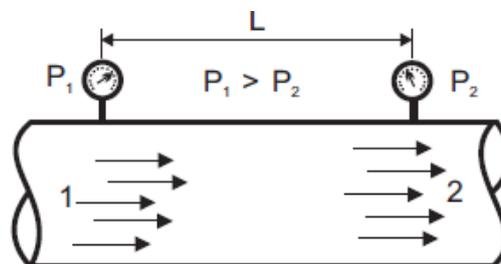


Figura 2.8 - Perda de carga distribuída.
Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

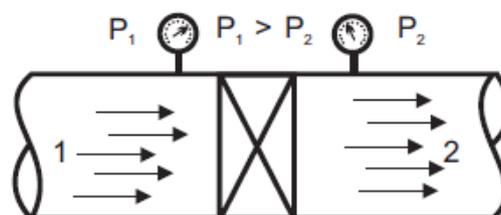


Figura 2.9 - Perda de carga localizada.
Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

A perda de carga total em uma tubulação pode ser calculada utilizando equações desenvolvidas experimentalmente, conhecendo-se as variáveis que compõem o sistema de tubulações e as propriedades do fluido transportado.

2.4 - PRESSÃO DE VAPOR

É de comum entendimento que a água troca da fase líquida para gasosa a 100 °C ao nível do mar. Sabe-se que ao expor a água a uma pressão superior, a troca de fase para gasosa se dá em uma temperatura maior. Este é o caso das panelas de pressão, onde a fervura da água acontece numa temperatura maior por causa do aumento da pressão no interior da panela.

Fato menos conhecido é que o mesmo processo é observado ao se aplicar pressões negativas (vácuos) em líquidos. Quando se aplica uma pressão abaixo da atmosférica em um líquido, a temperatura onde ocorre a troca de fase também é abaixada. Esse é o processo utilizado para produzir leite em pó: o leite é acondicionado em vasos de depressão e tem todo o seu líquido vaporizado a temperatura ambiente. Assim o produto não precisa ser aquecido e não tem suas propriedades nutricionais comprometidas.

À essa pressão, onde coexistem as duas fases da substância (líquido e gasoso), ou seja, quando há a transição de uma fase para outra, em uma mesma temperatura, dá-se o nome de “Pressão de Vapor”. As moléculas de um líquido que tendem a passar para a fase de vapor exercem certa pressão, que aumenta com o aumento da temperatura até um ponto em que esta é suficiente para superar a pressão atmosférica e o líquido entrar em ebulição. Portanto, o ponto de ebulição do líquido é a temperatura na qual a pressão de vapor torna-se igual à pressão atmosférica (TAKESHITA apud MOTA, 2008).

2.5 - CARGA DE PRESSÃO DO SISTEMA: ALTURA TOTAL

A altura total do sistema, comumente denominada Altura Manométrica Total, representa a carga de pressão que a bomba é capaz de fornecer ao sistema quando interagindo com ele. Conforme VODOVOZOV e RAUD (2017), a altura estática do sistema é a diferença de altura entre os reservatórios de abastecimento e destino. A altura dinâmica do sistema é dada pela perda de carga do fluido devido ao fluxo.

Altura Geométrica (Hgeo): Tomando o nível da superfície do líquido do reservatório de sucção e o nível do reservatório de descarga, tem-se que o Hgeo é dado pela cota entre os dois reservatórios. Este conceito pode ser estratificado para a sucção e o recalque.

Altura Geométrica de Sucção (Hgeos): Denominada pela cota existente entre a superfície do líquido do reservatório de sucção e a linha de centro da sucção da bomba. Se o nível do reservatório estiver acima da linha de centro da sucção da bomba como na Figura 2.10, o termo assume um valor positivo e é chamada de “sucção afogada” ao passo que se estiver abaixo da linha de sucção da bomba tal como a Figura 2.11, assume um valor negativo ou “não afogada”.

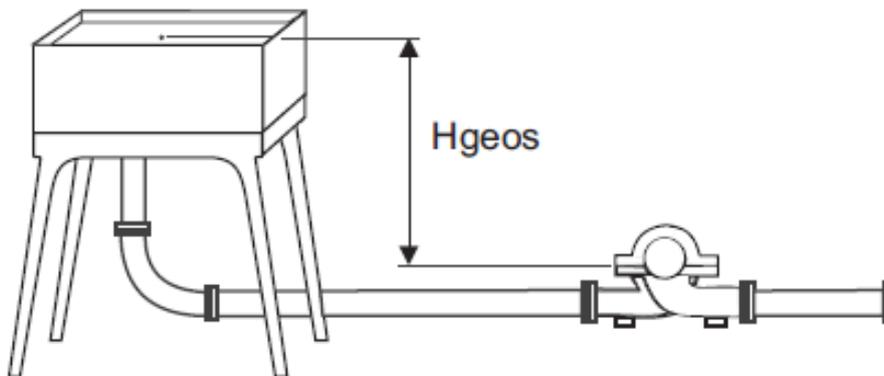


Figura 2.10 - Esquema sucção com Hgeos positivo ou “afogada”.
Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

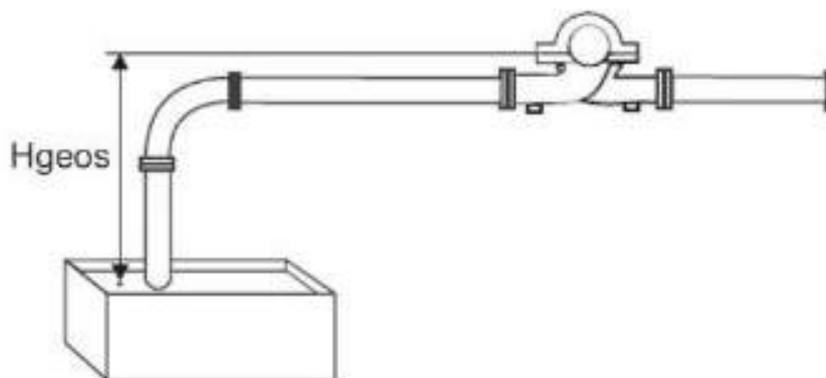


Figura 2.11 - Esquema de sucção com Hgeos negativo ou “não afogada”.
Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

Altura Geométrica de Descarga (Hgeod): Determinada pela cota entre o nível do reservatório de descarga e a linha de centro do rotor da bomba centrífuga. Tal como na sucção, pode assumir valores positivos (Figura 2.12) ou negativos (Figura 2.13) caso o final do recalque esteja acima ou abaixo da cota da linha de centro do rotor da bomba.

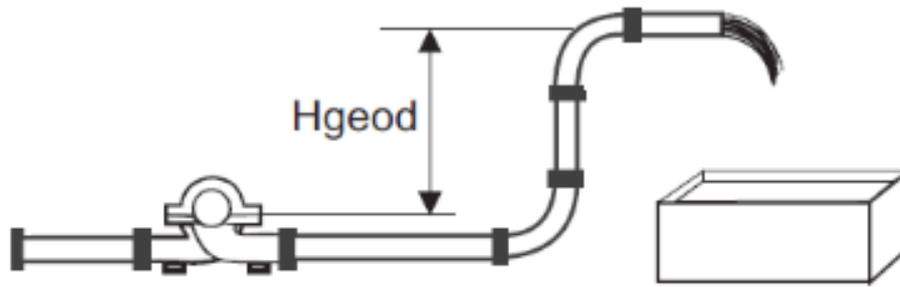


Figura 2.12 - Altura Geométrica de Descarga Hgeod positiva.
 Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

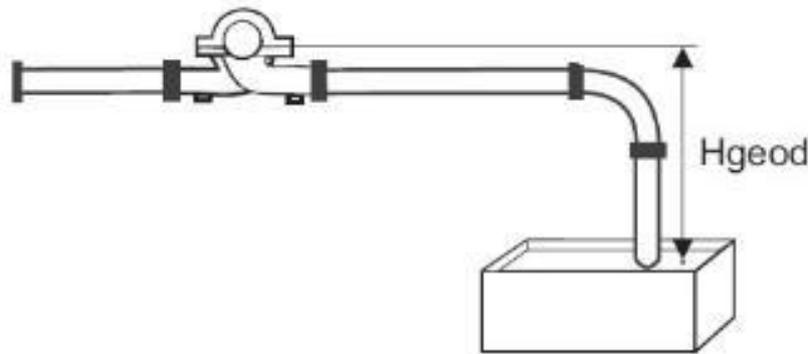


Figura 2.13 - Altura Geométrica de Descarga Hgeod negativa.
 Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

Perda de Carga Total (Hp): Conforme apresentado acima, denomina-se perda de carga todas as perdas de pressão do fluido ao escoar pela tubulação em razão do atrito com a tubulação, válvulas, acessórios e com as próprias moléculas do fluido.

2.6 - PESO ESPECÍFICO E DENSIDADE

Considera-se peso específico de uma substância como a razão do peso dessa substância pelo volume por ela ocupado, conforme Eq. (2.1).

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (2.1)$$

Sendo:

γ = peso específico da substância;

G = peso da substância;

V = Volume ocupado pela substância.

Tem-se a densidade quando se divide o peso específico de uma substância pelo peso específico de uma substância de referência padronizada. Utiliza-se a água ao nível do mar a 15 °C como substância de referência para determinação das densidades de todas as substâncias em estado líquido ou sólido, tal como indicado na Eq. (2.2).

$$d = \frac{\gamma_{fluido}}{\gamma_{fluido\ padrão}} \quad (2.2)$$

2.7 - VISCOSIDADE

É a propriedade física de um fluido que indica sua resistência ao cisalhamento interno, ou seja, indica a resistência do fluido a fluir. Para SILVA citado por OLIVEIRA *et al.* (2010), a viscosidade é, em termos práticos, o que provoca resistência ao fluxo no interior de um tubo cilíndrico, levando à formação de camadas concêntricas de velocidades decrescentes do centro (velocidade máxima) até a periferia (velocidade nula). De grande importância nos estudos de escoamento, é diretamente relacionada com a perda de carga no fluido, haja vista que quanto maior a viscosidade maior será a perda de carga (perda de pressão) no escoamento.

2.8 - CONSIDERAÇÕES SOBRE SUÇÃO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

Para um determinado trecho de tubulação, a mesma vazão de fluido que entra no trecho é a mesma vazão que sai desse trecho.

Por esse argumento lógico, se considerarmos apenas a bomba centrífuga, por certo, só entra produto na sucção da bomba se o produto que já está no interior da bomba sair dela pelo bocal de recalque.

O que cabe ressaltar é que o termo sucção é apenas uma convenção de nomenclatura para o bocal de entrada da bomba, o que induz a um certo erro de entendimento, porque por definição nenhuma bomba centrífuga tem capacidade de succionar produtos de qualquer reservatório. Uma bomba centrífuga nada mais é do que um equipamento que impele através do bocal de recalque o líquido que já está no seu interior através do giro de um rotor. Uma vez o fluido impelido para fora da bomba, cria-se uma região de subpressão no interior da bomba. O produto que está na tubulação de sucção só entra na bomba para ser impelido porque a pressão a que o reservatório de

sucção está submetido é grande o suficiente para “empurrar” o produto para dentro da bomba (Figura 2.14), mantendo o ciclo constante enquanto girar o rotor.

Quando a bomba succiona, a pressão na tubulação e na entrada do equipamento é reduzida. Consequentemente a pressão ambiente no reservatório de sucção empurra o líquido para dentro da tubulação, realizando-se o bombeamento (COELHO, 2006).

O senso comum diz que só é bombeado produto pela bomba porque há entrada de fluido na sucção, quando o correto, tecnicamente é justamente o contrário. Só entra produto na bomba porque o que estava dentro dela saiu de lá.

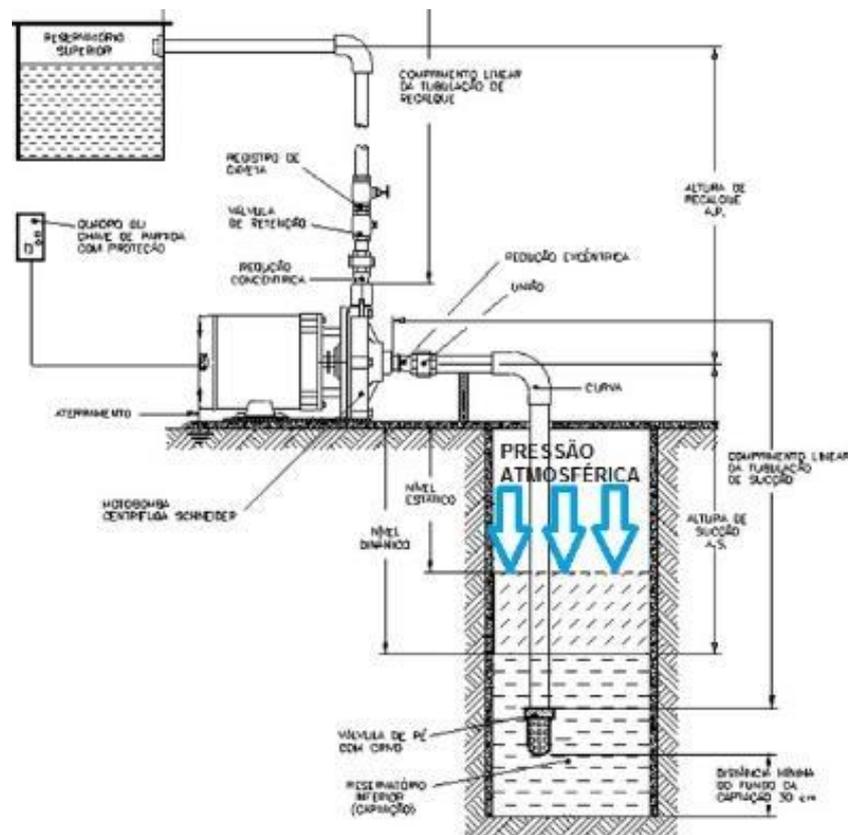


Figura 2.14 - Esquema de montagem de bomba centrífuga com sucção negativa.
Fonte: SABER ELÉTRICA (2017).

Por certo, a pressão atmosférica só é capaz de “empurrar” o produto do reservatório de sucção até certo ponto da altura de sucção (ver explicações sobre densidade, peso específico e sucção negativa).

À esse limite dá-se o nome NPSH, ou Altura Máxima de Sucção. Dentro os problemas observados em instalações de bombeamento onde haja um NPSH inadequado pode-se destacar a cavitação nas sucções das bombas centrífugas.

2.9 - NPSH

O termo NPSH, que tecnicamente indica uma altura máxima de sucção de bombas, é um dos conceitos mais importantes para compreender o fenômeno da cavitação. Essa grandeza é a disponibilidade de energia em altura absoluta de líquido (pressão) com que o líquido penetra no bocal de entrada da bomba. Segundo STOPA, FILHO e MARTINEZ (2014), o NPSH é definido como a quantidade absoluta mínima de energia por unidade de peso acima da pressão de vapor do fluido que deve existir na sucção da bomba para evitar a cavitação.

Para um bom funcionamento de todo o sistema de bombeamento, é necessário comparar o NPSH que a bomba precisa para operar com eficiência com o NPSH que a instalação oferece de acordo com o local de operação, níveis de reservatórios, elevação da linha de centro da bomba, densidade do produto, pressão atmosférica, etc. Assim sendo define-se o NPSH da bomba como NPSH requerido pela bomba para operar com eficiência. E define-se como NPSH disponível o NPSH que a instalação oferece do lado de sua sucção para a bomba trabalhar. Uma vez considerados esses pontos, conclui-se que o NPSH disponível pela instalação deve ser maior do que o NPSH requerido pela bomba (STOPA *et al.*, 2014), conforme apresentado na Eq. (2.3).

$$NPSH_{disp} \geq NPSH_{req} \quad (2.3)$$

O $NPSH_{disp}$ é por definição a disponibilidade de energia do líquido acima da pressão de vapor ao entrar na bomba, a qual depende da maneira como esta encontra-se instalada e de suas condições operacionais (COELHO, 2006).

A finalidade prática do NPSH é impor limitações às condições de sucção da bomba, de modo a manter a pressão na entrada do rotor acima da pressão de vapor do líquido bombeado. A pressão mais baixa ocorre na entrada do rotor, portanto, ao se manter a pressão na entrada do rotor superior à pressão de vapor, não haverá vaporização na entrada da bomba e será evitado assim o fenômeno da cavitação (LENGSFELD *et al.*, 2005).

A presença de fase gasosa no escoamento líquido implica em restrição ao escoamento, causando considerável perda de carga, sensível diminuição da vazão e pulsações de pressão indesejáveis no escoamento. Uma parte significativa da energia gasta pelas bombas é irreversivelmente perdida, aumentando sobremaneira os custos de bombeamento (COELHO, 2006).

O NPSH_{disp} é dado pela Eq. (2.4):

$$NPSH_{disp} = \frac{Prs + Patm - pv}{\gamma} * 10 \pm Hgeos - Hp \quad (2.4)$$

Sendo:

Prs = pressão no reservatório de sucção (kgf/cm²);

Patm = pressão atmosférica local (kgf/cm²);

pv = pressão de vapor do líquido na temperatura de bombeamento (kgf/cm²);

Hgeos = altura geométrica de sucção, positiva ou negativa (m);

Hp = perdas de carga na sucção (m);

γ = peso específico do fluido na temperatura de bombeamento (kgf/cm²)

10 = fator de acerto de unidades

O NPSH_{req} é uma característica de cada bomba, sendo obtido pelos fabricantes em bancadas de teste. Durante os testes operacionais, os fabricantes testam as bombas com diversas vazões, estrangulando a entrada ou a saída das bombas gradativamente aumentando as perdas de carga e causando a formação de bolhas na sucção da bomba.

Para definição do NPSH requerido de uma bomba é utilizada como critério a ocorrência de uma queda de 3% na altura útil para uma determinada vazão. Durante os ensaios para obtenção do NPSH_{req}, a vazão e a velocidade de rotação do motor elétrico são mantidas constantes, enquanto o NPSH_{disp} da instalação é gradativamente diminuído até que os efeitos da cavitação na curva característica da bomba possam ser medidos, com a queda da altura útil. Dessa forma, o valor do NPSH_{disp} para o qual ocorrer uma queda de 3% na altura de elevação é igual ao NPSH_{req} da bomba (COELHO, 2006).

A fim de aumentar o parâmetro de NPSH_d em um sistema de bombeamento, segundo McNALLY apud LIMA (2015) pode-se, dentre outras:

- Elevar o nível de líquido no poço de sucção;
- Elevar a cota do poço de sucção;
- Abaixar a cota do eixo da bomba;
- Reduzir as perdas de energia da tubulação;

2.10 – CAVITAÇÃO

Durante o giro do rotor da bomba ocorrem inevitavelmente rarefações no líquido, ou seja, pressões reduzidas devido a própria natureza do escoamento ou ao movimento do rotor. Se essa pressão baixar até atingir a pressão de vapor do líquido na temperatura em que este se encontra, inicia-se um processo de vaporização do mesmo. Nas regiões mais rarefeitas, formam-se pequenas cavidades (daí o nome cavitação), no interior dos quais o líquido se vaporiza. Em seguida essas bolhas atingem regiões de elevada pressão, onde ocorre o seu colapso, com a condensação do vapor e o retorno ao estado líquido. Essas bolhas de vapor tendem a se posicionar nas paredes do interior da bomba. Quando a pressão presente no líquido se torna maior que a pressão interna da bolha de vapor, as dimensões da mesma se reduzem bruscamente, ocorrendo o seu colapso e provocando o deslocamento do líquido circundante para o seu interior, gerando assim uma pressão de inércia considerável. Com o prosseguimento do fenômeno, dão à superfície um aspecto esponjoso, rendilhado, corroído. Esta é a erosão por cavitação (LENGSFELD *et al.*, 2005).

Uma simples descrição do fenômeno é dada por uma intensa formação de bolhas de vapor na região de baixa pressão da bomba, logo na entrada da sucção e posterior colapso destas bolhas na região de pressão mais alta, já dentro da bomba e mais precisamente no rotor (COELHO, 2006).

O desgaste pode assumir proporções tais que pedaços de material podem soltar-se das peças. Cada bolha de vapor assim formada, tem um ciclo entre crescimento e colapso, da ordem de poucos milésimos de segundo e induz a altíssimas pressões que atingem concentradamente a zona afetada (LENGSFELD *et al.*, 2005).

A cavitação produz um som característico, induz vibrações no equipamento, altera o comportamento hidráulico da bomba e danifica seus componentes internos em contato com o fluido, principalmente rotores (Figura 2.15). Essas características são causadas pelo colapso das bolhas (o ruído se assemelha com o queimar suave de um eletrodo de solda). A ocorrência da cavitação nas bombas de uma instalação é economicamente danosa, pois altera a eficácia das operações, fornecendo resultados abaixo do esperado para o equipamento, causando prejuízos operacionais e comprometendo a eficiência e competitividade do empreendimento.

O fenômeno da cavitação está sujeito de ocorrer em qualquer instalação hidráulica cujo NPSH não foi corretamente dimensionado. Consegue-se evitar a

cavitação simplesmente compreendendo e aplicando as melhores práticas relativas ao NPSH.

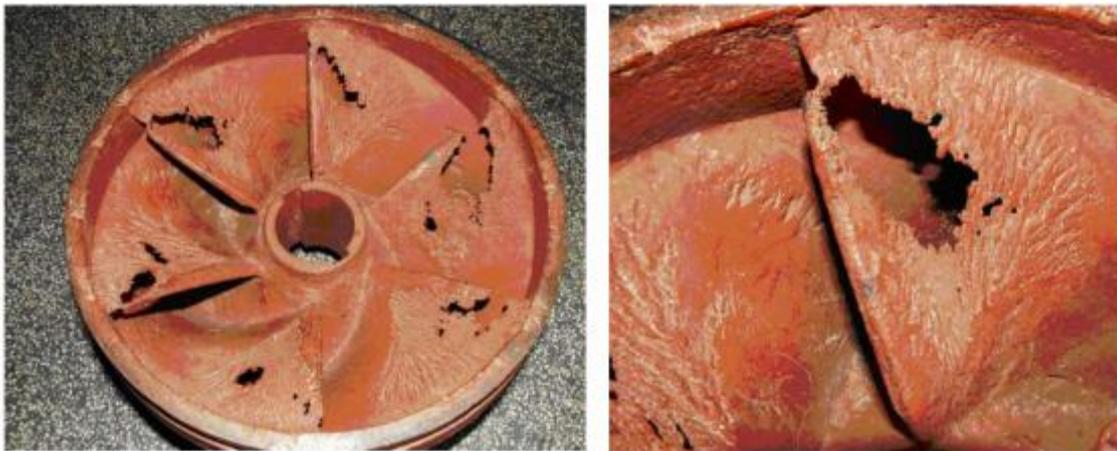


Figura 2.15 – Rotor corroído por cavitação nas lâminas.
Fonte: MMTEC INSPEÇÕES INDUSTRIAIS (2017).

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Em meados do ano de 2016, a empresa JV Engenharia Ltda, instalada na cidade de Manaus/AM foi contratada por uma grande distribuidora de combustíveis possuidora de terminais de distribuição em todas as regiões do país. A proposta de trabalho consistia na elaboração de um projeto simples para adequação das instalações de descarga de combustíveis transportados em vagões tanque em um dos terminais da empresa, instalado na cidade de Açailândia/MA.

À época, o terminal contava com um desvio ferroviário com capacidade para descarga de 16 vagões do tipo TCT-1 de 17,49m de comprimento que carregam 106m³ de volume cada. O descarregamento do produto era feito até então com o acoplamento no vagão de um mangote interligado à um manifold¹ que, através de um jogo de abertura e fechamento de válvulas, possibilitava o encaminhamento dos produtos para tubulações que seguia longitudinalmente por todo o desvio recebendo os produtos de todos os vagões. Havia seis dessas tubulações longitudinais, sendo alinhadas no manifolds de acordo com o tipo de produto a ser descarregado.

Cada uma das seis tubulações era destinada à descarga de um único produto. A primeira, com diâmetro de 8", descarregava exclusivamente Óleo Diesel do tipo S500. As outras cinco, todas em 6", descarregavam Etanol Anidro, Gasolina A, Biodiesel B100, Diesel tipo S10 e Etanol Hidratado, conforme apresentado no corte típico do desvio ferroviário representado na Figura 3.1. Dessas seis tubulações, uma delas havia sido instalada recentemente para proporcionar a descarga de Biodiesel B100, que até então não era comercializado no terminal e ainda não estava em operação. A Figura 3.2 apresenta uma visão geral das instalações do terminal.

¹ Peça metálica feita com tubos e conexões destinada a ser um coletor ou distribuidor de diferentes produtos oriundos de diferentes tubulações.

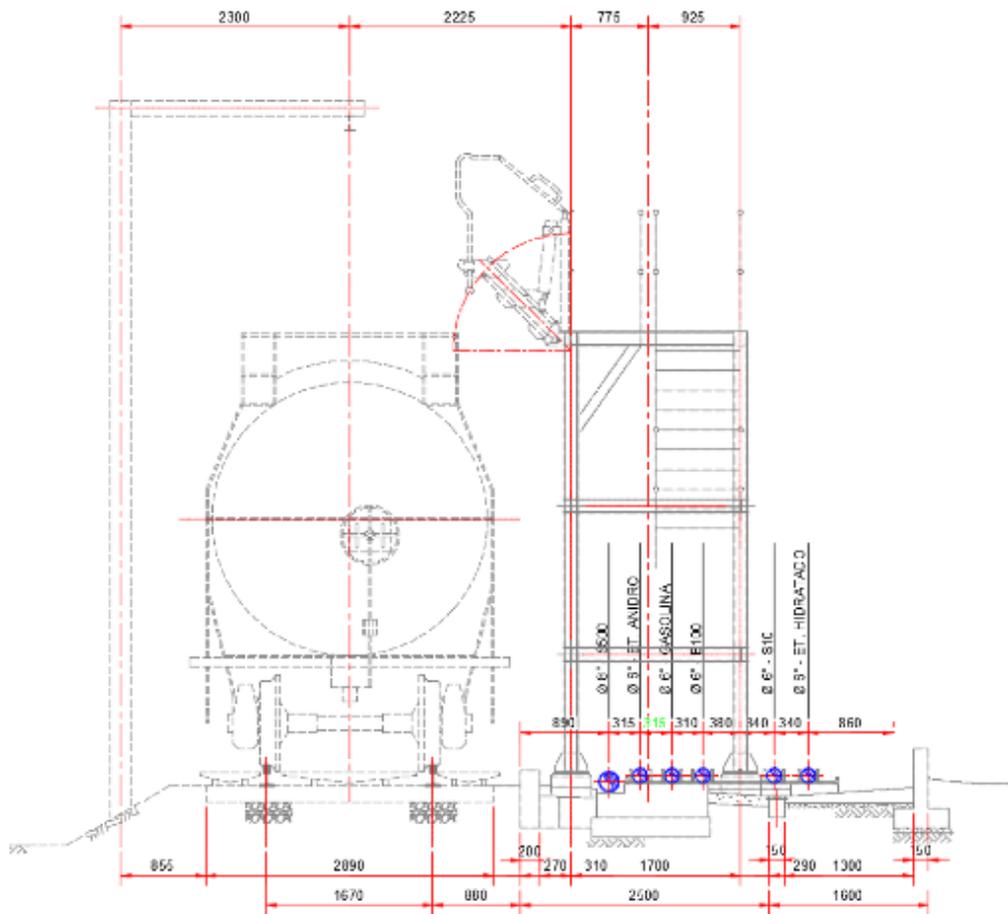


Figura 3.1 - Corte da área de descarga de vagões tanque, com indicação das tubulações, trilhos/vagões e estrutura metálica de acesso aos vagões.



Figura 3.2 - Imagem aérea da base de distribuição de Açailândia/MA. Coordenadas: Longitude: 234202.41m E, Latitude: 9457377.99m S, Zona 23, Sistema de Coordenadas UTM, Datum Sirgas 2000.

Fonte: GOOGLE LLC (2017).

Com exceção do Diesel S10, os produtos eram descarregados por gravidade em tanques horizontais enterrados instalados do lado do desvio ferroviário, chamados de “tanques pulmão” (Figura 3.3). Esses tanques serviam para acumular o produto de tal

forma a formar um reservatório de sucção, de onde uma bomba centrífuga vertical instalada sobre o tanque bombeava o produto para a tancagem do terminal. Havia 4 desses tanques em operação, sendo um para Diesel S500, outro para Etanol Hidratado, um terceiro para Etanol Anidro e o último para Gasolina A (TQ's 06, 07, 08 e 09, respectivamente), cada um com 15m³ de volume. Devido à proibição de se misturar o Diesel S500 com o S10 dada a contaminação por impurezas, este não poderia ser acumulado também no tanque 06. Assim sendo, havia uma bomba centrífuga horizontal (Figura 3.4) instalada ao lado dos tanques enterrados que succionava S10 diretamente da tubulação de descarga sem a necessidade de tanque pulmão, bombeando o produto diretamente para o respectivo tanque vertical de armazenamento.



Figura 3.3 - Área dos tanques pulmão enterrados. Notar bomba vertical em destaque.



Figura 3.4 - Bomba centrífuga de descarga de S10.

Todo o volume de armazenamento do terminal é feito através de tanques verticais e horizontais de armazenamento. De acordo com BARROS, VILLAS BOAS e NASCIMENTO (2014), tanques de armazenamento são equipamentos de caldeiraria pesada, sujeitos à pressão aproximadamente atmosférica e destinados, principalmente, ao armazenamento de petróleo e seus derivados, exemplificados pelas Figuras 3.5 e 3.6.

São construídos segundo a norma americana API 650 – Welded Steel Tanks for Oil Storage (American Petroleum Institute) ou ainda no Brasil, seguindo a norma NBR 7821 – Tanques Soldados para Armazenamento de Petróleo e Derivados da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).



Figura 3.5 - Tanques de armazenamento para combustível de aviação JET-A1. Posto de Abastecimento de Aeronaves do Aeroporto Internacional de Brasília.



Figura 3.6 - Bacia de contenção de tanques verticais. Terminal da BR Distribuidora - Manaus/AM.

A tancagem do terminal de Açailândia pode ser verificada pelos dados da Tabela 3.1. Nos apêndices é possível verificar o fluxograma do terminal conforme tancagem apresentada abaixo.

Tabela 3.1 - Capacidade inicial de armazenamento do terminal de Açailândia/MA.

NR TQ	PRODUTO	CAPACIDADE m ³	DIMENSÕES (mm)	
			DIÂMETRO	ALTURA
TQ-01	Diesel S10	2.383	14.470	14.490
TQ-02	Diesel S500	2.248	14.040	14.520
TQ-03	Etanol Anidro	696	9.660	9.500
TQ-04	Gasolina A	2.722	15.470	14.480
TQ-05	Etanol hidratado	246	5.890	9.020
TQ-06	Diesel S500	15	1.910	5.400
TQ-07	Etanol hidratado	15	1.910	5.400
TQ-08	Etanol Anidro	15	1.910	5.400
TQ-09	Gasolina A	15	1.910	5.400
TQ-13	Diesel S500	3.081	15.290	16.780
TQ-A1	Água Incêndio	2.366	14.450	14.430
TQ-14	Etanol hidratado	50	2.540	10.000

O terminal havia finalizado há pouco a construção de um novo tanque de armazenamento (Tanque 1001) destinado ao armazenamento de Diesel S10. Os testes finais estavam sendo realizados, bem como as interligações das tubulações para colocar o tanque em operação.

Este passaria a ser o tanque com maior capacidade do terminal, somando 5.493m³ à tancagem. Assim sendo, e de acordo com as demandas futuras de consumo previstas pelo terminal, haveria um swap² de produtos entre alguns tanques.

O tanque 01 que armazenava Diesel S10 passaria a ser ocupado com Etanol Anidro ao passo que o tanque 03 que trabalhava com Etanol Anidro passaria a operar com Biodiesel B100, dando início à operação desse produto.

A nova capacidade de armazenamento do terminal passará a ser conforme apresentado na Tabela 3.2.

² Manobra de troca de produtos entre tanques, motivada entre outras causas, por manutenções ou alinhamento de demanda de produtos no terminal. Se um produto passa a ser o mais consumido pelo mercado, tende-se a passá-lo para os tanques com maior capacidade de armazenamento.

Tabela 3.2 – Capacidade final de armazenamento do terminal de Açailândia/MA.

NR TQ	PRODUTO	CAPACIDADE m ³	DIMENSÕES (mm)	
			DIÂMETRO	ALTURA
TQ-01	Etanol Anidro	2.383	14.470	14.490
TQ-02	Diesel S500	2.248	14.040	14.520
TQ-03	Biodiesel B100	696	9.660	9.500
TQ-04	Gasolina A	2.722	15.470	14.480
TQ-05	Etanol hidratado	246	5.890	9.020
TQ-06	Diesel S500	15	1.910	5.400
TQ-07	Etanol hidratado	15	1.910	5.400
TQ-08	Etanol Anidro	15	1.910	5.400
TQ-09	Gasolina A	15	1.910	5.400
TQ-13	Diesel S500	3.081	15.290	16.780
TQ-A1	Água Incêndio	2.366	14.450	14.430
TQ-14	Etanol hidratado	50	2.540	10.000
TQ-1001	Diesel S10	5.493	19.090	19.200

A unidade é abastecida quase em sua totalidade por combustíveis oriundos da cidade de São Luís/MA que chegam pelo modal ferroviário. Em virtude da nova capacidade de armazenamento e das demandas observadas e previstas para o futuro próximo, a gerência decidiu duplicar o desvio ferroviário que atende a Unidade.

Todo o projeto para duplicação dos trilhos foi elaborado pela VLI Multimodal S.A., empresa de logística que administra o trecho de ferrovia sob concessão da Vale S.A. do qual o terminal é atendido.

Este estudo, resultado das intervenções a serem realizadas nas tubulações do terminal, contempla apenas as adequações necessárias para otimizar a descarga dos vagões tanque, com o objetivo de reduzir custos e acelerar as manobras operacionais.

Serão apresentadas as demandas solicitadas pelo cliente bem como sua análise de viabilidade de acordo com certas condicionantes técnicas e operacionais.

3.2 - CONDICIONANTES TÉCNICAS

O escopo do trabalho solicitado consistia na adequação das instalações de descarga de vagões tanque de forma a atender as novas posições decorrentes do novo

desvio ferroviário. As adequações deveriam contemplar ainda a extinção da descarga por gravidade e conseqüentemente a desativação dos tanques pulmão e instalação de novas bombas de descarga, tal como é realizado para o Diesel S10. Deveriam ainda ser contempladas as alterações necessárias no sistema de contenção de resíduos oleosos, haja vista que deveriam ser instaladas barreiras físicas nos novos trilhos para conter quaisquer vazamentos de combustíveis durante a operação visando evitar a contaminação do solo e o conseqüente passivo ambiental.

Uma limitante observada seria que os seis tubos longitudinais ao desvio ferroviário citados acima (um de 8” e cinco de 6”) deveriam ser mantidos pois eram relativamente novos e haviam sido submetidos a inspeções estruturais recentemente. A princípio, as únicas intervenções a serem realizadas nesses tubos seriam a realocação dos manifolds de descarga, uma vez que deveriam ser posicionados de tal forma que dois tipos de vagões pudessem descarregar. Outro ponto a ser observado é que deveria haver o reaproveitamento de 5 bombas centrífugas usadas disponíveis graças ao retrofit de outro Terminal de Distribuição da empresa.

O uso dos trechos de trilhos sob concessão da Vale é feito através de contratos entre as partes onde são determinadas as janelas de tempo que cada contratante pode usufruir da linha férrea. No caso do terminal, toda a operação de entrada do comboio de vagões, análise preliminar do lote, descarga do produto e liberação a vazio deveria ser executada em no máximo 12 horas.

Após esse prazo, a Vale realiza cobrança extra pelo uso dos trilhos. Esse recurso funciona como dissuasão para que as empresas usuárias dos trilhos não se atrasem em suas operações, pois irão inevitavelmente atrasar os transportes de outras empresas, como a própria Vale que transporta o minério de ferro extraído das minas de Carajás/PA.

De acordo com dados levantados em campo, a descarga de 11 vagões era feita em 8 horas, considerando as tarefas acima mencionadas (análise, descarga e liberação). Com a duplicação do desvio, a nova demanda de descarga passaria a ser 32 vagões.

3.3 - VAGÕES DE PROJETO

Os vagões a serem considerados para projeto são do tipo tanque, em dois modelos com volumes distintos conforme apresentado nas Figuras 3.7 e 3.8. Os pontos de locação dos manifolds devem levar em consideração que comboios dos dois tipos

podem chegar a qualquer um dos dois lados do desvio, sendo que os mangotes desses manifolds devem ter alcance para o acoplamento. O ponto de engate dos vagões está locado na metade do seu comprimento.

Vagão taque TCT-1

- Bitola: 1.600mm;
- Capacidade: 106 m³;
- Comprimento total: 17494 mm;
- Altura Total: 4900 mm
- Fabricante: COBRASMA / MAFERSA

Vagão taque TCT-2

- Bitola: 1.600mm;
- Capacidade: 110 m³;
- Comprimento total: 19100 mm;
- Altura Total: 4700 mm
- Fabricante: COBRASMA / MAFERSA.

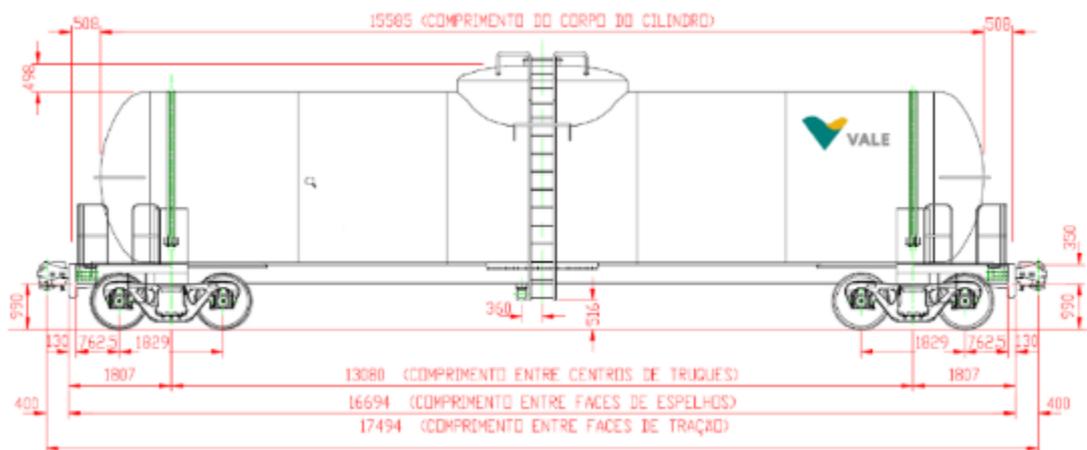


Figura 3.7 - Dimensional do vagão tipo TCT-1.

Fonte: VALE S.A. (2016).

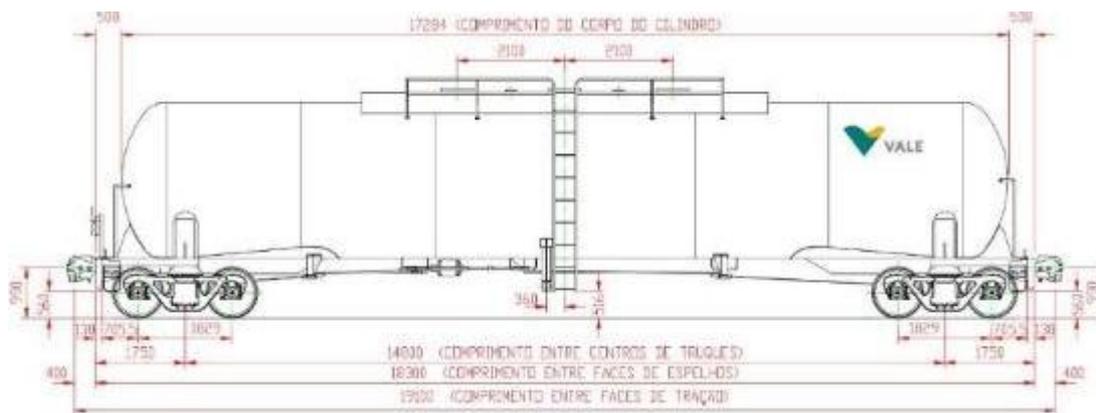


Figura 3.8 - Dimensional do vagão tipo TCT-2.
 Fonte: VALE S.A.(2016).

3.4 - TUBULAÇÕES

Para TELLES (2012), tubos são condutos fechados destinados ao transporte de fluidos, apresentam seção circular tais como cilindros ocos e funcionam principalmente como condutos forçados, ou seja, com o fluido ocupado toda a área da seção transversal. Não obstante, se enquadram também na definição os condutos com fluidos que não ocupam toda a seção do tubo, como no caso de redes de esgoto e águas pluviais que apresentam superfície livre no escoamento.

TELLES (2012) ainda afirma que o diâmetro das tubulações é definido em função da vazão necessária do fluido, das diferenças de cotas existentes, das pressões disponíveis, das velocidades e perdas de carga admissíveis, da natureza do fluido e material do tubo.

Os tubos tratados nesse estudo são especificados como sendo do material API 5L Grau B Schedule 40 (American Petroleum Institute). Tal material apresenta as características mecânicas informadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Propriedades mecânicas do tubo de aço carbono API 5L Gr.B.

Grau	% Carbono (máx)	Limite Resistência (MPa)	Limite de Escoamento (MPa)
B	0,3	412	235

Fonte: TELLES (2012).

3.5 - MÉTODOS DE ANÁLISE DE PERDAS DE CARGA

Conforme apresentado no Capítulo 2, a determinação da perda de carga em fluidos escoando em tubulações é função da vazão do fluido, do diâmetro da tubulação, do comprimento do trecho de tubulação analisado e do estado de rugosidade da superfície do tubo em contato com o fluido. Aqui são apresentados os dois métodos analíticos mais utilizados para obtenção das perdas de carga em tubulações, sendo cada um mais apropriado para determinadas aplicações e seguimentos da indústria.

3.5.1 - Fórmula de Hazen-Williams

Muito utilizada no meio industrial sendo válida para diâmetros acima de 50mm e escoamento com água, sendo definida pela Eq. (3.1).

$$H_p = 10,643 * Q^{1,85} * C^{-1,85} * D^{-4,87} * L \quad (3.1)$$

Sendo:

H_p = Perda de Carga distribuída (m);

L = comprimento do trecho reto do tubo (m);

Q = Vazão (m³/h);

D = Diâmetro do tubo (m)

C = Coeficiente de Hazen-Williams (adimensional). Dependem do material e estado das tubulações (tabelados empiricamente).

3.5.2 - Fórmula de Darcy-Weisbach

Utilizada para diâmetros acima de 50mm e válida para fluidos incompressíveis conforme Eq. (3.2).

$$H_p = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g} \quad (3.2)$$

Sendo:

H_p = Perda de Carga distribuída (m);

L = comprimento do trecho reto do tubo (m);

D = Diâmetro do tubo (m);

v = velocidade média do escoamento (m/s);

f = coeficiente de atrito (adimensional); sendo função do Número de Reynolds e da rugosidade relativa do tubo. A rugosidade relativa é definida como k/D (k = rugosidade da parede do tubo em metros – tabelado);

g = aceleração da gravidade (m/s^2)

O coeficiente de atrito f da fórmula é obtido através do lançamento do número de Reynolds e da rugosidade relativa no Ábaco de Moody (Figura 3.9), que correlaciona essas grandezas com o tipo de escoamento do fluido para aquelas condições, sendo laminar ou turbulento.

O Número de Reynolds, obtido pela Eq. (3.3) é um número adimensional que é função do produto da velocidade do escoamento pelo diâmetro da tubulação, divididos pela viscosidade cinemática do fluido, sendo definido pela expressão abaixo (COELHO, 2006).

$$Re = \frac{v * D}{\nu} \quad (3.3)$$

Sendo:

Re = Número de Reynolds, adimensional;

v = velocidade do escoamento do fluido no interior da tubulação (m/s);

D = Diâmetro interno da tubulação (m);

ν = viscosidade cinemática do fluido (m^2/s).

As fórmulas apresentadas são específicas para comprimentos de tubo lineares, ou seja, sem qualquer singularidade. Para que seja possível calcular as perdas de cargas totais de uma tubulação, contemplando também as singularidades, é necessário que se faça um artifício para que as equações consigam computar esses itens.

Todo fabricante ao ofertar um equipamento, conexão, válvula, curvas, etc, no mercado deve informar qual é o comprimento equivalente que esse item tem se a sua perda de carga fosse convertida para comprimento linear de tubo, para aquele diâmetro. Ou seja, a perda de carga de uma curva, por exemplo, é equivalente a n metros de tubulação, para aquele diâmetro. Dessa forma, se soma todos os comprimentos

equivalentes das singularidades e o comprimento total da tubulação para cálculo é dado pela soma dos comprimentos reais dos tubos mais o somatório dos comprimentos equivalentes das singularidades.

A grande parte das singularidades usualmente utilizadas em tubulações, como curvas, tês, válvulas, etc, já possuem valores de comprimentos equivalentes tabelados na literatura técnica sendo apresentados na Figura 3.10. À todo esse cálculo, ainda deve ser somado ou subtraído o desnível estático dos pontos de sucção e/ou descarga das bombas, conforme o caso real apresentado em análise.

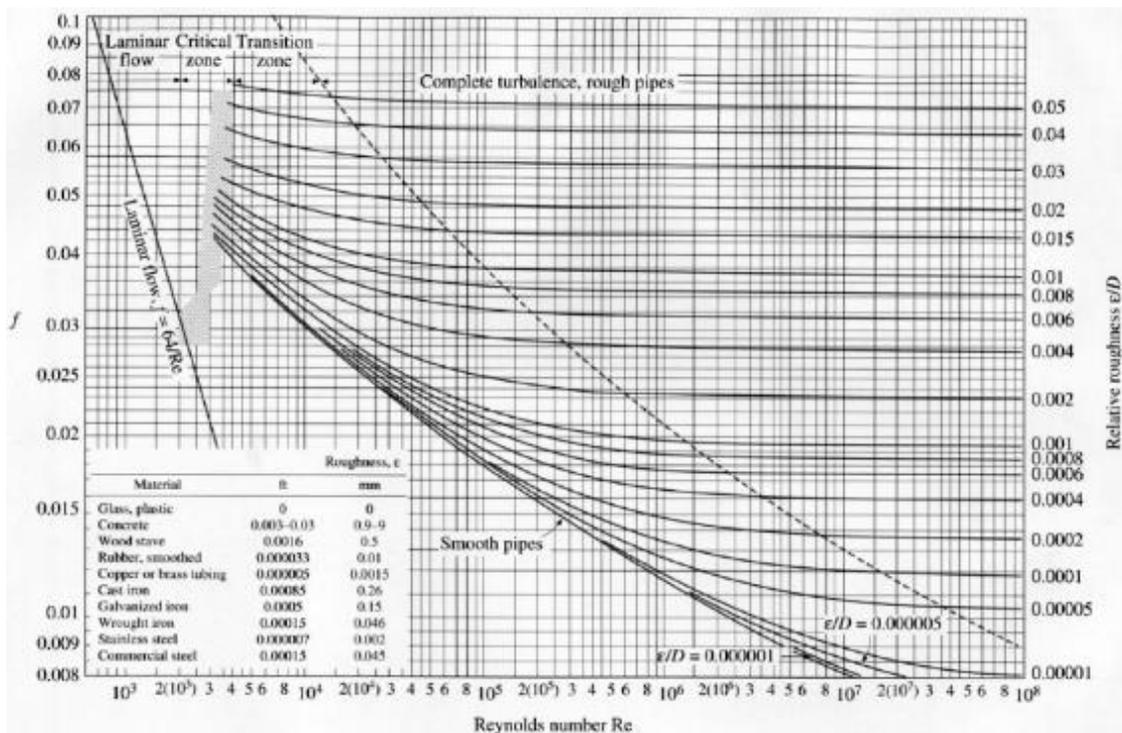


Figura 3.9 - Ábaco de Moody para determinação de regime laminar ou turbulento.
Fonte: TELLES e BARROS (2011).

DIÂMETRO D																				
mm	pol.	COTOVELO 90° RAIO LONGO	COTOVELO 90° RAIO MÉDIO	COTOVELO 90° RAIO CURTO	COTOVELO 45°	CURVA 90° R/D - 1/2	CURVA 90° R/D - 1	CURVA 45°	ENTRADA NOMINAL	ENTRADA DE BORDA	REGISTRO DE GAVIETA ABERTO	REGISTRO DE GLOBO ABERTO	REGISTRO DE ÂNGULO ABERTO	TE PASSAGEM DIRETA	TE SAÍDA DE LADO	TE SAÍDA LATERAL	VALVULA DE PE E CRIVO	SAÍDA DA CANALIZAÇÃO	VALVULA DE TENTELAS TIPO LEVE	VALVULA DE RETENÇÃO TIPO PESADO
13	½	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	¾	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 ¼	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,8	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1 ½	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2 ½	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,3	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	8,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	86,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,6	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	29,0	45,0

Figura 3.10 - Comprimentos equivalentes a perdas localizadas, expressos em metros de canalização retilínea.

Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

Dada a natureza do estudo a ser elaborado na base de distribuição de combustíveis citada, onde as tubulações são de aço carbono, com fluido pressurizado e diferentes de água, será adotada a fórmula de Darcy-Weisbach no dimensionamento do sistema.

3.6 - MÉTODO DE CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA

Com o objetivo de dimensionar adequadamente bombas centrífugas para as diversas aplicações da indústria, foi elaborada uma planilha eletrônica para determinação das perdas de carga nos trechos de tubulação a serem analisados (Figura 3.11). Com o correto levantamento das perdas de carga em um sistema hidráulico, se faz possível dimensionar corretamente as bombas necessárias à operação. Tal planilha foi programada no software Excel, tendo por base a equação para perda de carga de Darcy-Weisbach apresentada anteriormente. A programação foi elaborada com a premissa do operador inserir apenas os dados da instalação e do fluido, de forma a se obter tanto a perda de carga dos trechos de sucção quanto dos trechos de recalque, conseguindo assim determinar a Altura Manométrica Total da bomba a ser adquirida.

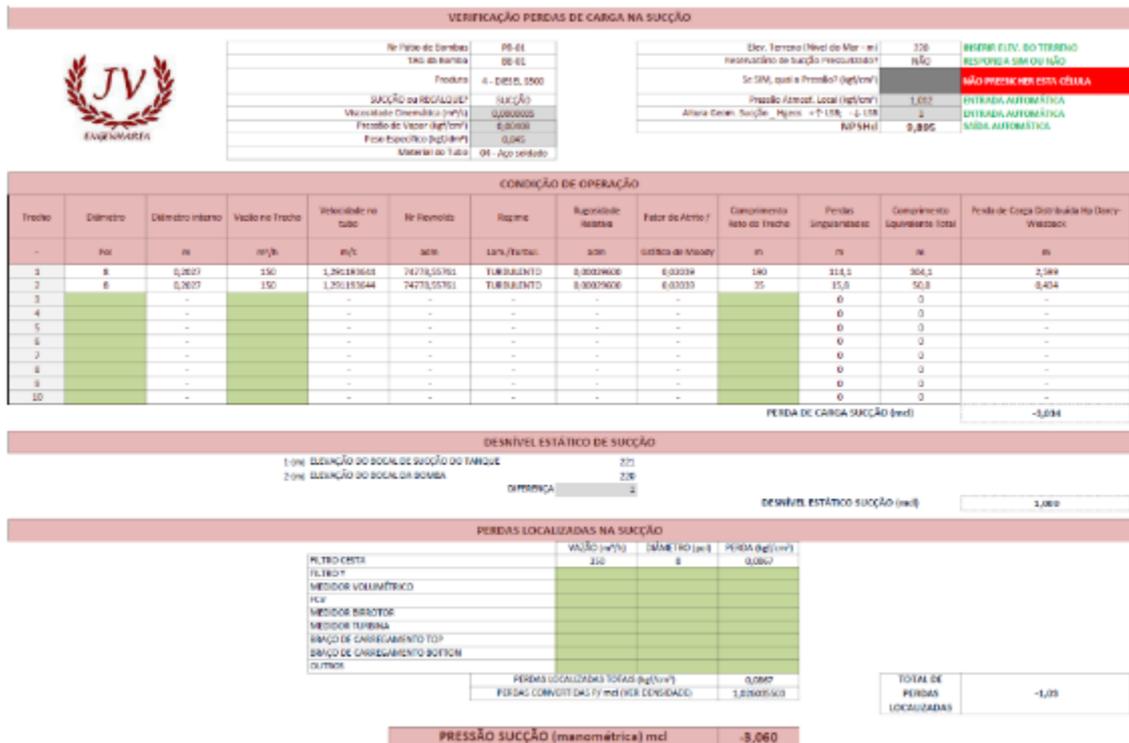


Figura 3.11 - Interface da planilha de dimensionamento para bombas centrífugas de acordo com a perda de carga obtida pela equação de Darcy-Weisbach.

Os índices de perda de carga das singularidades (curvas, válvulas, reduções, etc) foram extraídos dos comprimentos equivalentes em metros indicados na Figura 3.10, para diâmetros de tubulações de 1/2" até 14". Os dados das propriedades físico-químicas dos combustíveis foram extraídos das FISPQs (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos) de cada um e são apresentados na Tabela 3.4. As respectivas FISPQs seguem ao final desse estudo nos Anexo para verificação.

Os valores da constante k necessária para o cálculo da rugosidade relativa dos diferentes tipos de tubos, utilizados para aplicação do gráfico de Moody, foram obtidos através de consulta ao Manual de Treinamento, Seleção e Aplicação de Bombas Centrífugas da KSB conforme referências bibliográficas desse estudo e transcrito pela Tabela 3.5.

A planilha consiste em um cabeçalho que deverá ser preenchido escolhendo opções predeterminadas em lista suspensa ou inserindo informações manualmente. O analista deverá nomear a bomba a ser dimensionada e escolher o produto com o qual o sistema irá trabalhar. Automaticamente a planilha irá auto preencher os campos correspondentes às propriedades daquele produto de acordo com os dados presentes na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Propriedades físicas dos combustíveis.

PRODUTO	PONTO DE FULGOR (°C)	VISCOSIDADE CINEMÁTICA (m²/s)	PRESSÃO DE VAPOR (kgf/cm²)	PESO ESPECÍFICO
0 - ÁGUA	-	0,000000893	0,0326	0,997
1 - AVGAS	-40	0,0000008	0,5	0,76
2 - BIODIESEL B100	100	0,000006	0,00272	0,88
3 - DIESEL S10	38	0,0000055	0,00408	0,85
4 - DIESEL S500	55	0,0000035	0,00408	0,845
5 - ETANOL ANIDRO	13	0,0000015	0,06	0,7915
6 - ETANOL HIDRAT.	15	0,0000015	0,13	0,8093
7 - GASOLINA	0	0,0000005	0,60	0,75
8 - ODM	38	0,0000055	0,00408	0,865
9 - QAV / JET A1	40	0,000008	0,01	0,804

Fonte: FISPQS DOS PRODUTOS CONSTANTES NOS ANEXOS.

Tabela 3.5 - Materiais com os valores para a rugosidade k em metros.

MATERIAL	k (m)
01 - Aço galvanizado	0,0002
02 - Aço rebitado	0,003
03 - Aço revestido	0,0004
04 - Aço soldado	0,00006
05 - Chumbo	0
06 - Cimento amianto	0,000013
07 - Cobre ou latão	0
08 - Concreto bem-acabado	0,001
09 - Concreto ordinário	0,002
10 - Ferro forjado	0,00006
11 - Ferro fundido	0,0005
12 - Madeira com aduelas	0,001
13 - Manilhas cerâmicas	0,0006
14 - Vidro	0
15 - Plástico	0

Fonte: LENGSELD *et al.* (2005).

Na sequência, deverá ser escolhida se a análise ocorrerá para o trecho da sucção ou para o trecho de recalque da bomba. Posteriormente, deverá ser informado qual o material da tubulação. Se o trecho escolhido para análise for o da sucção, o cabeçalho ainda apresentará itens para preenchimento para calcular o NPSH_{disp} da instalação. Se o trecho for o de recalque, essas opções não serão disponíveis.

O analista deverá informar a elevação do terreno onde a bomba será instalada tendo como base o nível do mar uma vez que a pressão atmosférica do local influencia no cálculo do NPSH_{disp}. Deverá ainda informar se o reservatório de sucção está aberto para a atmosfera ou se está pressurizado. Se estiver, deverá informar a pressão em kgf/cm² em que se encontra.

Após o cabeçalho, o campo “Condição de Operação” é o próximo a ser preenchido. Nesse campo serão inseridas as características de cada trecho de tubulação, sendo possível analisar simultaneamente até 10 trechos. O parâmetro que determina o término de um trecho e o início de outro é a mudança do diâmetro daquela linha de tubulação. Apenas os campos pintados de verde deverão ser preenchidos, a ser o diâmetro do tubo em polegadas, a vazão de fluido no trecho em m³/h e o comprimento reto do trecho analisado.

Todos os outros parâmetros serão preenchidos automaticamente pela planilha devido sua programação, a ser “velocidade no tubo” em m/s, número de Reynolds, “regime” laminar ou turbulento, “rugosidade relativa”, “fator de atrito f” de acordo com o gráfico de Moody, Perdas das Singularidades da tubulação convertidas para metros de tubo, o comprimento equivalente do trecho analisado e por fim a Perda de Carga Distribuída dada pela equação de Darcy-Weisbach. O somatório da perda de carga nos trechos dará a perda de carga total para a tubulação analisada.

O campo “Perdas das Singularidades” aparecerá automaticamente nesse campo, contudo ele é resultado de dados inseridos pelo analista em uma área oculta da planilha (Figura 3.12). Se faz necessário que sejam inseridas as quantidades de singularidades presentes no trecho analisado, assim a planilha irá somar os comprimentos equivalentes de acordo com os índices apresentados na Figura 3.10. Novamente, apenas as células pintadas de verde deverão ser preenchidas.

PERDAS SINGULARES TRECHO 1	ITEM	L(EQ.)	QNT.	L. EQ. PARCIAL
	VRE PESADA	25	1	25
	VGA	1,4	2	2,8
	TÊ LATERAL	13	3	39
	TÊ DIRETO	4,3	11	47,3
L EQ. (m) =				114,1

Figura 3.12 - Exemplo de campo de inserção das singularidades dos trechos na planilha de dimensionamento para bombas centrífugas de acordo com a perda de carga obtida pela equação de Darcy-Weisbach.

O próximo campo a ser preenchido deverá ser o “Desnível Estático de Sucção” ou “Desnível estático de Recalque”, dependendo se estiver sendo analisado os trechos à montante ou à jusante da bomba. Para a sucção deverão ser inseridos os níveis da superfície de líquido do reservatório de sucção e o nível da linha de centro do bocal de sucção da bomba. Essas informações são diretamente impactantes na determinação do NPSH_{disp} da instalação. Para o recalque, deverá ser inserida a elevação final do ponto de recalque. Em se tratando de um tanque, deverá ser a altura máxima onde a superfície do líquido pode chegar. A elevação da linha de centro do bocal da bomba também deverá ser informada nesse campo.

O próximo campo da planilha, chamado “Perdas Localizadas na(o) Sucção/recalque” deve ser preenchido se for identificada alguma singularidade na tubulação que não esteja prevista na Tabela 3.4, tais como filtros, medidores, válvulas de controle, etc. Para tanto, deverão ser preenchidos os dados solicitados de vazão no trecho, diâmetro da singularidade instalada no trecho e a perda de carga correspondente à essa singularidade. O valor da perda de carga será obtido em catálogos ou junto ao fornecedor do item e deverá ser preenchido em kgf/cm². Caso o valor indicado pelo fornecedor esteja em outras unidades, as devidas conversões deverão ser feitas.

Ao final da inserção dos dados, a planilha informará qual o valor do NPSH_{disp} da instalação em campo próprio do cabeçalho da análise da sucção. Ainda, as perdas de carga encontradas para a sucção e para o recalque informarão qual a Altura Manométrica Total adequada para instalação de uma bomba centrífuga.

A planilha eletrônica poderá ser solicitada para consulta e verificação das equações por qualquer pessoa através do e-mail jhonatanjfs@yahoo.com.br. A senha para visualização total do documento é “planilha”.

3.7 - CENÁRIOS DE CHEGADA DOS COMBOIOS

O terminal poderá receber dois tipos de comboios de vagões, considerando que serão usados dois tipos de vagões, sendo o TCT-1 de 17.494 mm e o TCT-2 de 19.100mm de comprimento. Se o terminal receber um comboio de cada tipo não se poderá alinhar vagão com vagão para realizar a descarga.

Com isso em mente, foi necessário fazer um estudo prévio para relocar os manyfolds de descarga já existentes na Plataforma de Descarga de Vagões tanque (PDVT). Nota-se que pelo comprimento, o terminal suporta até 16 vagões do tipo TCT-1 e 15 vagões do tipo TCT-2 em cada um dos desvios ferroviários.

Em projeto, utilizando a plataforma gráfica do software AutoDesk AutoCAD 2017, foram alinhados os dois tipos de comboios na PDVT, de forma a identificar os pontos de defasagem entre os bocais de conexão dos vagões. Considerando que o mangote de conexão entre o vagão e o manyfolds de descarga teria 8,00 m de comprimento, foi possível locar 16 novos manyfolds de descarga tal como apresentado nas figuras seguintes. Todos os manyfolds de descarga existentes deverão ser desativados para instalação dos novos. Os novos manyfolds foram projetados de forma que apenas um mangote pudesse descarregar qualquer tipo de vagão transportando qualquer tipo de produto. A destinação de qual produto seguirá para qual linha longitudinal de descarga da PDVT se dará pelo jogo de válvulas presente em cada manyfolds, evitando assim a contaminação entre diferentes tipos de combustíveis.



Figura 3.13 - Vista aérea da região do desvio ferroviário existente no terminal com bacia de tanques ao fundo.



Figura 3.14 - Manifold de descarga existente a ser removido.

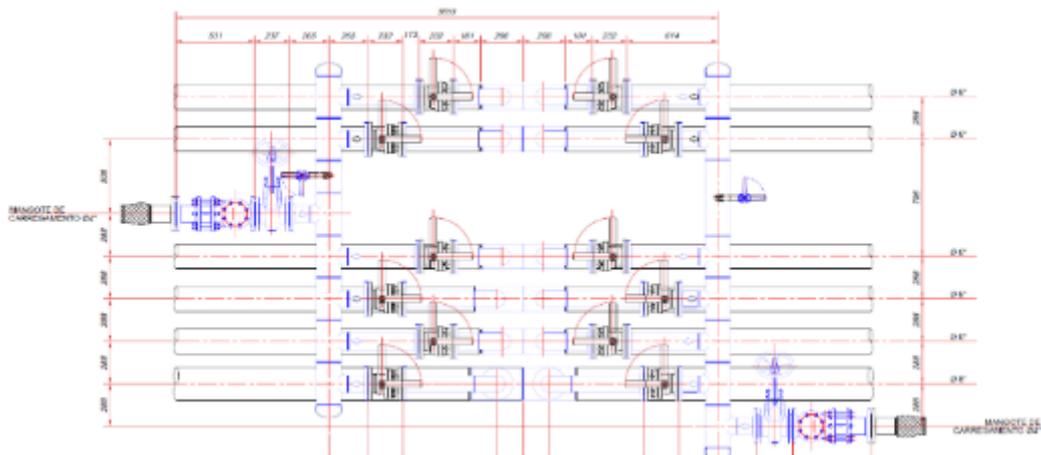


Figura 3.15 - Projeto dos novos manifolds de descarga.

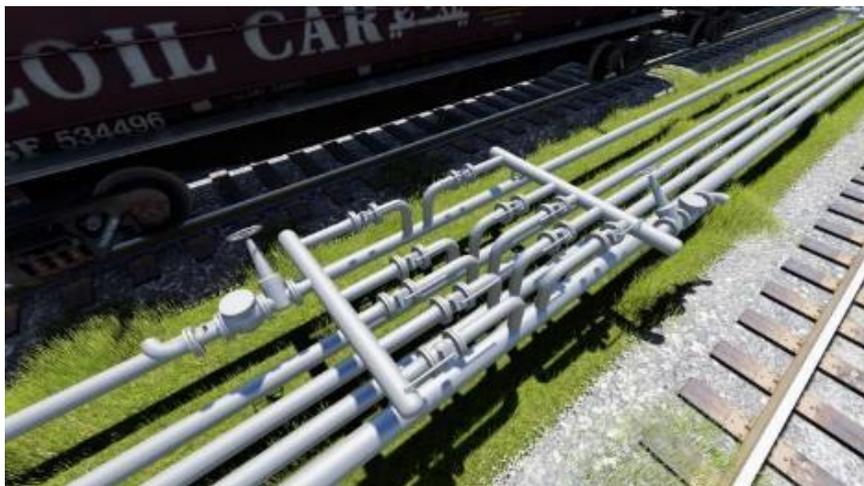


Figura 3.16 - Maquete 3D do projeto dos manifolds.

3.8 - LIMITES DE VELOCIDADES NAS TUBULAÇÕES

Dentre a documentação fornecida pelo cliente para execução do projeto, encontram-se orientações a respeito dos limites de velocidade dos produtos dentro das tubulações durante o bombeamento que seguem transcritas na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Limites de velocidade para produto em tubulações.

Operação	Velocidade (m/s)
Sucção	1,5 a 3,0
Recalque	3,7 a 5

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção de um novo desvio ferroviário no terminal permitirá que a capacidade de abastecimento da instalação seja dobrada, uma vez que poderá descarregar até 32 vagões simultaneamente. O combustível que chega ao terminal é oriundo do Terminal de São Luís/MA, que por sua vez é abastecida por navios tanque que podem vir tanto da região sudeste do país por cabotagem ou ainda podem vir de outros países produtores de petróleo, tais como Venezuela ou países da Península Arábica, de acordo com a estratégia comercial da empresa.

Esse comboio de 32 vagões que chegará ao terminal poderá transportar os tipos de combustíveis relacionados no capítulo anterior, contudo, para este estudo, será considerado o pior caso vislumbrado para a operação de descarga, sendo todos os vagões com o mesmo tipo de produto a serem descarregados dentro das 12 horas estipuladas em contrato entre a Distribuidora e a Vale S.A.

O estudo será estruturado na análise e validação de uma solução proposta pela própria Distribuidora, baseada no reaproveitamento de bombas centrífugas disponíveis graças ao retrofit de outro Terminal de Distribuição da empresa. Caso a solução sugerida não satisfaça os parâmetros técnicos de operação, uma nova solução será desenvolvida, analisada e validada.

Como todo trabalho de Engenharia, a solução de uma demanda não é realizada com apenas uma intervenção, sendo quase sempre um conjunto de ações que no todo satisfazem uma necessidade. A construção de um desvio ferroviário desse porte demanda obras secundárias que visam dar segurança ao processo e ao trabalho dos recursos humanos envolvidos.

O escopo do trabalho contratado ainda era composto por adequações no sistema de aterramento elétrico dos trilhos, instalação de iluminação adequada para o trabalho noturno, construção de trava-quedas para trabalho em altura e adequações no sistema de coleta de resíduo óleos, contudo não serão objeto de relato nesta análise, que se concentrará nos parâmetros hidráulicos da operação.

4.1 - ANÁLISE E VALIDAÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA PELO CLIENTE

O escopo do trabalho contratado pelo cliente consistia em prover as adequações necessárias para operacionalizar a descarga de todos os vagões tanque que passariam a entregar produtos no terminal em razão da duplicação do desvio ferroviário (Figura 4.1). Contudo algumas diretrizes de caráter econômico foram estabelecidas e que deveriam ser analisadas e validadas durante o projeto, a ser:

- Novos manifolds relocados e as tubulações de descarga longitudinais da PDVT deveriam ser mantidas – um tubo de 8” e cinco tubos de 6”;
- A bomba atualmente instalada que funciona para descarga de Diesel S10 deveria ser mantida;
- O projeto deveria contemplar o reaproveitamento de 5 bombas centrífugas que estariam disponíveis para instalação graças ao retrofit de outra unidade da empresa;
- Deveria ser contemplada a manobra de descarga completa de um comboio de 32 vagões do tipo TCT-1 ou 30 vagões do tipo TCT-2.

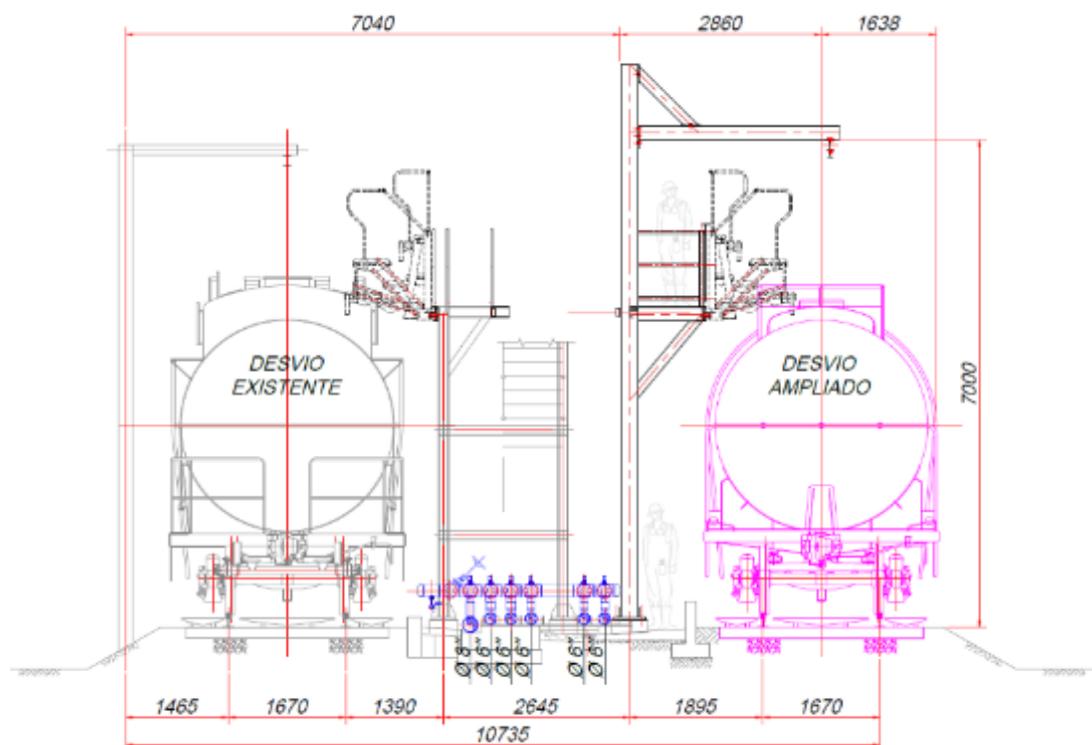


Figura 4.1 - Corte transversal do desvio ferroviário ampliado. Representação da solução proposta pelo cliente, instalando-se novos manifolds reposicionados e mantendo as tubulações de descarga.

4.1.1 - Verificação das vazões

Através da análise das vazões máximas que podem ser obtidas com as bombas disponíveis, é possível ter uma estimativa do tempo necessário para realizar toda a manobra de descarga. A Tabela 4.1 e Figura 4.2 apresentam as características operacionais das bombas.

Tabela 4.1 - Dados operacionais das bombas para solução proposta pelo cliente.

	BB-01	BB-02	BB-03	BB-04	BB-05	BB-06
Produto	S10	S500	B100	Gasol A	E. Anidro	E. Hidrat.
Marca	HydroTécnica	Wheir	Wheir	Wheir	Wheir	Wheir
Modelo	GF-100-25	HG-80-C	HG-80-C	HG-80-C	HG-80-C	HG-80-C
Vazão (m³/h)	150	90	90	90	90	90
AMT (mcl)	30	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74
Pot (cv)	20	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
N (rpm)	1750	1750	1750	1750	1750	1750
Ø Rotor (mm)	N.D.	210	210	210	210	210



Figura 4.2 - Placas de identificação das bombas.

A Hidrotécnica é uma empresa sediada na cidade de Belo Horizonte/MG que não fabrica bombas centrífugas, sendo apenas revendedora atualmente da marca KSB. Pela observação da bomba instalada não foi possível identificar sua verdadeira marca. Não foi possível obter essa informação diretamente com a Hidrotécnica uma vez que a empresa não tinha dados arquivados desse fornecimento. Para as outras bombas, uma vez identificada a marca e modelo, foi possível resgatar suas curvas operacionais nos catálogos da Weir, conforme apresentado na Figura 4.3.

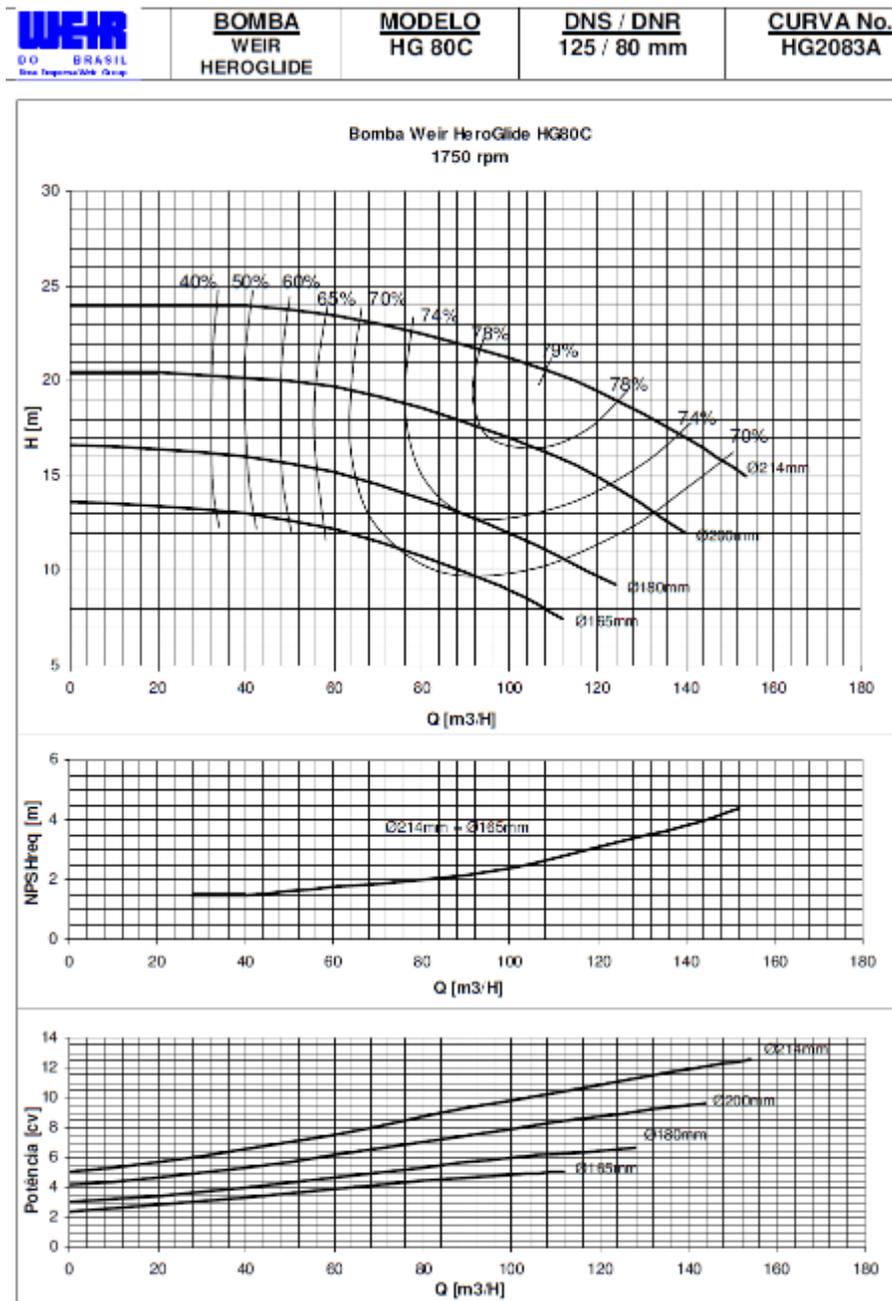


Figura 4.3 - Curvas de HxQ, NPSHreq e Potência da bomba Weir Hero HG-80-C.
Fonte: CATÁLOGO WHEIR (2010).

Prevendo o cenário de 32 vagões do tipo TCT-1 que comporta 106m³ cada, abastecidos com Diesel S10, tem-se um volume total de 3.392m³ a ser descarregado com a bomba BB-01. Considerando que pela placa ela está dimensionada para fornecer uma vazão de 150m³/h para a altura de 30 mcl, tem-se que o tempo total de descarga seria:

$$\frac{3.392 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3/\text{h}} = \mathbf{22,61 \text{ h}} \quad (4.1)$$

Para um cenário onde se prevê um comboio com 30 vagões do tipo TCT-2 com volume de 110m³ em cada vagão, também carregados com Diesel S10 utilizando a mesma bomba, haveria um volume total de 3.300m³ para descarregar na vazão de 150m³/h, totalizando uma operação em horas:

$$\frac{3.300 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3/\text{h}} = \mathbf{22,00 \text{ h}} \quad (4.2)$$

Para qualquer produto a ser descarregado com qualquer uma das bombas Wheir tem-se os mesmos cenários, haja vista se tratar de bombas iguais. Considerando uma demanda de 32 vagões do tipo TCT-1 totalizando 3.392m³ para descarga com uma dessas bombas de 90m³/h de vazão, tem-se um período de trabalho de:

$$\frac{3.392 \text{ m}^3}{90 \text{ m}^3/\text{h}} = \mathbf{37,69 \text{ h}} \quad (4.3)$$

Trabalhando com a hipótese de 30 vagões do tipo TCT-2 que transportam 110m³ de produto, haveria um total de 3.300m³ para serem descarregados com uma bomba de 90m³/h de vazão. O tempo total de descarga seria:

$$\frac{3.300 \text{ m}^3}{90 \text{ m}^3/\text{h}} = \mathbf{36,67 \text{ h}} \quad (4.4)$$

Aos tempos de operação indicados acima ainda deveria ser acrescentada 1 hora referente à análise de chegada e liberação dos vagões ao final do processo. Qualquer tempo de operação superior a 12 horas causaria prejuízos ao terminal. As 5 bombas que deveriam ser reaproveitadas foram descartadas pela justificativa de apresentarem uma vazão muito baixa para a demanda proposta. Mesmo se os rotores das bombas fossem

trocados para um com diâmetro de 214mm, de acordo com as curvas da bomba acima, só seria possível chegar em uma vazão de aproximadamente 120m³/h para a mesma altura manométrica, o que ainda não seria aceitável. A BB-01 apresenta uma vazão razoável de 150m³/h, contudo passará por uma verificação quanto à sua pressão uma vez que oferece uma coluna de pressão de apenas 30 mcl. Se for aceitável, será aproveitada no contexto de uma nova proposta de solução.

4.2 - DESENVOLVIMENTO DE NOVA SOLUÇÃO

Uma vez verificado que o reaproveitamento dos equipamentos disponíveis não satisfaz a demanda do terminal, uma nova solução será desenvolvida tendo por base o tempo limite de operação em 11 horas.

4.2.1 - Determinação das vazões

Conforme apresentado, o comboio com 32 vagões do tipo TCT-1 apresenta uma demanda de descarga de 3.392 m³, ao passo que o comboio com 30 vagões do tipo TCT-2 entrega uma demanda global de descarga de 3.300 m³. Considerando uma janela de operação de no máximo 11 horas e a maior demanda de descarga, tem-se a necessidade de uma vazão definida pela Eq. (4.5):

$$3.392 \text{ m}^3 / 11 \text{ h} = \mathbf{308,36 \text{ m}^3/\text{h}} \quad (4.5)$$

Para projeto será considerada uma vazão necessária de **308 m³/h**.

4.2.2 - Determinação dos diâmetros das tubulações

É necessário determinar os diâmetros das tubulações de sucção e recalque das bombas de descarga em função do limite de velocidade dos produtos durante o fluxo informados no item 3.8. A velocidade do produto dentro do tubo é dada pela razão entre a vazão pela área da seção reta livre do tubo, conforme a Eq. (4.6):

$$v = \frac{Q}{A} \quad (4.6)$$

Os diâmetros internos normalizados dos tubos API 5L Gr.B Sch 40, de acordo com as normas ASME B36.10 e B36.19 utilizados no projeto, foram extraídos do trabalho de TELLES e BARROS (2011). Tais tabelas podem ser consultadas na íntegra nos anexos, mas a Tabela 4.2 apresenta um resumo dos dados utilizados em projeto.

Tabela 4.2 - Dados dimensionais dos tubos API 5L Gr.B.

Diâm. Nominal	Designação de Espessura	Espessura de Parede (mm)	Diâmetro Interno (mm)
4"	Std, 40, 40S	6,02	102,3
6"	Std, 40, 40S	7,11	154,0
8"	Std, 40, 40S	8,18	202,7
10"	Std, 40, 40S	9,27	254,5

Fonte: TELLES e BARROS (2011).

Realizando os ajustes de unidades necessários, para a vazão mínima de 308m³/h, tem-se que as velocidades no interior dos tubos não podem exceder 3,0m/s para a sucção ou 5m/s no recalque. Assim, tem-se:

- Verificação das velocidades nos tubos de 6" da sucção existente conforme Eq. (4.7):

$$v_{6''} = \frac{308}{\frac{\pi * 0,154^2}{4}} = 4,59 \text{ m/s} > 3,0 \text{ m/s} \quad \text{NÃO ATENDE} \quad (4.7)$$

Uma vez que a velocidade nos tubos longitudinais de descarga existentes em 6" está acima de 3,0m/s, conclui-se que estes não poderão ser utilizados. Assim sendo se faz necessário especificar um novo diâmetro para essas tubulações.

- Verificação das velocidades para tubos de 8" na sucção das bombas conforme Eq. (4.8):

$$v_{8''} = \frac{308}{\frac{\pi * 0,2027^2}{4}} = 2,65 \text{ m/s} < 3,0 \text{ m/s} \quad \text{ATENDE} \quad (4.8)$$

Pelo critério da velocidade, os tubos longitudinais da PDVT que compõem as sucções das bombas de descarga deverão ser substituídos por tubos de pelo menos 8” na especificação acima descrita.

Nota-se que a velocidade no tubo de 6” para a vazão informada é de 4,59m/s, o que torna esse tubo inviável de emprego na sucção. Contudo, como o limite de velocidade no recalque é de 5,0m/s, conclui-se que esse diâmetro é o mais econômico para a aplicação.

Assim sendo, tem-se que os tubos das sucções das bombas devem ser substituídos por tubos de 8” ou maiores, a serem determinados na fase de análise das perdas de carga dos sistemas. Os tubos de recalque atuais em 6” serão mantidos. A única exceção para o recalque será a linha de S500 pois será mantida em 8”, sendo o diâmetro atual do tubo que parte do Pátio de Bombas e chega até os tanques de armazenamento desse produto.

4.2.3 - Apresentação da solução proposta

A solução proposta considera como pior caso para o dimensionamento da Altura Manométrica Total das bombas, a descarga do último vagão do comboio quando seu nível de produto já estiver quase se esgotando. Nessa configuração a cota geométrica de sucção positiva será a mínima, havendo ainda o maior trecho de tubulação a ter suas perdas de carga vencidas pelo fluxo.

A perda de carga é função da velocidade do produto na linha, das dimensões da tubulação, da quantidade de singularidades, do nível do reservatório de sucção e das propriedades do próprio fluido. Mesmo estando todos os vagões abertos para descarga, todos eles ainda estarão com seus níveis de produto na mesma cota geométrica graças ao princípio de vasos comunicantes. Consequentemente a quantidade de vagões alinhados simultaneamente para descarga não impacta no dimensionamento da pressão da bomba. Será necessário bombear uma vazão de 308 m³/h.

A solução proposta não contemplará a instalação de uma bomba com essa vazão para cada um dos produtos a serem descarregados na plataforma. Essa vazão é esperada para o pior caso possível de todos os vagões do comboio estarem carregados com o mesmo produto, o que de fato na prática não ocorrerá com frequência. Na maioria das vezes os vagões são carregados com diversos produtos de acordo com a demanda de

consumo do terminal. Especificar uma bomba com uma vazão elevada unicamente para as eventualidades não é justificável do ponto de vista técnico e financeiro.

Dessa forma, a solução proposta contemplará a instalação de conjuntos moto-bombas de vazões abaixo da demanda de 308 m³/h, que serão associadas paralelamente tanto nas tubulações de sucção como nas de recalque. Serão instaladas uma bomba para cada produto a ser descarregado e uma bomba multiproduto, mas com vazões reduzidas ainda a serem determinadas. Assim, todos os produtos poderão ser descarregados simultaneamente e no caso eventual de todos os vagões forem de um só produto, duas bombas poderão trabalhar associadas paralelamente para oferecer a vazão necessária de 308 m³/h.

4.3 - CURVAS DOS SISTEMAS

Existem 6 sistemas de tubulações distintos, correspondendo a cada um dos produtos a serem descarregados. Através de leitura do desenho DE-DIST-E-11.01, que representa a solução em planta a ser viabilizada, serão levantados os comprimentos e singularidades das tubulações dos sistemas, bem como os desníveis estáticos das sucções – diferença de cota entre o nível do produto nos vagões ao final da operação e a linha de centro do bocal de sucção da bomba – e dos recalques – diferença entre o nível de produto nos tanques e da linha de centro do rotor da bomba. Com esses dados disponíveis serão traçadas as curvas características de cada um dos sistemas utilizando a planilha eletrônica apresentada no item 3.6 deste estudo.

4.3.1 - Levantamento de comprimentos e singularidades

As Tabelas 4.3 à 4.8 apresentarão os comprimentos e singularidades de cada trecho das sucções e recalques dos sistemas. Mangotes e visores de fluxo serão considerados trechos retos de tubo. Cada sistema será nomeado com o nome do produto com o qual trabalha.

Tabela 4.3 - Descrição dos trechos do Sistema S500. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 13.

Sucção ou Recalque	Hgeo-s/d (m)	Trecho	Diâm. (pol)	Comp. (m)	Singularidade	Quant.		
Sucção	2,00	1	6"	9,00	VRE leve	1		
					VGA	1		
		2	6"	1,15	Tê lateral	2		
					Tê direto	3		
		3	6"	1,13	VES	1		
					CRL 90°	1		
		4	10"	215,70	Tê lateral	2		
					Tê direto	22		
					CRL 90°	1		
					RED.	1		
		5	8"	22,30	Tê lateral	2		
					CRL 90°	2		
					VGA	1		
					RED.	1		
		6	6"	0,80	Filtro Y	1		
					RED.	1		
		Recalque	17,08	1	6"	7,00	AMPL.	1
							CRL 90°	3
Tê direto	4							
VGA	1							
VRE leve	1							
2	8"			14,75	Tê lateral	1		
					Tê direto	1		
3	8"			160,25	Tê lateral	1		
					Tê direto	2		
					CRL 90°	9		
					CRL 45°	2		
4	6"			27,50	RED.	1		
		CRL 90°	1					
		VRE leve	1					
		VGA	1					

Tabela 4.4 - Descrição dos trechos do Sistema S10. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 1001.

Sucção ou Recalque	Hgeo-s/d (m)	Trecho	Diâm. (pol)	Comp. (m)	Singularidade	Quant.
Sucção	2,00	1	6"	9,00	VRE leve	1
					VGA	1
		2	6"	1,15	Tê lateral	2
					Tê direto	2
		3	6"	1,13	VES	1
					CRL 90°	1
		4	10"	210,50	Tê lateral	2
					Tê direto	22
					CRL 90°	1
					RED.	1
		5	8"	27,00	Tê lateral	2
					CRL 90°	2
					VGA	1
					RED.	1
		6	6"	0,80	Filtro Y	1
					RED.	1
Recalque	19,50	1	6"	24,50	AMPL.	1
					CRL 90°	3
					Tê direto	3
					Tê lateral	2
					VGA	1
					VRE leve	1
		2	6"	117,00	CRL 45°	4
					CRL 90°	7
					Tê lateral	1
					VRE leve	1
VGA	1					

Tabela 4.5 - Descrição dos trechos do Sistema Etanol Anidro. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 1.

Sucção ou Recalque	Hgeo-s/d (m)	Trecho	Diâm. (pol)	Comp. (m)	Singularidade	Quant.
Sucção	2,00	1	6"	9,00	VRE leve	1
					VGA	1
		2	6"	0,90	Tê lateral	2
					Tê direto	2
		3	6"	1,13	VES	1
					CRL 90°	1
		4	10"	219,00	Tê lateral	2
					Tê direto	22
					CRL 90°	1
					RED.	1
		5	8"	20,00	Tê lateral	2
					CRL 90°	2
					VGA	1
					RED.	1
6	6"	0,80	Filtro Y	1		
			RED.	1		
Recalque	14,79	1	6"	21,25	AMPL.	1
					CRL 90°	3
					Tê direto	6
					Tê lateral	2
					VGA	1
					VRE leve	1
		2	6"	120,25	CRL 90°	11
					Tê direto	3
					CRL 45°	2
					AMPL.	1
		3	8"	1,60	VRE leve	1
VGA	1					
CRL 45°	2					

Tabela 4.6 - Descrição dos trechos do Sistema Gasolina. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 4.

Sucção ou Recalque	Hgeo-s/d (m)	Trecho	Diâm. (pol)	Comp. (m)	Singularidade	Quant.
Sucção	2,00	1	6"	9,00	VRE leve	1
					VGA	1
		2	6"	1,15	Tê lateral	2
					Tê direto	3
		3	6"	1,13	VES	1
					CRL 90°	1
		4	10"	222,50	Tê lateral	2
					Tê direto	22
					CRL 90°	1
					RED.	1
		5	8"	17,50	Tê lateral	2
					CRL 90°	2
					VGA	1
					RED.	1
		6	6"	0,80	Filtro Y	1
					RED.	1
Recalque	14,78	1	6"	11,75	AMPL.	1
					CRL 90°	3
					Tê direto	1
					Tê lateral	2
					VGA	1
					VRE leve	1
		2	6"	128,75	CRL 90°	7
					Tê direto	1
					Tê lateral	1
					VGA	1
					VRE leve	1
					CRL 45°	3

Tabela 4.7 - Descrição dos trechos do Sistema Etanol Hidratado. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 5.

Sucção ou Recalque	Hgeo-s/d (m)	Trecho	Diâm. (pol)	Comp. (m)	Singularidade	Quant.
Sucção	2,00	1	6"	9,00	VRE leve	1
					VGA	1
		2	6"	1,95	Tê lateral	2
					Tê direto	4
		3	6"	1,13	VES	1
					CRL 90°	1
		4	10"	226,00	Tê lateral	2
					Tê direto	22
					CRL 90°	1
					RED.	1
		5	8"	15,50	Tê lateral	2
					CRL 90°	2
					VGA	1
					RED.	1
		6	6"	0,80	Filtro Y	1
					RED.	1
Recalque	9,32	1	6"	10,25	AMPL.	1
					CRL 90°	3
					Tê direto	2
					Tê lateral	2
					VGA	1
					VRE leve	1
		2	6"	124,80	CRL 90°	9
					Tê direto	1
					Tê lateral	1
					VGA	1
					VRE leve	1
					CRL 45°	2

Tabela 4.8 - Descrição dos trechos do Sistema B100. Sucção do último vagão e recalque para o Tanque 3.

Sucção ou Recalque	Hgeo-s/d (m)	Trecho	Diâm. (pol)	Comp. (m)	Singularidade	Quant.
Sucção	2,00	1	6"	9,00	VRE leve	1
					VGA	1
		2	6"	2,23	Tê lateral	2
					Tê direto	5
		3	6"	1,13	VES	1
					CRL 90°	1
		4	10"	215,00	Tê lateral	2
					Tê direto	22
					CRL 90°	1
					RED.	1
		5	8"	24,50	Tê lateral	2
					CRL 90°	2
					VGA	1
					RED.	1
		6	6"	0,80	Filtro Y	1
					RED.	1
Recalque	9,80	1	6"	23,25	AMPL.	1
					CRL 90°	3
					Tê direto	4
					Tê lateral	2
					VGA	1
					VRE leve	1
		2	6"	140,25	CRL 90°	12
					Tê lateral	2
					VGA	1
					VRE leve	1
					CRL 45°	2

4.3.2 - Determinação das curvas dos sistemas

As curvas dos sistemas serão obtidas com o auxílio da planilha de cálculo elaborada para dimensionamento de bombas a partir dos dados dos comprimentos e singularidades de cada sistema. Serão lançadas diferentes vazões, começando com $Q=0$ m^3/h e aumentando de 75 em 75 m^3/h para obtenção de 5 pontos de operação que interligados formarão o perfil da curva procurada do sistema.

Uma limitante de cálculo será arbitrada. Para vazões de até $150m^3/h$ será considerado que todo o fluxo passa por apenas um mangote do último manyfolds de descarga. Para taxas acima de $150m^3/h$ será considerado que o fluxo passa pelos dois mangotes, simulando assim a descarga de dois vagões adjacentes simultaneamente. Dessa forma, essa vazão será dividida entre os dois ramais. O mesmo entendimento se aplica para as bombas. Para vazões acima de $150m^3/h$ será considerado que a operação é feita com duas bombas com a vazão sendo dividida nos trechos de sucção e recalque únicos das bombas principais e multiproduto.

As tabelas de 4.9 até 4.14 apresentam os resultados obtidos com as planilhas, cujos espelhos seguem nos apêndices para consulta. As curvas dos sistemas foram geradas através do software Origin 6. O programa permite processar dados estatisticamente e consegue elaborar uma equação representativa de uma curva resultado da regressão de dados dos pontos informados. Foi utilizada a regressão polinomial de dados de ordem 2 para obtenção das curvas, correlacionando as vazões com as respectivas Alturas Manométricas Totais anotadas de cada sistema.

Tabela 4.9 - Análise do Sistema S500 para obtenção da curva operacional.

Q (m^3/h)	Perdas Sucção (mcl)	Perdas Recalque (mcl)	AMT Hr-Hs (mcl)	NPSHdisp (mcl)
0	2,00	17,08	15,08	13,93
75	0,84	18,45	17,61	12,93
150	-2,16	21,96	24,12	10,40
225	-2,02	24,85	26,87	10,26
300	-4,86	30,38	35,24	7,71
375	-8,40	37,32	45,72	4,52

Para uma vazão nula, tem-se uma carga positiva de pressão na sucção da bomba de 2,00 mcl, uma vez que a bomba se encontra afogada, havendo ainda uma carga de pressão de 17,08 mcl no recalque devido unicamente ao desnível estático entre a bomba e o nível do tanque de recalque, totalizando uma altura manométrica inicial de 15,08 mcl. Uma vez iniciado o fluxo nota-se o aumento gradativo das perdas de carga no sistema até o ponto máximo de 45,75 mcl para uma vazão de 375 m³/h. O NPSH_{disp} do sistema cai gradativamente com o aumento da vazão mas ainda dispõe de valores razoáveis para uma operação adequada. A Figura 4.4 apresenta a curva obtida com a regressão polinomial dos dados levantados do sistema.

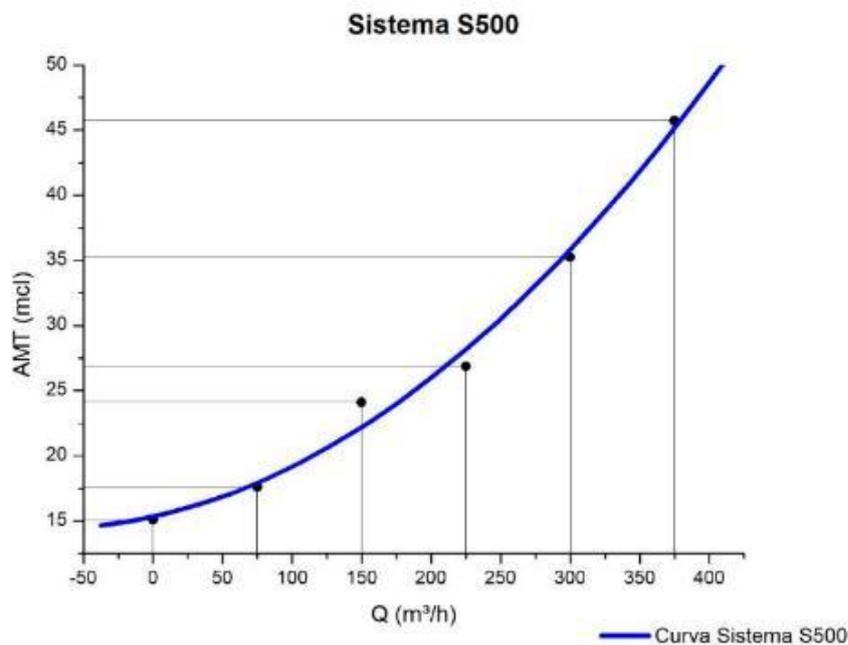


Figura 4.4 - Curva do Sistema S500.

Tabela 4.10 - Análise do Sistema S10 para obtenção da curva operacional.

Q (m ³ /h)	Perdas Sucção (mcl)	Perdas Recalque (mcl)	AMT Hr-Hs (mcl)	NPSH _{disp} (mcl)
0	2,00	19,50	17,50	13,86
75	0,77	21,86	21,09	12,79
150	-2,36	27,81	30,17	10,14
225	-2,25	32,93	35,18	9,97
300	-5,20	42,41	47,62	7,29
375	-8,88	54,29	63,16	3,98

Para uma vazão nula, tem-se uma carga positiva de pressão na sucção da bomba de 2,00 mcl, uma vez que a bomba se encontra afogada, havendo ainda uma carga de pressão de 19,50 mcl no recalque devido unicamente ao desnível estático entre a bomba e o nível do tanque de recalque, totalizando uma altura manométrica inicial de 17,50 mcl. Uma vez iniciado o fluxo nota-se o aumento gradativo das perdas de carga no sistema até o ponto máximo de 63,16 mcl para uma vazão de 375 m³/h, sendo este o sistema com maior perda de carga observada.

Uma análise no sistema foi realizada para identificar o agente motivador dessa perda de carga elevada quando comparada com o Sistema S500, uma vez que em tese os dois produtos apresentam características físico-químicas semelhantes. Constatou-se que o recalque do Sistema S500 é feito com tubulações em sua maioria de 8" ao passo que as tubulações do recalque do Sistema S10 é feito totalmente com tubos de 6". Verificou-se ainda que o tanque de S10 é o mais alto do terminal, causando assim um maior desnível estático no recalque a ser vencido durante a operação.

O NPSHdisp do Sistema S10 cai gradativamente com o aumento da vazão, a exemplo do Sistema S500, contudo ainda fornece um valor de 7,29 mcl para uma vazão de 300 m³/h, ainda sendo adequada para uma operação eficiente. A Figura 4.5 representa a curva do Sistema S10 obtida através da regressão dos dados levantados na Tabela 4.10.

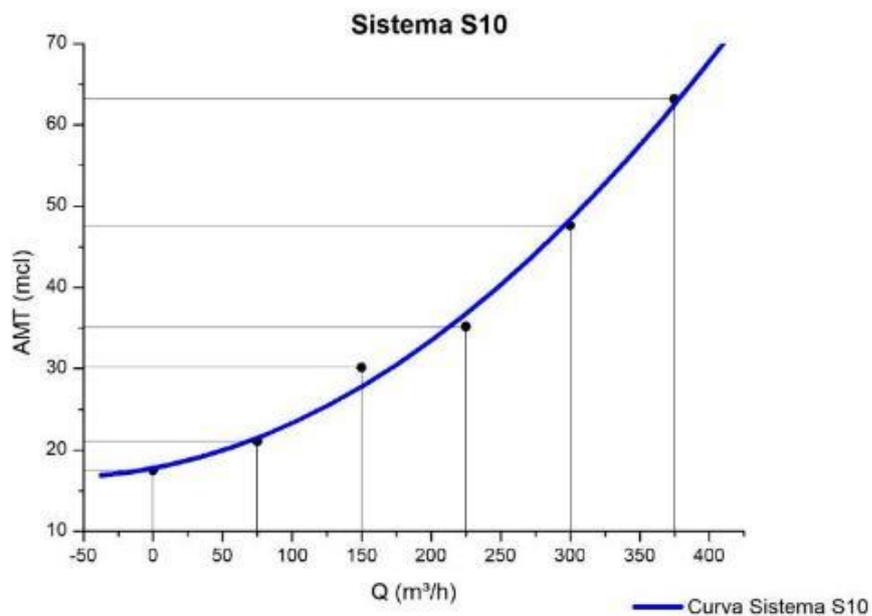


Figura 4.5 - Curva do Sistema S10.

Tabela 4.11 - Análise do Sistema Etanol Anidro para obtenção da curva operacional.

Q (m³/h)	Perdas Sucção (mcl)	Perdas Recalque (mcl)	AMT Hr-Hs (mcl)	NPSHdisp (mcl)
0	2,00	14,79	12,79	14,03
75	1,01	16,77	15,76	13,20
150	-1,66	22,10	23,76	11,01
225	-0,24	26,70	26,94	12,15
300	-4,11	35,52	39,63	8,55
375	-7,36	46,73	54,09	5,66

As tubulações de recalque do Sistema Etanol Anidro são realizadas em sua maioria com tubos de 6". Considerando os desníveis estáticos de sucção e recalque tem-se que a altura manométrica total inicial (com vazão nula) é equivalente a 12,79mcl oferecendo um NPSHdisp inicial de 14,03mcl. Com o aumento da vazão nota-se o aumento das resistências ao fluxo traduzidas em perda de carga, até que finalmente para a vazão máxima do sistema tem-se uma altura manométrica total de 54,09 mcl com um NPSHdisp de 5,66 mcl. Contudo para a vazão girando em torno de 300 m³/h como se deseja, tem-se um NPSHdisp por volta de 8,50mcl, sendo um valor adequado para operação da grande maioria das bombas centrífugas. A Figura 4.6 apresenta a curva obtida para o sistema.

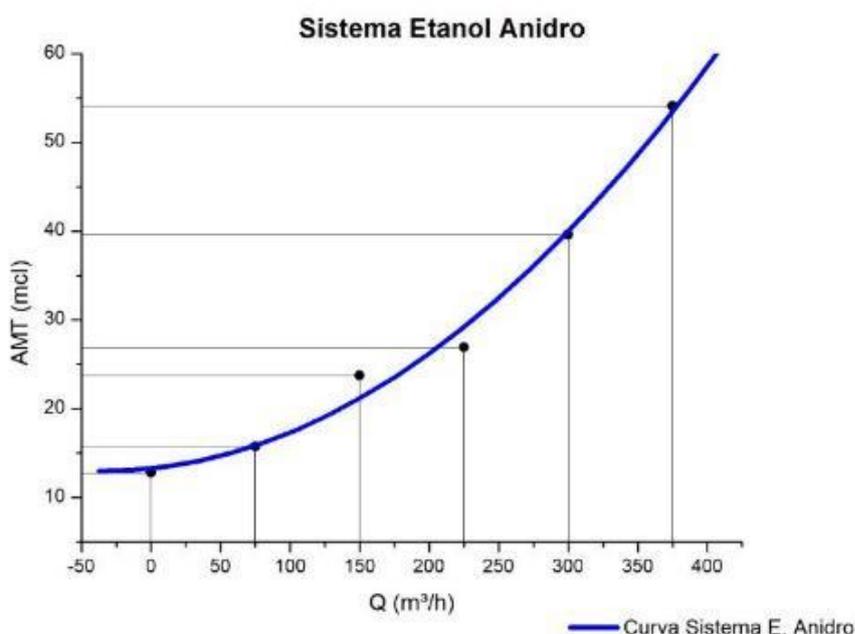


Figura 4.6 - Curva do Sistema Etanol Anidro.

Tabela 4.12 - Análise do Sistema Gasolina para obtenção da curva operacional.

Q (m³/h)	Perdas Sucção (mcl)	Perdas Recalque (mcl)	AMT Hr-Hs (mcl)	NPSHdisp (mcl)
0	2,00	14,78	12,78	7,49
75	1,09	16,43	15,34	6,75
150	-1,47	21,11	22,58	4,66
225	-1,29	26,21	27,50	4,56
300	-3,77	34,91	38,67	2,37
375	-6,92	46,06	52,97	-0,429

As perdas de carga tanto na sucção como no recalque do Sistema Gasolina apresentam características semelhantes aos outros sistemas. Tem-se que para uma vazão aproximada de 300 m³/h a perda de carga a ser superada pelas bombas gira em torno de 39 mcl.

Contudo, um ponto que chama a atenção nos dados são os valores relativamente baixos do NPSHdisp. Para o pior caso observado, sendo a descarga do vagão mais distante das bombas, nota-se que para a vazão aproximada de 300 m³/h tem-se um valor de apenas 2,37 mcl.

Considerando que tanto as tubulações de sucção e de recalque dos sistemas são semelhantes em comprimentos e diâmetros, esse valor baixo de NPSHdisp só poderia ser resultado da influência de alguma característica físico-química do próprio produto.

Analisando suas características foi observado que dentre os produtos operados no terminal, a gasolina é o que apresenta o maior valor de pressão de vapor (0,6 kgf/cm²), fator este de elevada significância na determinação do NPSHdisp tal como apresentado pela Eq. (2.4). A Figura 4.7 apresenta a curva obtida para o sistema.

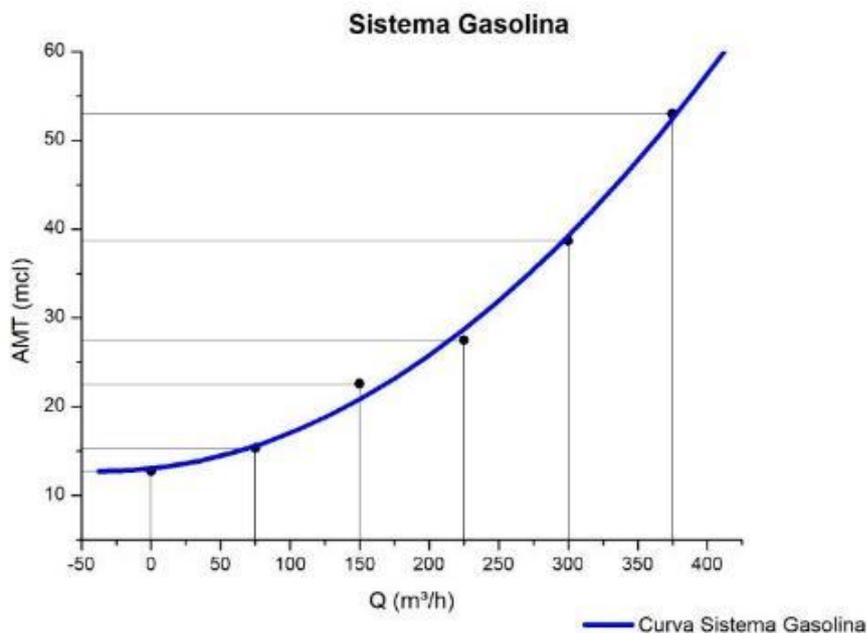


Figura 4.7 - Curva do Sistema Gasolina.

Tabela 4.13 - Análise do Sistema E. Hidratado para obtenção da curva operacional.

Q (m³/h)	Perdas Sucção (mcl)	Perdas Recalque (mcl)	AMT Hr-Hs (mcl)	NPSHdisp (mcl)
0	2,00	9,32	7,32	12,90
75	0,95	11,18	10,22	12,01
150	-1,87	16,17	18,05	9,66
225	-1,69	21,41	23,11	9,56
300	-4,38	30,37	34,75	7,16
375	-7,76	41,78	49,54	4,13

O Sistema Etanol Hidratado não apresenta características muito diferentes dos sistemas de Diesel apresentados anteriormente. Para a vazão aproximada de 300 m³/h tem-se uma altura manométrica total a ser fornecida pela bomba de cerca de 35 mcl.

O valor de NPSHdisp de 7,16 para essa vazão também oferece uma operação adequada para a maioria das bombas centrífugas desse porte. A Figura 4.8 apresenta a curva obtida para o sistema.

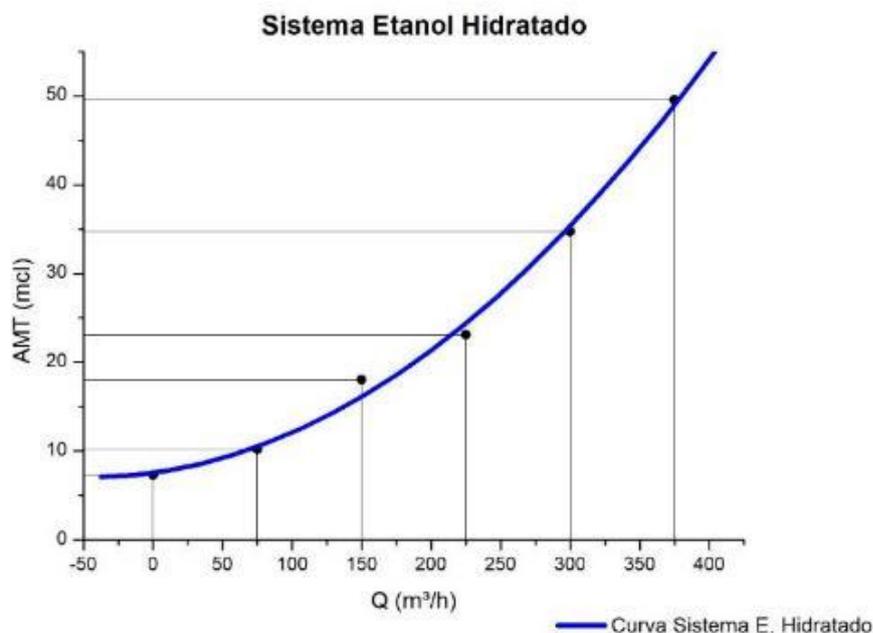


Figura 4.8 - Curva do Sistema Etanol Hidratado.

Tabela 4.14 - Análise do Sistema B100 para obtenção da curva operacional.

Q (m³/h)	Perdas Sucção (mcl)	Perdas Recalque (mcl)	AMT Hr-Hs (mcl)	NPSHdisp (mcl)
0	2,00	9,80	7,80	13,47
75	0,64	12,64	12,00	12,27
150	-2,81	19,77	22,58	9,29
225	-2,57	26,52	29,09	9,26
300	-5,74	38,30	44,04	6,37
375	-9,67	39,73	49,40	2,80

O Sistema B100 também não apresenta características muito distintas dos outros sistemas, entregando inclusive valores de NPSHdisp adequados para a operação. Nota-se ainda que através da curva gerada pela regressão de dados, tem-se um perfil quase linear de perdas de carga com o aumento da vazão, o que facilita em certo ponto a especificação das bombas a serem instaladas. A Figura 4.9 apresenta a curva obtida para o sistema.

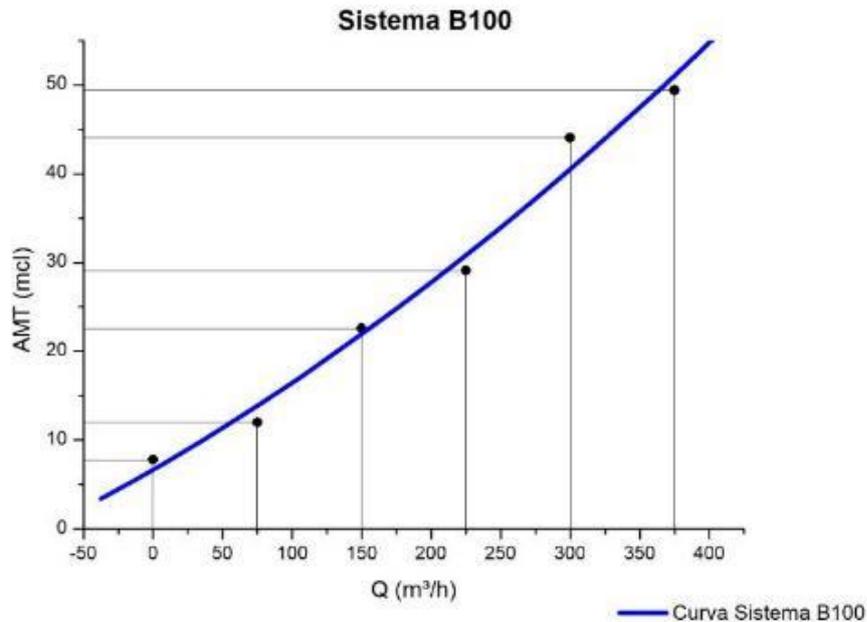


Figura 4.9 - Curva do Sistema B100.

4.4 - ESCOLHA DA BOMBA CENTRÍFUGA

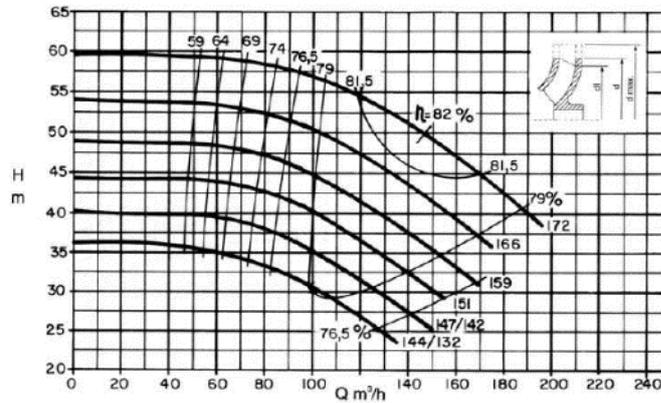
Em uma associação de bombas em paralelo tem-se apenas dois pontos de trabalho, sendo o primeiro P. Op.1 onde a curva do sistema toca a curva da bomba 1 e o segundo ponto P. Op.2 onde a curva do sistema toca a curva da associação das duas bombas. O catálogo da KSB foi consultado a procura de um único modelo de bomba que com o mesmo rotor conseguisse suprir tanto o P.Op.1 quanto o P.Op.2, não sendo encontrada nenhuma opção que suprisse essa demanda.

Entendeu-se então que dentre as opções apresentadas no catálogo não seria possível realizar uma associação em paralelo com duas bombas iguais, seja na rotação de 1750 ou 3500 rpm. Assim sendo, procurou-se um par de bombas diferentes entre as opções disponíveis que atendessem satisfatoriamente os sistemas, sendo encontradas seguintes opções de equipamentos:

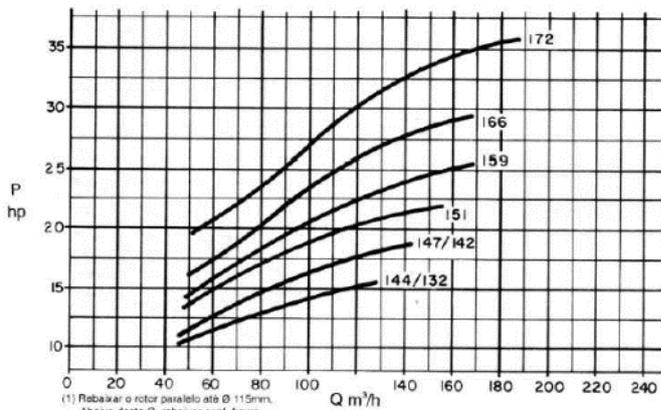
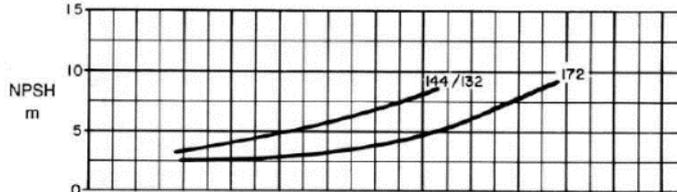
- Bomba KSB, modelo Meganorm 65-160, rotor 151, 3500 rpm (Figura 4.10);
- Bomba KSB, modelo Meganorm 100-160, rotor 178/164, 3500 rpm (Figura 4.11).

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB MEGANORM KSB MEGABLOC KSB MEGACHEM	Tamanho Size Tamaño	65-160	
Oferta n° Project - No. Oferta - n°	Item n° Item - No. Pos. - n°	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	3500 rpm	

Altura Manométrica
Head
Altura Manométrica



Potência Necessária
Shaft Power
Potencia Necesaria



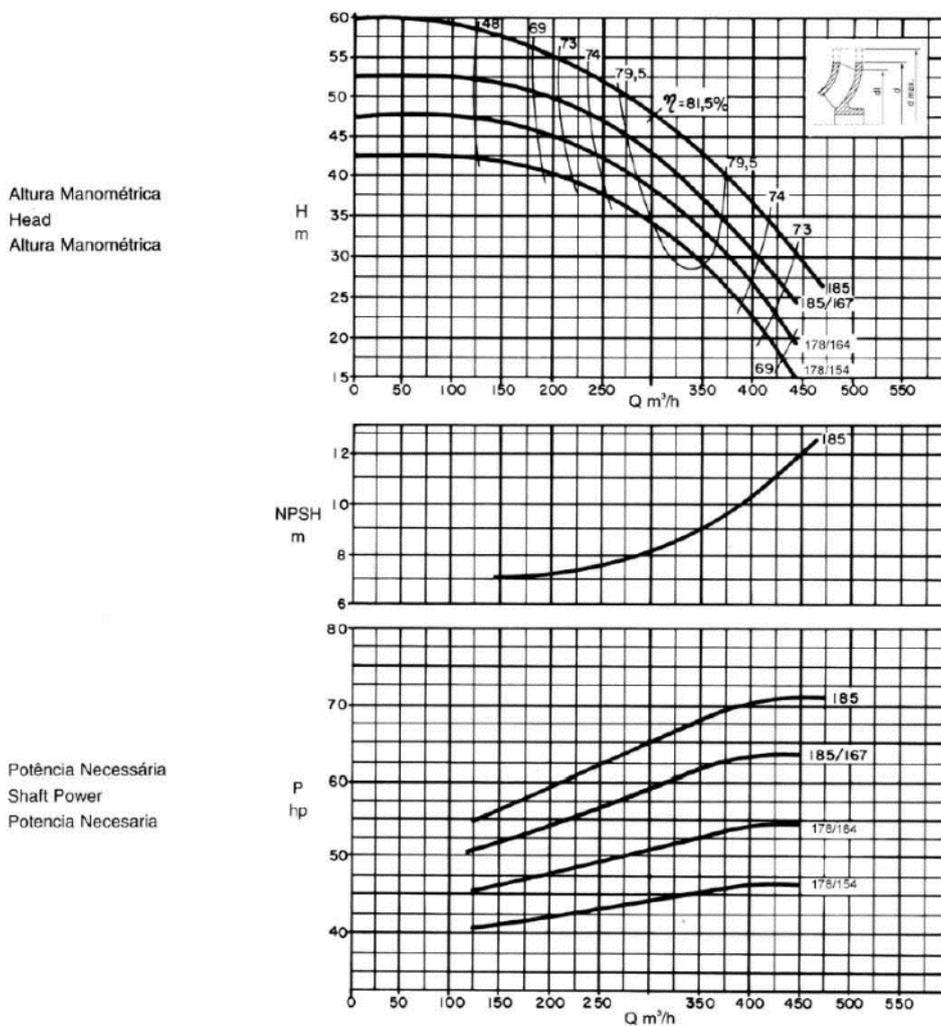
(1) Reduzir o rotor paralelo até Ø 115mm.
Abajo deste Ø, reduza: conf. figura.
(1) To reduce the impeller parallel until Ø 115mm.
Below this Ø, to reduce according to illustration.
(1) Reducir el rodete hasta Ø 115mm.
Abajo del Ø, reducir conforme figura.

Dados válidos para densidade de 1 Kg/dm³ e viscosidade cinemática até 20 mm²/s
Data applies to a density of 1 Kg/dm³ and Kinematical viscosity up to 20 mm²/s
Datos válidos para densidad 1 Kg/dm³ y viscosidad cinemática hasta 20 mm²/s

Garantia das características de funcionamento conforme ISO 9906 anexo "A".
Operating data according to ISO 9906 annex - A
Garantía de las características de funcionamiento según ISO 9906 suplemento A.

Figura 4.10 - Curvas características da bomba KSB Meganorm 65-160, 3500 rpm.
Fonte: CATÁLOGO KSB (2013).

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB MEGANORM KSB MEGACHEM	Tamanho Size Tamaño	100-160	
Oferta n° Project - No. Oferta - n°	Item n° Item - No. Pos. - n°	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	3500 rpm	



Dados válidos para densidade de 1 Kg/dm³ e viscosidade cinemática até 20 mm²/s
 Data applies to a density of 1 Kg/dm³ and Kinematical viscosity up to 20 mm²/s
 Datos válidos para densidad 1 Kg/dm³ y viscosidad cinemática hasta 20 mm²/s

Garantia das características de funcionamento conforme ISO 9906 anexo "A".
 Operating data according to ISO 9906 annex - A
 Garantía de las características de funcionamiento según ISO 9906 suplemento A.

Figura 4.11 - Curvas características da bomba KSB Meganorm 100-160, 3500 rpm.
 Fonte: CATÁLOGO KSB (2013).

4.4.1 - Curvas das bombas escolhidas

A curva característica para a associação em paralelo das duas bombas se dará pela soma das vazões de cada bomba à uma mesma pressão. A Tabela 4.15 apresenta

alguns pontos retirados das curvas das bombas (Figura 4.10 e 4.11) para construção da curva do sistema em paralelo. A Figura 4.12 apresenta as curvas das duas bombas (linhas azul e magenta) bem como a curva da associação em paralelo (linha verde).

Tabela 4.15 – Obtenção de curva de associação em paralelo.

Q – BB1 m ³ /h	Alt. Manom. BB1 mcl	Q – BB2 m ³ /h	Alt. Manom. BB2 mcl	Q Assoc. m ³ /h	Alt. Manom. Assoc. mcl
00,00	44,50	00,00	47,50	0,00	47,50
81,00	42,50	210,00	44,50	210,00	44,50
102,00	40,00	244,00	42,50	325,00	42,50
114,00	37,50	280,00	40,00	382,00	40,00
127,00	35,00	310,00	37,50	424,00	37,50
139,00	32,50	355,00	35,00	462,00	35,00
150,00	30,00	357,00	32,50	496,00	32,50 </td
161,00	27,50	376,00	30,00	526,00	30,00
171,00	25,00	390,00	27,50	551,00	27,50
-	-	410,00	25,00	581,00	25,00

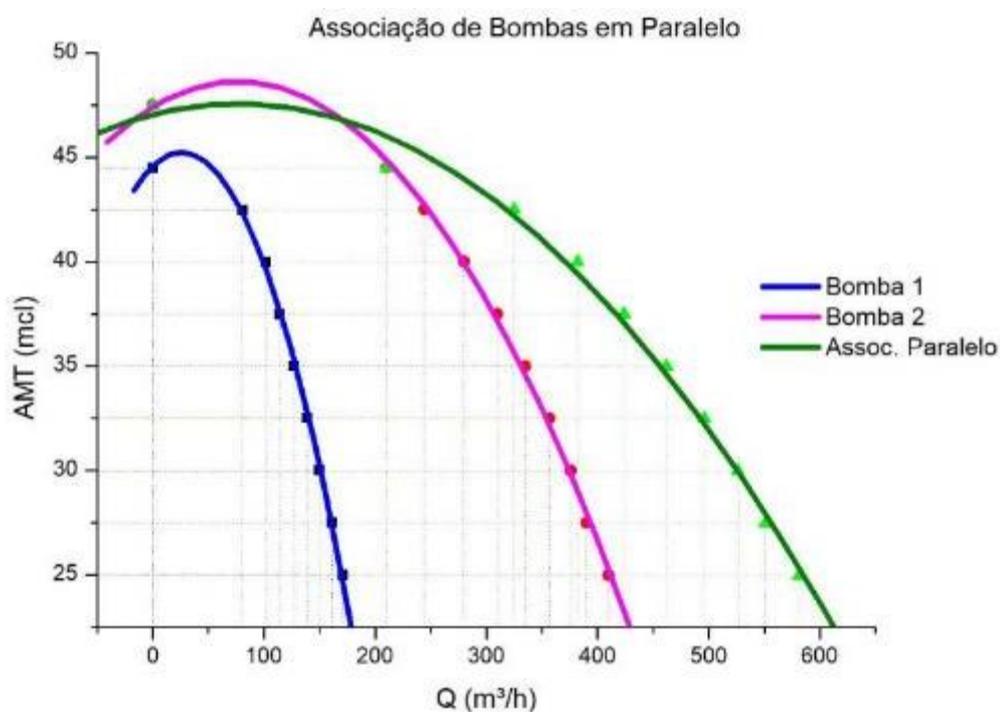


Figura 4.12 - Curvas da bomba KSB Meganorm 65-160 e Meganorm 100-160 em associação paralela.

4.5 - VERIFICAÇÃO DAS BOMBAS ESCOLHIDAS NOS SISTEMAS

As curvas da associação em paralelo das bombas especificadas serão analisadas em operação nos sistemas de cada produto para obtenção dos pontos de trabalho e ratificação dos modelos escolhidos.

4.5.1 - Sistema S500

Através da análise da Figura 4.13 que representa a interação da curva do Sistema S500 com as curvas das bombas a serem instaladas, tem-se que quando apenas a primeira bomba estiver em operação será entregue ao Sistema uma vazão de 174,21 m³/h à uma AMT de 24,03 mcl (P. Op.1). Com apenas a primeira bomba operando seria possível descarregar 18 vagões do tipo TCT-1 ou 17 vagões do tipo TCT-2 dentro do limite de 11 horas estipulado para a operação.

Quando as duas bombas estiverem em operação nesse sistema, verifica-se que será entregue uma vazão de 345,30 m³/h para uma AMT de 41,25 mcl, superando assim os 308,00 m³/h necessários ao descarregamento de vagões. Com essa vazão os 32 vagões do tipo TCT-1 seriam descarregados em 9:49 h ao passo que os 30 vagões do tipo TCT-2 seriam descarregados em 9:33 h.

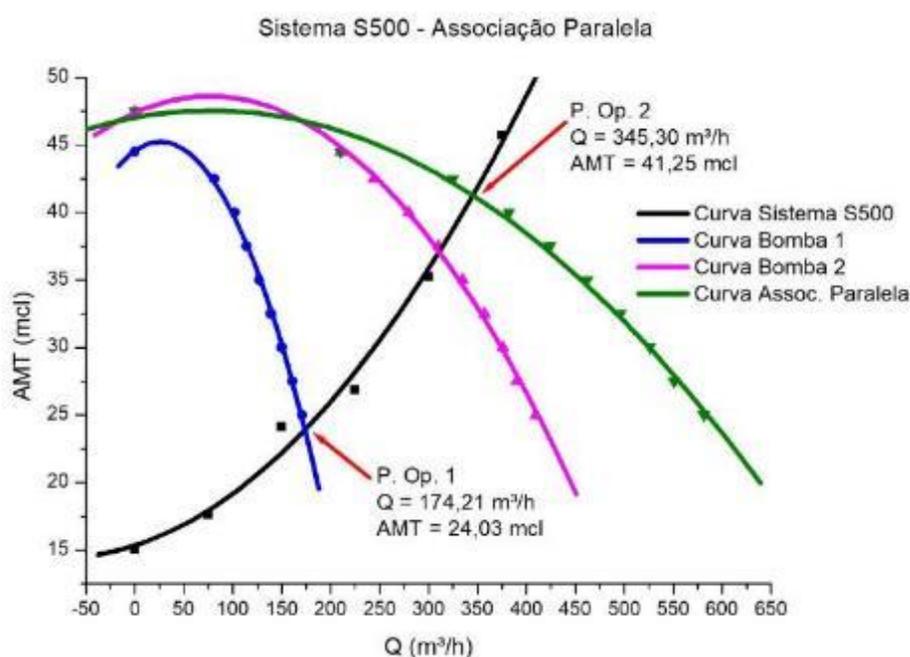


Figura 4.13 - Pontos de operação do Sistema S500 em associação paralela.

4.5.2 - Sistema S10

A Figura 4.14 representa a interação da curva do Sistema S10 com as curvas das bombas a serem instaladas. Tem-se que quando apenas a primeira bomba estiver em operação será entregue ao Sistema uma vazão de 156,80 m³/h à uma AMT de 28,60 mcl (P. Op.1). Com apenas a primeira bomba operando seria possível descarregar 16 vagões do tipo TCT-1 ou 15 vagões do tipo TCT-2 dentro do limite de 11 horas estipulado para a operação.

Quando as duas bombas estiverem em operação nesse sistema, verifica-se que será entregue uma vazão de 275,50 m³/h para uma AMT de 44,25 mcl. Com essa vazão os 32 vagões do tipo TCT-1 seriam descarregados em 12:19 h ao passo que os 30 vagões do tipo TCT-2 seriam descarregados em 11:58 h, superando assim o tempo limite de operação estabelecido em 11 horas.

Mantendo-se a vazão no ponto de operação em 275,50m³/h, tem-se que serão descarregados somente 3.030,50m³ de combustível no prazo de 11 horas o que corresponde à apenas 28 vagões do tipo TCT-1 ou 27 vagões do tipo TCT-2.

Apesar do Diesel S10 ter propriedades praticamente iguais ao Diesel S500, verificou-se que o primeiro apresentou uma perda de carga muito mais expressiva no recalque, apesar do tanque 1001 (S10) estar mais próximo do que os tanques 02 e 13 (S500). Esse aumento na perda de carga se deu principalmente pela diferença de diâmetros entre os trechos de recalque dos dois produtos. A tubulação de S500 é de 8” desde o pátio de bombas até as proximidades das entradas dos tanques, ao passo que toda a tubulação de recalque de S10 é em 6”. A diferença de cota entre os tanques também contribuiu para aumentar as perdas de carga do sistema S10 uma vez que o tanque 1001 é o mais alto do terminal aumentando assim a altura estática de descarga do sistema.

Uma solução para esse problema seria escolher outra bomba com capacidade de bombeamento maior ou ainda substituir a tubulação de recalque do sistema S10 de 6” para 8”, tal qual o sistema S500. Todos os resultados do estudo foram apresentados ao cliente, bem como as sugestões de correção do sistema S10. Após análise, este considerou aceitável a deficiência desse único sistema, justificando que o consumo em vendas do terminal para o Diesel S10 e o Diesel S500 é aproximadamente o mesmo e que por isso os comboios serão entregues normalmente com metade do volume para cada produto.

Justificou ainda não ser interessante instalar bombas com maiores capacidades pois aumentariam os custos com energia elétrica uma vez que os motores das bombas seriam mais potentes. Não obstante, não estão autorizados serviços de montagem de tubulações dentro da bacia de tanques neste momento, o que inviabiliza a substituição das tubulações de recalque de S10.

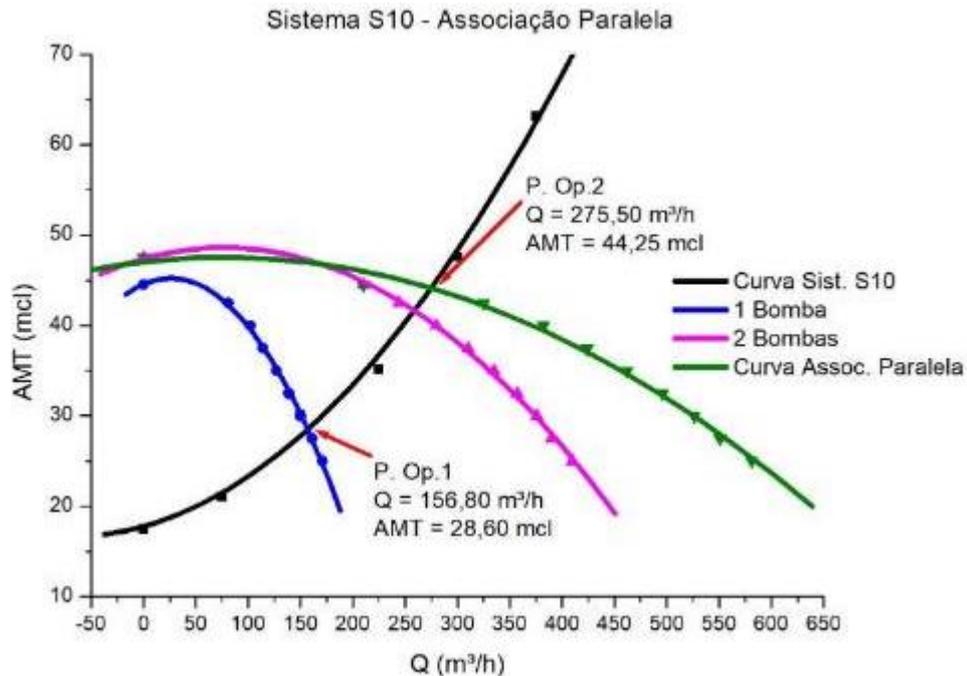


Figura 4.14 - Pontos de operação do Sistema S10 em associação paralela.

4.5.3 - Sistema etanol anidro

A Figura 4.15 representa a interação da curva do Sistema Etanol Anidro com as curvas das bombas a serem instaladas em paralelo. Tem-se que quando apenas a primeira bomba estiver em operação será entregue ao Sistema uma vazão de 174,50 m³/h à uma AMT de 23,58 mcl (P. Op.1). Com apenas a primeira bomba operando seria possível descarregar 18 vagões do tipo TCT-1 ou 17 vagões do tipo TCT-2 dentro do limite de 11 horas estipulado para a operação.

Quando as duas bombas estiverem em operação nesse sistema, verifica-se que será entregue uma vazão de 316,50 m³/h para uma AMT de 42,60 mcl. Com essa vazão os 32 vagões do tipo TCT-1 seriam descarregados em 10:43 h ao passo que os 30 vagões do tipo TCT-2 seriam descarregados em 10:26 h.

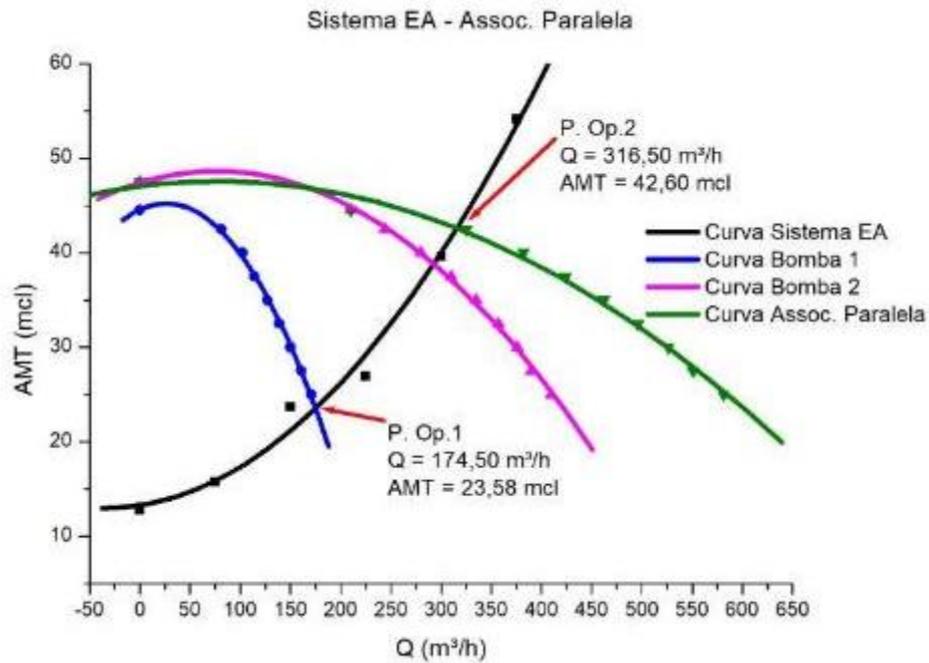


Figura 4.15 - Pontos de operação do Sistema Etanol Anidro em associação paralela.

4.5.4 - Sistema gasolina

A Figura 4.16 representa a interação da curva do Sistema Gasolina com as curvas das bombas a serem instaladas em paralelo. Tem-se que quando apenas a primeira bomba estiver em operação será entregue ao Sistema uma vazão de 175,38 m³/h à uma AMT de 23,30 mcl (P. Op.1). Com apenas a primeira bomba operando seria possível descarregar 18 vagões do tipo TCT-1 ou 17 vagões do tipo TCT-2 dentro do limite de 11 horas estipulado para a operação.

Quando as duas bombas estiverem em operação nesse sistema, verifica-se que será entregue uma vazão de 320,70 m³/h para uma AMT de 42,54 mcl. Com essa vazão os 32 vagões do tipo TCT-1 seriam descarregados em 10:34 h ao passo que os 30 vagões do tipo TCT-2 seriam descarregados em 10:18 h.

Analisando ainda a Tabela 4.12, destaca-se os baixos valores de NPSH_{disp} encontrados para o Sistema Gasolina. Os baixos valores encontrados para a gasolina quando comparados com os outros sistemas se deve principalmente pelo seu elevado valor da pressão de vapor (0,6 kgf/cm²), sendo o maior entre todos os produtos.

Considerando que não é possível alterar a pressão de vapor do produto, não é possível rebaixar o pátio de bombas ou aumentar a elevação dos vagões para melhorar a altura geométrica de sucção e não é possível aumentar ainda mais as tubulações dados

os custos elevados de tubos a partir de 10", conclui-se que estrategicamente o sistema de gasolina deve ser apenas monitorado frequentemente quanto ao aparecimento de cavitação, uma vez que é mais vantajoso economicamente dar manutenção em uma bomba do que implantar uma solução definitiva para esse problema.

Considerando o ponto P. Op.2, tem-se que a bomba 65-160 apresentará uma vazão girando em torno de 80 a 100 m³/h e a bomba 100-160 uma vazão variando entre 220 a 250m³/h. Para essas vazões, a Bomba 65-100 apresenta os mesmos resultados de NPSH para todos os produtos citados no parágrafo anterior. Para as vazões da bomba 100-160, considera-se que o NPSHreq pela bomba ficará em torno de 7,5m segundo as curvas do equipamento.

As mesmas conclusões citadas para a primeira bomba podem ser aplicadas nesse caso, inclusive as recomendações de monitoramento da bomba de gasolina.

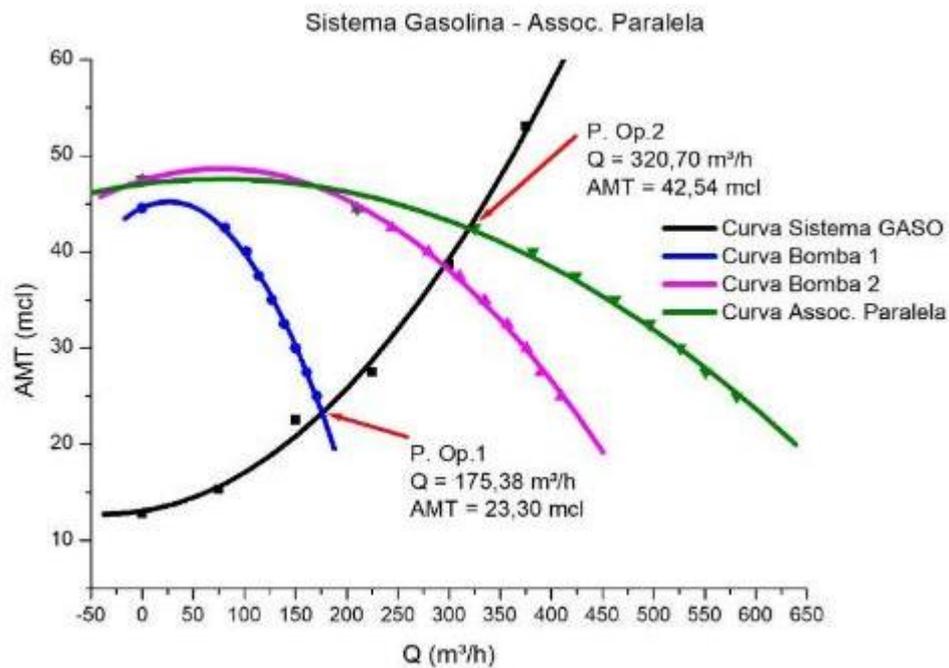


Figura 4.16 - Pontos de operação do Sistema Gasolina em associação paralela.

4.5.5 - Sistema etanol hidratado

A Figura 4.17 representa a interação da curva do Sistema Etanol Hidratado com as curvas das bombas a serem instaladas em paralelo. Tem-se que quando apenas a primeira bomba estiver em operação será entregue ao Sistema uma vazão de 185,77 m³/h à uma AMT de 19,92 mcl (P. Op.1). Com apenas a primeira bomba operando seria

possível descarregar 19 vagões do tipo TCT-1 ou 18 vagões do tipo TCT-2 dentro do limite de 11 horas estipulado para a operação.

Quando as duas bombas estiverem em operação nesse sistema, verifica-se que será entregue uma vazão de 335,63 m³/h para uma AMT de 41,72 mcl. Com essa vazão os 32 vagões do tipo TCT-1 seriam descarregados em 10:06 h ao passo que os 30 vagões do tipo TCT-2 seriam descarregados em 9:50 h.

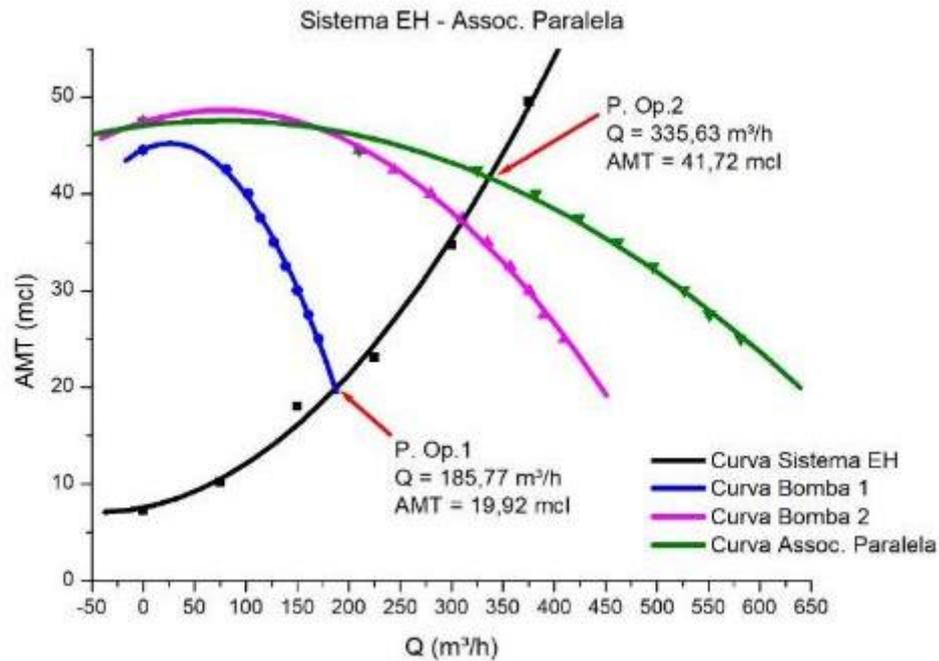


Figura 4.17 - Pontos de operação do Sistema E. Hidratado em associação paralela.

4.5.6 - Sistema biodiesel B100

A Figura 4.18 representa a interação da curva do Sistema Biodiesel B100 com as curvas das bombas a serem instaladas em paralelo. Tem-se que quando apenas a primeira bomba estiver em operação será entregue ao Sistema uma vazão de 172,30 m³/h à uma AMT de 24,38 mcl (P. Op.1). Com apenas a primeira bomba operando seria possível descarregar 17 vagões do tipo TCT-1 ou 17 vagões do tipo TCT-2 dentro do limite de 11 horas estipulado para a operação.

Quando as duas bombas estiverem em operação nesse sistema, verifica-se que será entregue uma vazão de 315,73 m³/h para uma AMT de 42,74 mcl. Com essa vazão os 32 vagões do tipo TCT-1 seriam descarregados em 10:45 h ao passo que os 30 vagões do tipo TCT-2 seriam descarregados em 10:27 h.

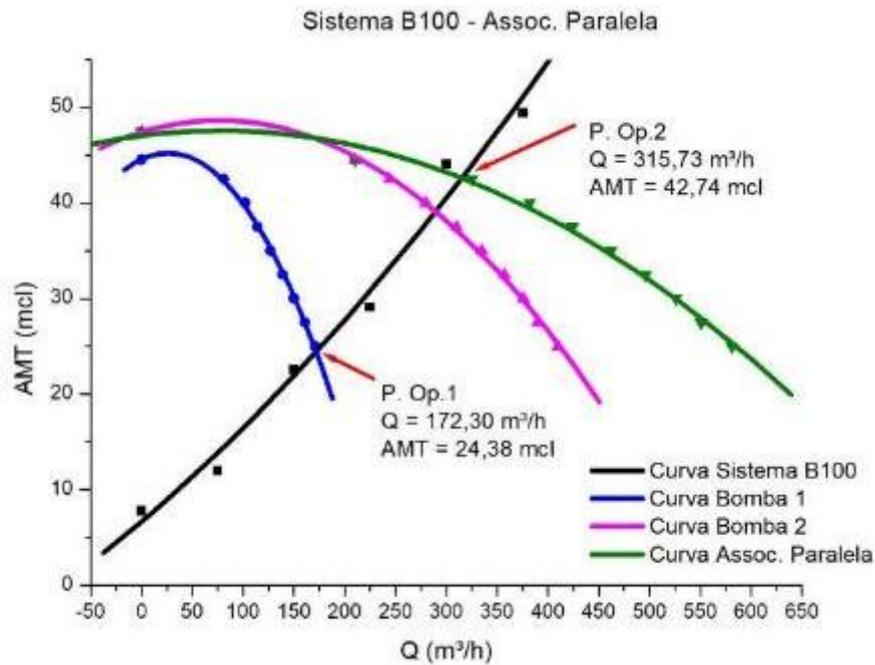


Figura 4.18 - Ponto de operação do Sistema Biodiesel B100 em associação paralela.

4.6 - RESUMO DO COMPORTAMENTO DOS SISTEMAS

A tabela 4.16 resume os pontos de operação P. Op.1 de todos os sistemas (com a descarga dos vagões sendo feita apenas por uma bomba). Consegue-se verificar a quantidade máxima de vagões de cada produto que podem ser descarregados dentro das 11 horas regulamentares.

Essa informação é importante para o Terminal pois com ela é possível programar previamente as atividades dos colaboradores através de treinamentos de forma que pela quantidade de vagões de cada produto seja possível decidir se será descarregado por uma ou duas bombas simultaneamente.

Tabela 4.16 – Resumo do Ponto Operacional P. Op.1 - apenas uma bomba (65-160).

	S500	S10	EA	GASO	EH	B100
Vazão (m³/h)	174,21	156,80	174,50	175,38	185,77	172,30
AMT (mcl)	24,03	28,60	23,58	23,30	19,92	24,38
Vagões TCT-1 Desc. em 11 h	18	16	18	18	19	17
Vagões TCT-2 Desc. em 11 h	17	15	17	17	18	17

A Tabela 4.17 resume os pontos de operação de cada sistema trabalhando com as duas bombas em paralelo. Condensa ainda os tempos de descarga para comboios de um único produto, de acordo com o modelo de vagão.

Nota-se que a solução proposta, com exceção do Diesel S10, conseguiu trazer os tempos de descarga para dentro do prazo estipulado de 11 horas. Mesmo para o S10, com a vazão obtida, é possível descarregar 28 vagões do tipo TCT-1 ou ainda 27 vagões do tipo TCT-2 dentro da janela de tempo definida.

Tabela 4.17 – Resumo do Ponto Operacional P. Op.2 – duas bombas em paralelo.

	S500	S10	EA	GASO	EH	B100
Vazão (m³/h)	345,30	275,50	316,50	320,70	335,63	315,73
AMT (mcl)	41,25	44,25	42,60	42,54	41,72	42,74
Tempo de Desc. Total - Comboio TCT-1 h	9:49	12:19	10:43	10:34	10:06	10:45
Tempo de Desc. Total - Comboio TCT-2 h	9:33	11:58	10:26	10:18	9:50	10:27

Considerando a bomba 65-160 escolhida para operar sozinha no P. Op.1, verifica-se que a vazão nesse ponto varia entre 156,80 a 185,77m³/h. Para essas vazões, tem-se pela curva de NPSHreq da bomba um valor variando de 5,00 a 7,50m. Analisando as tabelas para definição das curvas dos sistemas (Tabelas 4.9 à 4.14), conclui-se que, com exceção do Sistema Gasolina, todos os sistemas apresentam NPSHdisp adequado para essas vazões, afastando a possibilidade de cavitação. As medidas a serem adotadas quanto à possibilidade de cavitação no sistema gasolina já foram apresentadas no subitem 4.5.4.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 - CONCLUSÕES

De acordo com os dados apresentados nas curvas dos sistemas, verifica-se que, com exceção do sistema de Diesel S10, todos os outros sistemas poderão ser descarregados em um período menor do que 11 horas com a solução proposta, contudo o cliente ficou satisfeito com a solução proposta pois a quantidade de vagões que poderão ser descarregados para este produto já satisfaz as demandas da Unidade.

Uma vez que se conseguiu aumentar os volumes de descarga do terminal dentro da janela de tempo estipulada, conclui-se que a solução proposta atende com êxito a demanda solicitada pelo cliente. Foi possível aplicar os conhecimentos adquiridos com a profissão para analisar e compreender o comportamento hidráulico das tubulações, propondo uma solução simples que trará resultados consistentes.

Foi recebido um retorno positivo por parte do cliente ao entender a complexidade da análise de sistemas hidráulicos e a necessidade de soluções adequadas a cada caso. Percebeu-se que o reaproveitamento de equipamentos utilizados em outras unidades nem sempre são adequados para a situação que se apresenta. Nesses casos uma pequena economia inicial por não contratar um projeto técnico ou querer reaproveitar equipamentos usados pode causar um prejuízo muito maior para a empresa no decorrer dos anos.

O conhecimento prático de operadores de campo é valioso e deve ser aproveitado da melhor forma pelos administradores de empresas, mas deve ser sempre orientado pelas melhores práticas da ciência e da tecnologia.

5.2 - RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o objetivo de complementar o trabalho de Engenharia, recomenda-se realizar a análise financeira do empreendimento levantando os custos com materiais, equipamentos e mão de obra e assim calcular a viabilidade financeira da implantação proposta e o tempo de retorno do investimento.

Outra linha de pesquisa seria realizar o estudo de flexibilidade das tubulações de produto, analisando o comportamento dos tubos durante as dilatações térmicas causadas pela variação de temperatura do ambiente, haja vista que a cidade de Açailândia está localizada em uma região de intensa exposição solar.

Outro tema interessante a ser desenvolvido futuramente seria realizar a análise do fluxo de produtos no interior da bomba centrífuga durante o processo de cavitação utilizando softwares de elementos finitos tal como o ANSYS, compreendendo assim o processo de formação do fenômeno e ainda propondo melhorias na geometria dos rotores das bombas para diminuir cada vez mais o NPSHreq do equipamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAM PETROLEUM INSTITUTE. **API 650: Welded Tanks for Oil Storage**. 11 ed. Washington: Api, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7821: Tanques Soldados para Armazenamento de Petróleo e Derivados**. São Paulo: Abnt, 1983.

ATTIVISSIMO, Filippo *et al.* **Model based control and diagnostic system for centrifugal pumps**. In: ENVIRONMENTAL ENERGY AND STRUCTURAL MONITORING SYSTEMS (EESMS), IEEE WORKSHOP ON, 2014, Nápoles. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6923260>>. Acesso em: 07 out. 2017.

BARROS, Stenio Monteiro de; VILLAS BOAS, Fernando Augusto M.; NASCIMENTO, Rafael Sant'anna do. **Tanques de Armazenamento**. São Paulo: Ibp, 2014. 634 p. 07 out. 2017.

COELHO, Welington Ricardo. **Análise do fenômeno de cavitação em bomba centrífuga**. 2006. 267 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88879/coelho_wr_dr_ilha_prot.pdf?sequence=1&isAllowed=y <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/88879>>. Acesso em: 09 out. 2017.

FRANÇA FILHO, José Luiz de. **Manual para Análise de Tensões de Tubulações Industriais - Flexibilidade**. Rio de Janeiro: Ltc, 2013. 311 p.

FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T.. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.a., 1995. 662 p.

GEVORKOV, Levon; VODOVOZOV, Valery. **Study of the Centrifugal Pump Efficiency at Throttling and Speed Control**. In: ELECTRONICS CONFERENCE (BEC), 15., 2016, Tallinn: Ieee, 2016. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7743763>>. Acesso em: 09 out. 2017.

HASAN, Amjad *et al.* **Developing Semiautonomous System for Robust Performance of Centrifugal Pumping System**. In: ANNUAL CONFERENCE ON NEW TRENDS IN INFORMATION & COMMUNICATIONS TECHNOLOGY APPLICATIONS-(NTICT'2017), -, 2017, Bagdá. -. Bagdá: University Of Technology,

2017. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7976114>>. Acesso em: 07 out. 2017.

HIBBELER, Russel Charles. **Mecânica dos Fluidos**. São Paulo: Pearson, 2016. 817 p.

LENGSFELD, Frank Lamberto *et al.* **Manual de Treinamento, Seleção e Aplicação de Bombas Centrífugas**. 5. ed. Várzea Paulista: Ksb Bombas Hidráulicas S.a., 2003. 234 p.

LIMA, Cinthia Aparecida de. **Análise da cavitação em bombas centrífugas e seus impactos sobre a eficiência hidroenergética**. 2015. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <[http://www.periodicos.ufpr.br/bitstream/handle/1884/45736/R - D - CINTHIA APARECIDA DE LIMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.periodicos.ufpr.br/bitstream/handle/1884/45736/R_-_D_-_CINTHIA_APARECIDA_DE_LIMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 12 out. 2017.

LINHARES, Alexandre Dias. **Observação do fenômeno da cavitação e do desgaste de rotores de latão de bombas centrífugas em instalação experimental**. 2011. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/3018>>. Acesso em: 15 out. 2017.

LISBOA, Sítia Maria Pinto. **Simulação e otimização do processo de destilação atmosférica de petróleo**. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Processos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016. Disponível em: <https://www.itegam.org.br/pegasus/imagens_site/arquivos/2017/05/si-ntia-maria-pinto-lisboa-2016.pdf>. Acesso em: 16 out. 2017.

MACINTYRE, A.J.. **Bombas e Instalações de Bombeamento**. 2. edicao. Rio de Janeiro: LTC - Livros Tecnicos e Cientificos Editora 2008. 782 p.

MAITELLI, Carla Wilza Souza de Paula. **Simulação do escoamento monofásico em um estágio de uma bomba centrífuga utilizando técnicas de fluidodinâmica computacional**. 2010. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/13009/1/CarlaWSPM_TESE.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

MMTEC INSPEÇÕES INDUSTRIAIS (Goiás) (Comp.). **Cavitação**. 2017. Disponível em: <<http://www.mmtec.com.br/cavitacao/>>. Acesso em: 25 out. 2017.

OLIVEIRA, Marcos Aurélio Barboza de *et al.* Conceitos de física básica que todo cirurgião cardiovascular deve saber. Parte I - Mecânica dos fluídos. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, São Paulo, v. 1, n. 25, p.1-10, 24 fev. 2010. Bimestral. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbccv/v25n1/v25n1a06>>. Acesso em: 15 out. 2017.

ROTAVA, Oscar. **Aplicações Práticas em Escoamento de Fluidos: Cálculo de Tubulações, Válvulas de Controle e Bombas Centrífugas**. Rio de Janeiro: Ltc, 2012. 409 p.

SANTOS, Sérgio Lopes dos. **Bombas e instalações de bombeamento**. São Paulo: Lcte, 2007. 253 p

SABER ELÉTRICA (Comp.). **Saiba mais sobre bomba centrífuga**. 2017. Disponível em: <<https://www.sabereletrica.com.br/BOMBA-CENTRIFUGA/>>. Acesso em: 25 out. 2017.

SCHRÖDER, Francisco Carlos. **Multi correlações no funcionamento de bombas centrífugas operando em condições regulares e com cavitação moderada**. 2016. 245 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258109/1/Schroder_FranciscoCarlos_D.pdf>. Acesso em: 07 out. 2017.

STOPA, Marcelo M.; CARDOSO FILHO, Braz J.; MARTINEZ, Carlos Barreira. **Detection of incipient cavitation phenomenon in a centrifugal pump**. In: INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING (IAS), 2012, Las Vegas. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6374080>>. Acesso em: 07 out. 2017.

TELLES, Pedro Carlos da Silva; BARROS, Darcy G. de Paula. **Tabelas e gráficos para projetos de tubulações**. 7. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 198 p.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **Tubulações industriais**. 10. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2012. 253 p.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **Tubulações industriais: Cálculo**. 9. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2012. 163 p.

VODOVOZOV, Valery; GEVORKOV, Levon; RAUD, Zoja. **Circulation centrifugal pump with variable speed drives and minimal electricity consumption.** In: CONFERENCE IEEE, 2016, Cadiz. -. Cadiz: Ieee, 2016. p. 0 - 0. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7915193>>. Acesso em: 07 out. 2017.

VODOVOZOV, Valery; RAUD, Zoja. **Energy management in a centrifugal pumping plant.** In: IEEE EUROCON, 5., 2017, Ohrid. Tallinn: Tallinn University Of Technology, 2017. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8011133&tag=1>>. Acesso em: 07 out. 2017.

ANEXO I

FISPQ DIESEL S500 (PROPRIEDADES)



Oleo Diesel A S500
Versão 3.0

Data Efetiva 01/07/2012

Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico

e Faixa de Ebulição	
Ponto de fluidez	: ≤ 6 °C / 43 °F
Ponto de fulgor	: 38 °C / 100 °F (ASTM D-93 / PMCC)
Limites de inflamabilidade ou explosão inferiores /superiores	: Dados não disponíveis.
Temperatura de auto-ignição	: > 225 °C / 437 °F
Pressão de vapor	: 0,4 kPa a 40 °C / 104 °F
Densidade Relativa	: Dados não disponíveis.
Densidade	: De 0,815 a 0,865 g/cm ³ a 20°C
Solubilidade em água	: Dados não disponíveis.
Solubilidade em outros solventes	: Dados não disponíveis.
Coefficiente de partição: n-octano/água	: Dados não disponíveis.
Viscosidade dinâmica	: Dados não disponíveis.
Viscosidade cinemática	:
Densidade do vapor (ar=1) Velocidade de evaporação (nBuAc=1)	: Dados não disponíveis.
Temperatura de decomposição	: Dados não disponíveis.
Inflamabilidade	: Líquido inflamável.

10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Estabilidade Química	: Estável sob condições normais de uso.
Possibilidade de Reações Perigosas	: Dados não disponíveis.
Condições a Evitar	: Evite calor, centelhas, chamas e outras fontes de ignição.
Materiais Incompatíveis	: Agentes de oxidação fortes.
Produtos perigosos de decomposição	: Não é esperado que se formem produtos perigosos de decomposição durante a armazenagem normal. A decomposição térmica depende muito das condições. Uma mistura complexa de sólidos, líquidos e gases em suspensão, incluindo o monóxido de carbono, o dióxido de carbono e outros compostos orgânicos não identificáveis irão desenvolver quando este material passar pela combustão ou pela degradação térmica ou oxidativa.

11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

Informações sobre efeitos toxicológicos

Base para Avaliação	: As informações fornecidas são baseadas em dados do produto, em conhecimentos sobre os componentes e na toxicologia de produtos similares.
---------------------	---

ANEXO II

FISPQ DIESEL S10 (PROPRIEDADES)



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: **ÓLEO DIESEL S 10**

Página 6 de 10

Data: 09/10/2014

Nº FISPQ: BR0119

Versão: 5

Anula e substitui versão:

Todas as anteriores

	São Paulo: Fundacentro, 2002.
Proteção das mãos:	Luvas de proteção de PVC.
Proteção dos olhos:	Óculos de proteção com proteção lateral.
Proteção da pele e corpo:	Vestimenta protetora adequada.
Precauções especiais:	Evite usar lentes de contato enquanto manuseia este produto.

9 - PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Aspecto:	Líquido límpido (isento de materiais em suspensão).
Odor:	Característico.
pH:	Não aplicável.
Ponto de fusão/ponto de congelamento:	-40 – 6°C
Ponto de ebulição inicial e faixa de temperatura de ebulição:	150 – 471°C
Ponto de fulgor:	38 °C Mín.; Método NBR 7974
Taxa de evaporação:	Não disponível.
Inflamabilidade:	Não aplicável.
Limite inferior/superior de inflamabilidade ou explosividade:	Não disponível.
Pressão de vapor:	0,4 kPa a 40°C
Densidade de vapor:	Não disponível.
Densidade:	0,820 – 0,865 a 20°C (Método NBR-7148)
Solubilidade:	Insolúvel em água. Solúvel em solventes orgânicos.
Coefficiente de partição – n-octanol/água:	Log kow: 7,22 (dado estimado).
Temperatura de auto-ignição:	≥ 225°C
Temperatura de decomposição:	400°C.
Viscosidade:	2,5–5,5 cSt a 40°C (Método: ASTM D-445)
Outras informações:	Faixa de destilação: 100 – 400°C a 760 mmHg (Método NBR-9619)

ANEXO III

FISPQ ETANOL ANIDRO (PROPRIEDADES)



Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: **ETANOL ANIDRO COMBUSTÍVEL EAC**

Página 6 de 12

Data: 05/06/2017

Nº FISPQ: BR0028

Versão: 9

Anula e substitui versão:

Todas as anteriores

Perigos térmicos: Não apresenta perigos térmicos.

9 - PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS

Aspecto (estado físico, forma e cor):	Líquido límpido e incolor.
Odor e limite de odor:	Característico. Limite de odor: 180 ppm
pH:	6,0 - 8,0
Ponto de fusão/ponto de congelamento:	-117°C
Ponto de ebulição inicial e faixa de temperatura de ebulição:	79°C
Ponto de fulgor:	13°C (vaso fechado)
Taxa de evaporação:	Não disponível.
Inflamabilidade (sólido, gás):	Não aplicável.
Limite inferior/superior de inflamabilidade ou explosividade:	Superior: 19 % Inferior: 3,3 %
Pressão de vapor:	5,8 kPa a 20°C
Densidade de vapor:	1,6 (ar = 1)
Densidade relativa:	0,8 (água a 4°C = 1)
Solubilidade(s):	Miscível em água, éter etílico, acetona e clorofórmio. Solúvel em benzeno.
Coefficiente de partição – n-octanol/água:	Log kow: -0,32
Temperatura de auto-ignição:	363°C
Temperatura de decomposição:	Não disponível.
Viscosidade:	1,074 mPa.s a 20°C
Outras informações:	Não aplicável.

ANEXO IV

FISPQ GASOLINA (PROPRIEDADES)



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: GASOLINA PADRÃO Página 4 de 6
Data: 19/03/2002 N° FISPQ: Pb0035_P Versão: 0.1P Anula e substitui versão: todas anteriores

Temperaturas específicas

- Faixa de destilação: 30 - 215 °C @ 101,325 kPa (760 mmHg).
- Ponto de fulgor: < -43 °C (vaso fechado).
- Temperatura de auto-ignição: 257 °C.
- Limites de explosividade no ar
- Superior (LSE): 7,6 %.
- Inferior (LIE): 1,4 %.
- Pressão de vapor: 0,60 kgf/cm² @ 37,8 °C.
- Densidade de vapor: 4.
- Densidade: 0,75.
- Solubilidade
- Na água: Desprezível.
- Em solventes orgânicos: Solúvel.
- Viscosidade: 0,39 mPas.

10 - ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Condições específicas

- Instabilidade: Estável sob condições normais de uso.
- Materiais / substâncias incompatíveis: Oxidantes fortes e oxigênio concentrado.

11 - INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

Toxicidade aguda

- Inalação: Gasolina: 900 ppm (homem, 1 h).
- Ingestão: Gasolina: 10 - 15 g (dose letal em criança).
20 - 50 g (efeitos tóxicos em adultos).
- Sintomas: Por inalação pode provocar dor de cabeça, náuseas e tonteados, podendo em altas concentrações, chegar a perda de consciência após sensação de embriaguez. Tem efeitos narcóticos.

Efeitos locais

- Inalação: Irritação das vias aéreas superiores. A inalação causa tonteados, irritação dos olhos, nariz e garganta.
- Contato com a pele: Irritação e ressecamento.
- Contato com os olhos: Irritação com congestão da conjuntiva.
- Ingestão: Por ingestão, pode ser aspirado para os pulmões e provocar pneumonia química.

Toxicidade crônica

- Inalação: Irritação crônica das vias aéreas superiores.
- Contato com a pele: Contato prolongado com a pele pode causar dermatite.
- Contato com os olhos: Conjuntivite crônica.

Informações adicionais: Os principais riscos estão associados a ingestão e aspiração.

ANEXO V

FISPQ ETANOL HIDRATADO (PROPRIEDADES)



SHELL BRASIL Ltda.

Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico - FISPQ

Nome do produto: Álcool Etilico Hidratado Combustível

Código do produto: Álcool Hidratado

Pág.: (8de12)

<u>Ponto de fulgor:</u>	15 °C Método: dados não disponíveis
<u>Temperatura de auto-ignição:</u>	> 400 °C (Valor típico)
<u>Limites de explosividade:</u>	
LEI:	3,3 %
LES:	19 %
<u>Pressão de vapor:</u>	0,13 kgf/cm ² a 37,8 °C
<u>Densidade de vapor:</u>	dados não disponíveis
<u>Densidade:</u>	807,6 a 811,0 kg/m ³ @ 20 °C
<u>Solubilidade:</u>	Em água: solúvel Solv. orgânicos: solúvel

10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

<u>Estabilidade:</u>	Estável.
<u>Reações perigosas:</u>	Agentes oxidantes fortes.
<u>Condições a evitar:</u>	Calor, chama e faíscas.
<u>Materiais a evitar:</u>	Agentes oxidantes fortes.
<u>Produtos perigosos de decomposição:</u>	Não conhecido.

11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

<u>Toxicidade aguda:</u>	
<u>Inalação:</u>	CL50 (rato, 10h) = 20000 ppm.
<u>Contato com a pele:</u>	DL0 (coelho) = 20 g/kg.
<u>Ingestão:</u>	DL50 (rato) = 7060 mg/kg.
<u>Efeitos locais:</u>	Sistema respiratório: irritação da mucosa e trato respiratório. Olhos: irritação da conjuntiva, eventual lesão da córnea. Pele: irritação agravada pela presença de gasolina.

Data de revisão: (29/06/2007)

Número de revisão: (06)

ANEXO VI

FISPQ BIODIESEL B100 (PROPRIEDADES)



Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: BIODIESEL (B-100)	Página 6 de 12
Data: 02/06/2015 N° FISPQ: Pb0187_p Versão: 1.1P Anula e substitui versão: Todas as anteriores	

- Proteção da pele e do corpo:	Avental impermeável e luvas de proteção de PVC.
- Proteção respiratória:	Em caso de potencial exposição elevada dos vapores/névoas do produto, use proteção respiratória. Este pode ser usado em combinação com um respirador com suprimento de ar, peça facial completa operada em modo de pressão positiva.
Perigos térmicos:	Não apresenta perigos térmicos.

9 - PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS

Aspecto (estado físico, forma e cor):	Líquido límpido amarelo-claro (isento de material em suspensão).
Odor e limite de odor:	Característico.
pH:	Não aplicável.
Ponto de fusão/ponto de congelamento:	Não aplicável.
Ponto de ebulição inicial e faixa de temperatura de ebulição:	> 200°C
Ponto de fulgor:	100°C mín. (Método MB48)
Taxa de evaporação:	Não disponível.
Inflamabilidade (sólido; gás):	Produto não inflamável.
Limite inferior/superior de inflamabilidade ou explosividade:	Não disponível.
Pressão de vapor:	< 2 mmHg
Densidade de vapor:	>1
Densidade relativa:	0,880 g/cm ³ a 20°C
Solubilidade(s):	Insolúvel em água.
Coefficiente de partição – n-octanol/água:	Não disponível.

ANEXO VII

TABELAS DIMENSIONAIS DE TUBULAÇÃO

5. TUBOS DE AÇO - DIMENSÕES NORMALIZADAS

5.1. Tubos de Acordo com as Normas ANSI B.36.10 e B.36.19 (v. Nota 1)

Dimensões normalizadas e principais características físicas para os diâmetros e espessuras mais usuais dos tubos de aço, de acordo com as normas ANSI B.36.10 (para tubos de aço-carbono e aços de baixa liga), e ANSI B.36.19 (para tubos de aço inoxidáveis)
(V. Nota na página 19)

Diâmetro nominal (pol.)	Designação de espessura (v. Nota 3)	Espessura de Parede (mm) (v. Nota 4)	Diâmetro interno (mm)	Área de seção aze (cm ²)	Área de seção de metal (cm ²)	Superfície externa (m ² /m)	Peso aprox. (kg/m)		Seção transversal		
							Tubo vazio (v. Nota 6)	Conteúdo de líquido (v. Nota 7)	Momento de inércia (cm ⁴)	Momento resistente (cm ³)	Raio de giração (cm)
1 1/4	10S	1,66	10,4	0,86	0,82	0,043	0,48	0,035	0,116	0,189	0,430
-	XS 40,40S	2,23	9,2	0,07	0,81	↓	0,62	0,067	0,136	0,202	0,413
1 3/8	XS 80,80S	3,02	7,7	0,48	1,01	↓	0,79	0,046	0,167	0,229	0,393
3/8	10S	1,66	13,8	1,90	0,81	0,054	0,63	0,100	0,236	0,286	0,561
-	SIG 40,40S	2,31	12,8	1,23	1,08	↓	0,84	0,123	0,304	0,354	0,531
1 7/8	XS 80,80S	3,20	10,7	0,91	1,40	↓	1,10	0,000	0,259	0,479	0,509
1/2	SIG 40,40S	2,77	15,8	1,95	1,01	0,071	0,42	0,20	0,71	0,67	0,68
-	XS 80,80S	3,73	13,8	1,91	2,06	↓	1,62	0,15	0,84	0,78	0,64
1 1/2	100	4,75	11,8	1,10	2,47	↓	1,94	0,11	0,82	0,86	0,61
2 1/2	XXS	7,47	6,4	0,32	3,32	↓	2,65	0,03	1,01	0,95	0,56
3/4	SIG 40,40S	2,87	20,9	3,44	2,15	0,083	1,00	0,34	1,54	1,78	0,86
-	XS 80,80S	3,91	18,8	2,79	2,80	↓	2,10	0,28	1,03	1,40	0,82
1 1/8	100	5,04	16,8	1,91	3,85	↓	2,88	0,19	2,19	1,85	0,77
2 7/8	XXS	7,82	11,0	0,95	4,83	↓	3,63	0,10	2,41	1,81	0,72
1	SIG 40,40S	2,87	26,5	5,87	3,19	0,105	2,50	0,58	2,84	2,18	1,07
-	XS 80,80S	4,55	24,3	4,04	4,12	↓	3,23	0,45	4,40	2,83	1,03
1 1/4	100	6,35	20,7	3,37	5,39	↓	4,23	0,34	5,21	3,12	0,98
3/2	XXS	9,78	15,2	1,82	6,94	↓	5,44	0,18	5,85	3,50	0,92
1 3/4	SIG 40,40S	3,58	35,3	9,65	4,32	0,132	3,36	0,68	5,11	3,65	1,37
-	XS 80,80S	4,85	32,5	8,23	5,88	↓	4,45	0,80	10,06	4,77	1,33
1 1/2	100	6,35	29,4	6,82	7,14	↓	6,80	0,68	11,62	5,61	1,29
4 1/2	XXS	9,78	22,7	4,07	9,90	↓	7,20	0,41	14,10	6,74	1,20
1 1/2	SIG 40,40S	3,88	40,8	13,1	5,16	0,151	4,04	1,31	12,00	5,34	1,58
-	XS 80,80S	5,08	38,1	11,4	6,88	↓	5,40	1,14	16,27	6,75	1,54
1 3/8	100	7,14	33,9	9,07	8,22	↓	7,23	0,91	20,10	8,03	1,48
4 3/8	XXS	10,16	27,8	6,13	12,2	↓	9,50	0,61	23,84	9,80	1,39
2	SIG 40,40S	3,91	52,6	21,7	6,80	0,196	5,44	2,17	27,72	9,20	2,03
-	XS 80,80S	5,54	48,2	19,0	9,53	↓	7,47	1,90	35,13	11,58	1,95
1 1/2	100	6,71	42,8	14,4	14,1	↓	11,08	1,44	48,41	16,06	1,85
6 1/2	XXS	11,07	38,2	11,4	17,1	↓	13,44	1,14	54,61	18,10	1,75
2 1/2	SIG 40,40S	5,10	62,7	39,8	11,0	0,238	8,82	3,06	63,08	17,44	2,41
-	XS 80,80S	7,01	59,0	27,3	14,5	↓	11,40	2,73	80,12	21,95	2,35
1 3/4	100	9,52	54,0	22,5	19,0	↓	14,89	2,25	97,94	29,83	2,27
7 3/8	XXS	14,0	44,8	15,9	26,0	↓	20,39	1,59	119,9	32,76	2,14
3	10S	3,05	82,8	53,8	8,77	0,282	6,44	5,35	75,84	17,95	3,04
-	SIG 40,40S	5,48	77,0	47,7	14,4	↓	11,29	4,77	129,70	29,20	2,86
1 1/2	XS 80,80S	7,62	73,8	42,6	19,3	↓	16,25	4,26	182,35	35,48	2,89
1 1/4	100	11,1	69,7	34,9	27,2	↓	21,31	3,49	269,36	47,14	2,78
8 1/2	XXS	15,2	56,4	29,8	35,3	↓	27,85	2,88	349,32	59,22	2,66
4	10S	3,05	106,2	91,9	10,6	0,381	8,35	9,19	161,80	29,88	3,93
-	SIG 40,40S	5,02	102,3	82,1	20,4	↓	16,08	8,21	303,90	52,61	3,84
1 1/2	XS 80,80S	8,68	97,2	74,2	29,4	↓	22,29	7,42	389,99	53,00	3,75
1 1/4	100	13,5	87,3	59,9	42,7	↓	33,49	5,99	557,34	96,70	3,60
11 1/4	XXS	17,1	80,1	50,3	58,3	↓	40,98	6,03	636,42	111,29	3,49
6	10S	3,40	161,4	204,5	17,8	0,505	13,82	20,45	595,37	71,30	5,83
-	SIG 40,40S	7,11	164,0	188,4	36,0	↓	28,23	18,84	1.171,3	136,32	5,70
1 1/2	XS 80,80S	10,87	145,3	168,2	54,2	↓	42,31	16,82	1.886,7	230,45	5,58
1 1/2	120	14,3	135,7	150,4	89,0	↓	54,16	15,34	2.064,5	245,82	5,47
1 1/2	160	19,2	137,8	136,4	140,0	↓	67,41	13,84	2.465,5	291,81	5,34
16 1/2	XXS	21,8	124,4	121,6	190,9	↓	79,10	12,16	2.769,5	328,29	5,23
8	10S	5,78	211,5	351,5	25,4	0,692	19,90	35,16	1.473,4	134,56	7,62
-	SIG 40,40S	8,18	202,7	322,6	54,2	↓	42,46	32,26	3.017,7	275,59	7,49
1 1/2	80	10,3	198,4	305,1	67,6	↓	53,05	30,91	3.805,1	337,31	7,39
1 1/2	XS 80,80S	12,7	193,7	294,8	82,3	↓	64,58	29,48	4.399,5	401,83	7,31
1 1/2	120	18,2	182,9	261,8	115,1	↓	90,22	26,19	5.852,2	584,31	7,13
21 1/2	XXS	22,2	174,8	239,4	157,4	↓	107,8	23,94	6.742,9	616,26	7,00
1 1/2	160	33,0	173,1	235,5	141,7	↓	111,1	23,65	8.905,3	831,02	6,98

6. TUBOS DE AÇO - DIMENSÕES NORMALIZADAS

6.1. Tubos de Acordo com as Normas ANSI B.36.10 e B.36.19 (continuação)

(v. Nota 1)

Diâmetro nominal (pol.) - Diâmetro externo (mm) (v. Nota 5)	Designação de espessura (v. Nota 3)	Espessura de Parede (mm) (v. Nota 4)	Diâmetro interno (mm)	Área de seção livre (cm ²)	Área de seção de metal (cm ²)	Superfície externa (m ² /m)	Peso aprox. (kg/m)		Seção transversal			
							Tubo vazado (v. Nota 6)	Conteúdo de água (v. Nota 7)	Momento de inércia (cm ⁴)	Momento resistente (cm ³)	Raio de giração (cm)	
10	Std XS XS	5S	3,40	266,2	896,8	29,5	0,858	22,54	55,66	2.651,4	194,22	9,83
		10S	4,19	254,7	550,3	35,4		27,83	68,05	3.200,8	234,38	8,50
		20	5,27	244,5	509,1	78,5		40,23	50,91	6.692,9	490,05	9,32
		40S	12,7	247,8	481,5	103,5		81,45	48,10	5.824,1	645,77	9,22
		80	15,1	242,9	483,2	122,1		95,72	48,32	10.180	747,38	9,14
273	Std XS	120	21,4	230,2	416,1	169,5		132,7	41,51	13.488	986,32	8,94
		160	25,6	215,0	365,6	219,4		172,1	38,58	16.807	1.217,9	8,71
		8S	4,19	315,5	782,0	42,1		25,11	78,20	5.377,7	932,23	11,30
12	Std XS	10S	4,57	314,7	778,1	45,9	1,018	36,00	77,81	6.848,0	961,07	11,20
		20	6,35	311,1	760,7	63,5		44,70	75,07	7.697,5	453,34	11,23
		30	9,52	304,8	720,9	94,1		73,74	72,96	11.670	717,88	11,13
		40S	10,3	305,2	722,0	101,5		79,85	72,20	12.487	771,97	11,10
		80S	17,7	298,4	659,4	124,1		97,34	69,94	15.667	929,31	11,00
374	Std XS	50	14,3	295,3	865,2	130,0		108,8	68,82	16.881	1.029,3	10,95
		60	17,4	288,8	625,5	168,0		131,7	65,59	19.771	1.221,1	10,85
		120	25,4	273,0	558,5	238,1		192,7	56,88	26.732	1.660,5	10,69
14	Std XS	10	5,36	342,9	933,3	80,7	1,118	54,60	92,33	10.630	856,24	12,34
		20	5,52	336,5	889,7	100,5		61,20	88,67	15.520	873,59	12,24
		30	11,1	333,4	872,9	120,1		94,29	87,29	17.050	1.000,1	12,19
		40	12,7	330,2	856,2	138,8		107,3	85,62	20.145	1.152,8	12,14
		60	15,1	325,5	832,3	161,2		126,3	83,23	23.362	1.310,1	12,04
358	Std XS	80	18,0	317,5	781,7	201,3		157,8	79,17	28.595	1.829,5	11,91
		100	23,8	300,0	745,2	248,4		194,5	74,52	34.339	1.930,7	11,70
		10	6,35	393,7	1.217,5	79,8	1,277	62,57	121,7	15.903	785,72	14,15
16	Std XS	20	6,52	387,3	1.178,1	113,8		63,12	117,8	23.302	1.102,2	14,05
		30	12,7	381,0	1.140,1	157,1		123,2	114,0	30.468	1.429,7	13,92
		40	16,8	373,1	1.093,0	203,9		159,9	109,3	38.034	1.911,1	13,78
		60	21,4	363,6	1.038,1	257,7		203,0	103,8	48.188	2.370,0	13,64
		100	28,2	354,0	964,0	312,9		243,3	98,46	66.810	2.790,1	13,46
457	Std XS	10	6,35	444,5	1.651,7	89,8	1,436	70,52	185,2	22.851	980,79	15,25
		20	9,52	433,1	1.607,8	135,9		85,0	150,0	33.509	1.468,5	15,12
		30	12,7	431,8	1.604,0	177,4		139,0	146,5	43.820	1.917,8	15,12
		40	14,3	423,6	1.443,3	186,7		155,9	144,3	48.752	2.133,9	15,17
		60	19,0	413,1	1.379,1	261,9		209,6	131,8	63.039	2.758,4	15,19
508	Std XS	80	23,8	409,6	1.317,5	325,0		254,1	131,7	78.337	3.240,3	15,34
		100	29,4	395,5	1.247,2	394,8		309,4	124,7	90.738	3.969,7	15,16
		10	6,35	495,3	1.928,6	100,1	1,597	78,46	192,7	31.509	1.240,7	17,73
		20	9,52	488,9	1.877,0	149,2		115,0	187,7	46.398	1.825,8	17,63
		30	12,7	482,6	1.829,1	197,4		164,9	182,9	60.545	2.368,0	17,53
610	Std XS	40	15,1	477,0	1.783,0	233,3		182,5	179,4	70.926	2.792,0	17,42
		60	20,6	468,7	1.711,1	315,5		247,0	171,1	93.943	3.696,2	17,25
		80	26,2	466,6	1.530,4	396,1		310,6	163,0	116.379	4.543,3	17,07
		100	32,5	442,5	1.540,7	485,5		381,1	154,1	138.188	5.441,6	16,84
		10	6,35	596,5	2.800,2	180,3	1,814	84,35	280,0	54.776	1.790,3	21,24
24	Std XS	20	9,52	590,9	2.742,1	179,5		140,8	274,2	80.873	2.482,0	21,21
		30	12,7	584,2	2.677,0	239,1		186,7	267,8	106.139	2.653,5	21,11
		40	17,4	574,7	2.593,7	324,5		254,7	256,4	142.351	4.674,4	20,96
		60	24,5	560,4	2.484,9	451,3		354,3	248,5	193.847	6.959,3	20,70
		80	30,3	547,7	2.355,0	522,5		440,0	236,5	236.002	7.752,5	20,50
282	Std XS	100	38,9	531,8	2.216,5	607,8		549,7	221,9	295.118	9.958,7	20,22
		10	7,92	746,1	4.374,4	187,7	2,303	147,2	437,4	133.609	5.007,5	25,67
		20	12,7	736,0	4.264,8	289,7		236,4	426,5	207.779	6.807,6	25,49
30	15,9	730,2	4.187,3	371,6		261,8	418,7	258.885	8.801,3	25,36		

- Nota:
- Esta tabela inclui tubos de todos os tipos de aço: aço-carbono e aço de baixa liga (norma ANSI B.36.10), e aço inoxidáveis (norma ANSI B.36.19).
 - A norma ANSI B.36.19 só abrange tubos até o diâmetro nominal de 12".
 - As designações "Std", "XS" e "XS" correspondem às espessuras denominadas "standard", "extra-forte" e "duplo extra-forte" da norma ANSI B.36.10. As designações 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 e 160 são os "números de série" (schedule number) dessa mesma norma. As designações 6S, 10S, 20S, 40S e 80S são da norma ANSI B.36.19 para tubos de aço inoxidáveis.
 - As espessuras em mm indicadas na tabela são os valores nominais; as espessuras mínimas correspondentes dependem das tolerâncias de fabricação, que variam com o processo de fabricação do tubo. Para tubos sem costura a tolerância usual é $\pm 12,5\%$ do valor nominal.
 - Nesta tabela estão omitidos alguns diâmetros e espessuras não usuais na prática. Para a tabela completa, contendo todos os diâmetros e espessuras, consulte as normas ANSI B.36.10 e ANSI B.36.19.
 - Os pesos indicados nesta tabela correspondem aos tubos de aço-carbono ou de aço de baixa liga. Os tubos de aço inoxidáveis ferríticos pesam 5% menos, e os inoxidáveis austeníticos cerca de 2% mais.
 - Esses mesmos números representam também a vazão em l/sseg. para a velocidade de 1 mseg.

5. TUBOS DE AÇO - DIMENSÕES NORMALIZADAS

5.2. Tubos de Acordo com as Normas API-5L, API-5LX e API-5LS

(v. Notas na pág. 22)

Os tubos API-5L são de aço-carbono, sem costura ou com costura longitudinal, bem como os tubos API-5LX dos graus 42 e 54. Os tubos API-5LX dos graus 58 a 80 são de aços de alta resistência (baixa liga). Os tubos API-5LS são de aço-carbono com costura helicoidal.

Dímetro nominal (pol.) - Dímetro externo (mm) (v. Nota 1)	Espessura (mm) (v. Nota 2)	Dímetro interno (mm)	Peso (kg/m) Tubo Vazio (v. Nota 3)	Dímetro nominal (pol.) - Dímetro externo (mm) (v. Nota 1)	Espessura (mm) (v. Nota 2)	Dímetro interno (mm)	Peso (kg/m) Tubo Vazio (v. Nota 3)	Dímetro nominal (pol.) - Dímetro externo (mm) (v. Nota 1)	Espessura (mm) (v. Nota 2)	Dímetro interno (mm)	Peso (kg/m) Tubo Vazio (v. Nota 3)
2 - 50,3	3,9	52,5	5,42	8 - 219,1	12,7	193,7	54,64	16 - 406,4	14,3	377,8	138,27
	4,4	51,5	6,07		14,9	190,5	72,22		15,9	374,5	153,11
	4,8	50,7	6,37		15,9	187,3	70,67		17,5	371,4	167,33
	5,5	49,3	7,43		19,3	182,5	90,62		19,1	368,2	182,42
	6,4	47,5	8,91		19,9	180,9	94,20		20,6	365,2	196,98
2 1/2 - 73,0	7,1	45,1	9,31	10 - 273,1	22,2	177,9	100,84	18 - 457,0	22,2	362,0	210,33
	8,1	36,1	13,47		22,2	174,7	107,79		23,8	358,8	224,55
	4,0	65,0	6,91		5,8	291,9	30,94		25,4	355,6	238,64
	4,4	64,2	7,44		6,4	288,3	42,09		7,9	441,2	87,49
	4,8	63,4	8,07		7,1	284,8	46,67		8,7	438,0	99,18
3 - 60,9	5,2	62,6	8,89	12 - 323,9	7,8	287,5	31,03	20 - 508,0	9,5	438,0	104,84
	5,5	62,0	9,16		8,7	285,7	36,72		10,3	434,6	113,46
	6,4	60,2	10,91		9,3	284,5	60,90		11,1	431,4	122,05
	7,0	58,0	11,39		11,1	270,9	71,72		11,0	428,2	139,62
	14,0	45,0	20,87		12,7	247,7	91,55		12,7	425,0	153,15
4 - 114,3	4,3	80,1	8,17	14 - 356,8	14,3	244,5	91,26	22 - 569,0	14,3	428,4	156,11
	4,8	79,3	8,85		15,9	241,3	100,85		16,9	425,2	172,95
	5,5	77,9	11,31		18,3	236,5	114,99		17,5	422,0	189,67
	6,4	76,1	13,02		20,6	231,9	128,27		19,1	418,8	206,25
	7,1	74,7	14,32		22,2	226,7	137,36		20,6	415,6	221,69
5 - 168,3	7,6	73,7	15,24	16 - 406,4	23,8	225,5	146,30	24 - 619,0	22,2	412,6	238,00
	15,2	58,5	27,63		25,4	222,3	166,15		23,8	409,4	254,25
	4,4	105,5	11,62		8,4	311,1	60,11		25,4	406,2	270,94
	4,8	104,7	12,56		7,1	309,7	65,47		27,0	403,0	286,30
	5,2	103,9	13,90		7,9	308,1	67,36		28,6	399,8	302,14
6 - 168,3	6,6	103,1	15,01	18 - 457,0	8,4	307,1	69,35	26 - 660,0	7,9	492,2	97,43
	6,9	102,3	16,02		8,7	306,5	67,62		8,7	490,6	107,12
	6,4	101,5	17,03		9,5	304,9	73,65		9,5	489,0	116,76
	7,1	100,1	18,77		10,3	303,3	79,66		10,3	487,4	126,41
	7,9	99,5	20,73		11,1	301,7	85,62		11,1	485,8	136,01
8 - 219,1	8,6	97,1	22,42	20 - 508,0	12,7	298,5	97,48	28 - 711,0	11,0	484,2	145,68
	11,1	92,1	26,25		14,3	295,3	109,19		12,7	482,6	155,12
	13,5	87,3	33,96		16,9	292,1	120,76		14,3	479,4	174,10
	17,1	83,1	40,99		17,5	288,9	132,23		15,9	476,2	182,85
	4,4	159,5	17,79		19,1	285,7	143,96		17,5	473,0	211,88
8 - 219,1	4,8	158,7	19,35	22 - 569,0	20,6	282,7	154,08	30 - 762,0	19,1	469,8	230,77
	5,2	157,9	20,91		22,2	279,5	165,17		20,6	466,6	247,60
	5,6	157,1	22,47		23,8	276,3	176,13		22,2	463,4	264,55
	6,4	155,5	25,56		25,4	273,1	186,97		23,8	460,2	284,18
	7,1	154,1	28,22		7,9	339,8	67,74		25,4	457,2	302,28
10 - 254,0	7,9	152,5	31,25	24 - 619,0	8,7	338,2	74,42	32 - 813,0	27,0	454,0	320,76
	8,7	150,9	34,24		9,5	336,6	81,08		28,6	450,8	338,11
	9,6	149,3	37,20		10,3	335,0	87,71		30,2	447,5	355,93
	11,0	146,3	42,67		11,1	333,4	94,30		31,8	444,4	373,43
	12,7	142,9	48,73		11,0	331,8	100,86		7,9	543,2	107,36
12 - 323,9	14,3	139,7	54,31	26 - 660,0	12,7	330,2	107,39	34 - 864,0	8,7	541,6	116,36
	15,9	136,5	60,76		14,3	327,0	120,30		9,5	540,0	126,73
	16,3	131,7	67,89		16,0	323,8	133,19		10,3	538,4	139,57
	16,1	130,1	70,27		17,5	320,6	145,91		11,1	536,8	149,07
	22,2	123,9	79,98		19,1	317,4	158,49		11,9	535,2	160,55
14 - 356,8	4,8	206,5	25,37	28 - 711,0	20,6	314,4	170,18	36 - 914,0	12,7	533,6	171,09
	5,2	208,7	27,43		22,2	311,2	182,52		14,3	530,4	192,08
	5,6	207,9	29,48		23,8	308,0	194,74		15,9	527,2	212,95
	6,4	206,3	33,67		7,0	390,6	77,63		17,5	524,0	233,66
	7,0	205,1	36,61		8,7	388,0	85,32		18,1	520,8	254,30
16 - 406,4	7,9	203,3	41,14	30 - 762,0	9,5	387,4	92,99	38 - 967,0	20,6	517,8	273,81
	8,2	202,7	42,69		10,3	385,8	100,61		22,2	514,6	293,87
	8,7	201,7	45,14		11,1	384,2	108,20		23,8	511,4	314,11
	9,8	200,1	49,10		11,9	382,6	115,77		25,4	508,2	334,23
	11,1	195,9	56,94		12,7	381,0	123,30		27,0	505,0	354,22

5. TUBOS DE AÇO - DIMENSÕES NORMALIZADAS

5.2. Tubos de Acordo com as Normas API-5L, API-5LX e API-5LS (continuação)
(v. Notas na pág. 22)

Diâmetro nominal (pol.) - Diâmetro externo (mm) (v. Nota 1)	Espessura (mm) (v. Nota 2)	Diâmetro interno (mm)	Peso (kg/m) Tubo Vazio (v. Nota 3)	Diâmetro nominal (pol.) - Diâmetro externo (mm) (v. Nota 1)	Espessura (mm) (v. Nota 2)	Diâmetro interno (mm)	Peso (kg/m) Tubo Vazio (v. Nota 3)	Diâmetro nominal (pol.) - Diâmetro externo (mm) (v. Nota 1)	Espessura (mm) (v. Nota 2)	Diâmetro interno (mm)	Peso (kg/m) Tubo Vazio (v. Nota 3)
22	28,8	601,8	374,08	30	11,1	736,8	200,54	36	14,3	686,4	317,27
	30,2	466,6	303,81		11,9	736,2	220,12		15,9	682,0	352,14
24	31,8	465,4	413,42	762,0	12,7	736,6	234,67	814,0	17,5	679,0	386,88
	7,9	564,2	117,30		14,3	735,4	263,87		19,1	675,8	421,50
	8,7	522,5	129,00		15,9	730,2	262,64		20,6	672,8	453,94
	9,5	661,0	140,08		17,5	727,0	321,29		22,7	669,8	488,22
	10,3	529,4	152,32		19,1	723,8	345,91		23,8	666,4	522,47
	11,1	627,5	163,83		20,6	720,8	379,83		25,4	663,2	568,09
	11,9	586,2	175,51		22,2	717,6	400,00		27,0	660,0	590,89
	12,7	544,5	187,06		23,8	714,4	433,26		28,6	656,8	624,45
	14,3	513,4	210,07		25,4	711,2	461,38		30,2	653,6	650,10
	15,9	578,2	232,94		27,0	708,0	486,38		31,8	650,4	681,81
	17,5	575,0	258,88		28,6	704,8	517,25		7,9	945,2	188,48
	19,1	671,8	270,32		30,2	701,6	544,99		8,7	947,8	205,17
20,6	598,8	299,41	31,8	698,4	572,61	9,5	946,0	223,84			
26	22,2	585,6	321,79	813,0	7,9	707,2	150,84	965,0	10,3	944,4	242,49
	23,8	662,4	344,05		8,7	705,0	172,56		11,1	942,8	261,11
	25,4	589,2	388,17		9,5	704,0	188,24		11,9	941,2	279,89
	27,0	660,0	380,17		10,3	702,4	203,08		12,7	939,8	298,94
	28,6	662,8	410,05		11,1	700,8	218,50		14,3	938,4	335,25
	30,2	649,8	451,80		11,9	700,2	238,09		15,9	933,2	372,14
	31,8	546,4	463,42		12,7	707,6	250,64		17,5	930,0	406,89
	33,3	643,4	473,57		14,3	704,4	281,86		19,1	926,8	445,52
	34,9	540,2	494,55		15,9	701,2	312,54		20,6	923,8	479,75
	36,5	537,0	618,20		17,5	708,0	343,36		22,2	920,6	516,14
	38,1	633,8	637,33		19,1	714,8	373,92		23,8	917,4	552,40
	28	7,9	644,2		127,04	813,0	20,6		711,6	402,51	965,0
8,7		642,8	139,73	22,2	708,8		432,95	27,0	911,0	624,54	
9,5		641,0	152,39	23,8	705,4		463,19	28,6	907,8	660,42	
10,3		639,4	165,02	25,4	702,2		493,31	30,2	904,6	698,18	
11,1		637,8	177,62	27,0	709,0		523,35	31,8	901,4	731,60	
11,9		636,2	190,19	28,6	705,8		553,22	7,9	1000,2	108,98	
12,7		634,6	202,72	30,2	702,6		582,98	8,7	998,0	216,11	
14,3		631,4	227,70	31,8	709,4		612,61	9,5	997,0	235,79	
15,9		628,2	252,55	7,9	845,2		100,70	10,3	995,4	255,45	
17,5		625,0	277,27	8,7	840,6		132,50	11,1	993,8	275,07	
19,1		621,8	301,87	9,5	845,0		200,18	11,9	992,2	294,68	
20,6		618,6	324,81	10,3	843,4		216,84	12,7	990,6	314,22	
22,2	615,6	349,16	11,1	841,8	233,48	14,3	987,4	353,24			
23,8	612,4	373,38	11,9	840,2	250,05	15,9	984,2	392,14			
25,4	609,2	397,40	12,7	838,6	266,61	17,5	981,0	430,96			
28	7,9	655,2	138,87	894,0	14,3	836,4	289,84	1016,0	19,1	977,8	469,56
	8,7	653,6	150,67		15,9	832,2	322,03		20,6	974,8	505,08
	9,5	652,0	164,34		17,5	829,0	355,31		22,2	971,6	544,06
	10,3	650,4	177,98		19,1	825,8	387,96		23,8	968,4	582,33
	11,1	648,8	191,58		20,6	822,6	428,44		25,4	965,2	620,43
	11,9	647,2	205,15		22,2	819,4	469,85		27,0	962,0	658,50
	12,7	645,6	218,60		23,8	816,4	493,12		28,6	958,8	696,39
	14,3	642,4	245,88		25,4	813,2	525,27		30,2	955,6	734,18
	15,9	639,2	272,54		27,0	810,0	557,29		31,8	952,4	771,80
	17,5	636,0	296,28		28,6	806,8	589,19		8,7	1040,8	227,05
	19,1	632,8	322,69		30,2	803,6	620,06		9,5	1046,0	247,74
	20,6	629,6	350,72		31,8	800,4	652,60		10,3	1046,4	266,40
22,2	626,4	377,08	7,9	868,2	170,52	11,1	1044,8	289,03			
23,8	623,4	403,32	8,7	866,6	194,22	11,9	1043,2	309,62			
25,4	620,2	429,44	9,5	865,0	211,60	12,7	1041,6	330,19			
30	7,9	746,2	146,81	814,0	10,3	863,4	229,54	1067,0	14,3	1038,4	371,29
	8,7	744,8	161,61		11,1	861,8	247,15		16,0	1036,2	412,13
	9,5	743,0	178,29		11,9	860,2	264,72		17,5	1032,0	452,91
10,3	741,4	190,93	12,7	858,6	282,27	19,1	1028,8	489,57			

5. TUBOS DE AÇO - DIMENSÕES NORMALIZADAS

5.2. Tubos de Acordo com as Normas API-5L, API-5LX e API-5LS (continuação)

Diâmetro nominal (pçl) - Diâmetro externo (mm) (v. Nota 1)	Espessura (mm) (v. Nota 2)	Diâmetro interno (mm)	Peso (kg/m) Tubo Vazio (v. Nota 3)	Diâmetro nominal (pçl)	Espessura (mm) (v. Nota 2)	Diâmetro interno (mm)	Peso (kg/m) Tubo Vazio (v. Nota 3)	Diâmetro nominal (pçl) - Diâmetro externo (mm) (v. Nota 1)	Espessura (mm) (v. Nota 2)	Diâmetro interno (mm)	Peso (kg/m) Tubo Vazio (v. Nota 3)
				Diâmetro externo (mm) (v. Nota 1)				Diâmetro externo (mm) (v. Nota 1)			
42	9,8	1025,8	531,57	46	26,4	1196,2	747,00	94	9,8	1607,0	579,70
	12,2	1022,8	571,58		27,0	1185,0	733,56		10,3	1603,8	410,28
	15,8	1019,8	612,26		28,6	1161,0	699,58		11,1	1603,8	442,04
	21,6	1016,2	692,42		30,2	1156,6	685,34		11,8	1602,2	473,06
	27,0	1013,0	767,45		31,8	1155,4	680,00		12,7	1600,0	505,26
1067,0	28,8	1008,8	732,35	52	9,5	1302,0	367,25	1526,0	14,3	1597,4	505,35
	33,2	1006,6	772,34		10,3	1300,4	392,82		15,8	1594,2	631,31
	37,8	1003,4	811,79		11,1	1298,8	388,66		17,5	1591,0	694,15
	42,2	1000,2	851,59		11,9	1297,2	384,16		19,1	1587,8	756,86
	46,6	997,0	891,69		12,7	1295,0	409,74		20,6	1584,6	819,54
44	10,3	1097,4	261,35	56	14,3	1262,4	460,79	68	22,2	1591,6	678,00
	11,1	1095,8	302,89		15,9	1268,2	511,72		23,8	1578,4	940,34
	11,9	1094,2	324,89		17,5	1265,0	569,03		25,4	1575,2	1002,96
	12,7	1092,8	346,16		19,1	1262,8	613,20		27,0	1572,0	1064,65
	14,3	1089,4	389,21		20,6	1279,8	680,80		28,6	1568,8	1126,81
1118,0	15,8	1086,2	432,10	1321,0	22,2	1276,6	711,63	1727,0	30,2	1565,6	1188,44
	17,5	1083,0	474,92		23,8	1273,4	761,34		31,8	1562,4	1250,15
	19,1	1079,8	517,80		25,4	1270,2	811,52		11,9	1703,2	503,30
	20,6	1076,6	557,47		27,0	1267,0	861,67		12,7	1701,0	536,80
	22,2	1073,4	599,80		28,6	1263,8	911,80		14,3	1698,4	603,45
46	23,8	1070,2	642,19	56	30,2	1260,6	961,30	72	15,9	1695,2	670,01
	25,4	1067,0	684,37		31,8	1257,4	1010,86		17,5	1692,0	737,73
	27,0	1063,8	726,41		9,5	1409,0	350,01		18,1	1688,8	804,43
	28,6	1060,6	768,33		10,3	1409,4	378,57		20,6	1685,6	868,84
	30,2	1057,4	810,12		11,1	1399,8	356,20		22,2	1682,4	933,30
1168,0	31,8	1054,2	851,73	56	11,9	1398,2	413,80	1727,0	23,8	1679,2	999,02
	8,7	1160,6	248,72		19,7	1386,6	441,37		25,4	1676,0	1065,02
	9,5	1149,0	271,40		14,3	1380,4	406,44		27,0	1672,8	1131,89
	10,3	1147,4	294,05		15,9	1390,2	551,32		28,6	1669,6	1197,84
	11,1	1145,8	316,57		17,5	1387,0	606,11		30,2	1666,4	1263,08
46	11,9	1144,2	339,26	1422,0	19,1	1383,8	660,77	72	31,8	1663,2	1329,36
	12,7	1142,6	361,82		20,6	1380,6	711,51		12,7	1803,6	565,83
	14,3	1139,4	406,34		22,2	1377,8	766,32		14,3	1800,4	633,80
	15,9	1136,2	451,73		23,8	1374,4	820,61		15,9	1797,2	710,91
	17,5	1133,0	499,50		25,4	1371,2	874,78		17,5	1794,0	791,75
1168,0	19,1	1129,8	541,14	60	27,0	1368,0	928,02	72	19,1	1790,8	852,47
	20,6	1126,6	582,87		28,6	1364,8	982,73		20,6	1787,6	918,66
	22,2	1123,4	627,27		30,2	1361,6	1036,62		22,2	1784,4	988,14
	23,8	1120,2	671,54		31,8	1358,4	1090,18		23,8	1781,2	1059,49
	25,4	1117,0	715,66		9,5	1505,0	355,09		25,4	1778,0	1129,69
46	27,0	1114,0	760,70	60	10,3	1503,4	384,69	1820,0	27,0	1774,8	1199,61
	28,6	1110,8	803,99		11,1	1501,8	415,00		28,6	1771,6	1269,79
	30,2	1107,6	847,36		11,9	1500,2	444,15		30,2	1768,4	1339,62
	31,8	1104,4	890,80		12,7	1498,6	473,31		31,8	1765,2	1409,34
	8,7	1201,8	280,60		14,3	1485,4	532,38		12,7	1904,8	600,46
46	9,5	1200,0	289,39	1524,0	15,9	1482,2	581,32	70	14,3	1901,4	675,55
	10,3	1196,4	307,01		17,5	1486,0	630,13		15,9	1898,2	750,51
	11,1	1196,8	330,63		19,1	1465,8	708,82		17,5	1895,0	825,34
	11,9	1196,7	354,23		20,6	1452,8	763,72		19,1	1891,8	900,06
	12,7	1193,6	377,79		22,2	1475,6	822,75		20,6	1888,6	969,37
1218,0	14,3	1190,4	424,82	60	23,8	1470,4	890,48	70	22,2	1885,6	1044,43
	15,9	1187,2	471,73		25,4	1473,2	938,67		23,8	1882,4	1118,76
	17,5	1184,0	518,81		27,0	1470,0	990,73		25,4	1879,2	1192,87
	19,1	1180,8	565,10		28,6	1456,8	1054,07		27,0	1876,0	1267,08
	20,6	1177,6	608,78		30,2	1463,8	1112,48		28,6	1872,8	1341,02
46	22,2	1174,6	659,19	60	31,8	1400,4	1170,17	1900,0	30,2	1869,6	1414,54
	23,8	1171,4	701,47						31,8	1866,4	1488,56

- Nota: 1. Nesta tabela estão omitidas algumas espessuras. Para a tabela completa veja as normas citadas.
 2. As espessuras indicadas na tabela são os valores nominais; as espessuras mínimas dependem das tolerâncias que variam com a norma e com a faixa de diâmetros.
 3. Os pesos indicados na tabela são correspondentes aos tubos de aço-carbono. (veja Nota 6, pag. 19)

APÊNDICE A

LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA S500

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO

Nº Pólo de Bombas	PR-01
TAG de Bomba	BP-15 (MULTI)
Produto	4 - DIESEL S500
SUÇÃO OU RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000035
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00308
Peso Específico (kgf/cm ³)	0,805
Materiais do Tubo	01 - aço inoxidado

Elev. Terreno (Nível do Mm - m)	217	USAR ELEV. DO TERRENO
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO	RESPOSTA SIM OU NÃO
5% SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)		NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,032	ENTRADA AUTOMÁTICA
altura Geom. Sucção - lgeom - +T L50, -T L50	2	ENTRADA AUTOMÁTICA
NPSHid	13,928	SÁLIDA AUTOMÁTICA



CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nº Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Rel do Trecho	Perdas Singulares	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída (ip Darcy-Weiback)
	pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	coef/cdo de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00018661	-	0	13,6	22,6	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00018661	-	1,15	50,2	91,95	-
3	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00018661	-	1,15	3	4,15	-
4	10	0,254	0	0	0	LAMINAR	0,00012576	-	215,7	158,5	374,2	-
5	8	0,2027	0	0	0	LAMINAR	0,00019600	-	22,3	34,3	56,6	-
6	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00018661	-	0,8	1,4	2,2	-
7										0	0	-
8										0	0	-
9										0	0	-
10										0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (md)												0,000

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (md)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO GOTA			
FILTRO Y	0	6	0
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
PCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRACÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRACÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ md (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS

0,00

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) md

2,000

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Pátio de Bombas	PS-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	4 - DIESEL S500
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000035
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,845
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	7	35,6	42,6	-
2	8	0,2027	0	0	0	LAMINAR	0,00029600	-	14,75	17,3	32,05	-
3	8	0,2027	0	0	0	LAMINAR	0,00029600	-	160,25	48,3	208,55	-
4	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	27,5	15,5	45	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												0,000

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	17,08
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	17,08
DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl)	
17,080	

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl	17,080
---	---------------

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nº Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	a - DIESEL 5500
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m²/s)	0,0000035
Pressão de Vapor (kgf/cm²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm³)	0,825
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm²)	1,012
Altura Geom. Sucção - Hgeos: +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	12,931

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nº Reynolds	regime	Rugosidade Relativa	Fator de atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singulares	Comprimento Equivalente Total	Perda de carga distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m³/h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	48213,03126	TURBULENTO	0,00058961	0,02228	9	13,6	22,6	0,208
2	6	0,154	75	1,118477983	48213,03126	TURBULENTO	0,00058961	0,02228	1,15	30,2	31,35	0,289
3	6	0,154	75	1,118477983	48213,03126	TURBULENTO	0,00058961	0,02228	1,13	3	4,13	0,038
4	10	0,2545	75	0,409537154	29779,20163	TURBULENTO	0,00023576	0,02415	215,7	158,5	374,2	0,304
5	8	0,2027	75	0,645596822	57389,27381	TURBULENTO	0,00029600	0,02319	22,8	34,3	56,6	0,138
6	6	0,154	75	1,118477983	48213,03126	TURBULENTO	0,00058961	0,02228	0,8	1,4	2,2	0,020
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-0,997

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m³/h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	75	6	0,013469535
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
PCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,013469535
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,159402778

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	-0,16
-----------------------------	-------

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl **0,843**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	4 - DIESEL S500
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000035
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,845
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	49213,03126	TURBULENTO	0,00038961	0,02228	7	35,6	42,6	0,393
2	8	0,2027	75	0,645596822	37389,27881	TURBULENTO	0,00029600	0,02319	14,75	17,3	32,05	0,078
3	8	0,2027	75	0,645596822	37389,27881	TURBULENTO	0,00029600	0,02319	160,25	48,3	208,55	0,507
4	6	0,154	75	1,118477983	49213,03126	TURBULENTO	0,00038961	0,02228	27,5	15,5	43	0,397
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												1,374

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	17,08
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	17,08

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 17,080

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTOM			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 18,454

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pólo de Bomba	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	4 - DIESEL S500
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,845
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHD	10,401

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro Interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	9	13,6	22,6	0,745
2	6	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	1,15	80,2	81,35	1,084
3	8	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	1,15	5	4,15	0,136
4	10	0,2545	150	0,819074308	59558,40325	TURBULENTO	0,00023576	0,02100	215,7	158,5	374,2	1,056
5	8	0,2027	150	1,291193644	74778,55761	TURBULENTO	0,00029600	0,02039	22,3	34,3	56,6	0,484
6	6	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	0,0	1,4	2,2	0,073
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-3,527

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	8	0,055878159
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0,055878159
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	-0,64
-----------------------------	--------------

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl **-2,165**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	4 - DIESEL 5500
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000035
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,845
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	7	35,6	42,6	1,405
2	8	0,2027	150	1,291193644	74778,55761	TURBULENTO	0,00029600	0,02039	14,75	17,3	32,05	0,274
3	8	0,2027	150	1,291193644	74778,55761	TURBULENTO	0,00029600	0,02039	160,25	48,3	208,55	1,783
4	6	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	27,5	15,5	43	1,418
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												4,879

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVACÃO FINAL DO RECALQUE

17,08

2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA

0

DIFERENÇA 17,08

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl)

17,080

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl **21,959**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUCCÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	4 - DIESEL S500
SUCCÇÃO ou RECALQUE?	SUCCÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000035
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,845
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
	NPSHd
	10,264

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	73819,54689	TURBULENTO	0,00038961	0,02080	9	13,6	22,6	0,438
2	6	0,154	112,5	1,677716975	73819,54689	TURBULENTO	0,00038961	0,02080	1,15	30,2	31,35	0,607
3	6	0,154	112,5	1,677716975	73819,54689	TURBULENTO	0,00038961	0,02080	1,13	3	4,13	0,080
4	10	0,2545	225	1,228611462	89337,60488	TURBULENTO	0,00023576	0,01954	215,7	158,5	374,2	2,210
5	8	0,2027	112,5	0,968395233	56083,91821	TURBULENTO	0,00029600	0,02145	22,3	34,3	56,6	0,286
6	6	0,154	112,5	1,677716975	73819,54689	TURBULENTO	0,00038961	0,02080	0,8	1,4	2,2	0,043
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUCCÇÃO (mcl)												-3,664

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUCCÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUCCÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUCCÇÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUCCÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	112,5	6	0,030306453
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0,030306453
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,35865625

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS **-0,36**

PRESSÃO SUCCÇÃO (manométrica) mcl **-2,023**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	4 - DIESEL S500
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000035
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,845
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	73819,54689	TURBULENTO	0,00038961	0,02080	7	35,6	42,6	0,825
2	8	0,2027	112,5	0,968395233	56083,91821	TURBULENTO	0,00029600	0,02145	14,75	17,3	32,05	0,162
3	8	0,2027	225	1,936790466	112167,8364	TURBULENTO	0,00029600	0,01912	160,25	48,3	208,55	3,760
4	6	0,154	225	3,355433949	147639,0938	TURBULENTO	0,00038961	0,01887	27,5	15,5	43	3,023
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												7,771

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVAÇÃO FINAL DO RECALQUE	17,08
2-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	17,08

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 17,080

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 24,851

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nº Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	4 - DIESEL 5000
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000035
Pressão de vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,845
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção - H _{geos} +↑ L _{S8} ; -↓ L _{S8}	2
NPSHd	7,707

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nº Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singulares	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	9	13,6	22,6	0,745
2	6	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	1,15	30,2	31,35	1,034
3	6	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	1,13	3	4,13	0,136
4	10	0,2545	300	1,638148616	119116,8065	TURBULENTO	0,00023576	0,01065	215,7	158,5	374,2	3,750
5	8	0,2027	150	1,291193648	74778,55781	TURBULENTO	0,00029600	0,02059	22,5	54,5	56,6	0,484
6	6	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	0,8	1,4	2,2	0,073
7		-		-	-	-	-	-		0	0	-
8		-		-	-	-	-	-		0	0	-
9		-		-	-	-	-	-		0	0	-
10		-		-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-6,221

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,053878139
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,053878139
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	-0,64
------------------------------------	--------------

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl -4,859

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	4 - DIESEL 5500
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000035
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,845
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	98426,06252	TURBULENTO	0,00038961	0,01991	7	35,6	42,6	1,405
2	8	0,2027	150	1,291193644	74778,55761	TURBULENTO	0,00029600	0,02039	14,75	17,3	32,05	0,274
3	8	0,2027	300	2,582387288	149557,1152	TURBULENTO	0,00029600	0,01835	160,25	48,3	208,55	6,419
4	6	0,154	300	4,473911933	196852,125	TURBULENTO	0,00038961	0,01826	27,5	15,5	43	5,203
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												13,300

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	17,08
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	17,08

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 17,080

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTOM			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 30,380

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUCCÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	4 - DIESEL 5500
SUCCÃO ou RECALQUE?	SUCCÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000035
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,845
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
	NPSHd 4,520

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	123032,5781	TURBULENTO	0,00038961	0,01931	9	13,6	22,6	1,129
2	6	0,154	187,5	2,796194958	123032,5781	TURBULENTO	0,00038961	0,01931	1,15	30,2	31,35	1,566
3	6	0,154	187,5	2,796194958	123032,5781	TURBULENTO	0,00038961	0,01931	1,13	3	4,13	0,206
4	10	0,2545	375	2,04768577	148896,0081	TURBULENTO	0,00023576	0,01804	215,7	158,5	374,2	5,668
5	8	0,2027	187,5	1,613992055	93473,19701	TURBULENTO	0,00029600	0,01966	22,3	34,3	56,6	0,729
6	6	0,154	187,5	2,796194958	123032,5781	TURBULENTO	0,00038961	0,01931	0,8	1,4	2,2	0,110
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUCCÃO (mcl)												-9,408

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUCCÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUCCÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUCCÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUCCÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	187,5	6	0,084184592
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,084184592
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,99626736

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS **-1,00**

PRESSÃO SUCCÃO (manométrica) mcl **-8,404**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	4 - DIESEL 5500
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000035
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,845
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	123032,5781	TURBULENTO	0,00038961	0,01931	7	35,6	42,6	2,128
2	8	0,2027	187,5	1,613992055	93473,19701	TURBULENTO	0,00029600	0,01966	14,75	17,3	32,05	0,413
3	8	0,2027	375	3,22798411	186946,394	TURBULENTO	0,00029600	0,01784	160,25	48,3	208,55	9,748
4	6	0,154	375	5,592389916	246065,1563	TURBULENTO	0,00038961	0,01786	27,5	15,5	43	7,951
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												20,240

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	17,08
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	17,08

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 17,080

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 37,320

APÊNDICE B

LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA S10

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO

Nº Pólo de Bombas	PH-01
Tag da Bomba	BB 15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUÇÃO OU RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00000
Peso Específico (kgf/cm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado



Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de sucção pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção - H _{gs} - (-) L _{SB}	2
NPSHA	13,858

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CELULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SÁLIA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO												
Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de atrito f	Comprimento reto do Trecho	Perdas Singulares	Comprimento Equivalente Total	Perda de carga distribuída Hparcy-Weisback
-	Poi	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	9	13,6	22,6	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	1,15	26,8	27,95	-
3	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	1,15	9	4,15	-
4	10	0,2545	0	0	0	LAMINAR	0,0003576	-	210,5	158,5	369	-
5	8	0,2027	0	0	0	LAMINAR	0,00039600	-	27	34,3	61,3	-
6	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	0,8	1,4	2,2	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcd)										0,000		

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE

2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA

2

0

DIFERENÇA

2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcd)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (poi)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA	0	6	0
FILTRO Y	0	6	0
MEDEDOR VOLUMÉTRICO	0	6	0
FCV	0	6	0
MEDEDOR BIBROTOR	0	6	0
MEDEDOR TURBINA	0	6	0
BRACO DE CARREGAMENTO TOP	0	6	0
BRACO DE CARREGAMENTO BOTTON	0	6	0
OUTROS	0	6	0
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)		0	0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcd (VER DENSIDADE)		0	0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS

0,00

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcd

2,000

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Fábio de Bombas	PD-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nº Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	24,5	52,2	76,7	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	117	43,5	158,5	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												0,000

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE 19,5
 2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA 0

DIFERENÇA 19,5

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md)

19,500

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
-----------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl

19,500

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUÇÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	12,791

INSERIR ELEV. DO TERRENO

RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	31317,38353	TURBULENTO	0,00038961	0,02429	9	13,6	22,6	0,227
2	6	0,154	75	1,118477983	31317,38353	TURBULENTO	0,00038961	0,02429	1,15	26,8	27,95	0,281
3	6	0,154	75	1,118477983	31317,38353	TURBULENTO	0,00038961	0,02429	1,13	3	4,13	0,042
4	10	0,2545	75	0,409537154	18950,40103	TURBULENTO	0,00023576	0,02672	210,5	158,5	369	0,331
5	8	0,2027	75	0,645596822	23793,17742	TURBULENTO	0,00029600	0,02551	27	34,3	61,3	0,164
6	6	0,154	75	1,118477983	31317,38353	TURBULENTO	0,00038961	0,02429	0,8	1,4	2,2	0,022
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÇÃO (mcl)												-1,067

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÇÃO (mcl)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	75	6	0,013549236
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,013549236
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,159402778

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS

-0,16

PRESSÃO SUÇÇÃO (manométrica) mcl

0,773

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso específico (kgf/dm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Poi	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	31317,38353	TURBULENTO	0,00038961	0,02429	24,5	52,2	76,7	0,771
2	6	0,154	75	1,118477983	31317,38353	TURBULENTO	0,00038961	0,02429	117	41,3	158,3	1,592
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												2,364

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE

19,5

2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA

0

DIFERENÇA 19,5

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md)

19,500

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (poi)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl **21,864**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	10,139

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	9	13,6	22,6	0,800
2	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	1,15	26,8	27,95	0,989
3	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	1,13	3	4,13	0,146
4	10	0,2545	150	0,819074308	37900,80207	TURBULENTO	0,00023576	0,02295	210,5	158,5	369	1,138
5	8	0,2027	150	1,291193644	47586,35484	TURBULENTO	0,00029600	0,02212	27	34,3	61,3	0,568
6	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	0,8	1,4	2,2	0,078
7		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
8		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
9		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
10		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-3,719

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,054196944
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,054196944
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS -0,64

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl -2,356

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Especifico (kgf/dm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	24,5	52,2	76,7	2,714
2	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	117	41,3	158,3	5,601
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												8,315

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	19,5
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	19,5

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 19,500

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 27,815

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
	NPSHd
	9,966

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	46976,07529	TURBULENTO	0,00038961	0,02247	9	13,6	22,6	0,473
2	6	0,154	112,5	1,677716975	46976,07529	TURBULENTO	0,00038961	0,02247	1,15	26,8	27,95	0,585
3	6	0,154	112,5	1,677716975	46976,07529	TURBULENTO	0,00038961	0,02247	1,13	3	4,13	0,086
4	10	0,2545	225	1,228611462	56851,2031	TURBULENTO	0,00023576	0,02118	210,5	158,5	369	2,363
5	8	0,2027	112,5	0,968395233	35689,76613	TURBULENTO	0,00029600	0,02341	27	34,3	61,3	0,338
6	6	0,154	112,5	1,677716975	46976,07529	TURBULENTO	0,00038961	0,02247	0,8	1,4	2,2	0,046
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-3,892

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	112,5	6	0,030485781
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0,030485781
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,35865625

TOTAL DE
PERDAS
LOCALIZADAS

-0,36

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl

-2,251

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	88-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso específico (kg/dm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nº Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	46976,07529	TURBULENTO	0,00038961	0,02247	24,5	52,2	76,7	1,605
2	6	0,154	225	3,355433949	93952,15059	TURBULENTO	0,00038961	0,02004	117	41,3	158,3	11,823
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												13,429

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	19,5
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	19,5
DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl)	
19,500	

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 32,929

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUÇÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
	NPSHd
	7,291

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	9	13,6	22,6	0,800
2	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	1,15	26,8	27,95	0,989
3	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	1,13	3	4,13	0,146
4	10	0,2545	300	1,638148616	75801,60414	TURBULENTO	0,00023576	0,02010	210,5	158,5	369	3,986
5	8	0,2027	150	1,291193644	47586,35484	TURBULENTO	0,00029600	0,02212	27	34,3	61,3	0,568
6	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	0,8	1,4	2,2	0,078
7		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
8		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
9		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
10		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÇÃO (mcl)												-6,567

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÇÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,054196944
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,054196944
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS -0,64

PRESSÃO SUÇÇÃO (manométrica) mcl -5,204

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Póto de Bombas	PB-01
TAG de Bomba	BB-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso específico (kg/dm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	62634,76706	TURBULENTO	0,00038961	0,02136	24,5	52,2	76,7	2,714
2	6	0,154	300	4,473911933	125269,5341	TURBULENTO	0,00038961	0,01926	117	41,3	158,3	20,199
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												22,913

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	19,5
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	19,5

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 19,500

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 42,413

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000055
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00408
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	3,979

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	78293,45882	TURBULENTO	0,00038961	0,02060	9	13,6	22,6	1,205
2	6	0,154	187,5	2,796194958	78293,45882	TURBULENTO	0,00038961	0,02060	1,15	26,8	27,95	1,490
3	6	0,154	187,5	2,796194958	78293,45882	TURBULENTO	0,00038961	0,02060	1,13	3	4,13	0,220
4	10	0,2545	375	2,04768577	94752,00517	TURBULENTO	0,00023576	0,01935	210,5	158,5	369	5,994
5	8	0,2027	187,5	1,613992055	59482,94355	TURBULENTO	0,00029600	0,02122	27	34,3	61,3	0,852
6	6	0,154	187,5	2,796194958	78293,45882	TURBULENTO	0,00038961	0,02060	0,8	1,4	2,2	0,117
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-9,879

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	187,5	6	0,084682726
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,084682726
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,99626736

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS **-1,00**

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl **-8,875**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	3 - DIESEL S10
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m²/s)	0,000055
Pressão de Vapor (kgf/cm²)	0,00408
Peso específico (kgf/dm³)	0,85
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m³/h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	387,3	2,796194958	78293,45882	TURBULENTO	0,00038961	0,02060	24,5	52,2	76,7	4,090
2	6	0,154	375	5,592389916	156586,9176	TURBULENTO	0,00038961	0,01874	117	41,3	158,3	30,700
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												34,789

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE 19,5
 2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA 0

DIFERENÇA 19,5

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl)

19,500

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m³/h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			

PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)	0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)	0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
-----------------------------	------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 54,289

APÊNDICE C

LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA ETANOL ANDRO

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO

Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	S - ETANOL ANDRO
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura geom. Sucção - Hgeos + ↑ LSB	2
NPSHD	14,028

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO
NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA
ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA



CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO												
Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singulares	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	9	13,6	22,6	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	0,9	26,8	27,7	-
3	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	1,13	3	4,13	-
4	10	0,2545	0	0	0	LAMINAR	0,00023576	-	219	158,5	377,5	-
5	8	0,2027	0	0	0	LAMINAR	0,00029600	-	20	34,3	54,3	-
6	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	0,8	1,4	2,2	-
7												
8												
9												
10												
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												0,000

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA

2
0
DIFERENÇA 2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	0	6	0
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS
0,00

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl **2,000**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	88-15 MULTI
Produto	S - ETANOL ANIDRO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,08
Peso Específico (kg/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00018961	-	21,25	62,4	83,65	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00018961	-	120,25	36	156,25	-
3	8	0,2027	0	0	0	LAMINAR	0,00029600	-	1,6	20,4	22	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												0,000

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	14,79
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,79

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md) 14,790

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 14,790

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	5 - ETANOL ANIDRO
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
	NPSHd 13,199

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	9	13,6	22,6	0,182
2	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	0,9	26,8	27,7	0,223
3	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	1,13	3	4,13	0,033
4	10	0,2545	75	0,409537154	69484,80379	TURBULENTO	0,00023576	0,02041	219	158,5	377,5	0,259
5	8	0,2027	75	0,645596822	87241,65055	TURBULENTO	0,00029600	0,01988	20	34,3	54,3	0,113
6	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	0,8	1,4	2,2	0,018
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-0,829

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	75	6	0,01261673
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,01261673
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,159402778

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS -0,16

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl 1,012

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	S - ETANOL ANIDRO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	21,25	62,4	83,65	0,675
2	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	120,25	36	156,25	1,261
3	8	0,2027	75	0,645596822	87241,65055	TURBULENTO	0,00029600	0,01988	1,6	20,4	22	0,046
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												1,981

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	14,79
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,79

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 14,790

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 16,771

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	5 - ETANOL ANIDRO
SUÇÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217	INSERIR ELEV. DO TERRENO RESPONDA SIM OU NÃO
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO	
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)		NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012	ENTRADA AUTOMÁTICA
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2	ENTRADA AUTOMÁTICA
	NPSHd	SAÍDA AUTOMÁTICA
	11,008	

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	9	13,6	22,6	0,673
2	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	0,9	26,8	27,7	0,825
3	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	1,13	3	4,13	0,123
4	10	0,2545	150	0,819074308	138969,6076	TURBULENTO	0,00023576	0,01822	219	158,5	377,5	0,924
5	8	0,2027	150	1,291193644	174483,3011	TURBULENTO	0,00029600	0,01799	20	34,3	54,3	0,410
6	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	0,8	1,4	2,2	0,066
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÇÃO (mcl)												-3,020

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÇÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,050466919
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,050466919
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS -0,64

PRESSÃO SUÇÇÃO (manométrica) mcl -1,658

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	5 - ETANOL ANIDRO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	21,25	62,4	83,65	2,491
2	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	120,25	36	156,25	4,653
3	8	0,2027	150	1,291193644	174483,3011	TURBULENTO	0,00029600	0,01799	1,6	20,4	22	0,166
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												7,310

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	14,79
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,79

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md) 14,790

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 22,100

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	5 - ETANOL ANIDRO
SUÇÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	12,151

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	172245,6094	TURBULENTO	0,00038961	0,01853	9	13,6	22,6	0,390
2	6	0,154	112,5	1,677716975	172245,6094	TURBULENTO	0,00038961	0,01853	0,9	26,8	27,7	0,478
3	6	0,154	112,5	1,677716975	172245,6094	TURBULENTO	0,00038961	0,01853	1,13	3	4,13	0,071
4	10	0,2545	125	0,682561923	115808,0063	TURBULENTO	0,00023576	0,01873	219	158,5	377,5	0,660
5	8	0,2027	112,5	0,968395233	130862,4758	TURBULENTO	0,00029600	0,01869	20	34,3	54,3	0,239
6	6	0,154	112,5	1,677716975	172245,6094	TURBULENTO	0,00038961	0,01853	0,8	1,4	2,2	0,038
7		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
8		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
9		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
10		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÇÃO (mcl)												-1,877

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÇÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	112,5	6	0,028387642
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0,028387642
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,35865625

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS **-0,36**

PRESSÃO SUÇÇÃO (manométrica) mcl **-0,235**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	S - ETANOL ANIDRO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	172245,6094	TURBULENTO	0,00038961	0,01853	21,25	62,4	83,65	1,444
2	6	0,154	225	3,355433949	344491,2188	TURBULENTO	0,00038961	0,01737	120,25	36	156,25	10,111
3	8	0,2027	225	1,936790466	261724,9516	TURBULENTO	0,00029600	0,01718	1,6	20,4	22	0,356
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												11,911

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVAÇÃO FINAL DO RECALQUE	14,79
2-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,79

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 14,790

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 26,701

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	5 - ETANOL ANIDRO
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	8,552

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	9	13,6	22,6	0,673
2	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	0,9	26,8	27,7	0,825
3	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	1,13	3	4,13	0,123
4	10	0,2545	300	1,638148616	277939,2152	TURBULENTO	0,00023576	0,01666	219	158,5	377,5	3,380
5	8	0,2027	150	1,291193644	174483,3011	TURBULENTO	0,00029600	0,01799	20	34,3	54,3	0,410
6	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	0,8	1,4	2,2	0,066
7		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-5,476

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,050466919
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,050466919
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS

-0,64

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl

-4,113

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	5 - ETANOL ANIDRO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	21,25	62,4	83,65	2,491
2	6	0,154	300	4,473911933	459321,6251	TURBULENTO	0,00038961	0,01702	120,25	36	156,25	17,621
3	8	0,2027	300	2,582387288	348966,6022	TURBULENTO	0,00029600	0,01671	1,6	20,4	22	0,617
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												20,729

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVAÇÃO FINAL DO RECALQUE	14,79
2-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,79

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 14,790

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 35,519

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	5 - ETANOL ANIDRO
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m²/s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217	INSERIR ELEV. DO TERRENO
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO	RESPONDA SIM OU NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm²)		NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm²)	1,012	ENTRADA AUTOMÁTICA
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2	ENTRADA AUTOMÁTICA
	NPSHd	SAÍDA AUTOMÁTICA
	5,664	

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m³/h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	287076,0157	TURBULENTO	0,00038961	0,01762	9	13,6	22,6	1,031
2	6	0,154	187,5	2,796194958	287076,0157	TURBULENTO	0,00038961	0,01762	0,9	26,8	27,7	1,263
3	6	0,154	187,5	2,796194958	287076,0157	TURBULENTO	0,00038961	0,01762	1,13	3	4,13	0,188
4	10	0,2545	375	2,04768577	347424,019	TURBULENTO	0,00023576	0,01627	219	158,5	377,5	5,159
5	8	0,2027	187,5	1,613992055	218104,1264	TURBULENTO	0,00029600	0,01752	20	34,3	54,3	0,623
6	6	0,154	187,5	2,796194958	287076,0157	TURBULENTO	0,00038961	0,01762	0,8	1,4	2,2	0,100
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-8,364

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m³/h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	187,5	6	0,078854562
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,078854562
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,99626736

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS -1,00

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl -7,360

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	5 - ETANOL ANIDRO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,06
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7915
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	287076,0157	TURBULENTO	0,00038961	0,01762	21,25	62,4	83,65	3,814
2	6	0,154	375	5,592389916	574152,0314	TURBULENTO	0,00038961	0,01681	120,25	36	156,25	27,180
3	8	0,2027	375	3,22798411	436208,2527	TURBULENTO	0,00029600	0,01641	1,6	20,4	22	0,946
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												31,941

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVACÃO FINAL DO RECALQUE	14,79
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,79

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 14,790

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 46,731

APÊNDICE D

LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA GASOLINA

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO

Nr Pálio da Bomba	PS-01
TAG da Bomba	BE-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000005
Pressão de vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	de - Aço soldado

#lev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção - Igeos + f. L50 - -f. L50	2
NPSHd	7,493

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CELULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SÁLIA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Dâmetro	Dâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento lido do Trecho	Perdas Singulares	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weiback
	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	9	13,6	22,6	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	1,15	50,2	31,35	-
3	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	1,13	3	4,13	-
4	10	0,2545	0	0	0	LAMINAR	0,00023576	-	222,5	158,5	381	-
5	8	0,2027	0	0	0	LAMINAR	0,00039000	-	17,5	34,3	51,8	-
6	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	0,8	1,4	2,2	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)											0,000	

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1 - (m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE

2 - (m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA

DIFERENÇA 0

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA	0	6	0
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
PCV			
MEDIDOR ERROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTOM			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0
PERDAS CONVENCIONAIS P/ (mcl (VER DENSIDADE))			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS

0,00

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl

2,000

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	08-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	11,75	45,4	57,15	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	128,75	43,6	172,35	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												0,000

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA

14,78
0
DIFERENÇA 14,78

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md) 14,780

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 14,780

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUCCÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUCCÃO ou RECALQUE?	SUCCÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	6,746

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	344491,2188	TURBULENTO	0,00038961	0,01737	9	13,6	22,6	0,162
2	6	0,154	75	1,118477983	344491,2188	TURBULENTO	0,00038961	0,01737	1,15	30,2	31,35	0,225
3	6	0,154	75	1,118477983	344491,2188	TURBULENTO	0,00038961	0,01737	1,13	3	4,13	0,030
4	10	0,2545	75	0,409537154	208454,4114	TURBULENTO	0,00023576	0,01724	222,5	158,5	381	0,221
5	8	0,2027	75	0,645596822	261724,9516	TURBULENTO	0,00029600	0,01718	17,5	34,3	51,8	0,093
6	6	0,154	75	1,118477983	344491,2188	TURBULENTO	0,00038961	0,01737	0,8	1,4	2,2	0,016
7		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
8		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
9		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
10		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUCCÃO (mcl)												-0,747

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUCCÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUCCÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUCCÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUCCÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	75	6	0,011955208
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,011955208
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,159402778

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	-0,16
------------------------------------	--------------

PRESSÃO SUCCÃO (manométrica) mcl 1,093

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	344491,2188	TURBULENTO	0,00038961	0,01737	11,75	45,4	57,15	0,411
2	6	0,154	75	1,118477983	344491,2188	TURBULENTO	0,00038961	0,01737	128,75	43,6	172,35	1,239
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												1,650

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVAÇÃO FINAL DO RECALQUE	14,78
2-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,78

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md) 14,780

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 16,430

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUCCÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUCCÃO ou RECALQUE?	SUCCÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; ~↓ LSB	2
NPSHd	4,660

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	9	13,6	22,6	0,623
2	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	1,15	30,2	31,35	0,865
3	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	1,13	3	4,13	0,114
4	10	0,2545	150	0,819074308	416908,8228	TURBULENTO	0,00023576	0,01600	222,5	158,5	381	0,819
5	8	0,2027	150	1,291193644	523449,9033	TURBULENTO	0,00029600	0,01619	17,5	34,3	51,8	0,352
6	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	0,8	1,4	2,2	0,061
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUCCÃO (mcl)												-2,833

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUCCÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUCCÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUCCÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUCCÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,047820833
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,047820833
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS -0,64

PRESSÃO SUCCÃO (manométrica) mcl -1,471

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	11,75	45,4	57,15	1,576
2	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	128,75	43,6	172,35	4,754
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												6,330

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	14,78
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,78

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 14,780

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 21,110

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUCCÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUCCÃO ou RECALQUE?	SUCCÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	4,558

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	516736,8282	TURBULENTO	0,00038961	0,01690	9	13,6	22,6	0,356
2	6	0,154	112,5	1,677716975	516736,8282	TURBULENTO	0,00038961	0,01690	1,15	30,2	31,35	0,494
3	6	0,154	112,5	1,677716975	516736,8282	TURBULENTO	0,00038961	0,01690	1,13	3	4,13	0,065
4	10	0,2545	225	1,228611462	625363,2342	TURBULENTO	0,00023576	0,01549	222,5	158,5	381	1,784
5	8	0,2027	112,5	0,968395233	392587,4275	TURBULENTO	0,00029600	0,01655	17,5	34,3	51,8	0,202
6	6	0,154	112,5	1,677716975	516736,8282	TURBULENTO	0,00038961	0,01690	0,8	1,4	2,2	0,035
7		-		-	-	-	-	-		0	0	-
8		-		-	-	-	-	-		0	0	-
9		-		-	-	-	-	-		0	0	-
10		-		-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUCCÃO (mcl)												-2,935

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUCCÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUCCÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUCCÃO (mcl)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUCCÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	112,5	6	0,026899219
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,026899219
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,35865625

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS

-0,36

PRESSÃO SUCCÃO (manométrica) mcl

-1,294

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Pátio de Bombas	PD-01
TAG da Bomba	88-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nº Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	516736,8282	TURBULENTO	0,00038961	0,01690	11,75	45,4	57,15	0,900
2	6	0,154	225	3,355433949	1033473,656	TURBULENTO	0,00038961	0,01639	128,75	43,6	172,35	10,526
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)											11,426	

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVAÇÃO FINAL DO RECALQUE	14,78
2-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,78
DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md)	
	14,780

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
PCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl	26,206
---	---------------

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	2,366

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	9	13,6	22,6	0,623
2	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	1,15	30,2	31,35	0,865
3	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	1,13	3	4,13	0,114
4	10	0,2545	300	1,638148616	833817,6455	TURBULENTO	0,00023576	0,01520	222,5	158,5	381	3,113
5	8	0,2027	150	1,291193644	523449,9033	TURBULENTO	0,00029600	0,01619	17,5	34,3	51,8	0,352
6	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	0,8	1,4	2,2	0,061
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-5,128

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,047820833
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,047820833
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS -0,64

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl -3,765

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	688982,4376	TURBULENTO	0,00038961	0,01665	11,75	45,4	57,15	1,576
2	6	0,154	300	4,473911933	1377964,875	TURBULENTO	0,00038961	0,01625	128,75	43,6	172,35	18,553
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												20,130

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVAÇÃO FINAL DO RECALQUE	14,78
2-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,78

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md) 14,780

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 34,910

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m²/s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	-0,429

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m³/h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	861228,047	TURBULENTO	0,00038961	0,01650	9	13,6	22,6	0,965
2	6	0,154	187,5	2,796194958	861228,047	TURBULENTO	0,00038961	0,01650	1,15	30,2	31,35	1,338
3	6	0,154	187,5	2,796194958	861228,047	TURBULENTO	0,00038961	0,01650	1,13	3	4,13	0,176
4	10	0,2545	375	2,04768577	1042272,057	TURBULENTO	0,00023576	0,01503	222,5	158,5	381	4,807
5	8	0,2027	187,5	1,613992055	654312,3791	TURBULENTO	0,00029600	0,01596	17,5	34,3	51,8	0,542
6	6	0,154	187,5	2,796194958	861228,047	TURBULENTO	0,00038961	0,01650	0,8	1,4	2,2	0,094
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-7,922

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m³/h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	187,5	6	0,074720052
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,074720052
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,99626736

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS **-1,00**

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl **-6,919**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	7 - GASOLINA
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000005
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,6
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,75
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	861228,047	TURBULENTO	0,00038961	0,01650	11,75	45,4	57,15	2,440
2	6	0,154	375	5,592389916	1722456,094	TURBULENTO	0,00038961	0,01616	128,75	43,6	172,35	28,837
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												31,276

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVACÃO FINAL DO RECALQUE	14,78
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	14,78

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 14,780

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 46,056

APÊNDICE E

LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA ETANOL HIDRATADO

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO

Nº Patro de Bombas	PR-01
TAG da Bomba	88-15 (MULTI)
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão do Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,7893
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção - fígios + f. LSL - f. LSH	2
NPSHd	12,898

INFERIR ELEV. DO TERRENO RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA



CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO												
Trecho	diametro	diametro interno	vazão no trecho	velocidade no tubo	Nº Reynolds	regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Rato do Trecho	Perdas Singulares	Comprimento equivalente total	Perda de carga Distribuída hp (arcy-weiback)
-	pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,0003861	-	9	13,6	22,6	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,0003861	-	1,95	35,6	35,55	-
3	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,0003861	-	1,13	3	4,13	-
4	10	0,2545	0	0	0	LAMINAR	0,0003876	-	226	158,5	304,5	-
5	8	0,2027	0	0	0	LAMINAR	0,0003860	-	15,5	34,3	49,8	-
6	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,0003861	-	0,8	3,4	2,2	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												
DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO												
1-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE										2		
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA										0		
DIFERENÇA												
DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl)												2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

1-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE

2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA

DIFERENÇA

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl)

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	vazão (m ³ /h)	diametro (pol)	perda (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	0	6	0
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
PCV			
MEDIDOR BIRETOR			
MEDIDOR TURRINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTOM			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS

0,00

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl

2,000

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pólo de bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída 10p Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	10,25	46,8	59,05	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	124,8	46,3	171,1	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												0,000

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE 9,32
 2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA 0

DIFERENÇA 9,32

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 9,320

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 9,320

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	12,011

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	9	13,6	22,6	0,182
2	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	1,95	33,6	35,55	0,287
3	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	1,13	3	4,13	0,033
4	10	0,2545	75	0,409537154	69484,80379	TURBULENTO	0,00023576	0,02041	226	158,5	384,5	0,264
5	8	0,2027	75	0,645596822	87241,65055	TURBULENTO	0,00029600	0,01988	15,5	34,3	49,8	0,104
6	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	0,8	1,4	2,2	0,018
7		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
8		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
9		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
10		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-0,888

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	75	6	0,012900467
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,012900467
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,159402778

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS -0,16

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl 0,953

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	10,25	48,8	59,05	0,476
2	6	0,154	75	1,118477983	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	124,8	46,3	171,1	1,380
3		-		-	-	-	-	-		0	0	-
4		-		-	-	-	-	-		0	0	-
5		-		-	-	-	-	-		0	0	-
6		-		-	-	-	-	-		0	0	-
7		-		-	-	-	-	-		0	0	-
8		-		-	-	-	-	-		0	0	-
9		-		-	-	-	-	-		0	0	-
10		-		-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												1,857

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	9,32
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	9,32

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 9,320

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 11,177

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUÇÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
	NPSHd
	9,661

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	9	13,6	22,6	0,673
2	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	1,95	33,6	35,55	1,059
3	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	1,13	3	4,13	0,123
4	10	0,2545	150	0,819074308	138969,6076	TURBULENTO	0,00023576	0,01822	226	158,5	384,5	0,941
5	8	0,2027	150	1,291193644	174483,3011	TURBULENTO	0,00029600	0,01799	15,5	34,3	49,8	0,376
6	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	0,8	1,4	2,2	0,066
7		-		-	-	-	-	-		0	0	-
8		-		-	-	-	-	-		0	0	-
9		-		-	-	-	-	-		0	0	-
10		-		-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÇÃO (mcl)												-3,237

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÇÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,051601867
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,051601867
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS **-0,64**

PRESSÃO SUÇÇÃO (manométrica) mcl **-1,875**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	10,25	48,8	59,05	1,759
2	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	124,8	46,3	171,1	5,096
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												6,854

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE 9,32
 2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA 0

DIFERENÇA 9,32

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md)

9,320

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 16,174

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUCCÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUCCÃO ou RECALQUE?	SUCCÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	9,562

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	172245,6094	TURBULENTO	0,00038961	0,01853	9	13,6	22,6	0,390
2	6	0,154	112,5	1,677716975	172245,6094	TURBULENTO	0,00038961	0,01853	1,95	33,6	35,55	0,614
3	6	0,154	112,5	1,677716975	172245,6094	TURBULENTO	0,00038961	0,01853	1,13	3	4,13	0,071
4	10	0,2545	225	1,228611462	208454,4114	TURBULENTO	0,00023576	0,01724	226	158,5	384,5	2,003
5	8	0,2027	112,5	0,968395233	130862,4758	TURBULENTO	0,00029600	0,01869	15,5	34,3	49,8	0,220
6	6	0,154	112,5	1,677716975	172245,6094	TURBULENTO	0,00038961	0,01853	0,8	1,4	2,2	0,038
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUCCÃO (mcl)												-3,336

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUCCÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUCCÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUCCÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUCCÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	112,5	6	0,02902605
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,02902605
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,35865625

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS **-0,36**

PRESSÃO SUCCÃO (manométrica) mcl **-1,695**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Pólo de Bombas	08-01
TAG da Bomba	08-15 MULTI
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,67716975	172245,6094	TURBULENTO	0,00038961	0,01853	10,25	48,8	59,05	1,019
2	6	0,154	225	3,35543949	344491,2188	TURBULENTO	0,00038961	0,01737	124,8	46,3	171,1	11,072
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												12,091

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	9,32
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	9,32

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md) 9,320

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTOM			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 21,411

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	7,160

INSERIR ELEV. DO TERRENO

RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	9	13,6	22,6	0,673
2	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	1,95	33,6	35,55	1,059
3	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	1,13	3	4,13	0,123
4	10	0,2545	300	1,638148616	277939,2152	TURBULENTO	0,00023576	0,01666	226	158,5	384,5	3,442
5	8	0,2027	150	1,291193644	174483,3011	TURBULENTO	0,00029600	0,01799	15,5	34,3	49,8	0,376
6	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	0,8	1,4	2,2	0,066
7		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-5,738

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,051601867
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0,051601867
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS

-0,64

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl

-4,376

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Pátio de bombas	FB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	E - ETANOL HIDRATADO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	229660,8125	TURBULENTO	0,00038961	0,01798	10,25	48,8	59,05	1,759
2	6	0,154	300	4,473911933	459321,6251	TURBULENTO	0,00038961	0,01702	124,8	46,3	171,1	19,296
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												21,054

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVACÃO FINAL DO RECALQUE 9,32
 2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA 0

DIFERENÇA 9,32

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl)

9,320

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
PCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
-----------------------------	------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 30,374

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUCCÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUCCÃO ou RECALQUE?	SUCCÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
	NPSHD
	4,132

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	287076,0157	TURBULENTO	0,00038961	0,01762	9	13,6	22,6	1,031
2	6	0,154	187,5	2,796194958	287076,0157	TURBULENTO	0,00038961	0,01762	1,95	33,6	35,55	1,621
3	6	0,154	187,5	2,796194958	287076,0157	TURBULENTO	0,00038961	0,01762	1,13	3	4,13	0,188
4	10	0,2545	375	2,04768577	347424,019	TURBULENTO	0,00023576	0,01627	226	158,5	384,5	5,254
5	8	0,2027	187,5	1,613992055	218104,1264	TURBULENTO	0,00029600	0,01752	15,5	34,3	49,8	0,572
6	6	0,154	187,5	2,796194958	287076,0157	TURBULENTO	0,00038961	0,01762	0,8	1,4	2,2	0,100
7		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
8		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
9		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
10		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUCCÃO (md)												-8,766

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUCCÃO

1-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DE SUCCÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUCCÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUCCÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	187,5	6	0,080627917
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,080627917
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,99626736

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS -1,00

PRESSÃO SUCCÃO (manométrica) mcl -7,762

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	6 - ETANOL HIDRATADO
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,0000015
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,13
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,8093
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	287076,0157	TURBULENTO	0,00038961	0,01762	10,25	48,8	59,05	2,693
2	6	0,154	375	5,592389916	574152,0314	TURBULENTO	0,00038961	0,01681	124,8	46,3	171,1	29,764
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												32,456

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVACÃO FINAL DO RECALQUE 9,32
 2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA 0

DIFERENÇA 9,32

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl)

9,320

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 41,776

APÊNDICE F

LEVANTAMENTO DA CURVA DO SISTEMA BIODIESEL B100

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO

Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUÇÃO OU RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,98
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sução Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sução + Ft. LSB: -> LSP	2
NPSHA	13,469

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO
NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA
ENTRADA AUTOMÁTICA
ENTRADA AUTOMÁTICA
SAÍDA AUTOMÁTICA



CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO												
Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singulares	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	9	13,6	22,6	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	2,23	37	39,23	-
3	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	1,13	3	4,13	-
4	10	0,2545	0	0	0	LAMINAR	0,00023776	-	215	158,5	373,5	-
5	8	0,2027	0	0	0	LAMINAR	0,00029600	-	24,5	34,3	58,8	-
6	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	0,8	1,4	2,2	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (md)											0,000	

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA

2
0
DIFERENÇA

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (md)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	0	6	0
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTOM			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS
0,00

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl

2,000

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nº Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B200
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kg/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	velocidade no tubo	Nº Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	25,25	55,6	78,85	-
2	6	0,154	0	0	0	LAMINAR	0,00038961	-	140,25	58,6	198,85	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												0,000

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVAÇÃO FINAL DO RECALQUE 9,8
 2-(m) ELEVAÇÃO DO BOCAL DA BOMBA 0

DIFERENÇA 9,8

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl)

9,800

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
PCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 9,800

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	12,269

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	28707,60157	TURBULENTO	0,00038961	0,02473	9	13,6	22,6	0,231
2	6	0,154	75	1,118477983	28707,60157	TURBULENTO	0,00038961	0,02473	2,23	37	39,23	0,402
3	6	0,154	75	1,118477983	28707,60157	TURBULENTO	0,00038961	0,02473	1,13	3	4,13	0,042
4	10	0,2545	75	0,409537154	17371,20095	TURBULENTO	0,00023576	0,02728	215	158,5	373,5	0,342
5	8	0,2027	75	0,645596822	21810,41264	TURBULENTO	0,00029600	0,02601	24,5	34,3	58,8	0,160
6	6	0,154	75	1,118477983	28707,60157	TURBULENTO	0,00038961	0,02473	0,8	1,4	2,2	0,023
7		-		-	-	-	-	-		0	0	-
8		-		-	-	-	-	-		0	0	-
9		-		-	-	-	-	-		0	0	-
10		-		-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-1,200

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	75	6	0,014027444
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,014027444
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,159402778

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	-0,16
------------------------------------	--------------

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl **0,640**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRIFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	FB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Poi	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	75	1,118477983	28707,60157	TURBULENTO	0,00038961	0,02473	23,25	55,6	78,85	0,807
2	6	0,154	75	1,118477983	28707,60157	TURBULENTO	0,00038961	0,02473	140,25	58,6	198,85	2,036
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												2,843

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVACÃO FINAL DO RECALQUE

9,8

2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA

0

DIFERENÇA 9,8

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl)

9,800

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (poi)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl **12,643**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUCCÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUCCÃO ou RECALQUE?	SUCCÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção - H _{geos} +↑ LSB; -↓ LSB	2
	NPSHd
	9,294

INSERIR ELEV. DO TERRENO

RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	9	13,6	22,6	0,812
2	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	2,23	37	39,23	1,409
3	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	1,13	3	4,13	0,148
4	10	0,2545	150	0,819074308	34742,4019	TURBULENTO	0,00023576	0,02337	215	158,5	373,5	1,173
5	8	0,2027	150	1,291193644	43620,82527	TURBULENTO	0,00029600	0,02249	24,5	34,3	58,8	0,554
6	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	0,8	1,4	2,2	0,079
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUCCÃO (mcl)												-4,175

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUCCÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUCCÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUCCÃO (mcl)

2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUCCÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,056109778
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0,056109778
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS

-0,64

PRESSÃO SUCCÃO (manométrica) mcl

-2,812

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	23,25	55,6	78,85	2,831
2	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	140,25	58,6	198,85	7,141
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												9,972

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	9,8
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	9,8

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md) 9,800

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 19,772

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUÇÃO ou RECALQUE?	SUÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
	NPSHD
	9,257

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	43061,40235	TURBULENTO	0,00038961	0,02283	9	13,6	22,6	0,481
2	6	0,154	112,5	1,677716975	43061,40235	TURBULENTO	0,00038961	0,02283	2,23	37	39,23	0,834
3	6	0,154	112,5	1,677716975	43061,40235	TURBULENTO	0,00038961	0,02283	1,13	3	4,13	0,088
4	10	0,2545	225	1,228611462	52113,60285	TURBULENTO	0,00023576	0,02154	215	158,5	373,5	2,432
5	8	0,2027	112,5	0,968395233	32715,61895	TURBULENTO	0,00029600	0,02383	24,5	34,3	58,8	0,330
6	6	0,154	112,5	1,677716975	43061,40235	TURBULENTO	0,00038961	0,02283	0,8	1,4	2,2	0,047
7		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10		-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (md)												-4,212

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) 2,000

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	112,5	6	0,03156175
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,03156175
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,35865625

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS -0,36

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl -2,571

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	112,5	1,677716975	43061,40235	TURBULENTO	0,00038961	0,02283	23,25	55,6	78,85	1,677
2	6	0,154	225	3,355433949	86122,8047	TURBULENTO	0,00038961	0,02031	140,25	58,6	198,85	15,045
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												16,723

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVACÃO FINAL DO RECALQUE	9,8
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	9,8

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 9,800

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl	26,523
---	---------------

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUCCÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUCÇÃO ou RECALQUE?	SUCÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217	INSERIR ELEV. DO TERRENO RESPONDA SIM OU NÃO
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO	
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)		NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012	ENTRADA AUTOMÁTICA
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2	ENTRADA AUTOMÁTICA
NPSHd	6,370	SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	9	13,6	22,6	0,812
2	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	2,23	37	39,23	1,409
3	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	1,13	3	4,13	0,148
4	10	0,2545	300	1,638148616	69484,80379	TURBULENTO	0,00023576	0,02041	215	158,5	373,5	4,098
5	8	0,2027	150	1,291193644	43620,82527	TURBULENTO	0,00029600	0,02249	24,5	34,3	58,8	0,554
6	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	0,8	1,4	2,2	0,079
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA SUCCÃO (mcl)												-7,100

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUCCÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUCCÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUCCÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUCCÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	150	6	0,056109778
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0,056109778
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,637611111

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	-0,64
-----------------------------	--------------

PRESSÃO SUCCÃO (manométrica) mcl -5,737

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kg/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	150	2,236955966	57415,20314	TURBULENTO	0,00038961	0,02168	23,25	55,6	78,85	2,831
2	6	0,154	300	4,473911933	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	140,25	58,6	198,85	25,668
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												28,500

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE	9,8
2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	9,8

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (md) 9,800

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS	0,00
------------------------------------	-------------

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 38,300

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - SUÇÃO



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUCÇÃO ou RECALQUE?	SUCÇÃO
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

Elev. Terreno (Nível do Mar - m)	217
Reservatório de Sucção Pressurizado?	NÃO
Se SIM, qual a Pressão? (kgf/cm ²)	
Pressão Atmosf. Local (kgf/cm ²)	1,012
Altura Geom. Sucção _ Hgeos +↑ LSB; -↓ LSB	2
NPSHd	2,797

INSERIR ELEV. DO TERRENO
RESPONDA SIM OU NÃO

NÃO PREENCHER ESTA CÉLULA

ENTRADA AUTOMÁTICA

ENTRADA AUTOMÁTICA

SAÍDA AUTOMÁTICA

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito f	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	71769,00392	TURBULENTO	0,00038961	0,02089	9	13,6	22,6	1,222
2	6	0,154	187,5	2,796194958	71769,00392	TURBULENTO	0,00038961	0,02089	2,23	37	39,23	2,121
3	6	0,154	187,5	2,796194958	71769,00392	TURBULENTO	0,00038961	0,02089	1,13	3	4,13	0,223
4	10	0,2545	375	2,04768577	86856,00474	TURBULENTO	0,00023576	0,01963	215	158,5	373,5	6,157
5	8	0,2027	187,5	1,613992055	54526,03159	TURBULENTO	0,00029600	0,02156	24,5	34,3	58,8	0,830
6	6	0,154	187,5	2,796194958	71769,00392	TURBULENTO	0,00038961	0,02089	0,8	1,4	2,2	0,119
7		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
8		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
9		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
10		-	-	-	-	-	-	-		0	0	-
PERDA DE CARGA SUÇÃO (mcl)												-10,672

DESNÍVEL ESTÁTICO DE SUÇÃO

1-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DE SUÇÃO DO TANQUE	2
2-(m) ELEVACÃO DO BOCAL DA BOMBA	0
DIFERENÇA	2

DESNÍVEL ESTÁTICO SUÇÃO (mcl) **2,000**

PERDAS LOCALIZADAS NA SUÇÃO

	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y	187,5	6	0,087671528
MEDIDOR VOLUMÉTRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm²)			0,087671528
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0,99626736

TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS **-1,00**

PRESSÃO SUÇÃO (manométrica) mcl **-9,668**

DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS - DADOS DE ENTRADA - RECALQUE



Nr Pátio de Bombas	PB-01
TAG da Bomba	BB-15 MULTI
Produto	2 - BIODIESEL B100
SUCÇÃO ou RECALQUE?	RECALQUE
Viscosidade Cinemática (m ² /s)	0,000006
Pressão de Vapor (kgf/cm ²)	0,00272
Peso Específico (kgf/dm ³)	0,88
Material do Tubo	04 - Aço soldado

CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO

Trecho	Diâmetro	Diâmetro interno	Vazão no Trecho	Velocidade no tubo	Nr Reynolds	Regime	Rugosidade Relativa	Fator de Atrito <i>f</i>	Comprimento Reto do Trecho	Perdas Singularidades	Comprimento Equivalente Total	Perda de Carga Distribuída Hp Darcy-Weisback
-	Pol	m	m ³ /h	m/s	adm	Lam./Turbul.	adm	Gráfico de Moody	m	m	m	m
1	6	0,154	187,5	2,796194958	71769,00392	TURBULENTO	0,00038961	0,02089	23,25	55,6	78,85	4,263
2	6	0,154	300	4,473911933	114830,4063	TURBULENTO	0,00038961	0,01949	140,25	58,6	198,85	25,668
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
PERDA DE CARGA RECALQUE (mcl)												29,931

DESNÍVEL ESTÁTICO DE RECALQUE

1-(m) ELEVÇÃO FINAL DO RECALQUE 9,8
 2-(m) ELEVÇÃO DO BOCAL DA BOMBA 0

DIFERENÇA 9,8

DESNÍVEL ESTÁTICO RECALQUE (mcl) 9,800

PERDAS LOCALIZADAS NO RECALQUE

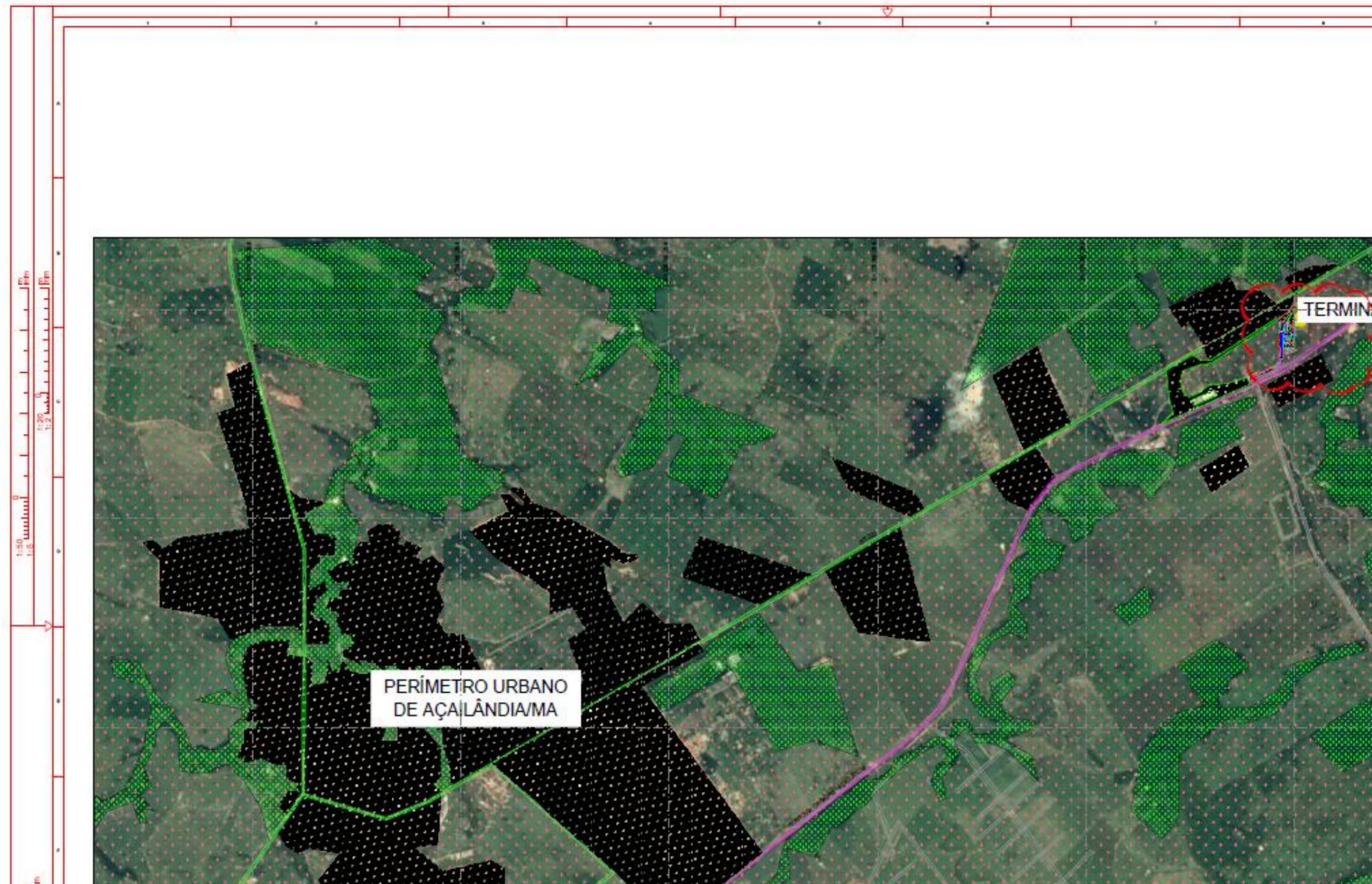
	VAZÃO (m ³ /h)	DIÂMETRO (pol)	PERDA (kgf/cm ²)
FILTRO CESTA			
FILTRO Y			
MEDIDOR VOLUMETRICO			
FCV			
MEDIDOR BIRROTOR			
MEDIDOR TURBINA			
BRAÇO DE CARREGAMENTO TOP			
BRAÇO DE CARREGAMENTO BOTTON			
OUTROS			
PERDAS LOCALIZADAS TOTAIS (kgf/cm ²)			0
PERDAS CONVERTIDAS P/ mcl (VER DENSIDADE)			0

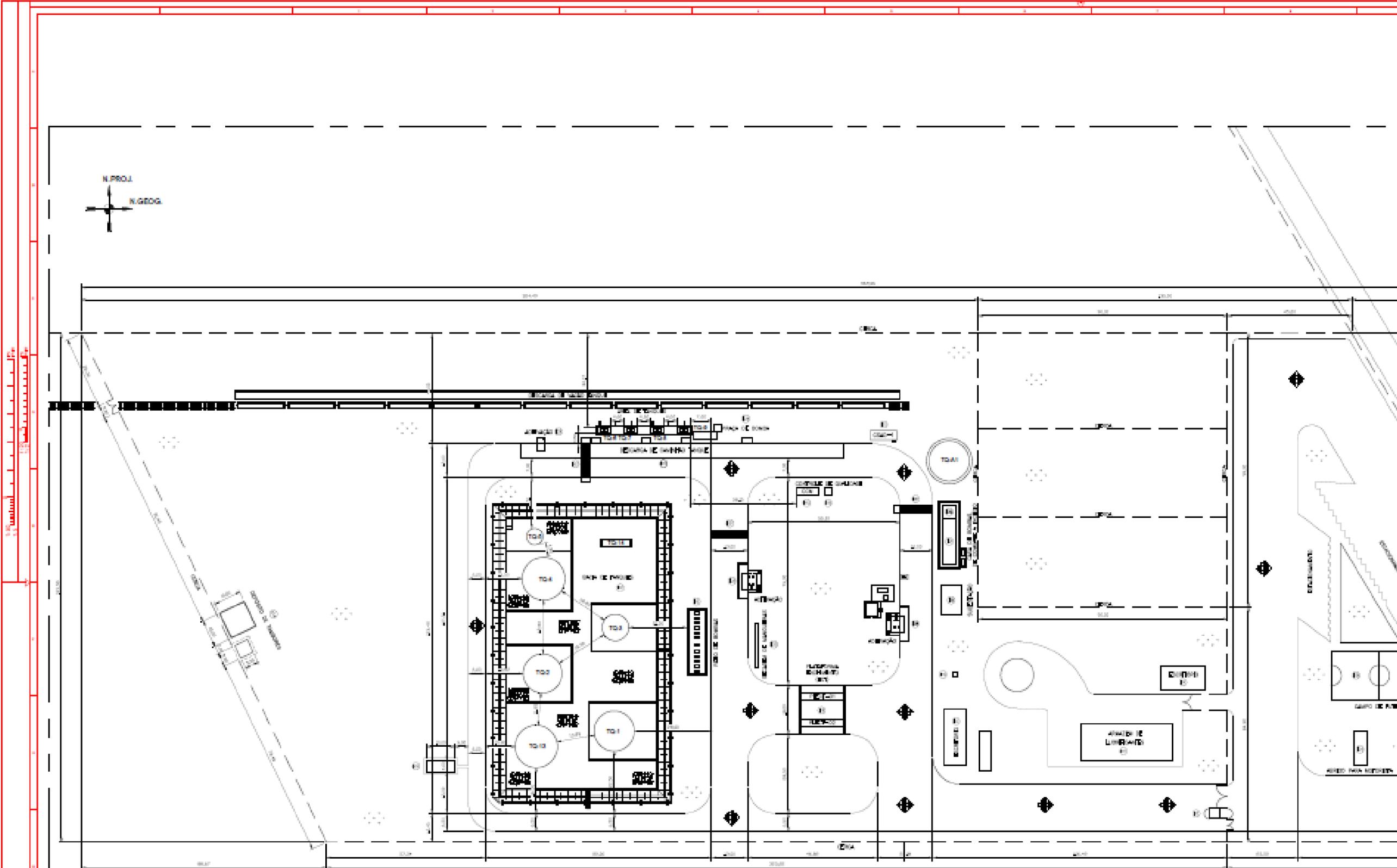
TOTAL DE PERDAS LOCALIZADAS 0,00

PRESSÃO RECALQUE (manométrica) mcl 39,731

APÊNDICE G

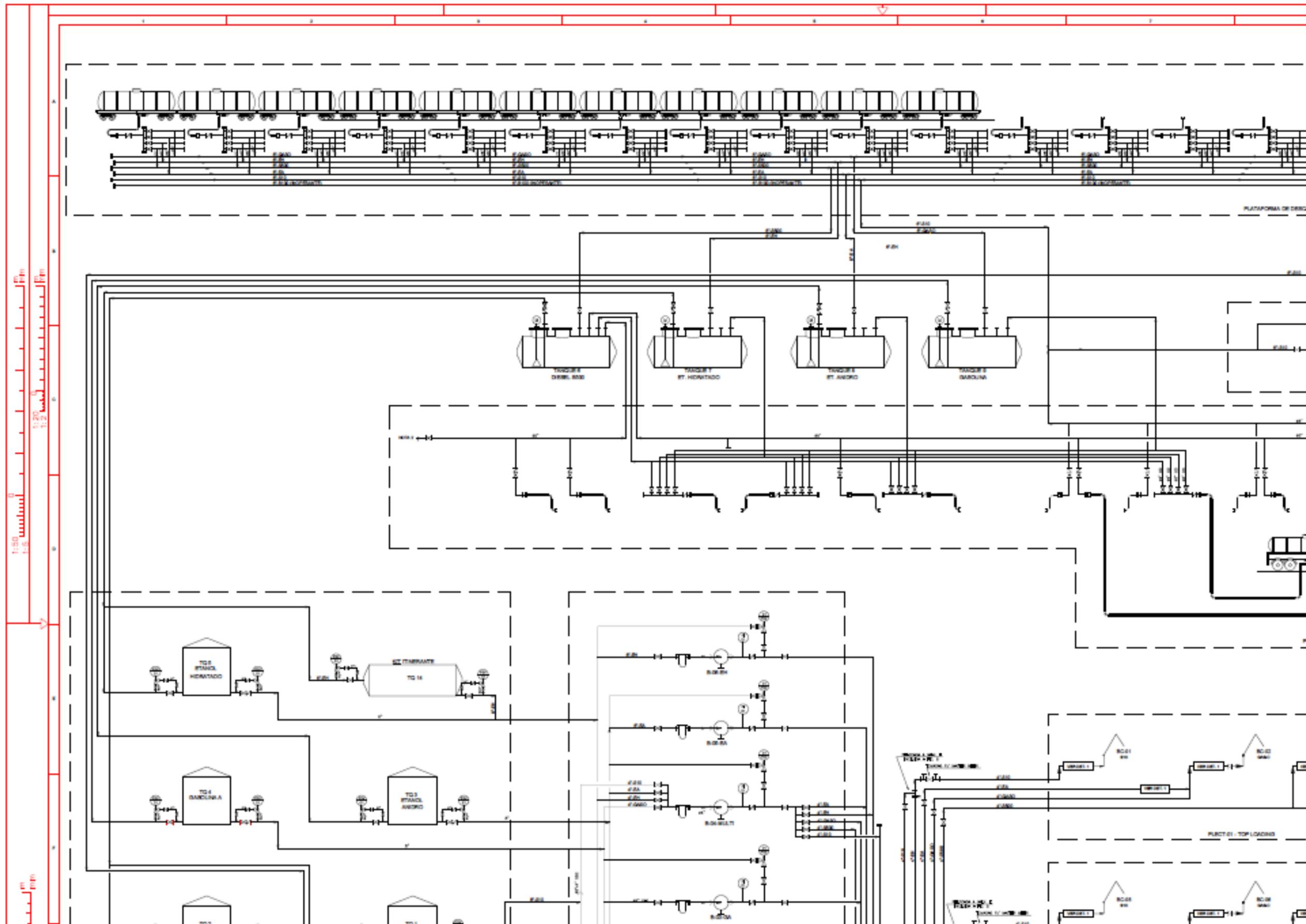
DESENHOS TÉCNICOS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

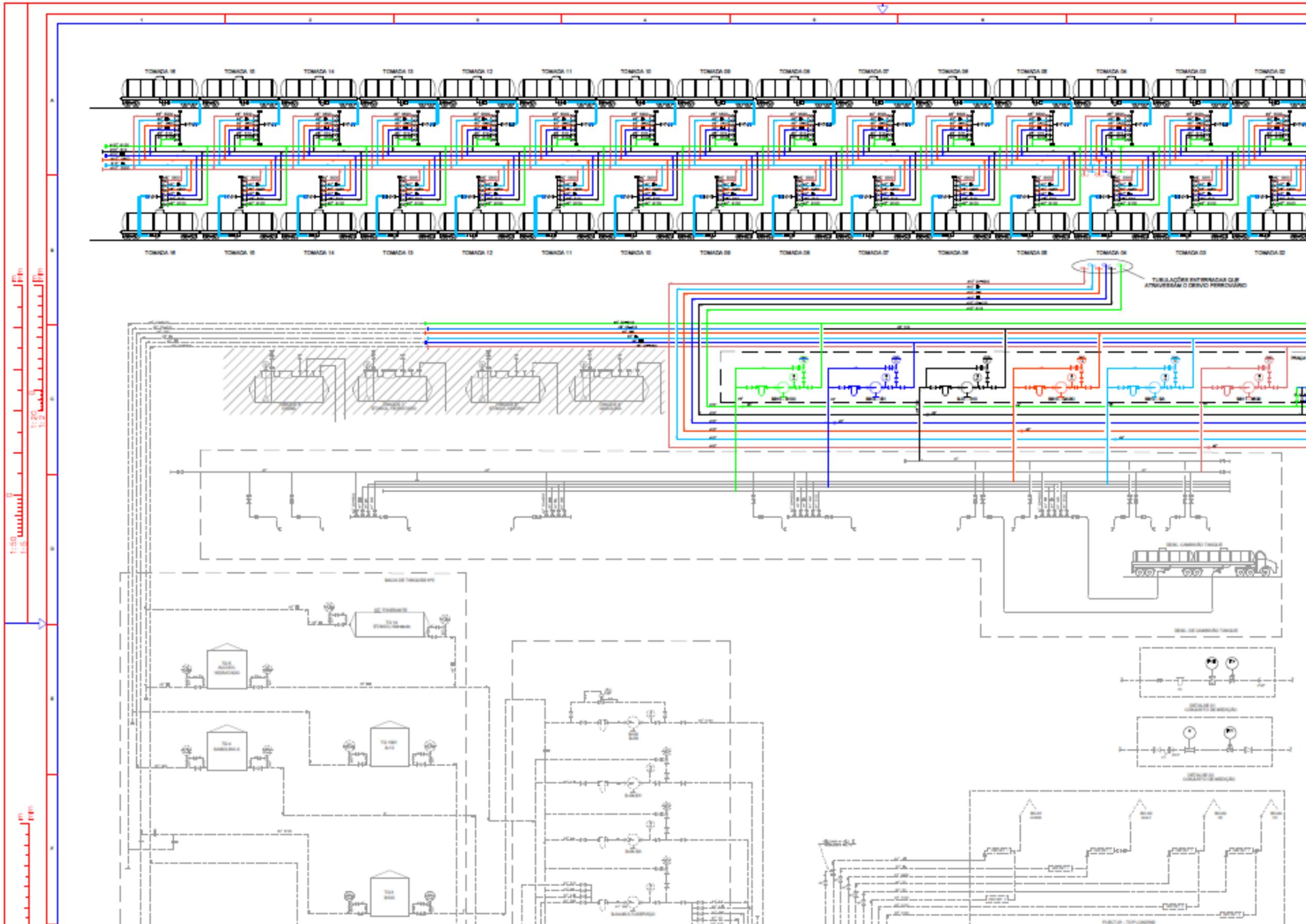


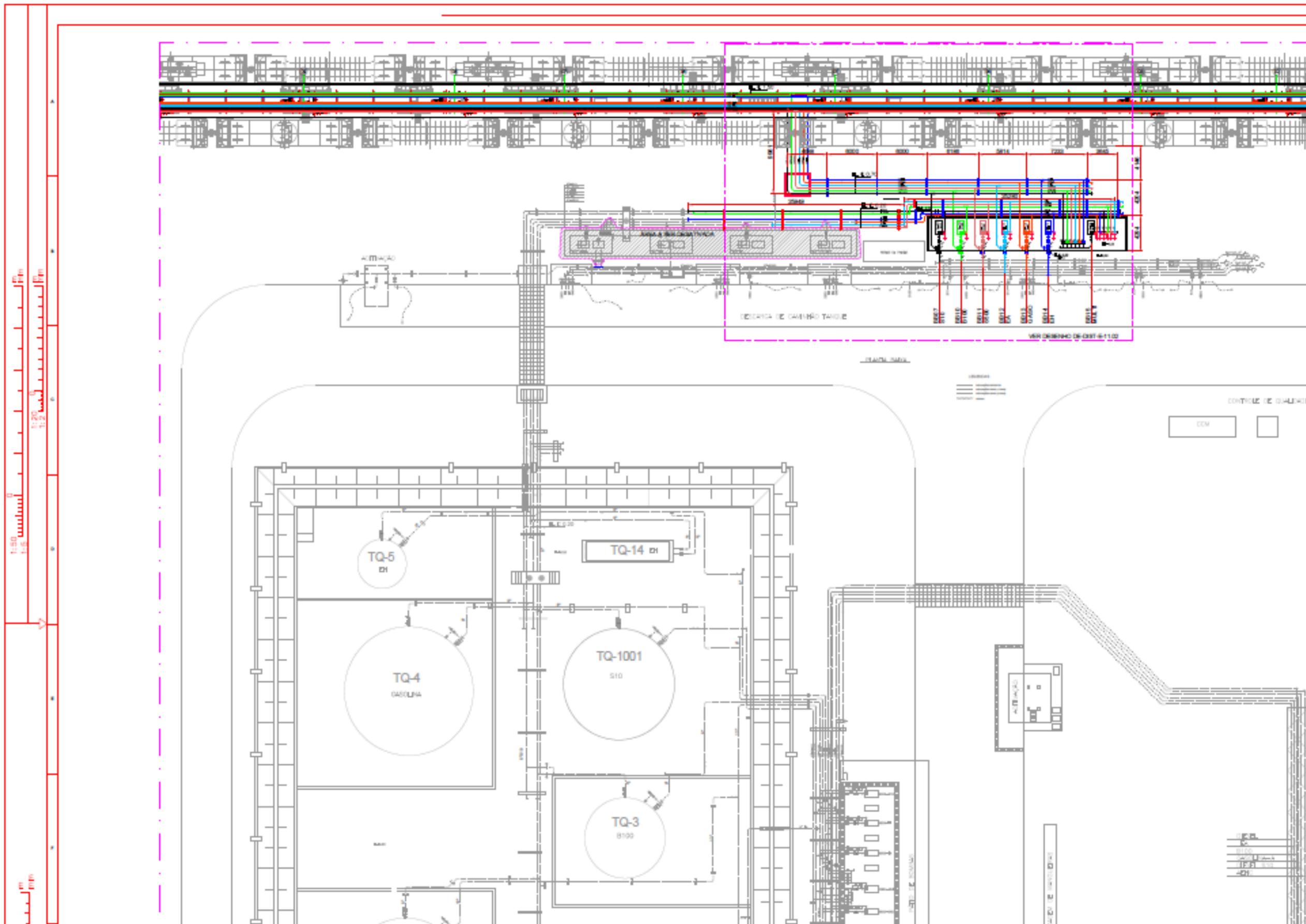


1:1000

1:1000







1:50
1:20

1:50
1:20

TQ-5
DI

TQ-4
GASOLINA

TQ-1001
SIO

TQ-3
SIO

TQ-14
DI

GRATAR DE CACINAT TAVOLE

CANAL CABLU

LEGENDA

CONTROL DE CALDARE

COM

1:50
1:20

