

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL**

**ANNA PAULA GARCIA NASCIMENTO**

**AYESSA PIRES MACIEL**

**BRUNO NATIVIDADE**

**CARLOS VINÍCIUS DO CARMO ARAÚJO**

**JÚLIA APARECIDA COUTINHO FAGUNDES**

**LEONARDO ALMEIDA FIGUEIRÊDO**

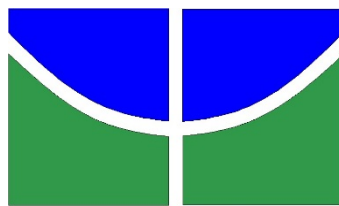
**LUCAS COSTA PINTOS BARREIROS**

**PEDRO HENRIQUE MUNDEL DA SILVA**

**PEDRO HERIQUE TELLES ANDRADE**

**RAISSA MAIA NERY**

**BRASÍLIA (2017)**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

## **CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL**

**ANNA PAULA GARCIA NASCIMENTO**  
**AYESSA PIRES MACIEL**  
**BRUNO NATIVIDADE**  
**CARLOS VINÍCIUS DO CARMO ARAÚJO**  
**JÚLIA APARECIDA COUTINHO FAGUNDES**  
**LEONARDO ALMEIDA FIGUEIRÊDO**  
**LUCAS COSTA PINTOS BARREIROS**  
**PEDRO HENRIQUE MUNDEL DA SILVA**  
**PEDRO HERIQUE TELLES ANDRADE**  
**RAISSA MAIA NERY**

Orientador: Dr. José Joaquin Linares Leon

Trabalho de Projeto em Engenharia II apresentado  
ao Instituto de Química da Universidade de Brasília.

**BRASÍLIA (2017)**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos aos professores que acompanharam o percurso da nossa graduação com competência, em especial o professor José Linares, pela disposição excepcional. Aos familiares e amigos, que sempre estiveram ao nosso lado, incentivando nas horas mais difíceis e nos mantendo de cabeça erguida.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
1.1. Objetivos .....	11
1.2. Glicerol .....	12
1.3. Propilenoglicol .....	14
1.4. Especificações do projeto .....	15
1.4.1. Caso de projeto .....	15
1.4.2. Capacidade de qualidade da alimentação .....	15
1.4.3. Especificação da qualidade de produto .....	16
1.4.4. Critérios gerais .....	16
1.4.5. Dados básicos de engenharia .....	16
1.4.6. Custos gerais .....	17
1.4.7. Projetos dos equipamentos .....	17
1.4.8. Sistemas de Unidades .....	17
2. DIAGRAMAS E DESCRIÇÃO DO PROCESSO .....	19
2.1. Folhas de especificações de balanços de massa e energia .....	22
2.2. Folhas de especificações recipientes, torres e reatores .....	39
2.3. Folhas de especificações – trocadores de calor .....	51
2.4. Folha de especificações – bombas e compressores .....	64
2.5. Folha de especificações de tubulações .....	82
2.6. Folha de especificações de válvulas de controle .....	86
2.7. Folha de especificações de válvulas de segurança .....	106
2.8. Folha de especificações de serviços auxiliares .....	115
3. ANÁLISE DE SEGURANÇA .....	118
4. DIAGRAMA DE OPERAÇÃO P & ID .....	123
5. ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO .....	124
6. AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	126
6.1. Capital imobilizado .....	126
6.2. Capital de Giro .....	132
6.3. Rentabilidade .....	139

6.4. Taxa interna de rentabilidade (TIR).....	143
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	150
8. REFERÊNCIAS.....	151
ANEXOS.....	154
1. Memória de Cálculo.....	154
1.1. Trocadores de calor.....	154
1.2. Bombas e Compressores.....	168
1.3. Reatores.....	178

## LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Representação química do glicerol .....	12
Figura 2. Setores que utilizam o Glicerol em Porcentagens (Fonte:Revista biodieselbr edição 20) .....	13
Figura 3. Aplicações do Glicerol.....	13
Figura 4. Fórmula estrutural do Propilenogicol.....	14
Figura 5. Diagrama Simplificado do processo .....	21
Figura 6. Balanço de calor e matéria global .....	22
Figura 7. Balanço de calor e matéria (1/8) .....	23
Figura 8. Balanço de calor e matéria (2/8) .....	24
Figura 9. Balanço de calor e matéria (3/8) .....	25
Figura 10. Balanço de calor e matéria (4/8) .....	26
Figura 11. Balanço de calor e matéria (5/8) .....	27
Figura 12. Balanço de calor e matéria (6/8) .....	28
Figura 13. Balanço de calor e matéria (7/8) .....	29
Figura 14. Balanço de calor e matéria (8/8) .....	30
Figura 15. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 1/8. ....	31
Figura 16. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 2/8. ....	32
Figura 17. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 3/8. ....	33
Figura 18. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 4/8. ....	34
Figura 19. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 5/8. ....	35
Figura 20. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 6/8. ....	36
Figura 21. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 7/8. ....	37
Figura 22. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 8/8. ....	38
Figura 23. Folha de Especificação - Recipientes Verticais (Coluna 1- Folha2). ....	39
Figura 24. Folha de Especificação - Pratos e Recheios (Coluna1- Folha1). ....	40
Figura 25. Folha de Especificação - Recipientes Verticais (Coluna 2 - Folha1). ....	41
Figura 26. Folha de Especificação - Pratos e Recheios (Coluna 2 - Folha2). ....	42
Figura 27. Folha de Especificação - Recipientes Verticais (Coluna 3 - Folha1). ....	43
Figura 28. Folha de Especificação - Pratos e Recheios (Coluna 3 - Folha2). ....	44
Figura 29. Folha de Especificação - Pratos e Recheios (Coluna Flash - Folha1). ....	45
Figura 30. Folha de Especificação - Pratos e Recheios (Reatores - Folha1). ....	46
Figura 31. Folha de Especificação –Recipientes Horizontais (Recipiente Pulmão1). ....	47
Figura 32. Folha de Especificação - Recipientes Horizontais (Recipiente Pulmão 2). ....	48
Figura 33. Folha de Especificação - Recipientes Horizontais (Recipiente Pulmão 3). ....	49
Figura 34. Folha de Especificação - Recipientes Horizontais (recipiente Pulmão 4). ....	50
Figura 35. Folha de Especificação 1/13. ....	51
Figura 36. Folha de Especificação 2/13. ....	52
Figura 37. Folha de Especificação 3/13. ....	53
Figura 38. Folha de Especificação 4/13. ....	54
Figura 39. Folha de Especificação 5/13. ....	55
Figura 40. Folha de Especificação 6/13. ....	56
Figura 41. Folha de Especificação 7/13. ....	57
Figura 42. Folha de Especificação 8/13. ....	58
Figura 43. Folha de Especificação 9/13. ....	59
Figura 44. Folha de Especificação 10/13. ....	60

Figura 45. Folha de Especificação 11/13. ....	61
Figura 46. Folha de Especificação 12/13. ....	62
Figura 47. Folha de Especificação - 13/13. ....	63
Figura 48. Folha de Especificação – Bomba 1- Folha 1/2.....	64
Figura 49. Folha de Especificação – Bomba 1 - Folha 2/2.....	65
Figura 50. Folha de Especificação – Bomba 2 - Folha 1/2.....	66
Figura 51. Folha de Especificação – Bomba 2 - Folha 2/2.....	67
Figura 52. Folha de Especificação – Bomba 3 - Folha 1/2.....	68
Figura 53. Folha de Especificação – Bomba 3 - Folha 2/2.....	69
Figura 54. Folha de Especificação – Bomba 4 - Folha 1/2.....	70
Figura 55. Folha de Especificação - Bomba 4 - Folha 2/2. ....	71
Figura 56. Folha de Especificação - Bomba 5 - Folha 1/2. ....	72
Figura 57. Folha de Especificação - Bomba 5 - Folha 2/2. ....	73
Figura 58. Folha de Especificação - Bomba 6 - Folha 1/2. ....	74
Figura 59. Folha de Especificação - Bomba 6 - Folha 2/2. ....	75
Figura 60. Folha de Especificações – Compressor 1 - Folha 1/2.....	76
Figura 61. Folha de Especificações – Compressor 1 - Folha 2/2.....	77
Figura 62. Folha de Especificações – Compressor 2 - Folha 1/2.....	78
Figura 63. Folha de Especificações – Compressor 2 - Folha 2/2.....	79
Figura 64. Folha de Especificações – Compressor 3 - Folha 1/2.....	80
Figura 65. Folha de Especificações – Compressor 3 - Folha 2/2.....	81
Figura 66. Folha de Especificação - Tubulação e Processo 1/4.....	82
Figura 67. Folha de Especificação - Tubulação e Processo 2/4.....	83
Figura 68. Folha de Especificação - Tubulação e Processo 3/4.....	84
Figura 69. Folha de Especificação - Tubulação e Processo 4/4.....	85
Figura 70. Folha de Especificação Instrumentos de Vazão (1/5). ....	86
Figura 71. Folha de Especificação Instrumentos de Vazão (2/5). ....	87
Figura 72. Folha de Especificação Instrumentos de Vazão (3/5). ....	88
Figura 73. Folha de Especificação Instrumentos de Vazão (4/5). ....	89
Figura 74. Folha de Especificação Instrumentos de Vazão (5/5). ....	90
Figura 75. Folha de Especificação Instrumentos de Nível (1/2).....	91
Figura 76. Folha de Especificação Instrumentos de Nível (2/2).....	92
Figura 77. Folha de Especificação Instrumentos de Pressão (1/1). ....	93
Figura 78. Folha de Especificação Instrumentos de Temperatura (1/1). ....	94
Figura 79. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 1/11. ....	95
Figura 80. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 2/11. ....	96
Figura 81. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 3/11. ....	97
Figura 82. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 4/11. ....	98
Figura 83. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 5/11. ....	99
Figura 84. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 6/11. ....	100
Figura 85. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 7/11. ....	101
Figura 86. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 8/11. ....	102
Figura 87. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 9/11. ....	103
Figura 88. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 10/11. ....	104
Figura 89. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 11/11. ....	105

Figura 90. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 1/8. ....	106
Figura 91. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 2/8. ....	107
Figura 92. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 3/8. ....	108
Figura 93. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 4/8. ....	109
Figura 94. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 5/8. ....	110
Figura 95. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 6/8. ....	111
Figura 96. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 7/8. ....	112
Figura 97. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 8/8. ....	113
Figura 98. Resumo de Válvulas de Segurança 1/1. ....	114
Figura 99. Folha de Especificação de Serviço Auxiliar (Águas de Refrigeração) 1/3.....	115
Figura 100. Folha de Especificação de Serviço Auxiliar (Eletricidade) 2/3.....	116
Figura 101. Folha de Especificação de Serviço Auxiliar (Ar, Nitrogênio) 3/3.....	117
Figura 102. Fluxo de caixas anuais. ....	142
Figura 103. Fluxo de Caixa Acumulado.....	142
Figura 104. Análise de Sensibilidade - Fluxo de caixa acumulado corrigido.....	146
Figura 105. Sensibilidade ao câmbio do dólar (VAL).....	147
Figura 106. Sensibilidade ao câmbio do dólar (preço). ....	147
Figura 107. Tabela de custos.....	148
Figura 108. Tabela de custos.....	149



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Propriedades importantes do Propileno Glicol .....	14
Tabela 2. Composição da corrente de alimentação. ....	15
Tabela 3. Critérios gerais de operação. ....	16
Tabela 4. Dados gerais. ....	16
Tabela 5. Custos do projeto.....	17
Tabela 6. Especificações dos equipamentos.....	17
Tabela 7. Unidades de projeto.....	17
Tabela 8. Lista de Alarmes.....	118
Tabela 9. Lista de alarme nas bombas.....	119
Tabela 10. Lista de alarmes nos misturadores.....	119
Tabela 11. Lista de alarmes nos trocadores de calor. ....	119
Tabela 12. Lista de alarmes nos compressores.....	120
Tabela 13. Lista de Encravamento. ....	120
Tabela 14. Lista de válvulas de segurança. ....	121
Tabela 15. Vazões de descarga das válvulas de segurança.....	122
Tabela 16. Custos dos equipamentos.....	127
Tabela 17. Custo estimado para materiais. ....	129
Tabela 18. Custo engenharia de processos. ....	130
Tabela 19. Custo de engenharia de detalhe. ....	130
Tabela 20. Custo da construção e supervisão. ....	131
Tabela 21. Porcentagens sobre a <i>Inside Battery Limits</i> - ISBL . ....	131
Tabela 22. Capital imobilizado estimado. ....	132
Tabela 23. Resultados referentes ao cálculo de capital de giro. ....	133
Tabela 24. Custo Total do Investimento.....	133
Tabela 25. Preço de produtos e serviços da unidade recuperada de propilenoglicol. ....	134
Tabela 26. Valores referentes às vendas anuais. ....	134
Tabela 27. Tabela de custos. ....	135
Tabela 28. Custo de eletricidade anual.....	137
Tabela 29. Custo anual de ar das válvulas de controle. ....	137
Tabela 30. Custo de água de refrigeração.....	138
Tabela 31. Dados para o cálculo de fluxo de caixa anual.....	139
Tabela 32. Tabela de Fluxo de Caixa. ....	141
Tabela 33. Dados de imobilizado corrigidos com um aumento de 20%.....	143
Tabela 34. Fluxo de Caixa Investimento 20% maior. ....	145

## LISTA DE SIGLAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo

DCB - Denominação comum brasileira

CAS - número de registro emitido pelo *Chemical Abstracts Service*

PFR – Plug Flow Reactor ( Reator de Fluxo Empistonado)

NBP – Normal Boiling Point ( Ponto normal de ebulição)

EOR – Enhanced Oil Recovery (Recuperação de óleo aprimorada)

Pem – Pulso eletromagnético

BMG - Birmingham Wire Gauge (medida de arame de Birmingham)

ISBL - Inside Battery Limits (Limites internos da bateria)

BAI - benefícios brutos

BDI - benefícios líquidos

TIR – Taxa interna de retorno

VAL – Valor atualizado líquido

AC – Aço Carbono

N<sub>2</sub> – Nitrogênio molecular

H<sub>2</sub>O – Água

Sp gr – specific gravity (Gravidade Específica)

HC – Hidrocarboneto

H<sub>2</sub> – Hidrogênio Molecular

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Óxido de Alumínio

Cu – Cobre

ZnO – Óxido de Zinco

PM – Peso Molecular

Q – Quantidade de calor / Vazão de calor

$\Lambda$  – Calor de vaporização

T – Temperatura

A – Área de troca

V – Volume

P – Pressão

h – Altura

e – Espessura  
W – Trabalho  
R – Constante universal dos gases perfeitos  
U – Coeficiente global de troca térmica  
C – Calor específico  
 $\dot{m}$  – Vazão mássica  
 $\Delta T_{ML}$  – Diferença média de temperatura logarítmica  
r – Taxa de reação  
F T – Coeficiente de correção  
d – Diâmetro  
l – Comprimento  
 $\Delta P$  – Diferença de pressão  
H – Carga de bomba  
 $\rho$  – Densidade  
g – Aceleração da gravidade  
W<sub>a</sub> – Potência absorvida  
W<sub>h</sub> – Potência hidráulica  
W<sub>m</sub> – Potência do motor  
 $\eta$  – Eficiência  
v<sub>lim</sub> – Velocidade limite  
S<sub>min</sub> – Seção mínima  
D<sub>min</sub> – Diâmetro mínimo  
x – Concentração de líquido  
y – Concentração de vapor

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

m<sup>3</sup> – Metro cúbico

g - Grama  
cm<sup>3</sup> - Centímetro cúbico  
°C – Graus Celsius  
W – Watt  
K – Kelvin  
mK – MiliKelvin  
kg – Kilograma  
h – Hora  
hm<sup>2</sup> – Hectômetro quadrado  
kcal – Kilocaloria  
MR\$ - Milhões de Reais  
R\$ - Reais  
\$ - Dólares  
t – Tonelada  
cm<sup>2</sup> - Centímetro quadrado  
mmHg – Milímetro de Mercúrio  
m<sup>2</sup> - Metro quadrado  
cP – CentiPoise  
Mm – Megametros  
Kmol – Kilomol  
Ppm – Partes por milhão  
Cp – Calor específico a pressão constante  
Cv – Calor específico a volume constante  
Gcal – Gigacaloria  
% p – Porcentagem do peso  
kWh – Kilowatt-hora  
cSt – CentiStoke  
mm – Milímetro

s – Segundo

ft – Feet (pés)

kJ – KiloJoule

N – Newton

L - Litro

## **1. INTRODUÇÃO**

A pesquisa de fontes alternativas de energia derivadas de matérias primas renováveis tem sido uma área de grande interesse atualmente, devido à crescente preocupação com o uso de combustíveis fósseis. Diante disso, o biodiesel foi desenvolvido como uma alternativa promissora ao óleo diesel, produzido a partir do petróleo (FRANCO, 2011).

O biodiesel pode ser obtido por meio de diversos processos, como o craqueamento, a esterificação e a transesterificação. A transesterificação é um dos métodos mais utilizados, nesse processo, os triglicerídeos presentes nos óleos e gorduras, como aqueles extraídos de espécies, tais como a mamona, o dendê (palma), o girassol, o babaçu, reagem com álcool primário, como o metanol ou etanol, na presença de um catalisador, e leva à formação de mono-ésteres (biodiesel) e de glicerina (glicerol bruto). A reação de transesterificação para a produção do biodiesel produz cerca de 10% de glicerina, em relação ao total do biodiesel produzido (FRANCO, 2011).

Segundo a ANP (Agência Nacional do Petróleo), no ano de 2015 foram produzidos 3,94 milhões de m<sup>3</sup> de biodiesel no Brasil levando, conseqüentemente, a uma produção de cerca de 347 mil m<sup>3</sup> de glicerina. Esse excedente de glicerina gerado conduziu a uma grande disponibilidade desse produto no mercado, fazendo com que seu preço caísse. Além disso, o descarte desse material no meio ambiente de forma excessiva poderia gerar diversos problemas ambientais, portanto, se faz extremamente necessário que novas aplicações para o glicerol sejam viabilizadas.

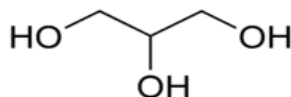
Buscando uma solução que gere um produto, com valor agregado economicamente vantajoso, foi proposta uma planta de conversão de glicerol em propilenoglicol.

### **1.1. Objetivos**

O objetivo do trabalho consiste em avaliar se a produção de propilenoglicol por meio do reaproveitamento do glicerol é rentável, quais são os possíveis impactos ambientais associados ao processo e como isso ocorre.

## 1.2. Glicerol

O glicerol (1,2,3-propanotriol) é um tri-álcool adocicado, incolor, inodoro e de elevada viscosidade. A presença de seus 3 grupos hidroxila garante sua natureza higroscópica. Foi descoberto em 1799 por Carl W.Scheele (químico sueco), quando realizava a saponificação do azeite de oliva. Sua estrutura química é representada abaixo:

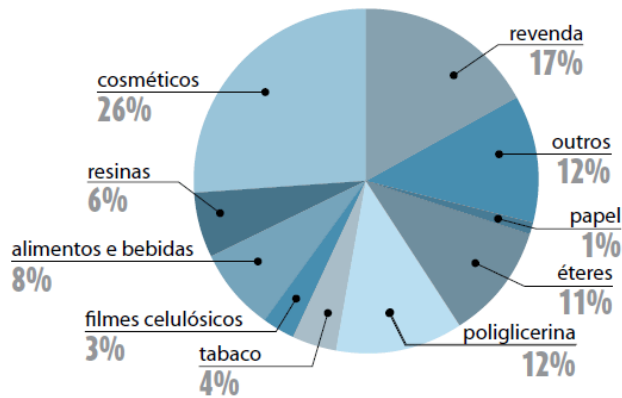


**Figura 1.** Representação química do glicerol

O glicerol pode ser obtido a partir de fermentação biológica por síntese química a partir de petroquímicos, recuperado como subproduto da fabricação de sabão por hidrogenação da sacarose na presença de um catalisador sob alta pressão e temperatura, durante a produção de bioetanol, e como subproduto em processos de transesterificação de óleos vegetais e animais para a fabricação de biodiesel, já que é o componente estrutural de muitos lipídios (VIANA, 2011). Comercialmente, é mais comum o uso do termo glicerina que denomina uma mistura contendo normalmente 95% de glicerol.

Em geral, a glicerina gerada no processo de produção de biodiesel contém aproximadamente 80% de glicerol, além de água, álcool e um pouco de biodiesel (MOTA *et al.*, 2009). Portanto, a glicerina normalmente necessita ser purificada antes de ser utilizada na indústria química.

De acordo com Larsen (2009), a glicerina tem uma gama de aplicações, é utilizada na indústria farmacêutica na composição de cápsulas, supositórios, anestésicos, xaropes, antibióticos e antissépticos. É aplicada como emoliente e umectante em cremes dentais, hidratantes para a pele, loções pós-barba, desodorantes, batons e maquiagens. Amacia e aumenta a flexibilidade das fibras têxteis. É empregada no processamento de tabaco, na composição dos filtros de cigarro e como veículo de aromas. É utilizada também, como lubrificantes de máquinas processadoras de alimentos, na fabricação de tintas e resinas, na fabricação de dinamites, etc.



(Fonte: UMPIERRE, 2010)

**Figura 2.** Setores que utilizam o glicerol.

Ainda que tenha muitas aplicações, o glicerol vem perdendo constantemente seu valor de mercado. Isso se deve ao fato da produção de biodiesel estar cada vez mais em ascensão fazendo com que o mercado não consiga absorver toda a quantidade de glicerol produzido. Logo, o uso de diversas rotas tecnológicas que utilizam o glicerol como matéria-prima para produção de substâncias com maior valor agregado vem sendo objeto de diversas pesquisas.



(Fonte: RODRIGUES, 2011)

**Figura 3.** Aplicações do Glicerol.



### 1.3. Propilenoglicol

O propilenoglicol (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>), também conhecido formalmente como propano 1,2-diol, é um composto orgânico líquido, incolor, transparente, inodoro, límpido e miscível em água, álcoois, ésteres e cetona.

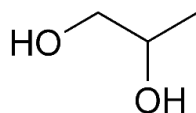


Figura 4. Fórmula estrutural do propilenoglicol.

Outras propriedades deste composto são apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 1. Propriedades importantes do propilenoglicol.

<b>Massa molar</b>	76,09 g/mol
<b>Densidade</b>	1,036 g/cm <sup>3</sup>
<b>Ponto de fusão</b>	-59 °C
<b>Ponto de ebulição</b>	188,2 °C
<b>Condutividade térmica</b>	0,34 W/mK
<b>DCB</b>	07455
<b>CAS</b>	57-55-6

O propano 1,2-diol é considerado um produto extremamente versátil, devido às suas características amplas. O que permite sua aplicação em diversas áreas, tais como a indústria de alimentos, de tintas, de tabaco, a indústria farmacêutica e cosméticos. Algumas de suas aplicações mais usais são:

- solvente para aromas na indústria de aromas, essências e fragrâncias;
- umectante para resinas naturais;
- solvente para xaropes e preparações farmacêuticas contendo ingredientes solúveis em água;
- agente de acoplamento em formulações de filtros solares, xampus, cremes de barbear e outros produtos similares;
- um meio de transferência de calor para baixas temperaturas em sistemas de resfriamento em cervejarias e indústrias de laticínios, assim como outros equipamentos de refrigeração possuindo serpentinas de resfriamento em contato direto com alimentos ou bebidas;

- em solução aquosa, apresenta excelentes propriedades anticongelantes;
- solvente para tintas de impressão;
- estabilizador de espumas em cremes de barbear;
- solvente e acoplador para muitas outras aplicações;
- umectante em coco ralado.

A síntese de propilenoglicol é, majoritariamente, descrita por dois métodos. No processo descrito por Wurtz, em 1859, era produzido simultaneamente 1,2-propilenoglicol e 1,3-propilenoglicol, que eram separados posteriormente por uma operação unitária. Outra maneira de sintetizar este composto é através da hidrogenólise do glicerol, conduzida em temperaturas que variam de 150 a 200 °C, na presença de catalisadores ácidos (MOTA et al., 2009).

Segundo a sociedade brasileira de Química, aproximadamente 7 milhões de toneladas de propilenoglicol são fabricadas por ano, praticamente todo a partir da indústria petroquímica e do óxido de propileno. Nos Estados Unidos, são produzidas mais de 450 mil toneladas de propilenoglicol por ano e vendidos em torno de US\$ 1,56 a US\$ 2,20 o kg. O mercado do propilenoglicol cresce 4% ao ano (CHIU, 2006). No Brasil, atualmente, existe uma planta de produção de propano 1,2-diol em Aratu-Bahia.

## 1.4. Especificações do projeto

### 1.4.1. Caso de projeto

Desenvolvimento da engenharia de processo de uma unidade de conversão de glicerol em propilenoglicol.

### 1.4.2. Capacidade de qualidade da alimentação

A unidade será projetada para processar a entrada das seguintes correntes:

**Tabela 2.** Composição da corrente de alimentação.

<b>Componente</b>	<b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>
<b>Glicerol</b>	17060
<b>Água</b>	495
<b>Hidrogênio</b>	9450

### 1.4.3. Especificação da qualidade de produto

No processo desenvolvido, o propilenoglicol será obtido com uma pureza de 99,99% em base molar, com produção anual de 140.160 toneladas e vazão de 17520 m<sup>3</sup>/h.

### 1.4.4. Critérios gerais

Tabela 3. Critérios gerais de operação.

<b>Fator de operação</b>	<b>h/ano</b>
<b>Capacidade mínima</b>	60%
<b>Sobredimensionamento dos equipamentos</b>	
<b>Bombas de carga e produto</b>	110%
<b>Bombas de refluxo em coluna</b>	120%
<b>Trocadores de calor</b>	110%
<b>Coluna de fracionamento (hidráulica)</b>	120%
<b>Reator</b>	100%
<b>Compressor</b>	110%
<b>Recipiente de armazenamento</b>	100%
<b>Pulmão</b>	100%
<b>Temperatura mínima de resfriamento</b>	
<b>Água de refrigeração</b>	28 °C
<b>Água de arrefecimento</b>	0,0004 hm <sup>2</sup> °C/kcal

### 1.4.5. Dados básicos de engenharia

Tabela 4. Dados gerais.

<b>Água de refrigeração</b>	
<b>Temperatura de entrada</b>	28 °C
<b>Temperatura de saída</b>	45°C

<b>Vapor de aquecimento</b>	
<b>Temperatura de entrada</b>	270°C
<b>Temperatura de saída</b>	270°C

#### 1.4.6. Custos gerais

Tabela 5. Custos do projeto.

<b>Engenharia Básica</b>	<b>2,8MR\$</b>
<b>Licença</b>	2 MR\$
<b>Carga</b>	720,00 \$/t
<b>Eletricidade</b>	240,00 R\$/Mwh
<b>Água de refrigeração</b>	0,40 R\$/m <sup>3</sup>
<b>Ar de instrumentação</b>	0,04 R\$/ m <sup>3</sup>
<b>Pessoal</b>	160.000,00 R\$/ano por operador
<b>Manutenção e seguros</b>	3 % do investimento ao ano

#### 1.4.7. Projetos dos equipamentos

Tabela 6. Especificações dos equipamentos.

<b>Equipamento</b>	<b>Especificações</b>
<b>Torres C-3 e C-5</b>	Pratos tipo válvula
<b>Torre C-4</b>	Recheio estruturado

#### 1.4.8. Sistemas de Unidades

Tabela 7. Unidades de projeto.

<b>Temperatura</b>	°C
<b>Pressão</b>	kg/cm <sup>2</sup> .g
<b>Vácuo</b>	mmHg

<b>Massa</b>	Kg
<b>Volume de líquido</b>	m <sup>3</sup>
<b>Volume dos gases</b>	m <sup>3</sup>
<b>Vazão de gases</b>	m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal, vapor</b>	m <sup>3</sup> /h ou kg/h
<b>Calor</b>	Kcal
<b>Potência térmica</b>	kcal/h
<b>Potência Elétrica</b>	kW
<b>Densidade</b>	kg/m <sup>3</sup>
<b>Coefficiente de transmissão de calor</b>	kcal/h.m <sup>2</sup> .°C
<b>Viscosidade</b>	cP
<b>Tamanho de equipamento e comprimento de tubulações</b>	Mm
<b>Diâmetro de tubulações</b>	Polegadas
<b>Dimensões em diagrama de plantas</b>	Mm
<b>Tamanho das conexões em depósitos</b>	Polegadas

## 2. DIAGRAMAS E DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A planta opera com vazões de entrada 17060 L/h de glicerol, 495 L/h de água e 9450 L/h de hidrogênio puro. As correntes de entrada foram escolhidas de modo a classificar a escala da planta como industrial. Inicialmente uma corrente de glicerol puro e água pura entram em um recipiente misturador à temperatura de 30 °C, e forma uma mistura de 89,49% molar em glicerol. Em seguida, a mistura é impulsionada por uma bomba para outro misturador na qual encontra com a corrente de refluxo de glicerol vinda da coluna de destilação 2.

Em seguida, a mistura passa por dois trocadores de calor em série. Para o primeiro trocador (E-1) foi aproveitada a corrente de propilenoglicol, produto de interesse, para aquecer a solução, fechando uma integração energética. Enquanto que para o trocador dois (E-2), foi utilizado vapor de aquecimento a 270 °C.

Essa solução encontra com a corrente de hidrogênio puro na temperatura de 230 °C e 15 bar na entrada do reator tubular (PFR). O hidrogênio, antes de encontrar com a mistura de glicerol e água, é comprimido e aquecido. Para isso, a corrente de entrada de hidrogênio puro passa por 3 compressores (K-1, K-2 e K-3), intercalados com 3 trocadores de calor (E-11, E-12 e E-13), todos em série.

A mistura de água, glicerol e hidrogênio entra no reator tipo PBR na qual ocorre a reação de conversão para propilenoglicol, catalisada com Cu/ZnO suportada em alumina. A saída do reator passa por um trocador de calor (E-3) e é resfriado para 28 °C com água de refrigeração e a corrente resultante é alimentada para o vaso de destilação flash.

No flash, ocorre a separação do hidrogênio não reagido dentro do reator com o resto dos produtos. Essa corrente líquida sai no fundo do vaso flash e é aquecida por mais um trocador de calor (E-4), e em seguida se torna alimentação na primeira coluna de destilação com 140 °C.

Na primeira coluna (C-3), ocorre a eliminação da água pela corrente de topo. A corrente de fundo é encaminhada para a segunda coluna (C-4) que opera a vácuo, para evitar degradação térmica do glicerol (craqueamento). Nessa coluna (C-4), ocorre a separação do glicerol na corrente de fundo. Esse glicerol é enviado em um refluxo por meio de um bombeamento (P-2) para o início da planta, conforme já comentado, para o aproveitamento e economia dos reagentes.

O produto de topo da coluna 2 (C-4) é bombeado (P-3) para a terceira coluna (C-5) na qual há a eliminação dos restos de água resultantes do processo e a obtenção do propilenoglicol com 99,9% de pureza. Esse propilenoglicol sai com temperatura elevada e é utilizado para a integração energética de um trocador de calor, conforme também já comentado, para garantir um resfriamento aproveitado, por assim dizer, do produto de interesse final.

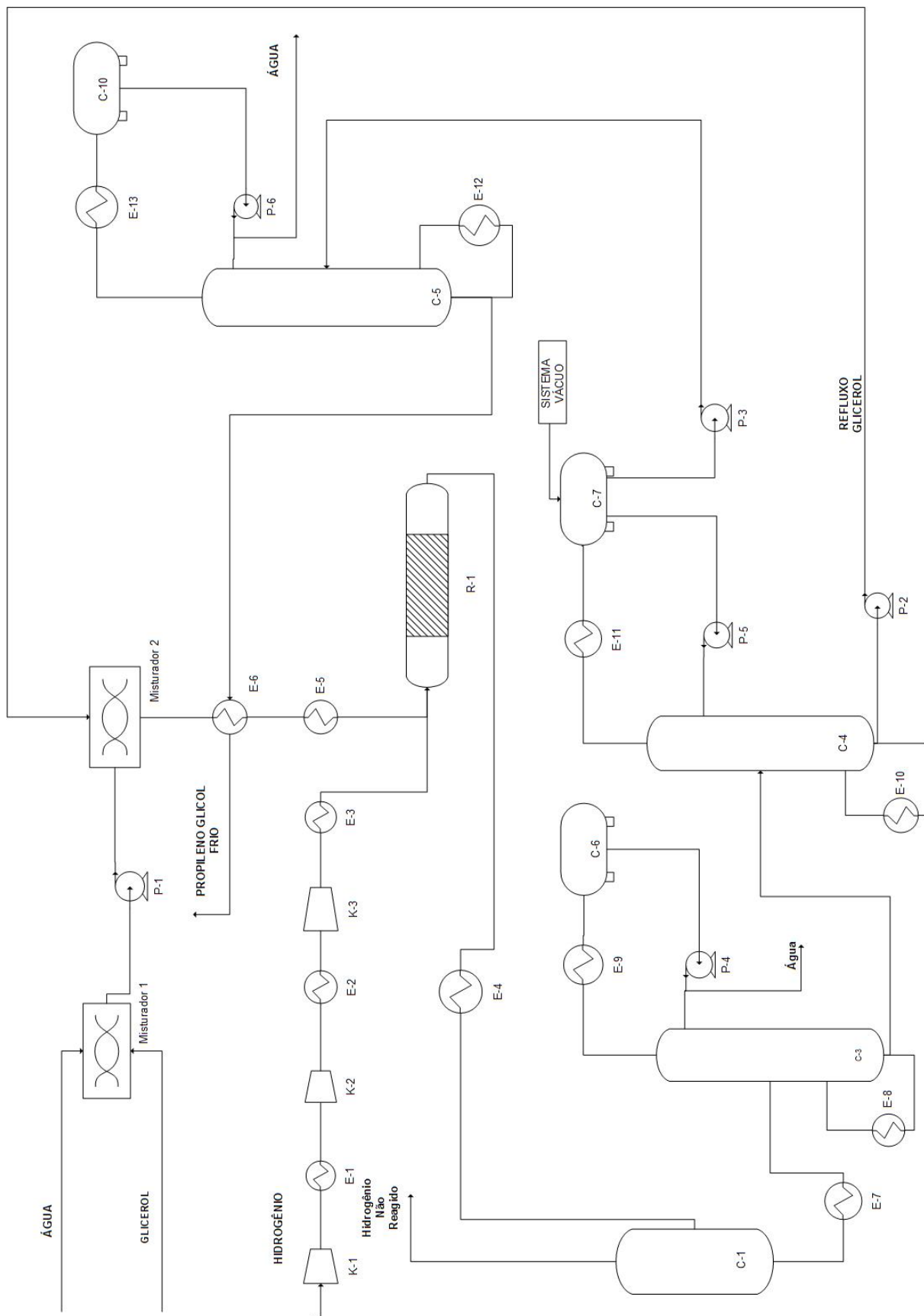


Figura 5. Diagrama Simplificado do processo



## 2.1. Folhas de especificações de balanços de massa e energia

PROJETO : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Balanços de calor e matéria					
UNIDADE : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Pág. 1 de 1					
R e v	<b>BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA</b>						
	<b>CARACTERIZAÇÃO DE PSEUDOCOMPONENTES (1)</b>						
1							
2	PSEUDOCOMPONENTE	NBP	PM	Densidade			
3		°C a Patm	kg/kmol	Kg/m <sup>3</sup> @15°C			
4	Água	100	18,02	997			
5	Glicerol	290	92,1	1260			
6	Hidrogênio	-252,9	2,02	89,9			
7	Propilenoglicol	188,2	76,09	1036			
8	Acetol	146	74,08	1059			
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49	NOTAS :						
50	✓ (1) quando proceda incluir outras propriedades tais como viscosidade, enxofre,....						
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

Figura 6. Balanço de calor e matéria global

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Balanços de calor e matéria			
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. 1 de 8			
R e v	<b>BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA</b>				
1	<b>DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES</b>				
2	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP				
3	Nº DE CORRENTE	1	2	3	4
4	DESCRIÇÃO	glicerol	agua	glicerol+agua	saida b1
5					
6	PRESSÃO (1)	bar	1	1,013	15,2
7	TEMPERATURA	°C	30	30	30,59
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	2,15E+04	494	2,20E+04
9	% VAPOR	%p	0	0	0
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	0	0	0
11	INCONDENSÁVEIS ( N2,...)	kg/h	0	0	0
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0	0
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0
14	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	2,15E+04	494	2,20E+04
15	AGUA LIVRE	kg/h	0	494	494
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-3,78E+01	-1,865	-3,96E+01
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0	0	0
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0	0	0
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	0	0	0
21					
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	0	0	0
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm³/h	0	0	0
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-
25	DENSIDADE @P,T	kg/m³	-	-	-
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm³	-	-	-
27	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-
31	Cp / Cv	~	-	-	-
32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-
33	<b>PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)</b>				
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	16,77	0,4922	18,85
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m³/h	-	-	-
36	DENSIDADE @T	kg/m³	1282	1004	1167
37	DENSIDADE @15°C	kg/m³	-	-	-
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	433	0,7944	269,5
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	-
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,18975786	0,53152836	0,2153799
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,61491	1,0086912	0,6237456
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	66,26	71,23	66,78
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	bar	1,01E-06	6,55E-02	3,07E-03
46	ENTALPIA	Gcal/h	-3,78E+01	-1,865	3,96E+01
47	<b>MISCELÂNEOS</b>				
48					
49					
50					
51					
52					
53	NOTAS :				
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais				
55					
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 7. Balanço de calor e matéria (1/8)

PROJETO : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Balanços de calor e matéria			
UNIDADEEE : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Pág. 2 de 8			
R	<b>BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA</b>				
e	<b>DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES</b>				
v	<b>CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP</b>				
1	Nº DE CORRENTE	5	6	7	8
2	DESCRIÇÃO	saida bom ba 2	outmix1	saida tct	3.2
3	PRESSÃO (1)	bar	15	15	15,2
4	TEMPERATURA	°C	247,6	59,9	115
5	VAZÃO TOTAL	kg/h	3,17E+03	2,52E+04	2,52E+04
6	% VAPOR	%p	0	0	0
7	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	0	0	0
8	INCONDENSÁVEIS ( N2,...)	kg/h	0	0	0
9	VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0	0
10	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0
11	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	3,17E+03	2,52E+04	2,52E+04
12	AGUA LIVRE	kg/h	0	494	494
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0
14	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-5,09E+00	-4,47E+01	-4,38E+01
15	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0	0	0
16	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0	0	0
17	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	0	0	0
18	<b>PROPRIEDADES FASE VAPOR</b>				
19	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	0	0	0
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm³/h	0	0	0
21	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-
22	DENSIDADE @P,T	kg/m³	-	-	-
23	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm³	-	-	-
24	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-
27	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-
28	Cp / Cv	~	-	-	-
29	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-
30	<b>PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)</b>				
31	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	3,535	22,22	24,02
32	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m³/h	-	-	-
33	DENSIDADE @T	kg/m³	895,7	1132	1047
34	DENSIDADE @15°C	kg/m³	-	-	-
35	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	1,667	65,15	14,68
36	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	-
37	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-
39	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,13163538	0,20583612	0,19276716
40	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,7517424	0,6373572	0,6660132
41	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	32,53	62,05	53,38
42	PRESSÃO DE VAPOR @T	bar	1,26E-06	2,68E-03	2,67E-03
43	ENTALPIA	Gcal/h	-5,09E+00	-4,47E+01	-4,38E+01
44	<b>MISCELÂNEOS</b>				
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53	NOTAS :				
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais				
55					
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 8. Balanço de calor e matéria (2/8)

PROJETO : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Balanços de calor e matéria				
UNIDADEEE : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Pág. 3 de 8				
R	<b>BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA</b>					
e	<b>DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES</b>					
v	<b>CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP</b>					
1	Nº DE CORRENTE		9	10	11	12
2	DESCRIÇÃO		5	Entrada flash	h2 não reagido	entrada c1
3	PRESSÃO (1)	bar	14	14	1,52	1,52
4	TEMPERATURA	°C	230	28	28,59	27,59
5	VAZÃO TOTAL	kg/h	2,58E+04	2,59E+04	2,04E+02	2,56E+04
6	% VAPOR	%p	27,59	12,19	100	0
7	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	3938,5784	154,5	204,4	0
8	INCONDENSÁVEIS ( N2,...)	kg/h	61,7932	152,8809	186,3691	0
9	VAPOR DE AGUA	kg/h	2130,0807	1,5364	17,3277	0
10	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0	0
11	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	2,19E+04	25691,484	0,00E+00	2,56E+04
12	AGUA LIVRE	kg/h	2564,5061	4697,2014	0	4677,2594
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0	0
14	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-4,55E+01	-5,11E+01	-2,28E-01	-2,13E+02
15	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0	0	0	0
16	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0	0	0	0
17	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	0	0	0	0
18	<b>PROPRIEDADES FASE VAPOR</b>					
19	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	502,2	132,8	1537	0
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm³/h	-	-	-	0
21	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-
22	DENSIDADE @P,T	kg/m³	7,842	1,163	0,1313	-
23	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm³	-	-	-	-
24	VISCOSIDADE @T	cP	1,53E-02	8,82E-03	-	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,046420602	0,15184068	-	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,562374	3,338424	6,8058	-
27	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-	-
28	Cp / Cv	~	1,184	1,413	1,412	-
29	ENTALPIA	Gcal/h	-8,769	-3,44E-03	-2,28E-01	-
30	<b>PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)</b>					
31	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	42,6	28,13	0	27,39
32	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m³/h	-	-	-	-
33	DENSIDADE @T	kg/m³	513,7	913,4	-	935,5
34	DENSIDADE @15°C	kg/m³	-	-	-	-
35	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	0,3689	10,59	-	11,97
36	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	-	-
37	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-	-
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-	-
39	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,18864012	0,29602914	-	0,30583086
40	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,9150816	0,7371756	-	35,50956
41	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	18,79	53,45	-	55,13
42	PRESSÃO DE VAPOR @T	bar	2,86E+01	1,21E+01	-	1,29E-03
43	ENTALPIA	Gcal/h	-3,67E+01	-5,11E+01	-	-2,13E+02
44	<b>MISCELÂNEOS</b>					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53	NOTAS :					
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

Figura 9. Balanço de calor e matéria (3/8)

PROJETO : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Balanços de calor e matéria				
UNIDADEEE : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Pág. 4 de 8				
R	<b>BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA</b>					
e	<b>DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES</b>					
v	<b>CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP</b>					
1	Nº DE CORRENTE		13	14	15	16
2	DESCRIÇÃO		H2 removido	saida splitter	entrada coluna	H2O não reagida
3	PRESSÃO (1)	bar	2	2	14,1	1,013
4	TEMPERATURA	°C	27	27	140	100
5	VAZÃO TOTAL	kg/h	3,73E+00	2,56E+04	2,56E+04	4,44E+03
6	% VAPOR	%p	100	0	0	0
7	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	3,73	0	0	0
8	INCONDENSÁVEIS ( N2,...)	kg/h	3,73	0	0	0
9	VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0	0	0
10	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0	0
11	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	0,00E+00	2,56E+04	2,56E+04	4,44E+03
12	AGUA LIVRE	kg/h	0	4677,2621	4677,2621	4442
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0	0
14	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	1,05E-04	-2,13E+02	2,04E+02	-1,64E+01
15	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0	0	0	0
16	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0	0	0	0
17	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	0	0	0	0
18	<b>PROPRIEDADES FASE VAPOR</b>					
19	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	3,04E+01	0	0	0
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm³/h	-	0	0	0
21	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-
22	DENSIDADE @P,T	kg/m³	0,1228	-	-	-
23	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm³	-	-	-	-
24	VISCOSIDADE @T	cP	8,79E-03	-	-	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,15106686	-	-	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	3,36708	-	-	-
27	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-	-
28	Cp / Cv	~	1,413	-	-	-
29	ENTALPIA	Gcal/h	1,05E-04	-	-	-
30	<b>PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)</b>					
31	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	0	27,29	31,26	4,689
32	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m³/h	0	-	-	-
33	DENSIDADE @T	kg/m³	-	938,6	819,4	947,3
34	DENSIDADE @15°C	kg/m³	-	-	-	-
35	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	-	12,3	1,207	0,292
36	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	-	-
37	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-	-
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-	-
39	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	0,3069486	0,30333744	0,5863836
40	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	0,7328772	0,8038008	1,001766
41	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	55,41	38,54	58,57
42	PRESSÃO DE VAPOR @T	bar	-	2,84E-02	2,84E-02	6,55E-02
43	ENTALPIA	Gcal/h	-	-2,13E+02	2,04E+02	-1,64E+01
44	<b>MISCELÂNEOS</b>					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53	NOTAS :					
54	✓ (1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

Figura 10. Balanço de calor e matéria (4/8)

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Balanços de calor e matéria				
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>5</b> de <b>8</b>				
R	<b>BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA</b>					
e	<b>DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES</b>					
v	<b>CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP</b>					
1	Nº DE CORRENTE		17	18	19	20
2	DESCRIÇÃO		resto produtos	produto final	glicerol refluxo	saída bomba 3
3	PRESSÃO (1)	bar	2,026	0,15	0,3	1,7
4	TEMPERATURA	°C	203	118,1	247	118,1
5	VAZÃO TOTAL	kg/h	2,12E+04	1,80E+04	3194	1,80E+04
6	% VAPOR	%p	0	0	0	0
7	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	0	0	0	0
8	INCONDENSÁVEIS ( N2,...)	kg/h	0	0	0	0
9	VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0	0	0
10	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0	0
11	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	2,12E+04	1,80E+04	3194	1,80E+04
12	AGUA LIVRE	kg/h	253,71	253,71	0	253,71
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0	0
14	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-3,15E-01	-2,74E+01	-5,139	-2,74E+01
15	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0	0	0	0
16	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0	0	0	0
17	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-
18	<b>PROPRIEDADES FASE VAPOR</b>					
19	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	0	0	0	0
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm³/h	0	0	0	0
21	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-
22	DENSIDADE @P,T	kg/m³	-	-	-	-
23	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm³	-	-	-	-
24	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	-
27	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-	-
28	Cp / Cv	~	-	-	-	-
29	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-	-
30	<b>PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)</b>					
31	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	26,75	20,11	3,562	20,11
32	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m³/h	-	-	-	-
33	DENSIDADE @T	kg/m³	791,6	894	896,8	894
34	DENSIDADE @15°C	kg/m³	-	-	-	-
35	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	0,7522	2,051	1,68	2,048
36	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	-	-
37	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-	-
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-	-
39	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,12535884	0,14840148	0,13180734	0,15149676
40	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,83172	0,753806	0,751894	0,754045
41	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	20,38	27,4	32,63	27,4
42	PRESSÃO DE VAPOR @T	bar	2,50E-03	2,96E-03	1,26E-06	2,96E-03
43	ENTALPIA	Gcal/h	-3,15E-01	-2,74E+01	-5,139	-2,74E+01
44	<b>MISCELÂNEOS</b>					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53	NOTAS :					
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

Figura 11. Balanço de calor e matéria (5/8)

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Balanços de calor e matéria			
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>6</b> de <b>8</b>			
R e v	<b>BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA</b>				
1	<b>DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES</b>				
2	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP				
3	Nº DE CORRENTE	21	22	23	24
4	DESCRIÇÃO	água final	produt	produt frio	hidrogenio clon
5					
6	PRESSÃO (1)	bar	1,013	2,016	2,016
7	TEMPERATURA	°C	100,7	210,4	147,9
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	286,5	1,77E+04	1,77E+04
9	% VAPOR	%p	0	0	0
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	0	0	0
11	INCONDENSÁVEIS ( N2,...)	kg/h	0	0	0
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0	0
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0
14	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	286,5	1,77E+04	1,77E+04
15	AGUA LIVRE	kg/h	253,437	0,274	0,274
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-0,9885	-2,51E+01	-2,60E+01
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0	0	0
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0	0	0
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-
21	<b>PROPRIEDADES FASE VAPOR</b>				
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	0	0	0
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm³/h	0	0	0
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-
25	DENSIDADE @P,T	kg/m³	-	-	-
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm³	-	-	-
27	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-
31	Cp / Cv	~	-	-	-
32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-
33	<b>PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)</b>				
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	0,3076	22,89	22,89
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m³/h	-	-	-
36	DENSIDADE @T	kg/m³	931,7	772,9	864,9
37	DENSIDADE @15°C	kg/m³	-	-	-
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	0,3706	0,5578	1,273
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	-
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,56738202	0,10627128	0,12492894
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,308788	0,861356	0,778901
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	57,54	15,72	22,51
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	bar	6,37E-02	7,80E-04	7,80E-04
46	ENTALPIA	Gcal/h	-9,89E-01	-2,51E+01	-2,60E+01
47	<b>MISCELÂNEOS</b>				
48					
49					
50					
51					
52					
53	NOTAS :				
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais				
55					
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 12. Balanço de calor e matéria (6/8)

PROJETO : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Balanços de calor e matéria				
UNIDADEEE : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Pág. 7 de 8				
R	<b>BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA</b>					
e	<b>DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES</b>					
v	<b>DADOS DE OPERAÇÃO/DESENHP</b>					
1	Nº DE CORRENTE		25	26	27	28
2	DESCRIZAÇÃO		hidrogenio clon saída etapa 1	m3 clon saída etapa 1 resfriado	hidrogenio saída etapa 2	h2 saída etapa 2 resfriado
3	PRESSÃO (1)	bar	2,46	2,46	6,052	6,052
4	TEMPERATURA	°C	151,1	30	98,25	30
5	VAZÃO TOTAL	kg/h	660,2	660,2	660,2	660,2
6	% VAPOR	%p	1	1	1	1
7	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	660,2	660,2	660,2	660,2
8	INCONDENSÁVEIS ( N2,...)	kg/h	660,2	660,2	660,2	660,2
9	VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0	0	0
10	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0	0
11	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	0	0	0	0
12	AGUA LIVRE	kg/h	0	0	0	0
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0	0
14	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	2,82E-01	1,11E+04	1,63E-01	1,11E+04
15	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0	0	0	0
16	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0	0	0	0
17	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-
18	<b>PROPRIEDADES FASE VAPOR</b>					
19	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	4695	3355	1671	1364
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm³/h	-	-	-	-
21	PESO MOLECULAR	kg/kmol	2,02	2,02	2,02	2,02
22	DENSIDADE @P,T	kg/m³	0,1406	0,1968	0,3951	0,484
23	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm³	-	-	-	-
24	VISCOSIDADE @T	cP	1,69E-02	8,87E-03	1,055-02	8,87E-03
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0	0	0	0
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0	0	0	0
27	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	1	1	1	1
28	Cp / Cv	~	1,413	1,413	1,41	1,413
29	ENTALPIA	Gcal/h	2,82E-01	1,11E+04	1,63E-01	1,11E+04
30	<b>PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)</b>					
31	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	0	0	0	0
32	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m³/h	-	-	-	-
33	DENSIDADE @T	kg/m³	-	-	-	-
34	DENSIDADE @15°C	kg/m³	-	-	-	-
35	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	-	-	-	-
36	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	-	-
37	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-	-
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-	-
39	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-	-
40	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	-
41	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	-	-
42	PRESSÃO DE VAPOR @T	bar	-	-	-	-
43	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-	-
44	<b>MISCELÂNEOS</b>					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53	NOTAS :					
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

Figura 13. Balanço de calor e matéria (7/8)



PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Balanços de calor e matéria			
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>8</b> de <b>8</b>			
R	<b>BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA</b>				
e	<b>DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES</b>				
v	<b>DADOS DE OPERAÇÃO/DESENHP</b>				
1	Nº DE CORRENTE		<b>29</b>	<b>30</b>	
2	DESCRIÇÃO		<b>hidrogenio saida etapa 3</b>	<b>hidrogenio quente</b>	
3	PRESSIONO (1)	bar	<b>15</b>	<b>15</b>	
4	TEMPERATURA	°C	<b>98,9</b>	<b>230</b>	
5	VAZÃO TOTAL	kg/h	<b>kg/h</b>	<b>660,2</b>	
6	% VAPOR	%p	<b>1</b>	<b>1</b>	
7	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	<b>kg/h</b>	<b>660,2</b>	
8	INCONDENSÁVEIS ( N2,...)	kg/h	<b>kg/h</b>	<b>660,2</b>	
9	VAPOR DE AGUA	kg/h	<b>0</b>	<b>0</b>	
10	HIDROCARBONETOS	kg/h	<b>0</b>	<b>0</b>	
11	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	<b>0</b>	<b>0</b>	
12	AGUA LIVRE	kg/h	<b>0</b>	<b>0</b>	
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	<b>0</b>	<b>0</b>	
14	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	<b>1,65E-01</b>	<b>4,60E-01</b>	
15	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	<b>0</b>	<b>0</b>	
16	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	<b>0</b>	<b>0</b>	
17	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	
18	<b>PROPRIEDADES FASE VAPOR</b>				
19	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	<b>675,3</b>	<b>913,3</b>	
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm³/h	-	-	
21	PESO MOLECULAR	kg/kmol	<b>2,02</b>	<b>2,02</b>	
22	DENSIDADE @P,T	kg/m³	<b>0,9776</b>	<b>0,7229</b>	
23	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm³	-	-	
24	VISCOSIDADE @T	cP	<b>1,06E-02</b>	<b>1,32E-02</b>	
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	<b>0</b>	<b>0</b>	
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	<b>0</b>	<b>0</b>	
27	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	<b>1</b>	<b>1</b>	
28	Cp / Cv	~	<b>1,41</b>	<b>1,403</b>	
29	ENTALPIA	Gcal/h	<b>1,65E-01</b>	<b>4,60E-01</b>	
30	<b>PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)</b>				
31	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m³/h	<b>0</b>	<b>0</b>	
32	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m³/h	-	-	
33	DENSIDADE @T	kg/m³	-	-	
34	DENSIDADE @15°C	kg/m³	-	-	
35	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	-	-	
36	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	
37	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	
39	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	
40	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	
41	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	
42	PRESSÃO DE VAPOR @T	bar	-	-	
43	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	
44	<b>MISCELÂNEOS</b>				
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53	NOTAS :				
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais				
55					
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 14. Balanço de calor e matéria (8/8)

PROJETO : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Balança de calor e massa							
UNIDADEE : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Pág. 1 de 8							
R e v	<b>BALANÇO DE CALOR E MASSA</b>								
	<b>COMPOSIÇÃO</b>								
1									
2	Nº CORRENTE	1		2		3		4	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Água	0	0	100	100	2,25	10,51	2,25	10,51
5	Glicerol	100	100	0	0	97,75	89,49	97,75	89,49
6	Hidrogênio	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Propilenoglicol	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Acetol	0	0	0	0	0	0	0	0
9									
10	Total	100	100	100	100	100	100	100	100
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43	Água								
44	Total								
45	Vazão total seca (kg/h)								
46	Vazão total seca (kmol/h)								
47	Vazão total úmida (kg/h)								
48	Vazão total úmida (kmol/h)								
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 15. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 1/8.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Balanço de calor e massa							
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>2</b> de <b>8</b>							
R e v	<b>BALANÇO DE CALOR E MASSA</b>								
	<b>COMPOSIÇÃO</b>								
1									
2	Nº CORRENTE	5		6		7		8	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Água	0	0	1,96	9,29	1,96	9,29	1,96	9,29
5	Glicerol	99,99	99,99	98,04	90,71	98,04	90,71	98,04	90,71
6	Hidrogênio	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Propilenoglicol	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0
8	Acetol	0	0	0	0	0	0	0	0
9									
10	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43	Água								
44	Total								
45	Vazão total seca (kg/h)								
46	Vazão total seca (kmol/h)								
47	Vazão total úmida (kg/h)								
48	Vazão total úmida (kmol/h)								
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 16. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 2/8.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Balanço de calor e massa							
UNIDADEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>3</b> de <b>8</b>							
R e v	<b>BALANÇO DE CALOR E MASSA</b>								
	<b>COMPOSIÇÃO</b>								
1									
2	Nº CORRENTE	9		10		11		12	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Água	18,18	41,85	18,18	41,85	8,48	1,03	18,26	49,05
5	Glicerol	12,37	5,57	12,37	5,57	0	0	12,47	6,55
6	Hidrogênio	0,74	15,14	0,74	15,14	91,2	98,96	0,01	0,35
7	Propilenoglicol	68,71	37,439	68,71	37,44	0,32	0,01	69,26	44,05
8	Acetol	0	0,0001	0	0	0	0	0	0
9									
10	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>99,9991</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43	Água								
44	Total								
45	Vazão total seca (kg/h)								
46	Vazão total seca (kmol/h)								
47	Vazão total úmida (kg/h)								
48	Vazão total úmida (kmol/h)								
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 17. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 3/8.

		PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>						Balanço de calor e massa	
		UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>						Pág. <b>4</b> de <b>8</b>	
R e v	<b>BALANÇO DE CALOR E MASSA</b>								
	<b>COMPOSIÇÃO</b>								
1									
2	Nº CORRENTE	13		14		15		16	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Água	0	0	18,26	49,22	18,26	49,22	100	100
5	Glicerol	0	0	12,47	6,58	12,47	6,58	0	0
6	Hidrogênio	100	100	0	0	0	0	0	0
7	Propilenoglicol	0	0	69,27	44,2	69,27	44,2	0	0
8	Acetol	0	0	0	0	0	0	0	0
9									
10	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43	Água								
44	Total								
45	Vazão total seca (kg/h)								
46	Vazão total seca (kmol/h)								
47	Vazão total úmida (kg/h)								
48	Vazão total úmida (kmol/h)								
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 18. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 4/8.

PROJETO : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Balanço de calor e massa							
UNIDADEEE : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Pág. 5 de 8							
R e v	<b>BALANÇO DE CALOR E MASSA</b>								
	<b>COMPOSIÇÃO</b>								
1									
2	Nº CORRENTE	17		18		19		20	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Água	1,2	5	1,41	5,7	0	0	1,41	5,7
5	Glicerol	15,09	12,31	0	0	99,99	99,99	0	0
6	Hidrogênio	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Propilenoglicol	83,71	82,69	98,58	94,3	0,01	0,01	98,58	94,3
8	Acetol	0	0	0	0	0	0	0	0
9									
10	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>99,99</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>99,99</b>	<b>100</b>
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43	Água								
44	Total								
45	Vazão total seca (kg/h)								
46	Vazão total seca (kmol/h)								
47	Vazão total úmida (kg/h)								
48	Vazão total úmida (kmol/h)								
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 19. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 5/8.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Balanço de calor e massa							
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>6</b> de <b>8</b>							
R e v	<b>BALANÇO DE CALOR E MASSA</b>								
	<b>COMPOSIÇÃO</b>								
1									
2	Nº CORRENTE	21		22		23		24	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Água	88,45	97	99,99	99,99	99,99	99,99	0	0
5	Glicerol	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Hidrogênio	0	0	0	0,01	0	0,01	100	100
7	Propilenoglicol	11,55	3	0	0	0	0	0	0
8	Acetol	0	0	0	0	0	0	0	0
9									
10	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43	Água								
44	Total								
45	Vazão total seca (kg/h)								
46	Vazão total seca (kmol/h)								
47	Vazão total úmida (kg/h)								
48	Vazão total úmida (kmol/h)								
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 20. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 6/8.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Balanço de calor e massa							
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. 7 de 8							
R e v	<b>BALANÇO DE CALOR E MASSA</b>								
	<b>COMPOSIÇÃO</b>								
1									
2	Nº CORRENTE	25		26		27		28	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Água	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Glicerol	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Hidrogênio	100	100	100	100	100	100	100	100
7	Propilenoglicol	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Acetol	0	0	0	0	0	0	0	0
9									
10	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43	Água								
44	Total								
45	Vazão total seca (kg/h)								
46	Vazão total seca (kmol/h)								
47	Vazão total úmida (kg/h)								
48	Vazão total úmida (kmol/h)								
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 21. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 7/8.

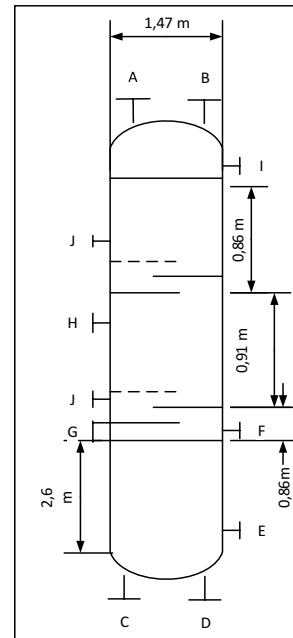


		PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>				Balanço de calor e massa			
		UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>				Pág. <b>8</b> de <b>8</b>			
R e v	<b>BALANÇO DE CALOR E MASSA</b>								
	<b>COMPOSIÇÃO</b>								
1									
2	Nº CORRENTE	29		30					
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Água	0	0	0	0				
5	Glicerol	0	0	0	0				
6	Hidrogênio	100	100	100	100				
7	Propilenoglicol	0	0	0	0				
8	Acetol	0	0	0	0				
9									
10	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>				
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43	Água								
44	Total								
45	Vazão total seca (kg/h)								
46	Vazão total seca (kmol/h)								
47	Vazão total úmida (kg/h)								
48	Vazão total úmida (kmol/h)								
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 22. Folha de Especificação Balanço de Calor e Massa 8/8.

## 2.2. Folhas de especificações recipientes, torres e reatores

PROJETO		Conversão de Glicerol em Propilenoglicol			EQUIPAMENTO n°	
UNIDADE DE :		COLUNA DE DESTILAÇÃO			Pág. 1 de 3	
R e v	<b>RECIPIENTES VERTICAIS</b>					
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>					
	1	EQUIPAMENTO Nº	C-3			
	2	SERVIÇO	DESIDRATAÇÃO			
	3	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm <sup>2</sup> g)		TEMPERATURA (°C)	
	4	POSIÇÃO (1)	Topo	Fundo	Topo	Fundo
	5	DE OPERAÇÃO NORMAL	1,39	1,96	109,1	168,1
	6	DE DESENHO MECÂNICO	3,5	3,71	139,1	198,1
	7	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)				
	8	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO				
	9	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)				
	10	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO				
11	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO</b>			<b>ESQUEMA</b>		
12	FLUÍDO	Compostos orgânicos				
13	COMPOSTOS. CORROSIVOS	não				
14	TEOR (% / ppm.p)					
15	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m <sup>3</sup> )	947,3				
16	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m <sup>3</sup> )	791,6				
17	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	5760				
18	<b>MATERIAL</b>					
19		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico		
20	Envolvente	AC	3mm			
21	Fundo	AC	3mm			
22	Internos	AC	3mm			
23	Pratos	AC	3mm			
24	Isolamento	<b>SIM</b>				
25	<b>CONEXÕES</b>					
26	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço	
27	A				SAIDA PARA CONDENSADOR	
28	B				PURGA DE VAPOR	
29	C				SAIDA PARA REFERVEDOR	
30	D				PURGA DE LÍQUIDO	
31	E				INDICADOR DE NÍVEL INFERIOR	
32	F				INDICADOR DE NÍVEL SUPERIOR	
33	G				BOCAL DE INSPEÇÃO	
34	H				ALIMENTAÇÃO	
35	I				ENTRADA DE REFLUXO	
36	J				INDICADOR DE TEMPERATURA	
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51	NOTAS :					
52	(1) Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho.					
53						
54						
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				



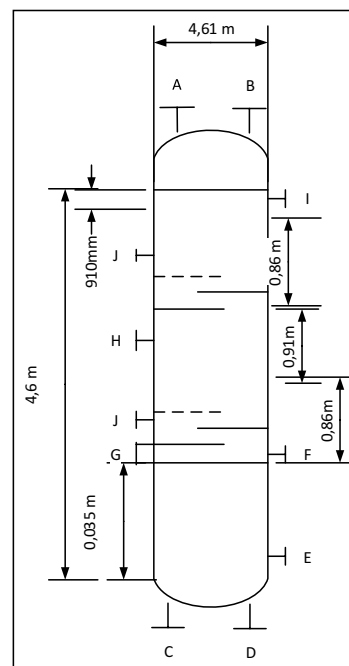
Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

Figura 23. Folha de Especificação - Recipientes Verticais (Coluna 1- Folha2).

PROJETO : Conversão de glicerol em Propilenoglicol		EQUIPAMENTO n°			
UNIDADEEE : Coluna de Destilação		Pág. 1 de 3			
R	<b>PRATOS / RECHEIOS</b>				
e	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>				
v	EQUIPAMENTO N°	C-3			
1	SERVIÇO / CASO DE DESENHO :	Desidratação			
2	<b>SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1)</b>				
3	SEÇÃO	Enriquecimento		Esgototamento	
4	DE PRATO REAL / A PRATO REAL	DE 1	A 2	DE 3	A 4
5	PRESSÃO, P	Kg/cm <sup>2</sup> g	1,39	1,58	1,77
6	PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL	kg/cm <sup>2</sup>			
7	NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS	-	4		
8	CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2)	Gcal/h	0		0
9	<b>VAPOR AO PRATO</b>				
10	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	11516,037	11943,633	11926,486
11	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m <sup>3</sup> /h	14860,000	13420,000	16800,000
12	DENSIDADE @ P,T	Kg/m <sup>3</sup>	0,775	0,888	1,016
13	VISCOSIDADE @ T	cP	0,012	0,009	0,010
14	TEMPERATURA, T	°C	109,100	123,700	134,500
15	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MIN.	%	-		-
16	<b>LÍQUIDO DO PRATO</b>				
17	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	8548,111	32921,796	37374,437
18	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m <sup>3</sup> /h	9,209	39,310	45,400
19	DENSIDADE @ T	Kg/m <sup>3</sup>	928,000	837,000	823,000
20	VISCOSIDADE @ T	cSt	0,314	1,039	1,125
21	TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T	Dinas/cm	56,200	45,700	40,400
22	TEMPERATURA, T	°C	109,100	123,700	134,500
23	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MIN.	%	-		-
24	<b>CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA</b>				
25	SYSTEM ( FOAMING) FACTOR	-	-		-
26	TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto)	-	-		-
27	COMP. CORROSIVOS / TEOR	% p / ppm p	-		-
28	<b>LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (3)</b>				
29	JET FLOODING, MÁX.	%	-		-
30	DOWNCOMER BACKUP, MÁX.	%	-		-
31	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4)</b>				
32	DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA	mm	1470		-
33	NÚMERO DE PRATOS	-	4		-
34	DISTÂNCIA ENTRE PRATOS	mm	460		-
35	NÚMERO DE PASSES POR PRATO	-	1		-
36	TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...)	-	<b>VÁLVULAS</b>		-
37	ALTURA DE RECHEIO	mm	-		-
38	TIPO DE RECHEIO	-	-		-
39	NOTAS :				
40	(1) Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial.				
41	(3) Valor positivo é calor agregado, negativo calor retirado.				
42	(3) Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor.				
43	(4) A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor				
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.				
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 24. Folha de Especificação - Pratos e Recheios (Coluna1- Folha1).

PROJETO		Conversão de glicerol em Propilenoglicol			EQUIPAMENTO nº		C-4	
UNIDADE:		COLUNA DE DESTILAÇÃO			Pág.		2 de 3	
R e v	<b>RECIPIENTES VERTICAIS</b>							
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>							
1								
2	EQUIPAMENTO Nº	C-4						
3	SERVIÇO	DESIDRATAÇÃO						
4	CONDIÇÕES				PRESSÃO (kg/cm <sup>2</sup> g)		TEMPERATURA (°C)	
5	POSIÇÃO (1)			Topo	Fundo	Topo	Fundo	
6	DE OPERAÇÃO NORMAL			0,152957	0,305915	133,4	245,9	
7	DE DESENHO MECÂNICO					163,4	275,9	
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)							
9	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
10	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)							
11	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO							
12	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO</b>				<b>ESQUEMA</b>			
13	FLUÍDO	Compostos orgânicos						
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS	não						
15	TEOR (% / ppm p)							
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m <sup>3</sup> )	791,6						
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m <sup>3</sup> )	896,8						
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)							
19	<b>MATERIAL</b>							
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico				
21	Envolvente	AC	3mm					
22	Fundo	AC	3mm					
23	Internos	AC	3mm					
24	Pratos	AC	3mm					
25	Isolamento	SIM						
26	<b>CONEXÕES</b>							
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço			
28	A				SAIDA PARA CONDENSADOR			
29	B				PURGA DE VAPOR			
30	C				SAIDA PARA REFERVEDOR			
31	D				PURGA DE LÍQUIDO			
32	E				INDICADOR DE NÍVEL INFERIOR			
33	F				INDICADOR DE NÍVEL SUPERIOR			
34	G				BOCAL DE INSPEÇÃO			
35	H				ALIMENTAÇÃO			
36	I				ENTRADA DE REFLUXO			
37	J				INDICADOR DE TEMPERATURA			
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51	NOTAS :							
52	(1) Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal e em desenho.							
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						



Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

Figura 25. Folha de Especificação - Recipientes Verticais (Coluna 2 - Folha1).

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propilenoglicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>C-4</b>				
UNIDADEEE : <b>Coluna de destilação</b>		Pág. <b>2</b> de <b>3</b>				
R	<b>PRATOS / RECHEIOS</b>					
e						
v						
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>					
2	EQUIPAMENTO Nº	C-4				
3	SERVIÇO / CASO DE DESENHO :	Eliminação do glicerol				
4	<b>SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1)</b>					
5	SEÇÃO	<b>Enriquecimento</b>		<b>Esgotamento</b>		
6	DE PRATO REAL / A PRATO REAL	DE 1	A 2	DE 3	A 5	
7	PRESSÃO, P	Kg/cm <sup>2</sup> g	0,15	0,19	0,23	0,31
8	PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL	kg/cm <sup>2</sup>				
9	NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS	-	4			
10	CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2)	Gcal/h	0		0	
11	<b>VAPOR AO PRATO</b>					
12	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	71913,05	75145,64	68264,84	73275,58
13	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m <sup>3</sup> /h	222625,81	183868,63	144417,13	115200,50
14	DENSIDADE @ P,T	Kg/m <sup>3</sup>	0,32	0,41	0,47	0,64
15	VISCOSIDADE @ T	cP	0,01	0,01	0,01	0,01
16	TEMPERATURA, T	°C	133,40	141,40	225,80	245,90
17	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MIN.	%	-		-	
18	<b>LÍQUIDO DO PRATO</b>					
19	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	57167,38	71458,98	66100,26	82596,33
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m <sup>3</sup> /h	64,63	81,01	71,05	91,96
21	DENSIDADE @ T	Kg/m <sup>3</sup>	884,49	882,15	930,28	898,19
22	VISCOSIDADE @ T	cSt	1,62	1,59	2,69	1,70
23	TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T	Dinas/cm	24,23	24,94	34,46	32,76
24	TEMPERATURA, T	°C	133,40	141,40	225,80	245,90
25	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MIN.	%	-		-	
26	<b>CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA</b>					
27	SYSTEM ( FOAMING) FACTOR	-	-		-	
28	TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto)	-	-		-	
29	COMP. CORROSIVOS / TEOR	% p / ppm p	-		-	
30	<b>LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (3)</b>					
31	JET FLOODING, MÁX.	%	-		-	
32	DOWNCOMER BACKUP, MÁX.	%	-		-	
33	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4)</b>					
34	DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA	mm	4610		-	
35	NÚMERO DE PRATOS	-	5		-	
36	DISTÂNCIA ENTRE PRATOS	mm	-		-	
37	NÚMERO DE PASSES POR PRATO	-	1		-	
38	TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...)	-	-		-	
39	ALTURA DE RECHEIO	mm	460		-	
40	TIPO DE RECHEIO	-	estruturado		-	
41	NOTAS :					
42	(1) Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial.					
43	(3) Valor positivo é calor agregado, negativo calor retirado.					
44	(3) Para revamps, flooding e down comer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor.					
45	(4) A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor					
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

Figura 26. Folha de Especificação - Pratos e Recheios (Coluna 2 - Folha2).

PROJETO		Conversão de glicerol em Propilenoglicol			EQUIPAMENTO n		C-5	
UNIDADE DE :		COLUNA DE DESTILAÇÃO			Pág.		3 de 3	
R	<b>RECIPIENTES VERTICAIS</b>							
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>							
2	EQUIPAMENTO Nº	C-5						
3	SERVIÇO	Produto final						
4	CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm <sup>2</sup> g)		TEMPERATURA (°C)			
5	POSIÇÃO (1)		Topo	Fundo	Topo	Fundo		
6	DE OPERAÇÃO NORMAL		1,39	1,95	125,6	208,6		
7	DE DESENHO MECÂNICO		3,5	3,74	155,6	238,6		
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)							
9	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
10	À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)							
11	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO							
12	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO</b>				<b>ESQUEMA</b>			
13	FLUÍDO		Compostos orgânicos					
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS		não					
15	TEOR (% / ppm p)							
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m <sup>3</sup> )		931,7					
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m <sup>3</sup> )		772,9					
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)		9040					
19	<b>MATERIAL</b>							
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico				
21	Envolvente	AC	3mm					
22	Fundo	AC	3mm					
23	Internos	AC	3mm					
24	Pratos	AC	3mm					
25	Isolamento	SIM						
26	<b>CONEXÕES</b>							
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço			
28	A				SAIDA PARA CONDENSADOR			
29	B				PURGA DE VAPOR			
30	C				SAIDA PARA REFREREDOR			
31	D				PURGA DE LÍQUIDO			
32	E				INDICADOR DE NÍVEL INFERIOR			
33	F				INDICADOR DE NÍVEL SUPERIOR			
34	G				BOCAL DE INSPEÇÃO			
35	H				ALIMENTAÇÃO			
36	I				ENTRADA DE REFLUXO			
37	J				INDICADOR DE TEMPERATURA			
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50					Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...			
51	NOTAS :							
52	(1) Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho.							
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

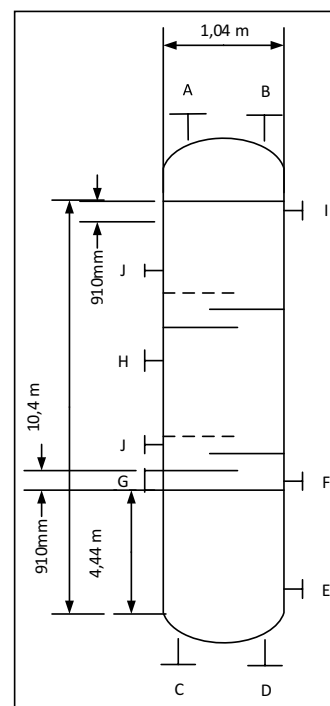


Figura 27. Folha de Especificação - Recipientes Verticais (Coluna 3 - Folha1).

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propilenoglicol</b>		EQUIPAMENTO n° <b>C-5</b>			
UNIDADEEE : <b>Coluna de Destilação</b>		Pág. <b>3</b> de <b>3</b>			
R e v	<b>PRATOS / RECHEIOS</b>				
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>				
EQUIPAMENTO N°		C-5			
SERVIÇO / CASO DE DESENHO :		Produto Final			
<b>SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1)</b>					
SEÇÃO		Enriquecimento		Esgotamento	
DE PRATO REAL / A PRATO REAL		DE 1	A 4	DE 5	A 8
PRESSÃO, P	Kg/cm <sup>2</sup> g	1,39	1,73	1,76	1,95
PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL	kg/cm <sup>2</sup>				
NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS	-	8			
GALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2)	Gcal/h	0		0	
<b>VAPOR AO PRATO</b>					
VAZÃO MÁSSICA	kg/h	1079,28	7800,40	9607,02	10930,76
VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m <sup>3</sup> /h	1,33	2776,00	3063,00	3008,00
DENSIDADE @ P,T	Kg/m <sup>3</sup>	0,81	2,81	3,14	3,63
VISCOSIDADE @ T	cP	12,58	3,47	2,98	2,55
TEMPERATURA, T	°C	125,60	198,20	202,90	208,60
VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MIN.	%	-		-	
<b>LÍQUIDO DO PRATO</b>					
VAZÃO MÁSSICA	kg/h	1394,53	27298,83	28112,03	9607,02
VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m <sup>3</sup> /h	1,67	34,67	35,90	37,27
DENSIDADE @ T	Kg/m <sup>3</sup>	835,00	787,00	783,00	776,00
VISCOSIDADE @ T	cSt	1,11	0,64	0,61	0,57
TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T	Dinas/cm	40,70	17,60	16,70	15,90
TEMPERATURA, T	°C	125,60	198,20	202,90	208,60
VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MIN.	%	-		-	
<b>CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA</b>					
SYSTEM ( FOAMING) FACTOR	-	-		-	
TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto)	-	-		-	
COMP. CORROSIVOS / TEOR	% p / ppm p	-		-	
<b>LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (3)</b>					
JET FLOODING, MÁX.	%	-		-	
DOWNCOMER BACKUP, MÁX.	%	-		-	
<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4)</b>					
DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA	mm	1040		-	
NÚMERO DE PRATOS	-	8		-	
DISTÂNCIA ENTRE PRATOS	mm	460		-	
NÚMERO DE PASSES POR PRATO	-	1		-	
TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...)	-	VÁLVULAS		-	
ALTURA DE RECHEIO	mm	-		-	
TIPO DE RECHEIO	-	-		-	
NOTAS :					
(1) Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial.					
(3) Valor positivo é calor agregado, negativo calor retirado.					
(3) Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor.					
(4) A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor					
Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
Rev.	Por				
Data	Aprovado				

Figura 28. Folha de Especificação - Pratos e Recheios (Coluna 3 - Folha2).

PROJETO		Conversão de Glicerol em Propilenoglicol		EQUIPAMENTO nº		C-1	
UNIDADE:		Flash		Pág.		1 de 1	
R e v	<b>RECIPIENTES VERTICAIS</b>						
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>						
1							
2	EQUIPAMENTO Nº	C-1					
3	SERVIÇO	Separação					
4	CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm <sup>2</sup> g)		TEMPERATURA (°C)		
5	POSIÇÃO (t)		Topo	Fundo	Topo	Fundo	
6	DE OPERAÇÃO NORMAL		1,55	1,55	27,29	27	
7	DE DESENHO MECÂNICO		1,86	1,86	27,29	27	
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)						
9	DE DESENHO MECÂNICO A VACUO						
10	A MINIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)						
11	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO						
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO			ESQUEMA			
13	FLUIDO		Compostos Orgânicos				
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS		não				
15	TEOR (% / ppm p)						
16	DENSIDADE LIQ. LEVE @T (kg/m <sup>3</sup> )		0,19				
17	DENSIDADE LIQ. PESADO @T (kg/m <sup>3</sup> )		938,6				
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)		5280				
19	<b>MATERIAL</b>						
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico			
21	Envolvente						
22	Fundo						
23	Internos						
24	Pratos						
25	Isolamento						
26	<b>CONEXÕES</b>						
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço		
28	A				ALIMENTAÇÃO		
29	B				VENTEIO		
30	C				SAIDA DE COMPOSTOS ORGÂNICOS		
31	D				PURGA		
32	E				BOCAL DE INSPEÇÃO		
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50					Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...		
51	NOTAS :						
52	(1) Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho.						
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

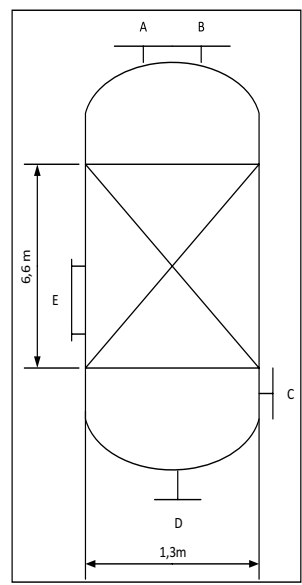


Figura 29. Folha de Especificação - Pratos e Recheios (Coluna Flash - Folha1).



PROJETO		CONVERSAO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL				EQUIPAMENTO nº		C-10	
UNIDADE:		C-10				Pág.		1 de 1	
R	<b>RECIPIENTES HORIZONTAIS</b>								
e	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>								
v	EQUIPAMENTO Nº		C-10						
1	SERVIÇO		ACUMULADOR DE PRODUTO DE TOPO DA COLUNA 3						
2	CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm <sup>2</sup> g)			TEMPERATURA (°C)			
3	DE OPERAÇÃO NORMAL		1,75						
4	DE PROJETO MECÂNICO		3,5			30			
5	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)		-			-			
6	DE DESENHO MECÂNICO A VACUO		-			-			
7	A MINIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)		-			-			
8	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO		-			-			
9	<b>ESQUEMA</b>								
10									
11	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material. CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...								
12	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO</b>				<b>CONEXÕES</b>				
13	FLUÍDO	Mistura Orgânica			SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO
14	COMP. CORROSIVOS	Não			A	1			ALIMENTAÇÃO GLICEROL E AGUA
15	TEOR (% / ppm p)	-			B	1			CONTROLE DE PRESSAO
16	DENS. LIQ. LEVE @T (kg/m <sup>3</sup> )	0,772			C	1			CONTROLE DE TEMPERATURA
17	DENS. LIQ. PES. @T (kg/m <sup>3</sup> )	870,2			D	1			CONTROLE DE NIVEL
18	NIVEL MAXIMO LIQ. (mm)	2720			E	1			ALIMENTAÇÃO DE HIDROGENIO
19	<b>MATERIAL</b>				F	1			ENTRADA DE CATALISADOR
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	G	1			SAIDA DE CATALISADOR
21	Envolvente	AC	-	-	H	1			BOCA DE INSPEÇÃO
22	Fundos	AC	-	-					
23	Internos	AC	0	-					
24	Isolamento	SIM							
25	NOTAS :								
26	(1) Vide engenharia de detalhe								
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 30. Folha de Especificação - Pratos e Recheios (Reatores - Folha1).

PROJETO		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL				EQUIPAMENTO		C-6		
UNIDADE:		C-6				Pág.		1 de 1		
R e v	<b>RECIPIENTES HORIZONTAIS</b>									
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>									
	1	EQUIPAMENTO Nº								P-1
	2	SERVIÇO								ACUMULADOR DE PRODUTO DE TOPO DA COLUNA 1
	3	CONDIÇÕES				PRESSÃO (kg/cm <sup>2</sup> g)		TEMPERATURA (°C)		
	4	DE OPERAÇÃO NORMAL				1,033		100		
	5	DE PROJETO MECÂNICO				1,2396		130		
	6	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)				-		-		
	7	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO				-		-		
	8	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)				-		-		
	9	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO				-		-		
10	<b>ESQUEMA</b>									
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...									
22	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO</b>				<b>CONEXÕES</b>					
23	FLUÍDO		Água		SIGLA	Nº	DIA. (")	BRIDA	SERVIÇO	
24	COMP. CORROSIVOS		-		A	1			ALIMENTAÇÃO	
25	TEOR (% / ppm p)		-		B	1			VENTO	
26	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m <sup>3</sup> )		943,3		C	1			PURGA	
27	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m <sup>3</sup> )		-		D	1			CONTROLE DE NÍVEL	
28	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)		1120		E	1			VÁLVULA DE ÁGUA	
29	<b>MATERIAL</b>				F	1			BOCAL DE INSPEÇÃO	
30		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico						
31	Envolvente	AC	-	-						
32	Fundos	AC	-	-						
33	Internos	AC	-	-						
34	Isolamento	SIM								
35	NOTAS :									
36	(1) Vide engenharia de detalhe									
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
	Rev.	Por								
	Data	Aprovado								

**Figura 31.** Folha de Especificação –Recipientes Horizontais (Recipiente Pulmão1).

PROJETO		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL				EQUIPAMENTO n		C-7																																																																																																																																																																																																																																																																																																
UNIDADE:		C-7				Pág.		1 de 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																
R e v	<b>RECIPIENTES HORIZONTAIS</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	1	EQUIPAMENTO Nº								P-2																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	2	SERVIÇO								ACUMULADOR DE PRODUTO DE TOPO DA COLUNA 2																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	3	CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm <sup>2</sup> g)			TEMPERATURA (°C)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	4	DE OPERAÇÃO NORMAL		0,1529			118																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	5	DE PROJETO MECÂNICO		0,18348			148																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	6	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)		-			-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	7	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO		-			-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	8	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)		-			-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	9	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO		-			-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
10	<b>ESQUEMA</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
12										Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...																																																																																																																																																																																																																																																																																														
13																			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO</th> <th colspan="4">CONEXÕES</th> </tr> <tr> <th>FLUÍDO</th> <th colspan="3">Líquidos</th> <th>SIGLA</th> <th>Nº</th> <th>DIA (")</th> <th>BRIDA</th> <th>SERVIÇO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>COMP. CORROSIVOS</td> <td colspan="3">-</td> <td>A</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>ALIMENTAÇÃO</td> </tr> <tr> <td>TEOR (% / ppm p)</td> <td colspan="3">-</td> <td>B</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>VENTEO</td> </tr> <tr> <td>DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m<sup>3</sup>)</td> <td colspan="3">894</td> <td>C</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>PURGA</td> </tr> <tr> <td>DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m<sup>3</sup>)</td> <td colspan="3">-</td> <td>D</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>CONTROLE DE NÍVEL</td> </tr> <tr> <td>NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)</td> <td colspan="3">1040</td> <td>E</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>VÁLVULA DE GLICEROL</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>MATERIAL</b></td> <td>F</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>BOCAL DE INSPEÇÃO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Material</td> <td>Sob. Corrosão</td> <td>Trat. Térmico</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>Envolvente</td> <td>AC</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>Fundos</td> <td>AC</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>Internos</td> <td>AC</td> <td>0</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>Isolamento</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">SIM</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>44</td> <td colspan="8">NOTAS :</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td colspan="8">(1) Vide engenharia de detalhe</td> </tr> <tr> <td>46</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>47</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>48</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>49</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>51</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>52</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>53</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>54</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>55</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>56</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>57</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>58</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Rev.</td> <td>Por</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Data</td> <td>Aprovado</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>									CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				CONEXÕES				FLUÍDO	Líquidos			SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO	COMP. CORROSIVOS	-			A	1			ALIMENTAÇÃO	TEOR (% / ppm p)	-			B	1			VENTEO	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m <sup>3</sup> )	894			C	1			PURGA	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m <sup>3</sup> )	-			D	1			CONTROLE DE NÍVEL	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)	1040			E	1			VÁLVULA DE GLICEROL	<b>MATERIAL</b>				F	1			BOCAL DE INSPEÇÃO		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico						40	Envolvente	AC	-	-					41	Fundos	AC	-	-					42	Internos	AC	0	-					43	Isolamento	SIM							44	NOTAS :								45	(1) Vide engenharia de detalhe								46									47									48									49									50									51									52									53									54									55									56									57									58										Rev.	Por								Data	Aprovado						
CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO																												CONEXÕES																																																																																																																																																																																																																																																																												
FLUÍDO																												Líquidos			SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO																																																																																																																																																																																																																																																																					
COMP. CORROSIVOS																												-			A	1			ALIMENTAÇÃO																																																																																																																																																																																																																																																																					
TEOR (% / ppm p)																												-			B	1			VENTEO																																																																																																																																																																																																																																																																					
DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m <sup>3</sup> )																												894			C	1			PURGA																																																																																																																																																																																																																																																																					
DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m <sup>3</sup> )																												-			D	1			CONTROLE DE NÍVEL																																																																																																																																																																																																																																																																					
NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)																												1040			E	1			VÁLVULA DE GLICEROL																																																																																																																																																																																																																																																																					
<b>MATERIAL</b>				F	1			BOCAL DE INSPEÇÃO																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
40	Envolvente	AC	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
41	Fundos	AC	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
42	Internos	AC	0	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
43	Isolamento	SIM																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
44	NOTAS :																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
45	(1) Vide engenharia de detalhe																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
46																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
47																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
48																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
49																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
50																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
51																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
52																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
53																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
54																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
55																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
56																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
57																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
58																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Rev.	Por																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	Data	Aprovado																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

Figura 32. Folha de Especificação - Recipientes Horizontais (Recipiente Pulmão 2).

PROJETO		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL			EQUIPAMENTO		C-10		
UNIDADE:		C-10			Pág.		1 de 1		
R e v	<b>RECIPIENTES HORIZONTAIS</b>								
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>								
	2	EQUIPAMENTO Nº	C-10						
	3	SERVIÇO	ACUMULADOR DE PRODUTO DE TOPO DA COLUNA 3						
	4	CONDIÇÕES			PRESSÃO (kg/cm <sup>2</sup> g)		TEMPERATURA (°C)		
	5	DE OPERAÇÃO NORMAL			1,033		100,7		
	6	DE PROJETO MECÂNICO			1,2396		130,7		
	7	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)			-		-		
	8	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO			-		-		
	9	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)			-		-		
	10	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO			-		-		
11	<b>ESQUEMA</b>								
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
31	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...								
32	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO</b>				<b>CONEXÕES</b>				
33	FLUÍDO	Água		SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO	
34	COMP. CORROSIVOS	-		A	1			ALIMENTAÇÃO	
35	TEOR (% / ppm p)	-		B	1			VENTEIO	
36	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m <sup>3</sup> )	931,7		C	1			PURGA	
37	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m <sup>3</sup> )	-		D	1			CONTROLE DE NÍVEL	
38	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)	320		E	1			VÁLVULA DE ÁGUA	
39	<b>MATERIAL</b>			F	1			BOCAL DE INSPEÇÃO	
40		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico					
41	Envolvente	AC	-	-					
42	Fundos	AC	-	-					
43	Internos	AC	0	-					
44	Isolamento	SIM							
45	NOTAS :								
46	(1) Vide engenharia de detalhe								
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 33. Folha de Especificação - Recipientes Horizontais (Recipiente Pulmão 3).

PROJETO		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL				EQUIPAMENTO		C-9	
UNIDADE:		C-9				Pág.		1 de 1	
R	<b>RECIPIENTES HORIZONTAIS</b>								
e									
v									
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>								
2	EQUIPAMENTO Nº	C-9							
3	SERVIÇO	ACUMULADOR DE PRODUTO DE FUNDO DA COLUNA 3							
4	CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm <sup>2</sup> g)			TEMPERATURA (°C)			
5	DE OPERAÇÃO NORMAL		2,055			210,4			
6	DE PROJETO MECÂNICO		2,466			240,4			
7	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)		-			-			
8	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO		-			-			
9	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)		-			-			
10	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO		-			-			
11	<b>ESQUEMA</b>								
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...								
32	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO</b>				<b>CONEXÕES</b>				
33	FLUÍDO	Propileno Glicol			SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO
34	COMP. CORROSIVOS	-			A	1			ALIMENTAÇÃO
35	TEOR (% / ppm p)	-			B	1			VENTO
36	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m <sup>3</sup> )	772,9			C	2			PURGA
37	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m <sup>3</sup> )	-			D	1			CONTROLE DE NÍVEL
38	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)	1040			E	1			VÁLVULA DE PROPILENO GLICOL
39	<b>MATERIAL</b>				F	1			BOCAL DE INSPEÇÃO
40		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico					
41	Envolvente	AC	-	-					
42	Fundos	AC	-	-					
43	Internos	AC	-	-					
44	Isolamento	SIM							
45	NOTAS :								
46	(1) Vide engenharia de detalhe								
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

**Figura 34.** Folha de Especificação - Recipientes Horizontais (recipiente Pulmão 4).

## 2.3. Folhas de especificações – trocadores de calor

PROJETO : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		EQUIPAMENTO n° E-1					
UNIDADEEE : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Pág. 1 de 13					
R e v	<b>TROCADORES DE CALOR</b>						
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>						
	1	EQUIPAMENTO N° E-1					
	2	CASO DE DESENHO Cooler					
	3	SERVIÇO Resfriamento da corrente de hidrogênio					
	4	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	Casco-tubos	TIPO TEMA		AEL	
	5	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	Horizontal	Circulação (Termosif., forçada)		Forçada	
	6	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	3	Em série / paralelo		2	1
<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>							
7	LADO	TUBOS		CASCO			
8	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	0	0	0	0		
9	NATUREZA	água		Hidrogênio			
10		Entrada	Saída	Entrada	Saída		
11	VAZÃO TOTAL	kg/h	15766,0423	15766,0423	660	660	
12	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	0	0	660	660	
13	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	0	0	660	660	
14	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	0	0	0	0	
15	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0	0	
16	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	15766,0423	15766,0423	0	0	
17	ÁGUA LIVRE	kg/h	15766,0423	15766,0423	0	0	
18	HIDROCARBONETOS	kg/h	0	0	0	0	
19	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)						
20	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	2,016	2,016	
21	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-	-	0,1406	0,1968	
22	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	1,17E-02	8,87E-03	
23	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0,19698018	0,15235656	
24	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	3,4029	3,36708	
25	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)						
26	DENSIDADE @P,T	kg/m³	1005	992,1	-	-	
27	VISCOSIDADE @T	cSt	0,8284	0,5986	-	-	
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,52912092	0,54820848	-	-	
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	1,0082136	1,00893	-	-	
30	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	71,58	68,62	-	-	
31	TEMPERATURA	°C	28	45	151	30	
32	PRESSÃO DE ENTRADA	bar	0,038		2,46		
33	PERDA DE CARGA PERMITIDA	bar	-5,81E-02		0,00E+00		
34	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	1,50E-04		1,50E-04		
35	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,0002708		0,0002708		
36	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%					
37	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²					
38	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>						
39	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura	
40	PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g ; °C					
41	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm² g ; °C					
42	A MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm² g ; °C					
43		kg/cm² g ; °C					
44	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm² g ; °C					
45	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>						
46	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	739	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)				
47	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	2mm	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)				
48	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	6m	PITCH (1 pulgada) / TIPO		△ △ □ ◇		
49	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)				
50	NOTAS :						
51	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.						
52							
53							
54							
55							
56							
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.						
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.						
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

Figura 35. Folha de Especificação 1/13.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-2</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>2</b> de <b>13</b>	
R	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
e	<b>1</b>		
v	<b>1</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>E-2</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Cooler</b>	
4	SERVIÇO	Resfriamento da corrente de hidrogênio	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	TIPO TEMA
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	Circulação (Termosif., forçada)
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>4</b>	Em série / paralelo
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>água</b>	
12		entrada	saída
13	VAZÃO TOTAL	<b>8868,3968</b>	<b>8868,3968</b>
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	<b>0</b>	<b>0</b>
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	<b>0</b>	<b>0</b>
16	VAPOR DE ÁGUA	<b>0</b>	<b>0</b>
17	HIDROCARBONETOS	<b>0</b>	<b>0</b>
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	<b>8868,3968</b>	<b>8868,3968</b>
19	ÁGUA LIVRE	<b>8868,3968</b>	<b>8868,3968</b>
20	HIDROCARBONETOS	<b>0</b>	<b>0</b>
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-
24	VISCOSIDADE @T	cP	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	<b>1005</b>
29	VISCOSIDADE @T	cSt	<b>0,8284</b>
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	<b>0,52912092</b>
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	<b>1,0082136</b>
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	<b>71,58</b>
33	TEMPERATURA	°C	<b>28</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	bar	<b>45</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	bar	<b>98</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	<b>30</b>
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	<b>6,0516</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	<b>0,00E+00</b>
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	<b>1,50E-04</b>
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	
45		kg/cm2 g ; °C	
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>702</b>	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 36. Folha de Especificação 2/13.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-3</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>3</b>	de <b>13</b>
R	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
e	<b>1</b>		
v	<b>1</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>TEntradaH2Reator-106</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Heater</b>	
4	SERVIÇO	Resfriamento da corrente de saída de reator	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	TIPO TEMA
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	Circulação (Termosif., forçada)
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>2</b>	Em série / paralelo
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>Água</b>	<b>Hidrogênio</b>
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	<b>761,6722</b>	<b>761,6722</b>
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	<b>761,6722</b>	<b>0</b>
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	<b>0</b>	<b>660</b>
16	VAPOR DE ÁGUA	<b>761,6722</b>	<b>0</b>
17	HIDROCARBONETOS	<b>0</b>	<b>0</b>
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	<b>0</b>	<b>761,6722</b>
19	ÁGUA LIVRE	<b>0</b>	<b>0</b>
20	HIDROCARBONETOS	<b>0</b>	<b>0</b>
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	<b>18,02</b>
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	<b>21,98</b>
24	VISCOSIDADE @T	cP	<b>1,83E-02</b>
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	<b>0,034512372</b>
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	<b>1,1954328</b>
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	<b>767,6</b>
29	VISCOSIDADE @T	cSt	<b>0,1295</b>
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	<b>0,5068521</b>
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	<b>1,2171636</b>
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	<b>21,36</b>
33	TEMPERATURA	°C	<b>270</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	bar	<b>55,1027</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	bar	<b>-4,19E-08</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	<b>1,50E-04</b>
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	<b>0,0002952</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	<b>0,0002952</b>
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	
45		kg/cm2 g ; °C	
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>730</b>	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 37. Folha de Especificação 3/13.



PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-4</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>4</b> de <b>13</b>	
R	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
e	<b>1</b>		
v	<b>1</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>E-4</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Cooler</b>	
4	SERVIÇO	Resfriamento da corrente de saída de reator	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	TIPO TEMA
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	Circulação (Termosif., forçada)
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>2</b>	Em série / paralelo
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>Água</b>	
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	<b>322922,2254</b>	<b>322922,2254</b>
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	<b>0</b>	<b>0</b>
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	<b>0</b>	<b>0</b>
16	VAPOR DE ÁGUA	<b>0</b>	<b>0</b>
17	HIDROCARBONETOS	<b>0</b>	<b>0</b>
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	<b>322922,2254</b>	<b>322922,2254</b>
19	ÁGUA LIVRE	<b>322922,2254</b>	<b>322922,2254</b>
20	HIDROCARBONETOS	<b>0</b>	<b>0</b>
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		
22	PESO MOLECULAR	-	-
23	DENSIDADE @P,T	-	-
24	VISCOSIDADE @T	-	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		
28	DENSIDADE @P,T	<b>1005</b>	<b>992,1</b>
29	VISCOSIDADE @T	<b>0,8284</b>	<b>0,5986</b>
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	<b>0,52912092</b>	<b>0,54820848</b>
31	CALOR ESPECÍFICO @T	<b>1,0124356</b>	<b>1,00893</b>
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	<b>71,58</b>	<b>68,62</b>
33	TEMPERATURA	<b>28</b>	<b>45</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	<b>0,0378</b>	<b>14,311</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	<b>-5,81E-02</b>	<b>0,00E+00</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	<b>1,50E-04</b>	<b>1,20E-03</b>
37	CALOR TROCADO	<b>5,55E-03</b>	<b>5,55E-03</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.		
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.		
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
45		kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>730</b>	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 38. Folha de Especificação 4/13.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-5</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>5</b>	de <b>13</b>
R	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
e	<b>1</b>		
v	<b>1</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>E-5</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Heater</b>	
4	SERVIÇO	Aquecimento da corrente de glicerol+água	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	<b>AEL</b>
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	<b>Forçada</b>
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>2</b>	<b>1</b>   <b>1</b>
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>água</b>	<b>água+glicerol</b>
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	<b>5250,7758</b>	<b>25186</b>
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	<b>5250,7758</b>	<b>0</b>
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	<b>0</b>	<b>0</b>
16	VAPOR DE ÁGUA	<b>5250,7758</b>	<b>0</b>
17	HIDROCARBONETOS	<b>0</b>	<b>0</b>
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	<b>0</b>	<b>24692</b>
19	ÁGUA LIVRE	<b>0</b>	<b>494</b>
20	HIDROCARBONETOS	<b>0</b>	<b>0</b>
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		
22	PESO MOLECULAR	<b>18,02</b>	<b>-</b>
23	DENSIDADE @P,T	<b>21,98</b>	<b>-</b>
24	VISCOSIDADE @T	<b>1,83E-02</b>	<b>-</b>
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	<b>0,03447798</b>	<b>-</b>
26	CALOR ESPECÍFICO @T	<b>5,006*0,2388</b>	<b>-</b>
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		
28	DENSIDADE @P,T	<b>-</b>	<b>767,6</b>
29	VISCOSIDADE @T	<b>-</b>	<b>0,1295</b>
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	<b>-</b>	<b>0,5068521</b>
31	CALOR ESPECÍFICO @T	<b>-</b>	<b>1,2171636</b>
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	<b>-</b>	<b>21,36</b>
33	TEMPERATURA	<b>270</b>	<b>270</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	<b>55,1027</b>	<b>15,2</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	<b>4,19E-08</b>	<b>0,00E+00</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	<b>1,50E-04</b>	<b>1,20E-03</b>
37	CALOR TROCADO	<b>0,002035</b>	<b>0,002035</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.		
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	<b>kg/cm²</b>	
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	<b>kg/cm2 g ; °C</b>	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	<b>kg/cm2 g ; °C</b>	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	<b>kg/cm2 g ; °C</b>	
45		<b>kg/cm2 g ; °C</b>	
46	FLUSHING OU STEAM OUT	<b>kg/cm2 g ; °C</b>	
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>739</b>	<b>MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)</b>
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	<b>MÍNIMO ESPESSURA (BWG)</b>
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	<b>PITCH (1 pulgada) / TIPO</b>
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		<b>VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)</b>
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 39. Folha de Especificação 5/13.

PROJETO : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		EQUIPAMENTO n E-6	
UNIDADEEE : Conversão de Glicerol em Propileno Glicol		Pág. 6 de 13	
R	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	E-6	
3	CASO DE DESENHO		
4	SERVIÇO	Integração de produto final para aquecimento da mistura de água e glicerol	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	Casco-tubos	TIPO TEMA
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	Horizontal	Circulação (Termosif., forçada)
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	2	Em série / paralelo
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	0	0
11	NATUREZA	Propileno Glicol quente	Mistura de glicerol e água
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	17691,9282
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	0
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	0
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	0
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	0
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	17691,9282
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	0
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	0
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-
24	VISCOSIDADE @T	cP	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	772,9
29	VISCOSIDADE @T	cSt	0,5578
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,10627128
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,8606352
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	15,72
33	TEMPERATURA	°C	210,4308
34	PRESSÃO DE ENTRADA	bar	2,016
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	bar	0
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	1,20E-03
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,000904
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	
45		kg/cm2 g ; °C	
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	739,0488mm	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	2mm	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	6m	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 40. Folha de Especificação 6/13.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-7</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>7</b> de <b>13</b>	
R	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
e	<b>1</b>		
v	<b>1</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>E-7</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Heater</b>	
4	SERVIÇO	Resfriamento da corrente de saída de reator	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	<b>AEL</b>
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	<b>Forçada</b>
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>2</b>	<b>1</b>   <b>1</b>
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>Água</b>	
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	<b>5719,1143</b>	<b>5719,1143</b>
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	<b>5719,1143</b>	<b>0</b>
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	<b>0</b>	<b>0</b>
16	VAPOR DE ÁGUA	<b>5719,1143</b>	<b>0</b>
17	HIDROCARBONETOS	<b>0</b>	<b>0</b>
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	<b>0</b>	<b>5719,1143</b>
19	ÁGUA LIVRE	<b>0</b>	<b>5719,1143</b>
20	HIDROCARBONETOS	<b>0</b>	<b>0</b>
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		
22	PESO MOLECULAR	<b>18,02</b>	-
23	DENSIDADE @P,T	<b>21,98</b>	-
24	VISCOSIDADE @T	<b>1,83E-02</b>	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	<b>0,034512372</b>	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	<b>1,1954328</b>	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		
28	DENSIDADE @P,T	-	<b>767,6</b>
29	VISCOSIDADE @T	-	<b>0,1295</b>
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	<b>0,3068521</b>
31	CALOR ESPECÍFICO @T	-	<b>1,2171636</b>
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	-	<b>21,36</b>
33	TEMPERATURA	<b>270</b>	<b>270</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	<b>55,1</b>	<b>1,52</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	<b>-4,19E-08</b>	<b>-1,26E+01</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	<b>1,50E-04</b>	<b>1,20E-03</b>
37	CALOR TROCADO	<b>0,009273</b>	<b>0,009273</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.		
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.		
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
45		kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>730</b>	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 41. Folha de Especificação 7/13.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-8</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>8</b>	de <b>13</b>
R e v	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>E-8</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Reboiler 1</b>	
4	SERVIÇO	Resfriamento da corrente de saída de reator	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	TIPO TEMA <b>AKT</b>
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	Circulação (Termosif., forçada) <b>Forçada</b>
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>1</b>	Em série / paralelo
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>Água</b>	
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	-	-
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	-	-
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	-	-
16	VAPOR DE ÁGUA	-	-
17	HIDROCARBONETOS	-	-
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	-	-
19	ÁGUA LIVRE	-	-
20	HIDROCARBONETOS	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)	-	-
22	PESO MOLECULAR	-	-
23	DENSIDADE @P,T	-	-
24	VISCOSIDADE @T	-	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)	-	-
28	DENSIDADE @P,T	-	-
29	VISCOSIDADE @T	-	-
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
31	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	-	-
33	TEMPERATURA	<b>270</b>	<b>270</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	<b>2,026</b>	<b>2,026</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	<b>1,00E-01</b>	<b>0,00E+00</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	<b>1,50E-04</b>	<b>1,20E-03</b>
37	CALOR TROCADO	<b>7,6384</b>	<b>7,6384</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	<b>110</b>	<b>110</b>
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	<b>0,12</b>	<b>0</b>
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	Pressão
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	Temperatura
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	Pressão
45		kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	Temperatura
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	Pressão
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>730</b>	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 42. Folha de Especificação 8/13.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-9</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>9</b> de <b>13</b>	
R e v	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>E-9</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Condensador 1</b>	
4	SERVIÇO	Resfriamento da corrente de saída de reator	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	TIPO TEMA
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	Circulação (Termosif., forçada)
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>1</b>	Em série / paralelo
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>Água</b>	
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	-	-
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	-	-
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	-	-
16	VAPOR DE ÁGUA	-	-
17	HIDROCARBONETOS	-	-
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	-	-
19	ÁGUA LIVRE	-	-
20	HIDROCARBONETOS	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)	-	-
22	PESO MOLECULAR	-	-
23	DENSIDADE @P,T	-	-
24	VISCOSIDADE @T	-	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)	-	-
28	DENSIDADE @P,T	-	-
29	VISCOSIDADE @T	-	-
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
31	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	-	-
33	TEMPERATURA	<b>28</b>	<b>45</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	<b>1,013</b>	<b>1,013</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	<b>3,50E-01</b>	<b>3,50E-01</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	<b>3,00E-04</b>	<b>1,20E-03</b>
37	CALOR TROCADO	<b>6,761</b>	<b>6,761</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	<b>110</b>	<b>110</b>
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	<b>110</b>	<b>110</b>
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	-	-
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	-	-
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	-	-
45		-	-
46	FLUSHING OU STEAM OUT	-	-
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>730</b>	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 43. Folha de Especificação 9/13.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-10</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>10</b> de <b>13</b>	
R e v	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>E-10</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Reboiler 2</b>	
4	SERVIÇO	Resfriamento da corrente de saída de reator	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	TIPO TEMA <b>AKT</b>
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	Circulação (Termosif., forçada) <b>Forçada</b>
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>1</b>	Em série / paralelo
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>Água</b>	
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	-	-
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	-	-
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	-	-
16	VAPOR DE ÁGUA	-	-
17	HIDROCARBONETOS	-	-
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	-	-
19	ÁGUA LIVRE	-	-
20	HIDROCARBONETOS	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)	-	-
22	PESO MOLECULAR	-	-
23	DENSIDADE @P,T	-	-
24	VISCOSIDADE @T	-	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)	-	-
28	DENSIDADE @P,T	-	-
29	VISCOSIDADE @T	-	-
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
31	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	-	-
33	TEMPERATURA	<b>330</b>	<b>330</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	<b>1,50E-04</b>	<b>1,20E-03</b>
37	CALOR TROCADO	<b>1,37E+01</b>	<b>1,37E+01</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	<b>110</b>	<b>110</b>
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
45		kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>730</b>	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 44. Folha de Especificação 10/13.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-11</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>11</b> de <b>13</b>	
R e v	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>E-11</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Condensador 2</b>	
4	SERVIÇO	Resfriamento da corrente de saída de reator	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	TIPO TEMA
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	Circulação (Termosif., forçada)
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>1</b>	Em série / paralelo
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>Água</b>	
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	-	-
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	-	-
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	-	-
16	VAPOR DE ÁGUA	-	-
17	HIDROCARBONETOS	-	-
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	-	-
19	ÁGUA LIVRE	-	-
20	HIDROCARBONETOS	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)	-	-
22	PESO MOLECULAR	-	-
23	DENSIDADE @P,T	-	-
24	VISCOSIDADE @T	-	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)	-	-
28	DENSIDADE @P,T	-	-
29	VISCOSIDADE @T	-	-
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
31	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	-	-
33	TEMPERATURA	<b>28</b>	<b>45</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	<b>3,75E-02</b>	<b>3,75E-02</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	<b>3*10-4</b>	<b>1,20E-03</b>
37	CALOR TROCADO	<b>1,49E+01</b>	<b>1,49E+01</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	<b>110</b>	<b>110</b>
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	-	-
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	-	-
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	-	-
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	-	-
45		-	-
46	FLUSHING OU STEAM OUT	-	-
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>730</b>	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 45. Folha de Especificação 11/13.



PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-12</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>12</b> de <b>13</b>	
R e v	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
1			
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>E-12</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Reboiler 3</b>	
4	SERVIÇO	Resfriamento da corrente de saída de reator	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	TIPO TEMA <b>AKT</b>
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	Circulação (Termosif., forçada) <b>Forçada</b>
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>1</b>	Em série / paralelo
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>Água</b>	
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	-	-
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	-	-
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	-	-
16	VAPOR DE ÁGUA	-	-
17	HIDROCARBONETOS	-	-
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	-	-
19	ÁGUA LIVRE	-	-
20	HIDROCARBONETOS	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)	-	-
22	PESO MOLECULAR	-	-
23	DENSIDADE @P,T	-	-
24	VISCOSIDADE @T	-	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)	-	-
28	DENSIDADE @P,T	-	-
29	VISCOSIDADE @T	-	-
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	-
31	CALOR ESPECÍFICO @T	-	-
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	-	-
33	TEMPERATURA	<b>270</b>	<b>270</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	<b>2,016</b>	<b>2,016</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	<b>1,00E-01</b>	<b>1,00E-01</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	<b>1,50E-04</b>	<b>1,20E-03</b>
37	CALOR TROCADO	<b>5,52E-01</b>	<b>5,52E-01</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	<b>110</b>	<b>110</b>
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	<b>110</b>	<b>110</b>
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
45		kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>730</b>	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 46. Folha de Especificação 12/13.

PROJETO : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		EQUIPAMENTO n <b>E-13</b>	
UNIDADEEE : <b>Conversão de Glicerol em Propileno Glicol</b>		Pág. <b>13</b> de <b>13</b>	
R e v	<b>TROCADORES DE CALOR</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	EQUIPAMENTO Nº	<b>E-13</b>	
3	CASO DE DESENHO	<b>Condensador 3</b>	
4	SERVIÇO	Resfriamento da corrente de saída de reator	
5	TIPO ( casco-tubos / placas / tubo duplo)	<b>Casco-tubos</b>	TIPO TEMA
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	<b>Horizontal</b>	Circulação (Termosif., forçada)
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	<b>1</b>	Em série / paralelo
8	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>		
9	LADO	TUBOS	CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	<b>0</b>	<b>0</b>
11	NATUREZA	<b>Água</b>	
12		Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	-	<b>1079</b>
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	-	<b>1079</b>
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	-	-
16	VAPOR DE ÁGUA	-	-
17	HIDROCARBONETOS	-	-
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	-	<b>793</b>
19	ÁGUA LIVRE	-	-
20	HIDROCARBONETOS	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)	-	-
22	PESO MOLECULAR	-	<b>19,76</b>
23	DENSIDADE @P,T	-	<b>0,8124</b>
24	VISCOSIDADE @T	-	<b>1,01E-02</b>
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	<b>0,022208634</b>
26	CALOR ESPECÍFICO @T	-	<b>0,488346</b>
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)	-	-
28	DENSIDADE @P,T	-	<b>835</b>
29	VISCOSIDADE @T	-	<b>0,929</b>
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	-	<b>0,3293034</b>
31	CALOR ESPECÍFICO @T	-	<b>0,814308</b>
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	-	<b>40,7</b>
33	TEMPERATURA	<b>28</b>	<b>45</b>
34	PRESSÃO DE ENTRADA	<b>1,013</b>	<b>1,013</b>
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	<b>3,50E-01</b>	<b>3,50E-01</b>
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	<b>3,00E-04</b>	<b>1,20E-03</b>
37	CALOR TROCADO	<b>1,8527</b>	<b>1,8527</b>
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	<b>110</b>	<b>110</b>
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>110</b>
40	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C
45		kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C	kg/cm <sup>2</sup> g ; °C
47	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)</b>		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO ( 60 polegadas)	<b>730</b>	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	<b>2mm</b>	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	<b>6m</b>	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	<b>VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s)</b>	△ □ ◇
52	NOTAS :		
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 47. Folha de Especificação - 13/13.

## 2.4. Folha de especificações – bombas e compressores

PROJETO : UNIDADE :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL BOMBA P-1		EQUIPAMENTO nº Pág. 1 de 2		P-1 2		
R e v	<b>BOMBAS</b>							
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>							
	1	CASO DE PROJETO		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL				
	2	SERVIÇO		Impulsão até MIX-2				
	3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		P-1				
	4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		1	1			
	5	TIPO DE BOMBA ( centrifuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Centrífuga				
	6	FUNCIONAMENTO ( contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo / Paralelo				
	7	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO</b>						
	8	NATUREZA DO FLUIDO		Líquidos				
	9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS		Não	Não			
	10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO ( quantidade / DIÂMETRO Equivalente)		Não	Não			
	11	PONTO DE FLUIDEZ ( FOUR POINT)		°C		-		
	12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO		°C		-	-	
	13	TEMPERATURA DE BOMBEIO		°C		30,59		
	14	Densidade @T BOMBEIO		kg/m³		1166,00		
	15	Viscosidade @T BOMBEIO		cSt		259,90		
	16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO		kg/cm² a		3,02E-03		
	17	<b>CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA</b>						
	18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)		m³/h		21,06		
	19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)		m³/h		10,53		
	20	VAZÃO NORMAL		m³/h		17,55		
	21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated		kg/cm² g		15,49		
	22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated		kg/cm² g		1,03		
	23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated		kg/cm²		14,46		
	24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)		m		123,99		
	25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)		m		9,20		
	26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)		kg/cm²		17,35		
	27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO		kg/cm² g		1,24		
	28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO		kg/cm² g		18,59		
	29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO		polegadas		3,00	3,00	
	30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)						-
	31	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)						-
	32	<b>condições DE PROJETO MECÂNICO</b>						
	33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO		°C		30,00		
	34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO		kg/cm² g		17,00		
	35	<b>CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO</b>						
	36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA				Motor Eléctrico	Motor Eléctrico	
	37	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO		kWh/h		996,82	996,82	
	38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO		Kg/h		-	-	
39	NOTAS :							
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.							
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

Figura 48. Folha de Especificação – Bomba 1- Folha 1/2.

PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL			EQUIPAMENTO nº		P-1		
UNIDADE :		BOMBA P-1			Pág.		2 de 2		
R e v	<b>FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS</b>								
	1	SERVIÇO / CASO : Impulsão até MIX-2							
	2	ESQUEMA DE FLUXO :							
	3	<p>O diagrama mostra um sistema de bombeamento. No centro há uma bomba rotativa rotacionada para cima, rotulada 'P-1'. À esquerda, há um medidor rotacional rotacionado para cima, rotulado 'Medidor 1'. À direita, há outro medidor rotacional rotacionado para cima, rotulado 'Medidor 2'. Linhas de conexão ligam os medidores à bomba.</p>							
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
15									
16	<b>NATUREZA DO FLUÍDO</b>	-	Líquido		<b>P. IMPULSÃO</b>			<b>Q Des.</b>	
17	T de BOMBEO	°C	30,59		<b>Q Nor</b>				
18	Viscosidade @T	cSt	269,59		Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3		
19	Densidade @T	kg/m³	1166		kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP)				
20					P. destino	15,5	-	-	15,50
21	<b>Capacidade</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	ΔP distribuidor	-	-	-	-
22	VAZÃO mássico	kg/h	29467,152	35360,5824	Altura estática	132,93	-	-	132,93
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	25,272	30,3264	ΔP linha	0,10	-	-	0,10
24					ΔP filtro	-	-	-	-
25	<b>P. ASPIRAÇÃO</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	ΔP	-	-	-	-
26	P. recipiente	kg/cm² g	1,03	1,24	ΔP	-	-	-	-
27	H ( LT a center line)	kg/cm²	8,83	10,60	ΔP	-	-	-	-
28	ΔP linha	kg/cm²	0,10	0,10	ΔP	-	-	-	-
29	ΔP filtro	kg/cm²	-	-	ΔP placa	-	-	-	-
30	ΔP outros	kg/cm²	-	-	ΔP Válv. Cont.	0,10	-	-	0,10
31	<b>P. ASPIRAÇÃO</b>	kg/cm² g	<b>9,76</b>	<b>11,74</b>	<b>P. IMPULSÃO</b>	<b>148,63</b>	-	-	<b>148,63</b>
32									
33	<b>NPSH desPONÍVEL</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	<b>P. Diferencial @ Q des</b>			<b>Q des</b>	
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		11,74	P. IMPULSÃO			kg/cm² g	148,63
35	P. vapor @T	kg/cm² a		0,31	P. ASPIRAÇÃO			kg/cm² g	11,74
36	Diferença	kg/cm²		11,43	P. Diferencial			kg/cm²	136,90
37	NPSHA	m		9,20	Altura Diferencial			m	123,99
38									
39	<b>Consumo estimado ACIONAMENTO</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	<b>P. máx. ASPIRAÇÃO</b>				
40	HHP	CV	414,93	-	P. Recipiente (1)			kg/cm² g	1,24
41	Eficiência bomba	%	0,77	-	H (HHL-Center line)			kg/cm²	10,50
42	BHP	CV	538,87	-	P máx. ASPIRAÇÃO			kg/cm² g	11,74
43	Motor				<b>P. máx. IMPULSÃO</b>				
44	Eficiência motor	%	0,90	-	P difer. máx. motor (2)			kg/cm² g	8,83
45	Electricidade	kWh/h	440,67	-	P difer. máx. turbina (2)			kg/cm² g	-
46					P máx. IMPULSÃO (3)			kg/cm² g	18,60
47	ΔH vapor isoentrópica.	k/Kg	-	-					
48	Eficiência turbina	%	-	-					
49	Consumo vapor	kg/h	-	-					
50	NOTAS :								
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

Figura 49. Folha de Especificação – Bomba 1 - Folha 2/2.

PROJETO : UNIDADE :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL BOMBA P-2		EQUIPAMENTO P-2 Pág. 1 de 2	
R e v	<b>BOMBAS</b>				
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>				
1	CASO DE PROJETO			O DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL	
2	SERVIÇO			Impulsão até MIX-2	
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA			P-2	
4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA			1	1
5	TIPO DE BOMBA ( centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)			Centrífuga	
6	FUNCIONAMENTO ( contínuo / descontinuo ; série / paralelo)			Contínuo / Paralelo	
7	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO</b>				
8	NATUREZA DO FLUIDO			Líquidos	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS			Não	Não
10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO ( quantidade / DIÂMETRO Equivalente)			Não	Não
11	PONTO DE FLUIDEZ ( POUR POINT)	°C	-		
12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	-		
13	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	246,95		
14	Densidade @T BOMBEIO	kg/m <sup>3</sup>	895,70		
15	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	1,67		
16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm <sup>2</sup> a	1,29E-06		
17	<b>CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA</b>				
18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m <sup>3</sup> /h	3,64		
19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m <sup>3</sup> /h	1,82		
20	VAZÃO NORMAL	m <sup>3</sup> /h	2,53		
21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm <sup>2</sup> g	15,50		
22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm <sup>2</sup> g	0,31		
23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm <sup>2</sup>	15,19		
24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	169,63		
25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	0,01		
26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm <sup>2</sup>	18,23		
27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	0,37		
28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	18,60		
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	3,00	1,00	
30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-		
31	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		-		
32	<b>condições DE PROJETO MECÂNICO</b>				
33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	247,61		
34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g	18,00		
35	<b>CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO</b>				
36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Motor Eléctrico	Motor Eléctrico	
37	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	kWh/h	150,92	150,92	
38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	-	-	
39	NOTAS :				
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.				
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 50. Folha de Especificação – Bomba 2 - Folha 1/2

PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL		EQUIPAMENTO n° P-2						
UNIDADE :		BOMBA P-2		Pág. 2 de 2						
Rev	<b>FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS</b>									
1	SERVIÇO / CASO : Impulsão até MIX-2									
2	ESQUEMA DE FLUXO :									
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16						<b>NATUREZA DO FLUÍDO</b>	-	Líquido		
17						T de BOMBEO	°C	274,61		
18	Viscosidade @T	cSt	1,667							
19	Densidade @T	kg/m³	895,7							
20										
21	<b>Capacidade</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>						
22	VAZÃO mássico	kg/h	15719,54	18863,44						
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	17,55	21,06						
24										
25	<b>P. ASPIRAÇÃO</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>						
26	P. recipiente	kg/cm² g	1,03	1,24						
27	H ( LT a center line)	kg/cm²	11,53	13,84						
28	ΔP linha	kg/cm²	0,10	0,10						
29	ΔP filtro	kg/cm²	-	-						
30	ΔP otros	kg/cm²	-	-						
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	12,47	14,98						
32										
33	<b>NPSH desPONÍVEL</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>						
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		14,98						
35	P. vapor @T	kg/cm² a		0,00						
36	Diferença	kg/cm²		14,98						
37	NPSHA	m		0,01						
38										
39	<b>Consumo estimado ACIONAMENTO</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>						
40	HHP	CV	62,82	-						
41	Eficiência bomba	%	0,88	-						
42	BHP	CV	71,38	-						
43	Motor									
44	Eficiência motor	%	0,93	-						
45	Eletricidade	kWh/h	56,80	-						
46										
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-						
48	Eficiência turbina	%	-	-						
49	Consumo vapor	kg/h	-	-						
50	NOTAS :									
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
	Rev.	Por								
	Data	Aprovado								

Figura 51. Folha de Especificação – Bomba 2 - Folha 2/2.

PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL		EQUIPAMENTO nº		P-3	
UNIDADE :		BOMBA P-3		Pág.		1 de 2	
R e v	<b>BOMBAS</b>						
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>						
1	CASO DE PROJETO						
2	SERVIÇO						
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA						
4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA						
5	TIPO DE BOMBA ( centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)						
6	FUNCIONAMENTO ( contínuo / descontinuo ; série / paralelo)						
7	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO</b>						
8	NATUREZA DO FLUIDO						
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS						
10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO ( quantidade / DIÂMETRO Equivalente)						
11	PONTO DE FLUIDEZ ( POUR POINT)						
12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO						
13	TEMPERATURA DE BOMBEO						
14	Densidade @T BOMBEO						
15	Viscosidade @T BOMBEO						
16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO						
17	<b>CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA</b>						
18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)						
19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)						
20	VAZÃO NORMAL						
21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated						
22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated						
23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated						
24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)						
25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)						
26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)						
27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO						
28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO						
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO A ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO						
30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)						
31	TRAÇEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)						
32	<b>condições DE PROJETO MECÂNICO</b>						
33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO						
34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO						
35	<b>CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO</b>						
36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA						
37	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO						
38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO						
39	NOTAS :						
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.						
Rev.	Por						
Data	Aprovado						

Figura 52. Folha de Especificação – Bomba 3 - Folha 1/2.

PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL		EQUIPAMENTO nº		P-3									
UNIDADE :		BOMBA P-3		Pág.		2 de 2									
R e v	<b>FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS</b>														
	1	SERVIÇO / CASO : Impulsão até Coluna 3													
	2	ESQUEMA DE FLUXO :													
	3														
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
15															
16	<b>NATUREZA DO FLUÍDO</b>								-	Líquido		<b>P. IMPULSÃO</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q Des.</b>
17	T de BOMBEO								°C	118,07		Circ. 1		Circ. 2	Circ. 3
18	Viscosidade @T	cSt	2,051		kg/cm <sup>2</sup> g ó kg/cm <sup>2</sup> (ΔP)										
19	Densidade @T	kg/m <sup>3</sup>	894		P. destino	1,7	-	-	1,70						
20					ΔP distribuidor	-	-	-	-						
21	<b>Capacidade</b>	<b>Q Nor</b>		<b>Q des</b>	Altura estática	19,02	-	-	19,02						
22	VAZÃO mássico	kg/h	15307,29	18368,74	ΔP linha	0,10	-	-	0,10						
23	VAZÃO volumétrico	m <sup>3</sup> /h	17,12	20,55	ΔP filtro	-	-	-	-						
24					ΔP	-	-	-	-						
25	<b>P. ASPIRAÇÃO</b>	<b>Q Nor</b>		<b>Q des</b>	ΔP	-	-	-	-						
26	P. recipiente	kg/cm <sup>2</sup> g	0,15	0,18	ΔP	-	-	-	-						
27	H ( LT a center line)	kg/cm <sup>2</sup>	1,68	2,01	ΔP	-	-	-	-						
28	ΔP linha	kg/cm <sup>2</sup>	0,10	0,10	ΔP	-	-	-	-						
29	ΔP filtro	kg/cm <sup>2</sup>	-	-	ΔP placa	-	-	-	-						
30	ΔP outros	kg/cm <sup>2</sup>	-	-	ΔP Válv. Cont.	0,10	-	-	0,10						
31	<b>P. ASPIRAÇÃO</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	1,73	2,09	<b>P. IMPULSÃO</b>	20,92	-	-	20,92						
32					<b>P. Diferencial @ Q des</b>		<b>Q des</b>								
33	<b>NPSH desPONÍVEL</b>	<b>Q Nor</b>		<b>Q des</b>	P. IMPULSÃO		kg/cm <sup>2</sup> g	20,92							
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm <sup>2</sup> a		2,09	P. ASPIRAÇÃO		kg/cm <sup>2</sup> g	2,09							
35	P. vapor @T	kg/cm <sup>2</sup> a		0,00	P. Diferencial		kg/cm <sup>2</sup>	18,82							
36	Diferença	kg/cm <sup>2</sup>		2,09	Altura Diferencial		m	210,54							
37	NPSHA	m		0,01											
38					<b>P. máx. ASPIRAÇÃO</b>										
39	<b>Consumo estimado ACIONAMENTO</b>	<b>Q Nor</b>		<b>Q des</b>	P. Recipiente (1)		kg/cm <sup>2</sup> g	0,18							
40	HHP	CV	44,23	-	H (HHL-Center line)		kg/cm <sup>2</sup>	2,33							
41	Eficiência bomba	%	0,75	-	P.máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm <sup>2</sup> g	2,51							
42	BHP	CV	58,98	-	<b>P. máx. IMPULSÃO</b>										
43	Motor														
44	Eficiência motor	%	0,93	-	P.difer. máx. motor (2)		kg/cm <sup>2</sup> g	16,87							
45	Eleticidade	kWh/h	46,93	-	P.difer. máx. turbina (2)		kg/cm <sup>2</sup> g	-							
46															
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-	P.máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm <sup>2</sup> g	18,60							
48	Eficiência turbina	%	-	-											
49	Consumo vapor	kg/h	-	-											
50	NOTAS :														
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
	Rev.	Pbr													
	Data	Aprovado													

Figura 53. Folha de Especificação – Bomba 3 - Folha 2/2.



PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL</b>		EQUIPAMENTO nº <b>P-4</b>			
UNIDADE: <b>BOMBA P-4</b>		Pág. <b>1</b>	de <b>2</b>		
R e v	<b>BOMBAS</b>				
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>				
	2	CASO DE PROJETO	CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL		
	3	SERVIÇO	Impulsão do refluxo da coluna 1		
	4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	P-4		
	5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA	1	1	
	6	TIPO DE BOMBA ( centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)	Centrifuga		
	7	FUNCIONAMENTO ( contínuo / descontinuo ; série / paralelo)	Contínuo / Paralelo		
	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO</b>				
	9	NATUREZA DO FLUIDO	Líquidos		
	10	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS	Não	Não	
	11	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO ( quantidade / DIÂMETRO Equivalente)	Não	Não	
	12	PONTO DE FLUIDEZ ( POUR POINT)	°C	-	
	13	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	-	
	14	TEMPERATURA DE BOMBEO	°C	100,00	
	15	Densidade @T BOMBEO	kg/m <sup>3</sup>	947,30	
	16	Viscosidade @T BOMBEO	cP	0,29	
	17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO	kg/cm <sup>2</sup> a	6,68E-02	
	<b>CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA</b>				
	19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m <sup>3</sup> /h	10,95	
	20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m <sup>3</sup> /h	5,48	
	21	VAZÃO NORMAL	m <sup>3</sup> /h	9,13	
	22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm <sup>2</sup> g	1,39	
	23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm <sup>2</sup> g	1,03	
	24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm <sup>2</sup>	0,36	
	25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	3,77	
	26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	3,01	
	27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm <sup>2</sup>	0,43	
	28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	1,24	
	29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	1,67	
	30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	3,00	1,00
	31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-	-
	32	TRAJEADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		-	-
	<b>condições DE PROJETO MECÂNICO</b>				
	34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	100,00	
	35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g	1,39	
	<b>CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO</b>				
	37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA	Motor Elétrico	Motor Elétrico	
	38	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	kWh/h	20,12	20,12
	39	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	-	-
	40	NOTAS :			
	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				
	48				
	49				
	50				
	51				
	52				
	53				
	54				
	55				
	56				
	57				
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.				
Rev.	Por				
Data	Aprovado				

**Figura 54.** Folha de Especificação – Bomba 4 - Folha 1/2.

PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL		EQUIPAMENTO nº		P-4									
UNIDADE :		BOMBA P-4		Pág.		2 de 2									
R e v	<b>FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS</b>														
	1	SERVIÇO / CASO : <b>Impulsão do Refluxo até a coluna 1</b>													
	2	ESQUEMA DE FLUXO :													
	3														
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
15															
16	NATUREZA DO FLUÍDO								-	Líquido					
17	T de BOMBEO								°C	100,00					
18	Viscosidade @T	cSt	0,29												
19	Densidade @T	kg/m³	947,30												
20															
21	Capacidade		Q Nor	Q des											
22	VAZÃO mássico	kg/h	10372,93	12447,52											
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	10,95	13,14											
24															
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des											
26	P. recipiente	kg/cm² g	1,03	1,24											
27	H ( LT a center line)	kg/cm²	10,91	13,09											
28	ΔP linha	kg/cm²	0,10	0,10											
29	ΔP filtro	kg/cm²	-	-											
30	ΔP otros	kg/cm²	-	-											
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	11,84	14,23											
32															
33	NPSH desPONÍVEL		Q Nor	Q des											
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		14,23											
35	P. vapor @T	kg/cm² a		0,07											
36	Diferença	kg/cm²		14,16											
37	NPSHA	m		0,01											
38															
39	Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des											
40	HHP	CV	8,37	-											
41	Eficiência bomba	%	0,45	-											
42	BHP	CV	18,60	-											
43	Motor														
44	Eficiência motor	%	0,93	-											
45	Electricidade	kWh/h	14,80	-											
46															
47	ΔH vapor isentrópica.	kJ/Kg	-	-											
48	Eficiência turbina	%	-	-											
49	Consumo vapor	kg/h	-	-											
50	NOTAS :														
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
	Rev.	Por													
	Data	Aprovado													

Figura 55. Folha de Especificação - Bomba 4 - Folha 2/2.

PROJETO : UNIDADE :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL BOMBA P-5		EQUIPAMENTO nº Pág. 1 de 2		P-5 de 2	
R e v	<b>BOMBAS</b>						
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>						
1	CASO DE PROJETO		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL				
2	SERVIÇO		Impulsão do refluxo da coluna 2				
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		P-5				
4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		1		1		
5	TIPO DE BOMBA ( centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Centrífuga				
6	FUNCIONAMENTO ( contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo / Paralelo				
7	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO</b>						
8	NATUREZA DO FLUIDO		Líquidos				
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS		Não		Não		
10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO ( quantidade / DIÂMETRO Equivalente)		Não		Não		
11	PONTO DE FLUIDEZ ( POUR POINT)		°C				
12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO		°C				
13	TEMPERATURA DE BOMBEO		°C				
14	Densidade @T BOMBEO		kg/m³		884,49		
15	Viscosidade @T BOMBEO		cSt		2,05		
16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO		kg/cm² a		3,02E-03		
17	<b>CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA</b>						
18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)		m³/h		77,56		
19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)		m³/h		46,54		
20	VAZÃO NORMAL		m³/h		64,63		
21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated		kg/cm² g		0,56		
22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated		kg/cm² g		0,15		
23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated		kg/cm²		0,41		
24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)		m		4,65		
25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)		m		3,00		
26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)		kg/cm²		0,49		
27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO		kg/cm² g		0,18		
28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO		kg/cm² g		0,68		
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO		polegadas		3,00		1,00
30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-				
31	TRA CEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		-				
32	<b>condições DE PROJETO MECÂNICO</b>						
33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO		°C		118,10		
34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO		kg/cm² g		0,15		
35	<b>CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO</b>						
36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA				Motor Eléctrico		Motor Eléctrico
37	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO		kWh/h		97,35		97,35
38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO		Kg/h		-		-
39	NOTAS :						
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.						
Rev.		Por					
Data		Aprovado					

Figura 56. Folha de Especificação - Bomba 5 - Folha 1/2.

p

R		PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL</b>				EQUIPAMENTO nº <b>P-5</b>								
e		UNIDADE : <b>BOMBA P-5</b>				Pág. <b>2</b> de <b>2</b>								
v		<b>FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS</b>												
1	SERVIÇO / CASO : <b>Impulsão do Refluxo até a coluna 2</b>													
2	ESQUEMA DE FLUXO :													
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16								<b>NATUREZA DO FLUÍDO</b>	-	<b>Líquido</b>		<b>P. IMPULSÃO</b>		<b>Q Nor</b>
17								T de BOMBEO	°C	<b>118,10</b>		Circ. 1		Circ. 2
18	Viscosidade @T	cSt	<b>2,05</b>		Circ. 3		<b>Q Des.</b>							
19	Densidade @T	kg/m³	<b>884,49</b>		kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP)									
20					P. destino	<b>0,15</b>	-	-						
21	<b>Capacidade</b>			<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>									
22	VAZÃO mássico	kg/h	<b>57164,87</b>	<b>68597,85</b>	ΔP distribuidor	-	-							
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	<b>64,63</b>	<b>77,56</b>	Altura estática	<b>1,70</b>	-							
24					ΔP linha	<b>0,10</b>	-							
25	<b>P. ASPIRAÇÃO</b>			<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	ΔP filtro	-							
26	P. recipiente	kg/cm² g	<b>0,15</b>	<b>0,18</b>	ΔP	-	-							
27	H ( LT a center line)	kg/cm²	<b>1,70</b>	<b>2,04</b>	ΔP	-	-							
28	ΔP linha	kg/cm²	<b>0,56</b>	<b>0,10</b>	ΔP	-	-							
29	ΔP filtro	kg/cm²	-	-	ΔP placa	-	-							
30	ΔP otros	kg/cm²	-	-	ΔP Válv. Cont.	<b>0,10</b>	-							
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	<b>1,29</b>	<b>2,12</b>	P. IMPULSÃO	<b>2,05</b>	-							
32							-	<b>2,05</b>						
33	<b>NPSH desPONÍVEL</b>			<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	<b>P. Diferencial @ Q des</b>								
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a				P. IMPULSÃO	kg/cm² g <b>0,56</b>							
35	P. vapor @T	kg/cm² a				P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g <b>0,15</b>							
36	Diferença	kg/cm²				P. Diferencial	kg/cm² <b>0,41</b>							
37	NPSHA	m				Altura Diferencial	m <b>4,64</b>							
38														
39	<b>Consumo estimado ACIONAMENTO</b>			<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	<b>P. máx. ASPIRAÇÃO</b>								
40	HHP	CV	<b>40,52</b>	-		P. Recipiente (1)	kg/cm² g <b>0,18</b>							
41	Eficiência bomba	%	<b>0,45</b>	-		H (HHL-Center line)	kg/cm² <b>2,36</b>							
42	BHP	CV	<b>90,04</b>	-		P.máx. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g <b>2,54</b>							
43	Motor					<b>P. máx. IMPULSÃO</b>								
44	Eficiência motor	%	<b>0,93</b>	-		P.difer. máx. motor (2)	kg/cm² g <b>17,31</b>							
45	Eletricidade	kWh/h	<b>71,65</b>	-		P.difer. máx. turbina (2)	kg/cm² g -							
46							P.máx. IMPULSÃO (3)	kg/cm² g <b>18,60</b>						
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-										
48	Eficiência turbina	%	-	-										
49	Consumo vapor	kg/h	-	-										
50	NOTAS :													
51														
52														
53														
54														
55														
56														
57														
58														
Rev.		Por												
Data		Aprovado												

Figura 57. Folha de Especificação - Bomba 5 - Folha 2/2.

PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL		EQUIPAMENTO nº		P-6	
UNIDADE :		BOMBA P-6		Pág.		1 de 2	
R e v	<b>BOMBAS</b>						
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>						
1	CASO DE PROJETO			CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL			
2	SERVIÇO			Impulsão do refluxo da coluna 3			
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA			P-6			
4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA			1		1	
5	TIPO DE BOMBA ( centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)			Centrífuga			
6	FUNCIONAMENTO ( contínuo / descontinuo ; série / paralelo)			Contínuo / Paralelo			
7	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO</b>						
8	NATUREZA DO FLUIDO			Líquidos			
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS			Não		Não	
10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO ( quantidade / DIÂMETRO Equivalente)			Não		Não	
11	PONTO DE FLUIDEZ ( POUR POINT)		°C		-		
12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO		°C		-		
13	TEMPERATURA DE BOMBEIO		°C		100,70		
14	Densidade @T BOMBEIO		kg/m³		931,67		
15	Viscosidade @T BOMBEIO		cSt		0,37		
16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO		kg/cm² a		6,50E-02		
17	<b>CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA</b>						
18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)		m³/h		2,41		
19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)		m³/h		1,20		
20	VAZÃO NORMAL		m³/h		1,67		
21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated		kg/cm² g		1,39		
22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated		kg/cm² g		1,03		
23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated		kg/cm²		0,36		
24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)		m		3,83		
25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)		m		3,01		
26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)		kg/cm²		0,43		
27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO		kg/cm² g		1,24		
28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO		kg/cm² g		1,67		
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO		polegadas		3,00		1,00
30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)				-		
31	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)				-		
32	<b>condições DE PROJETO MECÂNICO</b>						
33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO		°C		100,70		
34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO		kg/cm² g		1,39		
35	<b>CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO</b>						
36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA			Motor Elétrico		Motor Elétrico	
37	CONSUMO ELÉTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO		kWh/h		2,57		2,57
38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO		Kg/h		-		-
39	NOTAS :						
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.						
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

Figura 58. Folha de Especificação - Bomba 6 - Folha 1/2.

PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL		EQUIPAMENTO nº		P-6								
UNIDADE :		BOMBA P-6		Pág.		2 de 2								
Rev	<b>FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS</b>													
1	SERVIÇO / CASO : Impulsão do Refluxo até a coluna 3													
2	ESQUEMA DE FLUXO :													
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16								<b>NATUREZA DO FLUÍDO</b>	-	Líquido		<b>P. IMPULSÃO</b>		<b>Q Nor</b>
17								T de BOMBEO	°C	100,70		Circ. 1		Circ. 2
18	Viscosidade @T	cSt	0,37		Circ. 3		<b>Q Des.</b>							
19	Densidade @T	kg/m³	931,67		kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP)									
20					P. destino	1,67	-							
21	<b>Capacidade</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	ΔP distribuidor	-	-							
22	VAZÃO mássico	kg/h	1555,89	1867,07	Altura estática	17,92	-							
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	1,67	2,00	ΔP linha	0,10	-							
24					ΔP filtro	-	-							
25	<b>P. ASPIRAÇÃO</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	ΔP	-	-							
26	P. recipiente	kg/cm² g	1,39	1,67	ΔP	-	-							
27	H ( LT a center line)	kg/cm²	14,92	17,90	ΔP	-	-							
28	ΔP linha	kg/cm²	0,56	0,10	ΔP	-	-							
29	ΔP filtro	kg/cm²	-	-	ΔP placa	-	-							
30	ΔP otros	kg/cm²	-	-	ΔP Válv. Cont.	0,10	-							
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	15,75	19,47	P. IMPULSÃO	19,79	-							
32														
33	<b>NPSH desPONÍVEL</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	<b>P. Diferencial @ Q des</b>		<b>Q des</b>							
34	PRESSÃO A ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		1,03	P. IMPULSÃO		kg/cm² g							
35	P. vapor @T	kg/cm² a		0,07	P. ASPIRAÇÃO		kg/cm² g							
36	Diferença	kg/cm²		0,97	P. Diferencial		kg/cm²							
37	NPSHA	m		0,43	Altura Diferencial		m							
38														
39	<b>Consumo estimado ACIONAMENTO</b>		<b>Q Nor</b>	<b>Q des</b>	<b>P. máx. ASPIRAÇÃO</b>									
40	HHP	CV	1,70	-	P. Recipiente (1)		kg/cm² g							
41	Eficiência bomba	%	0,45	-	H (HHL-Center line)		kg/cm²							
42	BHP	CV	3,78	-	P máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm² g							
43	Motor				<b>P. máx. IMPULSÃO</b>									
44	Eficiência motor	%	0,93	-	P difer. máx. motor (2)		kg/cm² g							
45	Electricidade	kWh/h	3,01	-	P difer. máx. turbina (2)		kg/cm² g							
46					P máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm² g							
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-										
48	Eficiência turbina	%	-	-										
49	Consumo vapor	kg/h	-	-										
50	NOTAS :													
51														
52														
53														
54														
55														
56														
57														
58														
	Rev.	Por												
	Data	Aprovado												

Figura 59. Folha de Especificação - Bomba 6 - Folha 2/2.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL</b>		EQUIPAMENTO <b>K-1</b>	
UNIDADE : <b>K-1</b>		Pág. <b>1</b> de <b>2</b>	
R e v	<b>COMPRESSORES</b>		
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
1	CASO DE PROJETO		
2	SERVIÇO	Impulsão de H2 para Trocador(E - 1)	
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	K-1	
4	NÚMERO REQUERIDO OPERAÇÃO / RESERVA	1	0
5	TIPO DE COMPRESOR ( centrifugo / desplazamiento positivo)	Centrifugo	
6	FUNCIONAMENTO ( contínuo / descontinuo ; série / paralelo)	Contínuo	
7	<b>VAZÕES E CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO</b>		
8	NÚMERO DE ETAPAS	1	
9	ETAPA	1	
10	NATUREZA DO FLUIDO	Gás	
11	COMPONENTES CORROSIVOS/TÓXICOS	Não	
12	VAZÃO MÁSSICA OPERAÇÃO	kg/h	660,17
13	VAZÃO MÁSSICA PROJETO	kg/h	792,20
14	<b>CONDIÇÕES NA ASPIRAÇÃO</b>		
15	PRESSÃO	kg/cm <sup>2</sup> a	1,02
16	TEMPERATURA	° C	30,00
17	PESO MOLECULAR	kg/kmol	2,02
18	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T	-	1,00
19	Densidade @P,T	kg/m <sup>3</sup>	799,80
20	K = Cp / Cv @P,T	-	1,41
21	PONTO DE ORVALHO @P ASPIRAÇÃO	°C	
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA PROJETO @P,T (1)	m <sup>3</sup> /h	9291,60
23	DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO	polegadas	
24	<b>CONDIÇÕES NA IMPULSÃO (2)</b>		
25	PRESSÃO	kg/cm <sup>2</sup> a	2,51
26	TEMP. CALC. / MÁX. PERMITIDA PROCESSO	°C / °C	151,05   166,16
27	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T	-	1,00
28	K = Cp / Cv @P,T	-	1,41
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO IMPULSÃO	polegadas	4,00
30	<b>CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO (2)</b>		
31	RELAÇÃO DE COMPRESSÃO	-	2,46
32	EFICIENCIA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA	%	78,00   75,00
33	ALTURA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA	kJ/kg	1338,00   1287,00
34	POTENCIA REQUERIDA PELO GÁS (3)	kW	314,70
35	POTENCIA TOTAL NO EXO (3)	kW	403,46
36	<b>REQUERIMENTOS DE CONTROLE E PROCESSO</b>		
37	VAZÃO VOL. MÍNIMA DE PROCESSO (4)	m <sup>3</sup> /h	5574,96
38	CONTROLE DE CAPACIDADE	sim	
39	TIPO DE CONTROLE	Encravamento	
40	INJEÇÃO DE LÍQUIDO DE FLUSHING (sim/ não)		
41	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
42	PRESSÃO PROJETO NA ASPIRAÇÃO	bar	1,22
43	PRESSÃO PROJETO NA IMPULSÃO	bar	3,01
44	TEMPERATURA DE PROJETO	°C	
45	<b>CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO</b>		
46	TIPO DE ACIONAMENTO OPERAÇÃO / RESERVA	Motor elétrico	Motor elétrico
47	EFICIENCIA ESTIMADA	%	
48	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO, Q Des.	kWh/h	0,00
49	CONSUMO VAPOR ESTIMADO, Q Des.	t/h	
50	NOTAS :		
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

Figura 60. Folha de Especificações – Compressor 1 - Folha 1/2.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL</b>		EQUIPAMENTO <b>K-1</b>	
UNIDADE : <b>K-1</b>		Pág. <b>2</b> de <b>2</b>	
Rev	<b>COMPRESSORES</b>		
1	SERVIÇO / CASO : <b>Impulsão para TC11(Trocador)</b>		
2	ESQUEMA DE FLUXO		
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18	<b>COMPOSIÇÃO NA ASPIRAÇÃO</b>		
19	ETAPA	1,00	PEM
20	COMPONENTES / PSEUDO.	FM	%mol
21	Hidrogênio	2,19	100,00
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49	Total		100,00
50	VAZÃO total úmida ( kg/h)	/	660,16
51	VAZÃO total úmida ( kmol/h)	/	1445,75
52	NOTAS :		
53			
54			
55			
56			
57			
58			
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

**Figura 61.** Folha de Especificações – Compressor 1 - Folha 2/2.



PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL</b>		EQUIPAMENTO <b>K-2</b>		
UNIDADE : <b>K-2</b>		Pág. <b>1</b> de <b>2</b>		
R e v	<b>COMPRESSORES</b>			
	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>			
	1	CASO DE PROJETO		
	2	SERVIÇO	Impulsão de Hidrogênio para Trocador(E - 2)	
	3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	K-2	
	4	NÚMERO REQUERIDO OPERAÇÃO / RESERVA	1	0
	5	TIPO DE COMPRESOR ( centrifugo / desplazamiento positivo)	Centrifugo	
	6	FUNCIONAMENTO ( contínuo / descontinuo ; série / paralelo)	Contínuo	
<b>VAZÕES E CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO</b>				
7	NÚMERO DE ETAPAS	1		
8	ETAPA	1		
9	NATUREZA DO FLUIDO	Gás		
10	COMPONENTES CORROSIVOS/TÓXICOS	Não		
11	VAZÃO MÁSSICA OPERAÇÃO	kg/h	660,16	
12	VAZÃO MÁSSICA PROJETO	kg/h	792,19	
<b>CONDIÇÕES NA ASPIRAÇÃO</b>				
13	PRESSÃO	kg/cm <sup>2</sup> a	2,50	
14	TEMPERATURA	° C	30,00	
15	PESO MOLECULAR	kg/kmol	2,02	
16	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T	-	1,00	
17	Densidade @P,T	kg/m <sup>3</sup>	0,20	
18	K = Cp / Cv @P,T	-	1,41	
19	PONTO DE ORVALHO @P ASPIRAÇÃO	°C		
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA PROJETO @P,T (1)	m <sup>3</sup> /h	3355,00	
21	DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO	polegadas	4,00	
<b>CONDIÇÕES NA IMPULSÃO (2)</b>				
22	PRESSÃO	kg/cm <sup>2</sup> a	6,16	
23	TEMP. CALC. / MÁX. PERMITIDA PROCESSO	°C / °C	98,24   108,06	
24	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T	-	1,00	
25	K = Cp / Cv @P,T	-	1,41	
26	DIÂMETRO TUBULAÇÃO IMPULSÃO	polegadas	3,00	
<b>CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO (2)</b>				
27	RELAÇÃO DE COMPRESSÃO	-	2,46	
28	EFICIENCIA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA	%	77,00   75,00	
29	ALTURA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA	kJ/kg	-1248,00   -1287,00	
30	POTENCIA REQUERIDA PELO GÁS (3)	kW	177,01	
31	POTENCIA TOTAL NO EXO (3)	kW	229,88	
<b>REQUERIMENTOS DE CONTROLE E PROCESSO</b>				
32	VAZÃO VOL. MÍNIMA DE PROCESSO (4)	m <sup>3</sup> /h	0,00	
33	CONTROLE DE CAPACIDADE	sim		
34	TIPO DE CONTROLE	Encravamento		
35	INJEÇÃO DE LÍQUIDO DE FLUSHING (sim/ não)			
<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>				
36	PRESSÃO PROJETO NA ASPIRAÇÃO	bar	3,00	
37	PRESSÃO PROJETO NA IMPULSÃO	bar	7,39	
38	TEMPERATURA DE PROJETO	°C		
<b>CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO</b>				
39	TIPO DE ACIONAMENTO OPERAÇÃO / RESERVA	Motor elétrico	Motor elétrico	
40	EFICIENCIA ESTIMADA	%		
41	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO, Q Des.	kWh/h	229,88	
42	CONSUMO VAPOR ESTIMADO, Q Des.	t/h		
43	NOTAS :			
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
Rev.	Por			
Data	Aprovado			

Figura 62. Folha de Especificações – Compressor 2 - Folha 1/2.

PROJETO : UNIDADE :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL K-2				EQUIPAMENTO K-2	
Pág. 2		de		2			
Rev	<b>COMPRESSORES</b>						
1	SERVIÇO / CASO : Impulsão para TC12(Trocador)						
2	ESQUEMA DE FLUXO						
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17	<b>COMPOSIÇÃO NA ASPIRAÇÃO</b>						
19	ETAPA		1,00				PEM
20	COMPONENTES / PSEUDO.	PM			%mol		
21	Hidrogênio	2,19	100,00				
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49	Total		100,00				
50	VAZÃO total úmida ( kg/h)		660,16				
51	VAZÃO total úmida ( kmol/h)		1445,75				
52	NOTAS :						
53							
54							
55							
56							
57							
58							
Rev.	Por						
Data	Aprovado						

**Figura 63.** Folha de Especificações – Compressor 2 - Folha 2/2.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL</b>		EQUIPAMENTO <b>K-3</b>	
UNIDADE : <b>K-3</b>		Pág. <b>1</b> de <b>2</b>	
R	<b>COMPRESSORES</b>		
e	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
v			
1	<b>CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO</b>		
2	CASO DE PROJETO		
3	SERVIÇO	<b>Impulsão de Hidrogênio para Trocador(E-3)</b>	
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	<b>K-3</b>	
5	NÚMERO REQUERIDO OPERAÇÃO / RESERVA	<b>1</b>	<b>0</b>
6	TIPO DE COMPRESOR ( centrifugo / desplazamiento positivo)	<b>Centrifugo</b>	
7	FUNCIONAMENTO ( contínuo / descontinuo ; série / paralelo)	<b>Contínuo</b>	
8	<b>VAZÕES E CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO</b>		
9	NÚMERO DE ETAPAS	<b>1</b>	
10	ETAPA	<b>1</b>	
11	NATUREZA DO FLUIDO	<b>Gás</b>	
12	COMPONENTES CORROSIVOS/TÓXICOS	<b>Não</b>	
13	VAZÃO MÁSSICA OPERAÇÃO	kg/h	<b>660,16</b>
14	VAZÃO MÁSSICA PROJETO	kg/h	<b>792,19</b>
15	<b>CONDIÇÕES NA ASPIRAÇÃO</b>		
16	PRESSÃO	kg/cm <sup>2</sup> a	<b>6,16</b>
17	TEMPERATURA	° C	<b>30,00</b>
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	<b>2,02</b>
19	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T	-	<b>1,00</b>
20	Densidade @P,T	kg/m <sup>3</sup>	<b>0,48</b>
21	K = Cp / Cv @P,T	-	<b>1,41</b>
22	PONTO DE ORVALHO @P ASPIRAÇÃO	°C	
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA PROJETO @P,T (1)	m <sup>3</sup> /h	<b>1364,00</b>
24	DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO	polegadas	<b>4,00</b>
25	<b>CONDIÇÕES NA IMPULSÃO (2)</b>		
26	PRESSÃO	kg/cm <sup>2</sup> a	<b>15,29</b>
27	TEMP. CALC. / MÁX. PERMITIDA PROCESSO	°C / °C	<b>98,24   108,06</b>
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T	-	<b>1,00</b>
29	K = Cp / Cv @P,T	-	<b>1,41</b>
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO IMPULSÃO	polegadas	<b>3,00</b>
31	<b>CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO (2)</b>		
32	RELAÇÃO DE COMPRESSÃO	-	<b>2,48</b>
33	EFICIENCIA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA	%	<b>77,00   75,00</b>
34	ALTURA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA	kJ/kg	<b>-1260   -1299,00</b>
35	POTENCIA REQUERIDA PELO GÁS (3)	kW	<b>178,70</b>
36	POTENCIA TOTAL NO EXO (3)	kW	<b>232,08</b>
37	<b>REQUERIMENTOS DE CONTROLE E PROCESSO</b>		
38	VAZÃO VOL. MÍNIMA DE PROCESSO (4)	m <sup>3</sup> /h	<b>0,00</b>
39	CONTROLE DE CAPACIDADE	<b>sim</b>	
40	TIPO DE CONTROLE	<b>Encravamento</b>	
41	INJEÇÃO DE LÍQUIDO DE FLUSHING (sim/ não)		
42	<b>CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO</b>		
43	PRESSÃO PROJETO NA ASPIRAÇÃO	bar	<b>7,39</b>
44	PRESSÃO PROJETO NA IMPULSÃO	bar	<b>18,35</b>
45	TEMPERATURA DE PROJETO	°C	
46	<b>CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO</b>		
47	TIPO DE ACIONAMENTO OPERAÇÃO / RESERVA	<b>Motor elétrico</b>	<b>Motor elétrico</b>
48	EFICIENCIA ESTIMADA	%	
49	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO, Q Des.	kWh/h	<b>232,08</b>
50	CONSUMO VAPOR ESTIMADO, Q Des.	t/h	
51	NOTAS :		
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

**Figura 64.** Folha de Especificações – Compressor 3 - Folha 1/2.

PROJETO : CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO-GLICOL		EQUIPAMENTO K-3	
UNIDADE : K-3		Pág. 2 de 2	
Rev	<b>COMPRESSORES</b>		
1	SERVIÇO / CASO : Impulsão para TC13(Trocador)		
2	ESQUEMA DE FLUXO		
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18	<b>COMPOSIÇÃO NA ASPIRAÇÃO</b>		
19	ETAPA	1,00	PEM
20	COMPONENTES / PSEUDO.	PM	%mol
21	Hidrogênio	2,19	100,00
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50	VAZÃO total úmida ( kg/h)		660,16
51	VAZÃO total úmida ( kmol/h)		1445,75
52	NOTAS :		
53			
54			
55			
56			
57			
58			
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

**Figura 65.** Folha de Especificações – Compressor 3 - Folha 2/2.

## 2.5. Folha de especificações de tubulações

PROJETO: CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		TUBULAÇÕES DE PROCESSO												TUBULAÇÕES DE PROCESSO	
UNIDADE:														Pág. 2 de 4	
1	TUBULAÇÃO Nº	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
2	PRId nº														
3	DE	MISTURADOR 1	P-1	R-1	E-4	C-1	C-1	C-1	E-7	C-3					
4															
5	A	P-1	MISTURADOR 2	E-4	C-1	C-1	E-7	C-3							
6															
7	NATUREZA DO FLUIDO	NATUREZA, FASE E VAZÃO													
8	COMPOSTOS CORROSIVOS / TOXICOS (% peso / ppm)														
9	FASE (1) / AFINIZADO (% peso)	L	0	M	0,2759	M	0,1219	V	1	L	0	V	1	L	0
10	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @ P, T	4,508													
11	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @ P, T	28,13													
12	PROPRIEDADES														
13															
14	PESO MOLECULAR GAS	2,188													
15	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @ P, T	1167	1166	7,842	813,7	1,163	813,4	0,133	935,5	0,8275	819,4	1,207	0,292		
16	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @ P, T	288,5	0,019	0,3889	10,59	0,0086	11,97	0,0114							
17	FONTOS DE FLUIZ (FOUR POINT)														
18	CONDICÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO														
19	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO	30	60	30,59	60,59	230	280	28	58	27,59	57,59	140	170	100	
20	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO	1,002	2,822	15,5	17,3	14,6	16,4	14,8	16,4	1,55	3,55	14,4	16,2	14,3	
21	DAMETRO NOMINAL	7													
22	VELOCIDADE DE FLUIZ (1)	0,25	0,3	0,72	2	0,25	0,3	0,01	0,3	0,01	0,3	0,24	0,3	0,001	
23	VELOCIDADE DE FLUIZ (2)														
24	VELOCIDADE DE FLUIZ (3)														
25	ISOLAMENTO, TRAVEZADO (3)														
26	NOTAS:														
27	(1) Especificar se é vapor (V), líquido (L), ou fase mista (M)														
28	(2) Indicar se a velocidade máxima permitida só se é um requerimento de processo, corrosão, sólidos, flúidos especiais, etc.														
29	(3) Se é equipamento especificar: P - proteção pessoal, C - conservação de calor, H - conservação de calor, ET - traçado elétrico, SI - encamisado com vapor, etc.														
30															
31															
32															
33															
34															

Figura66. Folha de Especificação - Tubulação e Processo 1/4.

PROJETO: CONSERVAÇÃO DE GLICEROL EM PROPILÉNO GLICOL		TUBULAÇÕES DE PROCESSO																																			
UNIDADE:		Pag. 1 de 4																																			
R	TUBULAÇÕES DE PROCESSO																																				
e																																					
v																																					
1														TUBULAÇÃO Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9														
2														PRÓJ. Nº																							
3														DE		K1	E-1	K2	E2	K3	E3																
4																																					
5														A																							
6															K-1	E-1	K-2	E-2	K-3	E-3	R-1	MISTURADOR 1															
7																																					
8														NATUREZA DO FLUIDO	HIDROGÊNIO		HIDROGÊNIO		HIDROGÊNIO		HIDROGÊNIO		HIDROGÊNIO		H2O												
9														COMPOSTOS CORROSIVOS / TOXICOS (% peso / gimp)																							
10														FASE (1) / AUMENTO (% peso)	V	1	V	1	V	1	V	1	V	1	V	1	L	0	L	0							
11	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPORES @ P, T	8254		9,45		9,45		1384		6753		9133																									
12	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @ P, T																																				
13		17,06																																			
14	PROPRIEDADES																																				
15	RESIDUADE GÁS / LÍQUIDO @ P, T	2,016		2,016		2,016		2,016		2,016		2,016																									
16	VELOCIDADE GÁS / LÍQUIDO @ P, T	0,07		68,86		0,484		0,9777		0,729		1,232		1004																							
17	VELOCIDADE GÁS / LÍQUIDO @ P, T	0,0088		0,01		0,0088		0,0105		0,01317		433		0,7944																							
18	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO																																				
19	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO	30		60		98,25		128,25		30		60		260		30		60		30		60															
20	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO	1		3,5		2,46		4,25		6,17		6,787		6,17		6,787		6,17		15,3		16,83		15		16,8		1,632		2,822		1,022		2,822			
21	CONDICÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO																																				
22	DIAMETRO NOMINAL	4		4		4		4		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3					
23	AP. CALCULADA / PERMITIDA (2)	0,26		0,3		0,14		0,4		0,21		0,3		0,19		0,4		0,15		0,2		0,07		0,4		0,1		0,4		0,08		0,3		0,02		0,3	
24	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA (2)																																				
25	ISOLAMENTO, TRAVESSIA (3)	N		N		P		N		N		P		N		N		N		N		P		H		H		N		N		N					
26	NOTAS																																				
27	(1) Especificar se é vapor (V), líquido (L), ou fase mista (M).																																				
28	(2) Indicar AP e velocidade máxima permitida se se é um equipamento de processo, corrosão, sólidos, fluidos especiais, etc.																																				
29	(3) Se é requerido especificar: P: proteção passiva; H: conservação de calor; C: conservação de frio; ST: traçado elétrico; SI: ventilação com vapor; ET: traçado elétrico; S: ventilação com vapor; etc.																																				
30																																					
31																																					
32																																					
33																																					
34																																					
	Rev.																																				
	Data																																				
	Por																																				
	Aprovado																																				

Figura 67. Folha de Especificação - Tubulação e Processo 2/4.

PROJETO: CONVERSAO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		TUBULAÇÕES DE PROCESSO												TUBULAÇÕES DE PROCESSO			
UNIDADE:														Reg.	3	de	4
1	TUBULAÇÃO Nº	19	20	21	22	23	24	25	26	27							
2	PRM/nº																
3	DE	C-3	C-7	P-3	C-5	C-5	C-4	P-2	E-6	MISTURADOR 2							
4																	
5	A	C-4	P-3	C-5			P-2	MISTURADOR 2	E-5	E-6							
6																	
7	NATUREZA FASE Y VAZÃO																
8	NATUREZA DO FLUIDO	HC	HC	HC	H2O	HC	GLICEROL	GLICEROL	GLICEROL + H2O	GLICEROL + H2O							
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TOXICOS (% peso / ppm p)																
10	FASE (1) / VAZÃO (% peso)	L	0	L	0	L	0	L	0	L	0	L	0	L	0	L	0
11	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P, T	m³/h															
12	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P, T	26,75	20,11	20,11	0,3076	22,89	3,562	3,535	24,02	22,22							
13	PROPRIEDADES																
14	PESO MOLECULAR GAS																
15	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	791,6	884	884	931,7	772,9	886,8	886,8	904,7	1132							
16	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	0,7522	2,051	2,048	0,3706	0,5578	1,68	1,68	1,657	65,15							
17	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C															
18	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO																
19	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO	203	233	118,1	148,1	118,1	148,1	100,7	210,4	240,4	247	277	247,6	115	145	59,9	89,9
20	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO	2,07	3,66	0,152	3,5	1,73	3,52	1,03	3,85	3,85	0,31	3,5	15,5	17,3	15,5	17,3	17,3
21	DADOS TUBULAÇÃO																
22	DIÂMETRO NOMINAL	4	8	2	1	3	3	1	3	3	1	3	1	3	3	3	3
23	IP CALCULADA / PERMITIDA (2)	0,04	0,3	0,002	0,2	0,53	2	0,01	0,3	0,28	0,3	0,01	0,3	0,6	2	0,19	0,3
24	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA (2)	m/s															
25	ISOLAMENTO, TRAVESSIA (3)	H	H	H	H	H	H	P	H	H	H	P	P	P	H	H	H
26	NOTAS																
27	(1) Especificar se é vapor (V), líquido (L), ou fase mista (M).																
28	(2) Indicar IP e velocidade máxima permitida só se é um requerimento de processo, corrosão, atóxico, fluidos especiais, etc.																
29	(3) Se é requerimento especial de car. P: proteção passiva, H: conservação térmica, ST: traçado com vapor, ET: traçado elétrico, SJ: encaminhado com vapor, etc.																
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
	Rev.																
	Data																
	Por																
	Aprovado																

Figura 68. Folha de Especificação - Tubulação e Processo 3/4.

PROJETO: CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		TUBULAÇÕES DE PROCESSO		TUBULAÇÕES DE PROCESSO		
UNIDADE:		Pág. 4 de 4		4		
R	TUBULAÇÕES DE PROCESSO					
e						
v						
1	TUBULAÇÃO Nº	28	29			
2	Mãe nº					
3	DE	E6	E5			
4						
5	A		R-1			
6						
7	NATUREZA, FASE Y VAZÃO					
8	NATUREZA DO FLUIDO	HC	HC			
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm)					
10	FASE (1) / VAPORIZADO (% peso)	L	0	L	0	
11	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P.T	m <sup>3</sup> /h				
12	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P.T	m <sup>3</sup> /h	20,45	20,92		
13	PROPRIEDADES					
14	PESSO MOLECULAR GAS					
15	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P.T	kg/m <sup>3</sup>	864,9	870,2		
16	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P.T	cP (G) / cS (L)	1,273	1,989		
17	PONTO DE FLUIDEZ (FOUR POINT)	°C				
18	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PROJETO					
19	TEMPERATURA OPERAÇÃO PROJETO	°C	147,9	177,9	230	260
20	PRESSÃO OPERAÇÃO PROJETO	kg/cm <sup>2</sup> g	2,06	3,85	15,5	17,3
21	DADOS TUBULAÇÃO					
22	DIÂMETRO NOMINAL	polegadas	3	3	3	
23	ΔP CALCULADA / PERMITIDA (2)	kg/cm <sup>2</sup> /cm	0,07	0,3	0,14	0,3
24	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA (2)	m/s				
25	ISOLAMENTO, TRACELADO (3)		P	H		
26	NOTAS:					
27	(1) Especificar se é vapor (V), líquido (L), ou fase mista (M).					
28	(2) Indicar a velocidade máxima permitida se se é um equipamento de processo, corrosão, sólidos, fluidos especiais, etc.					
29	(3) Se é requerido especificar: P - proteção pessoal; H - conservação de calor; C - conservação térmica; ST - traçado com vapor; ET - traçado elétrico; SJ - encamisado com vapor, etc.					
30						
31						
32						
33						
34	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.					
	Rev.					
	Data					
	Por					
	Aprovado					

Figura 69. Folha de Especificação - Tubulação e Processo 4/4.



## 2.6. Folha de especificações de válvulas de controle

PROJETO: CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		Instrumentos de vazão				
UNIDADE:		Pág. 1 de 5				
<b>INSTRUMENTOS DE VAZÃO</b>						
R	INSTRUMENTO Nº	FR-1	FR-2	FR-3	FR-4	FR-4
e	SERVIÇO	Entrada Misturador 1	Entrada Misturador 1	Entrada P-1	Saída P-1	Saída Misturador 2
v	CASO DE PROJETO					
1	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO					
2	NATUREZA DO FLUIDO	Alcool	AC	AC	AC	AC
3	COMPOSTOS CORROSIVOS / TOXICOS (% peso / ppm)	0	0	0	0	0
4	FASE (1)	L	L	L	M	L
5	VAZÃO NOMINAL LÍQUIDO @ 15,4°C	17,06	0,4650	17,35	17,35	27,06
6	GAS @ 15,4°C / 1 atm					2,106
7	VAZÃO MÁXIMA / MÍNIMA					1,54
8	TEMPERATURA ENTRADA	30	30	30	30,54	59,9
9	PRESSÃO ENTRADA	1,013	1,013	1,013	15,2	14,31
10	PROPRIEDADES DO FLUIDO					
11	PESO MOLECULAR GAS					2,035
12	DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4°C					
13	POUR POINT DO LÍQUIDO					
14	DENSIDADE @ P.T	1282	104	1167	1166	1132
15	VISCOSIDADE @ T	55,1433	0,7920/744	314,6285,5	303259,9	9,67/10,6
16	TIPO DE BENTONTO PRIMÁRIO					
17	SITUAÇÃO (2)					
18	PONTOS CONSISMA (VAZÃO NOMINAL: 100%)					
19	ALARME ALTO / MÍDIO / BAIXO	%				
20	ALARME BAIXO / MÍDIO / BAIXO	%				
21	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%				
22	TRANCEADO / DAFRAGMA / FLUSHING					
23	LOCALIZADO ENTÃO TAMANHO DE VERIFICAÇÃO DE TUBULAÇÃO					
24	NOTAS:					
25	(1) Especificar se é gás (G), líquido (L) ou vapor de água (V).					
26	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).					
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
	Rev.		Por			
	Data		Aprovado			

Figura 70. Folha de Especificação Instrumentos de Vazão (1/5).

PROJETO: CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		Instrumentos de vazão	
UNIDADE:		Pág.	2 de 5
<b>INSTRUMENTOS DE VAZÃO</b>			
R			
e			
v			
1	INSTRUMENTO Nº	FI-C-6 Entrada E-5	FI-C-7 Entrada E-4
2	SERV. (Q)	FI-5 Entrada E-6	FI-14 Entrada C-3
3	CASO DE PROJETO		FI-C-12 Entrada E-7
4			FI-C-17 Refluxo C-3
<b>DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO</b>			
5	NATUREZA DO FLUIDO	HC	HC
6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TOXICOS (% peso / ppm)	0	0
7	FASE (1)	L	M
8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4°C	20,06	27,02
9	GAS @ 0°C y 1 atm.	-	4,7
10	VAPOR DE AGUA	-	-
11	VAZÃO MÁXIMA MÁXIMA	-	-
12	TEMPERATURA ENTRADA	59,90	230
13	PRESSÃO ENTRADA	15,2	14,31
14			
<b>PROPIEDADES DO FLUIDO</b>			
15	PESO MOLECULAR GAS	-	22,92
16	DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4°C	-	-
17	FOUR POINT DO LÍQUIDO	-	-
18	DENSIDADE @ P.T	1132	47,4
19	VISCOSIDADE @ T	15,387/4,68	0,0150/3,7
20			
21	TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO		
22	SITUAÇÃO (2)		
23	PONTOS CONSERVA (VAZÃO NORMAL: 100%)		
24	ALARME ALTO / MUITO ALTO		
25	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO		
26	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO		
27	TRACIAO / DERRAMA / FLUSHING		
28	LOCALIZADO EM TAMANHO IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO		
29	NOTAS:		
30	(1) Especificar se é gás (G), líquido (L) ou vapor de água (V).		
31	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).		
32			
33			
34			
	Rev.	Por	Aprovado
	Data		

Figura 71. Folha de Especificação Instrumentos de Vazão (2/5).

PROJETO: CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		Instrumentos de vazão		
UNIDADE:		Rég.	3	de
INSTRUMENTOS DE VAZÃO				
1	INSTRUMENTO V	R-19	R-26	R-23
2	SERVIÇO	Entrada C-4	C-4	Entrada C-5
3	CASO DE PROJETO			Saída P-3
4				
DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO				
5	NATUREZA DO FLUIDO	HC	HC	HC
6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS ( % peso / ppm)	0	0	0
7	FASE (1)	L	L	L
8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4°C	m <sup>3</sup> /h	60.33	17.29
9	GAS @ 0°C y 1 atm	Nm <sup>3</sup> /h	.	.
10	VAZÃO DE ÁGUA	kg/h	.	.
11	VAZÃO MÁXIMA MÁXIMA	%	.	.
12	TEMPERATURA ENTRADA	°C	118.1	118.1
13	PRESSÃO ENTRADA	bar	2.026	0.15
14				
PROPRIEDADES DO FLUIDO				
15	PESO MOLECULAR GAS	.	.	.
16	DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4°C	Sp. Gr.	.	.
17	FOUR POINT LIQUID	°C	.	.
18	DENSIDADE @ P, T	kg/m <sup>3</sup>	894	894
19	VISCOSIDADE @ T	cP (G)/cS (L)	1.83205	1.820
20				
21	TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO			
22	SITUAÇÃO (2)			
23	PONTOS CONSISMA ( VAZÃO NORMAL : 100%)			
24	ALARME ALTO / MUITO ALTO	%		
25	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	%		
26	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%		
27	TRACENDO / DAFRAGMA / FLUSHING			
28	LOCALIZADO EM TAMANHO IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO			
29	NOTAS :			
30	(1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V).			
31	(2) Indicar se o instrumento é local (L), panel (P) ou panel local (PL).			
32				
33				
34				

Figura 72. Folha de Especificação Instrumentos de Vazão (3/5).

PROJETO: CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		Instrumentos de vazão		Pág. 4 de 5		
UNIDADE:						
INSTRUMENTOS DE VAZÃO						
1	INSTRUMENTO Nº	FIC-28	FIC-32	FIC-15	FIC-31	FIC-8
2	SERVIÇO	Refluxo C-5	C-5	Entrada E9	Entrada E-12	Entrada E-1
3	CASO DE PROJETO					
4						
5	NATUREZA DO FLUIDO	HC	HC	HC	HC	H2
6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm)	0	0	0	0	0
7	FASE (1)	L	L	L	L	G
8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4°C	0,85	22,89	88,4	37,94	14,38
9	GAS @ Pcy 1 atm	-	-	-	-	-
10	VAPOR DE ÁGUA	-	-	-	-	-
11	VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA	-	-	-	-	-
12	TEMPERATURA ENTRADA	100,7	210	247	203	210
13	PRESSÃO ENTRADA	1,013	2,016	0,3	2,026	2,016
14						
15	PESO MOLECULAR GAS	-	-	-	-	-
16	DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4°C	-	-	-	-	-
17	POUR POINT DO LÍQUIDO	-	-	-	-	-
18	DENSIDADE @ P.T	931,7	773	897	792	773
19	VISCOSIDADE @ T	0,345300,37	0,4330,56	1,51,68	0,60,75	0,4300,56
20						0,0103,16
21	TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO					
22	SITUAÇÃO (2)					
23	PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%)					
24	ALARME ALTO / MUITO ALTO	%				
25	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	%				
26	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%				
27	TRAVESSADO / DANIFRAGIA / FLUSHING					
28	LOCALIZADO ENTÃO NHO IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO					
29	NOTAS:					
30	(1) Especificar se é gás (G), líquido (L) ou vapor de água (V).					
31	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).					
32						
33						
34						
	Rev.					
	Data					
		Por				
		Aprovado				

Figura 73. Folha de Especificação Instrumentos de Vazão (4/5).

PROJETO : CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		Instrumentos de vazão		
UNIDADE:		Pág. 5 de 5		
R	INSTRUMENTOS DE VAZÃO			
e				
v				
1	INSTRUMENTO Nº	FIC-9	FIC-10	
2	SERVIÇO	Entrada E2	Entrada E3	
3	CASO DE PROJETO			
4				
5	NATUREZA DO FLUIDO	H2	H2	
6	CONDIÇÕES CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)	0	0	
7	FASE (1)	G	G	
8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C	m³/h	9,45	
9	GÁS @ P/Cy 1 atm.	Nitr/h	-	
10	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	
11	VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA	%	-	
12	TEMPERATURA ENTRADA	°C	98,90	
13	PRESSÃO ENTRADA	bar	6,052	15
14				
15	FESQ MOLECULAR GÁS	-	-	
16	DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4 °C	Sp. Gr.	-	
17	POUR POINT DO LÍQUIDO	°C	-	
18	DENSIDADE @ P, T	kg/m³	0,3951	0,99
19	VISCOSIDADE @ T	cP (G) / cSt (L)	0,012627	0,011032
20				
21	TIPO DE BLENTO PRIMÁRIO			
22	SITUAÇÃO (2)			
23	PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%)			
24	ALARME ALTO / MUITO ALTO	%		
25	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	%		
26	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%		
27	TRAVEZADO / DIFRACÇÃO / FLUSHING			
28	LOCALIZADO EM TAMINHO IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO			
29	NOTAS:			
30	(1) Especificar se é gás (G), líquido (L) ou vapor de água (V).			
31	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).			
32				
33				
34				
	Rev.	Por		
	Data	Aprovado		

Figura 74. Folha de Especificação Instrumentos de Vazão (5/5).

PROJETO: CONVERSÃO DE GLUCEROL EM PROPILENO GLICOL		Instrumentos de NÍVEL				
UNIDADE:		Pág. 1 de 2				
<b>INSTRUMENTOS DE NÍVEL</b>						
INSTRUMENTO N°	1	2	3	4	5	6
SERVIÇO	Controle Misturador 1	Controle Misturador 2	Controle C-3	Controle C-6	Controle C-4	Controle C-7
CASO DE PROJETO						
<b>DADOS GERAIS DE OPERAÇÃO</b>						
NATUREZA DO FLUIDO SUPERIOR / INFERIOR						
COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm)						
TIPO DE INTERFASE (1)	L-L	L-L	L-V	L-V	L-L	L-L
TEMPERATURA	°C	30	30,59	100	247	118,1
PRESSÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	1,03	15,5	1,03	0,31	0,15
<b>PROPRIEDADES DO FLUIDO</b>						
DENSIDADE FASE SUP. @ P.T	kg/m <sup>3</sup>					
VISCOSIDADE FASE SUP. @ T	cP / cSt					
DENSIDADE FASE SUP. @ P.T	kg/m <sup>3</sup>					
VISCOSIDADE FASE INF. @ T	cP / cSt					
<b>CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO</b>						
TIPO DE ELEMENTO PRIMÁRIO						
SITUAÇÃO (2)						
PONTOS CONSIGNA (NÍVEL NORMAL : ) (3)						
ALARME ALTO / MUITO ALTO	mm					
ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	mm					
ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	mm					
TRAVESSADO, FLUSHING						
LOCALIZADO EM RECIPIENTE						
<b>NOTAS :</b>						
(1) Especificar se é líquido - líquido (L-L) ou líquido - vapor (L-V)						
(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL)						
(3) Indicar o nível normal em mm sobre LT o % intervalo medida e os pontos de consigna de ALARME e encravamentos nas mesmas unidades						
Rev.		Por				
Data		Aprovado				

Figura 75. Folha de Especificação Instrumentos de Nível (1/2).

PROJETO : CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		Instrumentos de Nível	
UNIDADE:		Pág.	2 de 2
<b>INSTRUMENTOS DE NÍVEL</b>			
INSTRUMENTO Nº	7	8	9
SERVIÇO	Controle C-5	Controle P5	Controle C-10
CASO DE PROJETO			
<b>DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO</b>			
NATURALEZA DO FLUIDO SUPERIOR / INFERIOR			
COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS ( % peso / ppmpp)			
TIPO DE INTERFASE (1)			
TEMPERATURA	210,4	210,4	100,7
PRESSIONÃO	2,06	2,06	1,03
<b>PROPRIEDADES DO FLUIDO</b>			
DENSIDADE FASE SUP. @ P, T			
VISCOSIDADE FASE SUP. @ T			
DENSIDADE FASE SUP. @ P, T			
VISCOSIDADE FASE INF. @ T			
<b>CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO</b>			
TIPO ELEMENTO PRIMARIO			
SITUAÇÃO (2)			
PONTOS CONSERVA ( NÍVEL NORMAL ) (3)			
ALARME ALTO / MUITO ALTO	mm		
ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	mm		
ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	mm		
TRACÇAO, FLUSHING			
LOCALIZADO EM RECORRENTE			
<b>NOTAS :</b>			
(1) Especificar se é líquido - líquido (L-L) ou líquido - vapor (L-V)			
(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL)			
(3) Indicar o nível normal em mm sobre LT o % intervalo medida e os pontos de consigna de ALARMEs e encravamentos nas mesmas unidades			
Rev.		Por	
Data		Aprovado	

Figura 76. Folha de Especificação Instrumentos de Nível (2/2).

PROJETO: CONVERSÃO DE GLUCEROL EM PROPILENO GLICOL		Instrumentos de PRESSÃO										Pág. 1 de 1										
UNIDADE:		INSTRUMENTOS DE PRESSÃO																				
R e v	INSTRUMENT N°	SERVIÇO	CASO DE PROJETO	NATUREZA FLUIDO	COMPLET CORROSIVOS O TOXICOS	FASE (1)	TEMP. (°C)	PRES. (kg/cm² g)		SIUAC. (3)	PONTOS CONSIGNA (kg/cm² g)				TRAC. (sim / não)	LOCALIZADO EM TUBULAÇÃO / RECIPIENTE						
								MIN.	NORM.		MAX.	PAL	PALL	PAH			PAHH	BAIXO	ALTO			
	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
	5	PI-8	SAIDA K-1			V	151,1															
	6	PI-9	SAIDA K-2			V	98,25															
	7	PI-10	SAIDA K-3			V	98,9															
	8	PI-12	SAIDA C-1			V	27,99															
	9	PI-16	C-3	AC		L	100															
	10	PI-21	C-4	HC		L	118,1															
	11	PI-26	SAIDA C-3	HC		L	247															
	12	PI-27	C-5	H2O		L	100,7															
	13	PI-32	SAIDA C-5	HC		L	210,4															
	14																					
	15																					
	16																					
	17																					
	18																					
	19																					
	20																					
	21																					
	22																					
	23																					
	24																					
	25																					
	26	NOTAS:																				
	27	(1) Especificar se é gás (G), líquido (L), vapor de água (V) ou mista (M).																				
	28	(2) Especificam-se condições de operação. Para condições de projeto mecânico referir-se às condições da tubulação ou equipamento associado.																				
	29	(3) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).																				
	30																					
	31																					
	32																					
	33																					
	34																					
																	Rev.					
																	Data					
																	Por					
																	Aprovado					

Figura 77. Folha de Especificação Instrumentos de Pressão (1/1).



PROJETO: CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		Instrumentos de temperatura			Pág. 1 de 1													
UNIDADE:		Rég.				1												
INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA																		
R e v	INSTRUMENT Nº	SERVIÇO	CASO DE PROJETO	NATUREZA FLUIDO	COMPLET CORROSIVOS O TOXICOS	FASE(1) TEMP.(°C)	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO (2)			TEMPERATURA (°C)	SITUAÇÃO (3)	CARACTERÍSTICAS INSTRUMENTO					LOCALIZADO EM TUBULAÇÃO/ RECIPIENTE	
							MIN	NORM	MAX			TAL	ALARMES		PONTOS CONSIGNA (°C)			
													TAL	TAH	TAH	BAIXO	ALTO	
1																		
2																		
3																		
4																		
5	TI-8	E-1		H2		V	30											
6	TI-9	E-2		H2		V	30											
7	TI-10	E-3		H2		V	220											
8	TI-7	R-1		HC		M	220											
9	TI-11	E-4		HC		M	23											
10	TI-14	C-3		HC		L	140											
11	TI-15	E-8		HC		L	203											
12	TI-16	E-9		AC		L	100											
13	TI-25	E-10		HC		L	247											
14	TI-21	E-11		HC		L	118,1											
15	TI-31	E-12		HC		L	210,4											
16	TI-27	E-13		AC		L	100,7											
17	TI-6	E-5		HC		L	220											
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26	NOTAS:																	
27	(1) Especificar se é gas (G), líquido (L), vapor de água (V) ou mista (M).																	
28	(2) Especificar as condições de operação. Para condições de projeto mecânico referir-se às condições da tubulação ou equipamento associado.																	
29	(3) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).																	
30																		
31																		
32																		
33																		
34																		
	Rev. For																	
	Data Aprobado																	

Figura 78. Folha de Especificação Instrumentos de Temperatura (1/1).

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL</b>		Válvula de CONTROLE			
UNIDADE:		Pág. 1 de 11			
R	<b>VÁLVULAS DE CONTROLE</b>				
e	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>				
v	Nº DE VÁLVULA	FCV-8		FCV-9	
1	SERVIÇO	SAIDA E-1		SAIDA E-2	
2	CASO				
3	LOCALIZADA EM P&ID				
4	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>				
5		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
6	NATUREZA DO FLUIDO	H2		H2	
7	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p			
8	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h			
9	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	660,2	660,2	660,2
10	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0	0
11	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%			
12	TEMPERATURA	°C	30	30	30
13	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³			
14	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt			
15	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a			
16	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a			
17	PESO MOLECULAR DO GAS	-	2,016	2,016	2,016
18	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m³	0,1698	0,1698	0,484
19	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	1	1	1
20	Cp / Cv	-	1,413	1,413	1,413
21	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>				
22	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g			
23	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g			
24	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm² g			
25	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO			
26	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2)	%			
27	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-			
28	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO			
29	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -			
30	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>				
31	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-			
32	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-			
33	CURVA DA VÁLVULA (4)	-			
34	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-			
35	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-			
36	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-			
37	NOTAS :				
38	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI .				
39	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula				
40	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)				
41	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida				
42	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 79. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 1/11.

Rev.		PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL</b>				Válvula de CONTROLE	
		UNIDADE :				Pág. 2 de 11	
<b>AS DE CONTROLE</b>							
1	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>						
2	Nº DE VÁLVULA	FCV-10			TCV-7		
3	SERVIÇO	SAIDA E-3			SAIDA R-1		
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID						
6	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>						
7		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA		
8	NATUREZA DO FLUIDO	H2			HC		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p					
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h			21880	21880	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	660,2	660,2	3939	3939	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0	4694,6	4694,6	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%					
14	TEMPERATURA	°C	230	230	230	230	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>			513,7	513,7	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt			0,3689	0,3689	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm <sup>2</sup> a					
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm <sup>2</sup> a					
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	2,016	2,106	22,92	22,92	
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m <sup>3</sup>	0,7229	0,7229	7,842	7,842	
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	1	1	1	1	
22	Cp / Cv	-	1,403	1,403	1,026	1,026	
23	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm <sup>2</sup> g					
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm <sup>2</sup> g					
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm <sup>2</sup> g					
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO					
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2)	%					
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-					
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO					
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -					
32	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-					
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-					
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-					
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-					
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-					
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-					
39	NOTAS :						
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI .						
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula						
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)						
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida						
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.						
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

Figura 80. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 2/11.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL</b>		Válvula de CONTROLE			
UNIDADE :		Pág. 3 de 11			
Rev.	<b>VÁLVULAS DE CONTROLE</b>				
1	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>				
2	Nº DE VÁLVULA	TCV-11		TCV-14	
3	SERVIÇO	SAIDA E-4		SAIDA E-7	
4	CASO				
5	LOCALIZADA EM P&ID				
6	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>				
7		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO				
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	HC	HC	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	25690	25690	25610
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	154,5	154,5	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	1,53	1,53	0
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%			0
14	TEMPERATURA	°C	28	28	140
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>	913,4	913,4	819,4
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	10,59	10,59	1,207
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm <sup>2</sup> a			
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm <sup>2</sup> a			
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	2,035	2,035	
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m <sup>3</sup>	1,163	1,163	
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	1	1	0,024
22	Cp / Cv	-	1,009	1,009	1,422
23	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>				
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm <sup>2</sup> g			
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm <sup>2</sup> g			
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm <sup>2</sup> g			
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO			
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2)	%			
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-			
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO			
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -			
32	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>				
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-			
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-			
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-			
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-			
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-			
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-			
39	NOTAS :				
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI .			
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula			
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)			
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida			
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.			
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
Rev.		Por			
Data		Aprovado			

**Figura 81.** Folha de Especificação de Válvulas de Controle 3/11.

PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL				Válvula de CONTROLE	
UNIDADE :						Pág.	4 de 11
Rev.	<b>VÁLVULAS DE CONTROLE</b>						
1	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>						
2	Nº DE VÁLVULA	LCV-19		FCV-17			
3	SERVIÇO	SAIDA C-3		TOPO C-3			
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID						
6	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>						
7		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA		
8	NATUREZA DO FLUIDO	HC		HC			
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p					
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	21170	21170	4442	4442	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h					
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0	0	0	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%					
14	TEMPERATURA	°C	203	203	100	100	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>	791,6	791,6	947,3	947,3	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0,7522	0,7522	0,292	0,292	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm <sup>2</sup> a					
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm <sup>2</sup> a					
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-					
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m <sup>3</sup>					
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	0,0048	0,0048	0,0006	0,0006	
22	Cp / Cv	-	1,033	1,033	1,186	1,186	
23	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm <sup>2</sup> g					
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm <sup>2</sup> g					
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm <sup>2</sup> g					
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO					
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2)	%					
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-					
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO					
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -					
32	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-					
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-					
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-					
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-					
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-					
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-					
39	NOTAS :						
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI.					
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4)	Indicar se é Linear, Isopercentual ou abertura Rápida					
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
Rev.	Por						
Data	Aprovado						

Figura 82. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 4/11.

PROJETO:		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL				Válvula de CONTROLE	
UNIDADE:						Pág.	5 de 11
R	<b>VÁLVULAS DE CONTROLE</b>						
v	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>						
1	Nº DE VÁLVULA		PCV-16		LCV-18		
2	SERVIÇO		C-3		SAÍDA P-1		
3	CASO						
4	LOCALIZADA EM P&ID						
5	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>						
6			ENTRADA		SAÍDA		
7	NATUREZA DO FLUIDO		HC		HC		
8	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS		% p / ppm p				
9	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO		kg/h		4442		
10	VAZÃO NORMAL DE GAS		kg/h		4442		
11	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA		kg/h		0		
12	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO		%		0		
13	TEMPERATURA		°C		100		
14	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T		kg/m³		947,3		
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T		cSt		947,3		
16	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T		kg/cm² a		0,292		
17	PRESSÃO CRÍTICA		kg/cm² a		0,292		
18	PESO MOLECULAR DO GAS		-				
19	DENSIDADE GAS @P, T		kg/m³				
20	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T		-		0,0006		
21	Cp / Cv		-		0,006		
22	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>						
23	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL		kg/cm² g				
24	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA		kg/cm² g				
25	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA		kg/cm² g				
26	VÁLVULA ESTAGNADA (1)		SI / NO				
27	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2)		%				
28	AÇÃO A FALHA DE AR (3)		-				
29	AÇÃO TUDO / NADA		SI / NO				
30	PASSO PLENO REQUERIDO		SI / -				
31	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>						
32	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO		-				
33	MARCA E MODO DA VÁLVULA		-				
34	CURVA DA VÁLVULA (4)		-				
35	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE						
36	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES		-				
37	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)		-				
38	<b>NOTAS :</b>						
39	Válvula estagnada significa classe V o VI.						
40	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula						
41	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)						
42	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida						
43	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.						
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

**Figura 83.** Folha de Especificação de Válvulas de Controle 5/11.

PROJETO : UNIDADE :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL		Válvula de CONTROLE	
				Pág. 6	de 11
R	<b>VÁLVULAS DE CONTROLE</b>				
e	CARACTERÍSTICAS GERAIS				
v	Nº DE VÁLVULA		TCV-25	FVC-26	
1	SERVIÇO		C-4	SAIDA P-2	
2	CASO				
3	LOCALIZADA EM P&ID				
4	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO				
5	NATUREZA DO FLUIDO		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA
6			AGUA DE REFRIGERAÇÃO		SAÍDA
7	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS				HC
8	% p / ppm p				
9	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO			17980	17980
10	VAZÃO NORMAL DE GAS				
11	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA			0	0
12	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO				
13	TEMPERATURA			118,1	118,1
14	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T			894	894
15	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T			2,048	2,048
16	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T				
17	PRESSÃO CRÍTICA				
18	PESO MOLECULAR DO GAS				
19	DENSIDADE DE GAS @P, T				
20	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T			0,0042	0,0042
21	Cp / Cv			1,038	1,038
22	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
23	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL				
24	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA				
25	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA				
26	VÁLVULA ESTAGNADA (1)		SI / NO		
27	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2 )		%		
28	AÇÃO A FALHA DE AR (3)		-		
29	AÇÃO TUDO / NADA		SI / NO		
30	PASSO PLENO REQUERIDO		SI / -		
31	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
32	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO		-		
33	MARCA E MODO DA VÁLVULA		-		
34	CURVA DA VÁLVULA (4)		-		
35	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE		-		
36	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES		-		
37	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)		-		
38	NOTAS :				
39	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.				
40	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula				
41	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)				
42	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida				
43	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 84. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 6/11.

PROJETO : UNIDADE :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL				Válvula de CONTROLE	
						Pág. 7	de 11
R	<b>VÁLVULAS DE CONTROLE</b>						
1	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>						
2	Nº DE VÁLVULA	FCV 22		FCV 23			
3	SERVIÇO	SAIDA C-4		SAIDA P-3			
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID						
6	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>						
7		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA		
8	NATUREZA DO FLUIDO	HC		HC			
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p					
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	3194	3194	17980	17980	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h					
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0	0	0	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%					
14	TEMPERATURA	°C	247	247	118,1	118,1	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	896,8	896,8	894	894	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	1,68	1,68	2,048	2,048	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a					
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a					
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-					
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m³					
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	0,00071	0,00071	0,0042	0,0042	
22	Cp / Cv	-	0,6616	0,6616	1,038	1,038	
23	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g					
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g					
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g					
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO					
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2)	%					
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-					
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO					
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -					
32	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-					
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-					
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-					
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-					
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-					
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-					
39	<b>NOTAS :</b>						
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.						
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula						
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)						
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida						
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.						
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

**Figura 85.** Folha de Especificação de Válvulas de Controle 7/11.



PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL				Válvula de CONTROLE		
UNIDADE :						Pág. 8	de 11	
R e v	<b>VÁLVULAS DE CONTROLE</b>							
	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>							
	Nº DE VÁLVULA		PCV 21		LCV 32			
	SERVIÇO		C-4		SAIDA C-5			
	CASO							
	LOCALIZADA EM P&ID							
	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>							
			ENTRADA		SAÍDA		ENTRADA	SAÍDA
	NATUREZA DO FLUIDO		ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO				HC	
	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS		% p / ppm p					
	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO		kg/h				17690	17690
	VAZÃO NORMAL DE GAS		kg/h					
	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE ÁGUA		kg/h				0	0
	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO		%					
	TEMPERATURA		°C				210,4	210,4
	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T		kg/m³				772,9	772,9
	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T		cSt				0,5578	0,5578
	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T		kg/cm² a					
	PRESSÃO CRÍTICA		kg/cm² a					
	PESO MOLECULAR DO GAS		-					
	DENSIDADE DE GAS @P, T		kg/m³					
	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T		-				0,005	0,005
	Cp / Cv		-				1,031	1,031
	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>							
	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL		kg/cm² g					
	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA		kg/cm² g					
	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA		kg/cm² g					
	VÁLVULA ESTAGNADA (1)		SI / NO					
	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2)		%					
	AÇÃO A FALHA DE AR (3)		-					
	AÇÃO TUDO / NADA		SI / NO					
	PASSO PLENO REQUERIDO		SI / -					
	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>							
	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO		-					
	MARCA E MODO DA VÁLVULA		-					
	CURVA DA VÁLVULA (4)		-					
	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE		-					
	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES		-					
VALIDEZ DA VÁLVULA (5)		-						
NOTAS :								
(1)		Válvula estagnada significa classe V o VI.						
(2)		Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula						
(3)		Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)						
(4)		Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida						
(5)		Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.						
Rev.		Por						
Data		Aprovado						

Figura 86. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 8/11.

PROJETO : UNIDADE:		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL				Válvula de CONTROLE	
						Pág. 9	de 11
R	<b>VÁLVULAS DE CONTROLE</b>						
e	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>						
v	Nº DE VÁLVULA		LCV 33		LCV 29		
1	SERVIÇO		SAIDA P3		SAIDA C-10		
2	CASO						
3	LOCALIZADA EM P&ID						
4	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>						
5			ENTRADA		SAÍDA		
6	NATUREZA DO FLUIDO		HC		H2O		
7	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS		% p / ppm p				
8	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO		kg/h		17690		286,5
9	VAZÃO NORMAL DE GAS		kg/h				286,5
10	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA		kg/h		0		0
11	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO		%				
12	TEMPERATURA		°C		210,4		100,7
13	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T		kg/m³		772,9		931,7
14	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T		cSt		0,5578		0,3706
15	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T		kg/cm² a				
16	PRESSÃO CRÍTICA		kg/cm² a				
17	PESO MOLECULAR DO GAS		-				
18	DENSIDADE DE GAS @P, T		kg/m³				
19	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T		-		0,005		0,0007
20	Cp / Cv		-		1,031		1,184
21	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>						
22	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL		kg/cm² g				
23	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA		kg/cm² g				
24	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA		kg/cm² g				
25	VÁLVULA ESTAGNADA (1)		SI / NO				
26	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2)		%				
27	AÇÃO A FALHA DE AR (3)		-				
28	AÇÃO TUDO / NADA		SI / NO				
29	PASSO FLENO REQUERIDO		SI / -				
30	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>						
31	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO		-				
32	MARCA E MODO DA VÁLVULA		-				
33	CURVA DA VÁLVULA (4)		-				
34	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE		-				
35	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES		-				
36	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)		-				
37	NOTAS :						
38	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.						
39	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula						
40	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)						
41	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida						
42	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.						
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

Figura 87. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 9/11.

PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL				Válvula de CONTROLE	
UNIDADE :						Pág. 10 de 11	
R	<b>VÁLVULAS DE CONTROLE</b>						
1	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>						
2	Nº DE VÁLVULA	FCV 28		FCV-4			
3	SERVIÇO	TOPO C-5		SAIDA P-1			
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID						
6	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>						
7		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA		
8	NATUREZA DO FLUIDO	H2O		HC			
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p					
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	286,5	286,5	22000	22000	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h					
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	0	0			
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%					
14	TEMPERATURA	°C	100,7	100,7	30,59	30,59	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	931,7	931,7	1166	1166	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0,3706	0,3706	259,9	259,9	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a					
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a					
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-					
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m³					
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-			0,04	0,04	
22	Cp / Cv	-	1,184	1,184	1,039	1,039	
23	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g					
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g					
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm² g					
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO					
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2)	%					
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-					
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO					
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -					
32	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-					
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-					
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-					
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE						
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-					
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-					
39	<b>NOTAS :</b>						
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI .					
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

**Figura 88.** Folha de Especificação de Válvulas de Controle 10/11.

PROJETO :		CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENO GLICOL				Válvula de CONTROLE	
UNIDADE :						Pág. 11 de 11	
R	<b>VÁLVULAS DE CONTROLE</b>						
1	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>						
2	Nº DE VÁLVULA			PCV 5			
3	SERVIÇO			SAIDA MISTURADOR 2			
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID						
6	<b>CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO</b>						
7				ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO			HC			
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS			% p / ppm p			
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO			kg/h	25160	25160	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS			kg/h			
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA			kg/h	0	0	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO			%			
14	TEMPERATURA			°C	59,9	59,9	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T			kg/m³	1132	1132	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T			cSt	65,15	65,15	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T			kg/cm² a			
18	PRESSÃO CRÍTICA			kg/cm² a			
19	PESO MOLECULAR DO GAS			-			
20	DENSIDADE GAS @P, T			kg/m³			
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P, T			-	0,04	0,04	
22	Cp / Cv			-	1,038	1,038	
23	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL			kg/cm² g			
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA			kg/cm² g			
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA			kg/cm² g			
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)			SI / NO			
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA ( 2)			%			
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)			-			
30	AÇÃO TUDO / NADA			SI / NO			
31	PASSO PLENO REQUERIDO			SI / -			
32	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO			-			
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA			-			
35	CURVA DA VÁLVULA (4)			-			
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE			-			
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES			-			
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)			-			
39	NOTAS :						
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.						
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula						
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)						
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida						
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.						
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

Figura 89. Folha de Especificação de Válvulas de Controle 11/11.

## 2.7. Folha de especificações de válvulas de segurança

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Válvulas de segurança			
UNIDADE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. 1 de 8			
R e v	<b>VÁLVULAS DE SEGURANÇA</b>				
	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>				
1					
2	VÁLVULA Nº	<b>V-120</b>			
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	<b>1</b>			
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	<b>Coluna 1</b>			
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>2,066</b>		
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	<b>208,2</b>		
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>3,816</b>		
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	<b>238,2</b>		
9	NATUREZA DO FLUIDO	<b>Mistura orgânica</b>			
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS ( % peso / ppm p)				
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	<b>Fogo</b>	<b>Bloqueio</b>	<b>Falha serviço</b>	
12	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA</b>				
13	PRESSÃO DE AIONAMENTO	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>3,816</b>	<b>3,816</b>	<b>3,816</b>
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
15	PRES. DE DESCARGA (Pd <sub>isp</sub> +SOBREPRESSÃO)	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>4,1976</b>	<b>4,1976</b>	<b>4,1976</b>
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	<b>208,2</b>	<b>208,2</b>	<b>208,2</b>
17	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	<b>50,51</b>	<b>42,65</b>	<b>63,67</b>
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	<b>48,56</b>	<b>75,16</b>	<b>18,07</b>
19	C <sub>p</sub> /C <sub>v</sub>	-	<b>1,422</b>	<b>1,033</b>	<b>1,186</b>
20	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
21	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m <sup>3</sup> /h			
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>			
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt			
24	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA</b>				
25	TEMPERATURA	°C			
26	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h			
27	PESO MOLECULAR	kg/kmol			
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
29	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m <sup>3</sup> /h			
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>			
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	<b>tocha</b>	<b>tocha</b>	<b>tocha</b>
32	CONTRA PRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm <sup>2</sup> g			
33	CONTRA PRESSÃO BUILT-UP	kg/cm <sup>2</sup> g			
34	CONTRA PRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm <sup>2</sup> g			
35	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>				
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA )	kg/cm <sup>2</sup> g			
37	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm <sup>2</sup> g			
38	BALANCEADA (sim/não)	~			
39	PILOTADA (sim/não)	~			
40	ÁREA CALCULADA / SELECIONADA	polegadas 2			
41	ORIFÍCIO API ESTIMADO	~			
42	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>				
43	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm <sup>2</sup> g			
44	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm <sup>2</sup> g			
45	BALANCEADA (sim/não)	~			
46	PILOTADA (sim/não)	~			
47	ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
48	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
49	<b>NOTAS :</b>				
50	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
51					
52	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
53					
54	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
55	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 90. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 1/8.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Válvulas de segurança			
UNIDADE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. <b>2</b> de <b>8</b>			
R e v	<b>VÁLVULAS DE SEGURANÇA</b>				
	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>				
1					
2	VÁLVULA Nº	<b>V-123</b>			
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	<b>1</b>			
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	<b>Coluna 2</b>			
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>0,3059</b>		
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	<b>247</b>		
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>1,3</b>		
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	<b>277</b>		
9	NATUREZA DO FLUIDO	<b>Mistura Orgânica</b>			
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS ( % peso / ppm p)				
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	<b>Fogo</b>	<b>Bloqueio</b>	<b>Falha serviço</b>	
12	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA</b>				
13	PRESSÃO DE AClONAMENTO	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>1,43</b>	<b>1,43</b>	<b>1,43</b>
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	<b>247</b>	<b>247</b>	<b>247</b>
17	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	<b>79,99</b>	<b>73,19</b>	<b>77,22</b>
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	<b>75,16</b>	<b>92,09</b>	<b>72,78</b>
19	Cp/Cv	-	<b>1,033</b>	<b>0,6616</b>	<b>1,038</b>
20	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
21	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m <sup>3</sup> /h			
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>			
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt			
24	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA</b>				
25	TEMPERATURA	°C			
26	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h			
27	PESO MOLECULAR	kg/kmol			
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
29	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m <sup>3</sup> /h			
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>			
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	<b>tocha</b>	<b>tocha</b>	<b>tocha</b>
32	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm <sup>2</sup> g			
33	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm <sup>2</sup> g			
34	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm <sup>2</sup> g			
35	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>				
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA )	kg/cm <sup>2</sup> g			
37	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm <sup>2</sup> g			
38	BALANCEADA (sim/não)	~			
39	PILOTADA (sim/não)	~			
40	ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
41	ORIFÍCIO API ESTIMADO	~			
42	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>				
43	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm <sup>2</sup> g			
44	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm <sup>2</sup> g			
45	BALANCEADA (sim/não)	~			
46	PILOTADA (sim/não)	~			
47	ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
48	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
49	NOTAS :				
50	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
51					
52	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
53					
54	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
55	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 91. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 2/8.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Válvulas de segurança			
UNIDADE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. <b>3</b> de <b>8</b>			
R e v	<b>VÁLVULAS DE SEGURANÇA</b>				
	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>				
1					
2	VÁLVULA Nº	V-126			
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	1			
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	Coluna 3			
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	2,055		
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	210,4		
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g	3,805		
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	240,4		
9	NATUREZA DO FLUIDO	Mistura Orgânica			
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS ( % peso / ppm p)				
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	Fogo	Bloqueio	Falha serviço	
12	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA</b>				
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm <sup>2</sup> g	3,805	3,805	3,805
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10	10
15	PRES. DE DESCARGA (P <sub>disp</sub> +SOBREPRESSÃO)	kg/cm <sup>2</sup> g	4,1855	4,1855	4,1855
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	210,4	210,4	210,4
17	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	3746,3	4148,4	1315,61
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	72,78	76,09	19,76
19	C <sub>p</sub> /C <sub>v</sub>	-	1,038	1,031	1,184
20	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
21	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m <sup>3</sup> /h			
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>			
23	VISCOSIDADE DE LÍQUIDO @P, T	cSt			
24	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA</b>				
25	TEMPERATURA	°C			
26	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h			
27	PESO MOLECULAR	kg/kmol			
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
29	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m <sup>3</sup> /h			
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>			
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha
32	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm <sup>2</sup> g			
33	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm <sup>2</sup> g			
34	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm <sup>2</sup> g			
35	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>				
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA )	kg/cm <sup>2</sup> g			
37	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm <sup>2</sup> g			
38	BALANCEADA (sim/não)	~			
39	PILOTADA (sim/não)	~			
40	ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
41	ORIFÍCIO API <u>ESTIMADO</u>	~			
42	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>				
43	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm <sup>2</sup> g			
44	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm <sup>2</sup> g			
45	BALANCEADA (sim/não)	~			
46	PILOTADA (sim/não)	~			
47	ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
48	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
49	NOTAS :				
50	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
51	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
52	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
53	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
54					
55					
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 92. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 3/8.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Válvulas de segurança	
UNIDADE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. <b>4</b> de <b>8</b>	
R e v	<b>VÁLVULAS DE SEGURANÇA</b>		
	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>		
1	VÁLVULA Nº	V-129	
2	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	1	
3	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	Flash	
4	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	14,59
5	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	28
6	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g	16,34
7	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	80
8	NATUREZA DO FLUIDO	Mistura Orgânica	
9	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS ( % peso / ppm p)		
10	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	Fogo	Bloqueio
11		Falha serviço	
12	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA</b>		
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm <sup>2</sup> g	16,34
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10
15	PRES. DE DESCARGA (P <sub>disp</sub> +SOBREPRESSÃO)	kg/cm <sup>2</sup> g	17,974
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	28
17	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	0,2165
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	41,47
19	C <sub>p</sub> /C <sub>v</sub>	-	1,009
20	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	1,38
21	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m <sup>3</sup> /h	2,188
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>	1,412
23	VISCOSIDADE DE LÍQUIDO @P, T	cSt	
24	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA</b>		
25	TEMPERATURA	°C	
26	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	
27	PESO MOLECULAR	kg/kmol	
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	
29	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m <sup>3</sup> /h	
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>	
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha
32	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm <sup>2</sup> g	
33	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm <sup>2</sup> g	
34	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm <sup>2</sup> g	
35	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>		
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA )	kg/cm <sup>2</sup> g	
37	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm <sup>2</sup> g	
38	BALANCEADA (sim/não)	~	
39	PILOTADA (sim/não)	~	
40	ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2	
41	ORIFÍCIO API <u>ESTIMADO</u>	~	
42	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>		
43	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm <sup>2</sup> g	
44	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm <sup>2</sup> g	
45	BALANCEADA (sim/não)	~	
46	PILOTADA (sim/não)	~	
47	ORIFÍCIO API INSTALADO	~	
48	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~	
49	NOTAS :		
50	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.		
51	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.		
52	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.		
53	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.		
54			
55			
56			
57			
58			
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 93. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 4/8.



PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Válvulas de segurança	
UNIDADE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. <b>5</b> de <b>8</b>	
R	<b>VÁLVULAS DE SEGURANÇA</b>		
e	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>		
v	<b>VÁLVULA Nº</b>		
1	<b>V-237</b>		
2	<b>Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)</b>		
3	<b>1</b>		
4	<b>EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)</b>		
5	<b>Pulmão 1</b>		
6	<b>PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>2,056</b>
7	<b>TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO</b>	°C	<b>210</b>
8	<b>PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>3,806</b>
9	<b>TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO</b>	°C	<b>240</b>
10	<b>NATUREZA DO FLUIDO</b>		
11	<b>Mistura Orgânica</b>		
12	<b>COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS ( % peso / ppm p)</b>		
13	<b>CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)</b>		
14	<b>Fogo</b>	<b>Bloqueio</b>	<b>Falha serviço</b>
15	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA</b>		
16	<b>PRESSÃO DE ACIONAMENTO</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>3,806</b>
17	<b>MÁXIMA SOBREPRESSÃO</b>	%	<b>10</b>
18	<b>PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	<b>4,1866</b>
19	<b>TEMPERATURA DE DESCARGA</b>	°C	<b>210</b>
20	<b>VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR</b>	kg/h	<b>37,71</b>
21	<b>PESO MOLECULAR</b>	kg/kmol	<b>18,07</b>
22	<b>Cp/Cv</b>	-	<b>1,186</b>
23	<b>FATOR DE COMPRESSIBILIDADE</b>	-	
24	<b>VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)</b>	m <sup>3</sup> /h	
25	<b>DENSIDADE LÍQUIDO @P, T</b>	kg/m <sup>3</sup>	
26	<b>VISCOSIDADE DE LÍQUIDO @P, T</b>	cSt	
27	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA</b>		
28	<b>TEMPERATURA</b>	°C	
29	<b>VAZÃO DE GAS O VAPOR</b>	kg/h	
30	<b>PESO MOLECULAR</b>	kg/kmol	
31	<b>FATOR DE COMPRESSIBILIDADE</b>	-	
32	<b>VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T</b>	m <sup>3</sup> /h	
33	<b>DENSIDADE LÍQUIDO @P, T</b>	kg/m <sup>3</sup>	
34	<b>VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)</b>	-	<b>tocha</b>
35	<b>CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	
36	<b>CONTRAPRESSÃO BUILT-UP</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	
37	<b>CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	
38	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>		
39	<b>PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA )</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	
40	<b>PRESSÃO DE DISPARO (outras)</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	
41	<b>BALANCEADA (sim/não)</b>	~	
42	<b>PILOTADA (sim/não)</b>	~	
43	<b>ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA</b>	polegadas 2	
44	<b>ORIFÍCIO API ESTIMADO</b>	~	
45	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>		
46	<b>MARCA E MODO DA VÁLVULA</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	
47	<b>PRESSÃO DE DISPARO</b>	kg/cm <sup>2</sup> g	
48	<b>BALANCEADA (sim/não)</b>	~	
49	<b>PILOTADA (sim/não)</b>	~	
50	<b>ORIFÍCIO API INSTALADO</b>	~	
51	<b>VALIDEZ DA VÁLVULA (4)</b>	~	
52	<b>NOTAS :</b>		
53	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.		
54	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.		
55	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.		
56	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.		
57			
58			
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 94. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 5/8.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Válvulas de segurança	
UNIDADE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. <b>6</b> de <b>8</b>	
R	<b>VÁLVULAS DE SEGURANÇA</b>		
e	<b>1</b>		
v	<b>2</b>		
1	<b>3</b>		
2	<b>4</b>		
3	<b>5</b>		
4	<b>6</b>		
5	<b>7</b>		
6	<b>8</b>		
7	<b>9</b>		
8	<b>10</b>		
9	<b>11</b>		
10	<b>12</b>		
11	<b>13</b>		
12	<b>14</b>		
13	<b>15</b>		
14	<b>16</b>		
15	<b>17</b>		
16	<b>18</b>		
17	<b>19</b>		
18	<b>20</b>		
19	<b>21</b>		
20	<b>22</b>		
21	<b>23</b>		
22	<b>24</b>		
23	<b>25</b>		
24	<b>26</b>		
25	<b>27</b>		
26	<b>28</b>		
27	<b>29</b>		
28	<b>30</b>		
29	<b>31</b>		
30	<b>32</b>		
31	<b>33</b>		
32	<b>34</b>		
33	<b>35</b>		
34	<b>36</b>		
35	<b>37</b>		
36	<b>38</b>		
37	<b>39</b>		
38	<b>40</b>		
39	<b>41</b>		
40	<b>42</b>		
41	<b>43</b>		
42	<b>44</b>		
43	<b>45</b>		
44	<b>46</b>		
45	<b>47</b>		
46	<b>48</b>		
47	<b>49</b>		
48	<b>50</b>		
49	<b>51</b>		
50	<b>52</b>		
51	<b>53</b>		
52	<b>54</b>		
53	<b>55</b>		
54	<b>56</b>		
55	<b>57</b>		
56	<b>58</b>		
57	<b>59</b>		
58	<b>60</b>		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

Figura 95. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 6/8.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Válvulas de segurança	
UNIDADE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. 7 de 8	
R	<b>VÁLVULAS DE SEGURANÇA</b>		
1	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>		
2	VÁLVULA Nº	V-228	
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	1	
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	Pulmão 3	
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	0,153
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	118,1
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g	3,5
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	148,1
9	NATUREZA DO FLUIDO	Mistura Orgânica	
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS ( % peso / ppm p)		
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	Fogo	Bloqueio
12	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA</b>		
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm <sup>2</sup> g	3,5
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm <sup>2</sup> g	3,85
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	118,1
17	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	29,92
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	76,09
19	Cp/Cv	-	1,031
20	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	
21	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m <sup>3</sup> /h	
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>	
23	VISCOSIDADE DE LÍQUIDO @P, T	cSt	
24	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA</b>		
25	TEMPERATURA	°C	
26	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	
27	PESO MOLECULAR	kg/kmol	
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	
29	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m <sup>3</sup> /h	
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>	
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha
32	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm <sup>2</sup> g	
33	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm <sup>2</sup> g	
34	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm <sup>2</sup> g	
35	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>		
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA )	kg/cm <sup>2</sup> g	
37	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm <sup>2</sup> g	
38	BALANCEADA (sim/não)	~	
39	PILOTADA (sim/não)	~	
40	ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2	
41	ORIFÍCIO API <u>ESTIMADO</u>	~	
42	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>		
43	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm <sup>2</sup> g	
44	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm <sup>2</sup> g	
45	BALANCEADA (sim/não)	~	
46	PILOTADA (sim/não)	~	
47	ORIFÍCIO API INSTALADO	~	
48	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~	
49	NOTAS :		
50	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.		
51	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.		
52	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.		
53	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.		
54			
55			
56			
57			
58			
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 96. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 7/8.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Válvulas de segurança			
UNIDADE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. <b>8</b> de <b>8</b>			
R e v	<b>VÁLVULAS DE SEGURANÇA</b>				
1	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>				
2	VÁLVULA Nº	V-231			
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	1			
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	Pulmão 4			
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm <sup>2</sup> g	1,033		
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	100		
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm <sup>2</sup> g	3,5		
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	130		
9	NATUREZA DO FLUIDO	Mistura Orgânica			
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS ( % peso / ppm p)				
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	Fogo	Bloqueio	Falha serviço	
12	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA</b>				
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm <sup>2</sup> g	3,5	3,5	3,5
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10	10
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm <sup>2</sup> g	3,85	3,85	3,85
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	100	100	100
17	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	40,41	40,41	40,41
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	19,76	19,76	19,76
19	Cp/Cv	-	1,184	1,184	1,184
20	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
21	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m <sup>3</sup> /h			
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>			
23	VISCOSIDADE DE LÍQUIDO @P, T	cSt			
24	<b>CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA</b>				
25	TEMPERATURA	°C			
26	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h			
27	PESO MOLECULAR	kg/kmol			
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
29	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m <sup>3</sup> /h			
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m <sup>3</sup>			
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha
32	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm <sup>2</sup> g			
33	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm <sup>2</sup> g			
34	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm <sup>2</sup> g			
35	<b>CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA</b>				
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA )	kg/cm <sup>2</sup> g			
37	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm <sup>2</sup> g			
38	BALANCEADA (sim/não)	~			
39	PILOTADA (sim/não)	~			
40	ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
41	ORIFÍCIO API <u>ESTIMADO</u>	~			
42	<b>COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES</b>				
43	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm <sup>2</sup> g			
44	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm <sup>2</sup> g			
45	BALANCEADA (sim/não)	~			
46	PILOTADA (sim/não)	~			
47	ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
48	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
49	NOTAS :				
50	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
51					
52	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
53					
54	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
55	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 97. Folha de Especificação de Válvulas de Segurança 8/8.



## 2.8. Folha de especificações de serviços auxiliares

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		SERVIÇOS AUXILIARES	
UNIDADE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. 1	de 3
R e v	<b>CONSUMO DE SERVIÇOS AUXILIARES (AGUA DE REFRIGERAÇÃO)</b>		
	CASO DE PROJETO :		
1	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	CONSUMO (m³/h) (1,2)
2			NOTAS
3			
4	E-1	Trocador E-104	15,8
5	E-2	Trocador E-105	8,886
6	E-3	Trocador E-106	0,7632
7	E-4	Trocador E-101	190,1
8	E-5	Trocador E-103	5,261
9	E-6	Trocador E-102	5,732
10	E-7	Trocador E-100	0
11	E-8	Reboiler coluna 1	1,5712
12	E-9	Condensador coluna 1	140,3
13	E-10	Reboiler coluna 2	6560
14	E-11	Condensador coluna 2	216,7
15	E-12	Reboiler coluna 3	720
16	E-13	Condensador coluna 3	8,55
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41	<b>TOTAL</b>		
42	NOTAS :		
43	(1) Os valores com sinais positivos são vazões circundantes de água refrigeração com o deltaT do projeto. Indicar deltaT		
44	considerado para queles casos onde seja diferente do normal (ex. condensadores de turbina,...).		
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 99. Folha de Especificação de Serviço Auxiliar (Águas de Refrigeração) 1/3.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		SERVIÇOS AUXILIARES	
UNIDADE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. <b>2</b>	de <b>3</b>
R e v	<b>CONSUMO DE SERVIÇOS AUXILIARES (ELETRICIDADE)</b>		
	CASO DE PROJETO :		
1	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	CONSUMO (kw h/h)
2			NOTAS
3			
4	P-3	Bom ba P-100	1,7464
5	P-1	Bom ba 1	16,3823
6	P-2	Bom ba 2	2,4802
7	P-4	Bom ba coluna 1	0,3307
8	P-5	Bom ba coluna 2	1,5999
9	P-6	Bom ba coluna 3	0,0423
10	K-1	Compressor K-101	314,7
11	K-2	Compressor K-102	177
12	K-3	Compressor K-103	178,7
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41	<b>TOTAL</b>		
42	NOTAS :		
43	(1) Valores com sinais positivos são consumo, valores com sinais negativos são produções		
44	(2) Os valores entre parênteses são consumos de equipamentos em reserva não aditivos para o consumo total da unidade		
45	(3) Os valores entre aspas são consumos intermitentes para alguma operação especial. Nestes casos se se adicionará uma nota indicando a circunstância em que se necessita o serviço.		
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

Figura 100. Folha de Especificação de Serviço Auxiliar (Eletricidade) 2/3.

PROJETO : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		SERVIÇOS AUXILIARES			
UNIDADE DE : <b>CONVERSÃO DE GLICEROL EM PROPILENOGLICOL</b>		Pág. <b>3</b> de <b>3</b>			
R e v	<b>CONSUMO DE SERVIÇOS AUXILIARES (AR, NITROGÊNIO)</b>				
	CASO DE PROJETO :				
1	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	CONSUMOS (kg/h)		NOTAS
2			A. PLANTA	A. INSTRUM.	
3					
4	V-5	Válvula de controle		2	
5	V11	Válvula de controle		2	
6	V-25	Válvula de controle		2	
7	V-31	Válvula de controle		2	
8	V-37	Válvula de controle		2	
9	V-43	Válvula de controle		2	
10	V-49	Válvula de controle		2	
11	V-55	Válvula de controle		2	
12	V-61	Válvula de controle		2	
13	V-67	Válvula de controle		2	
14	V-73	Válvula de controle		2	
15	V-85	Válvula de controle		2	
16	V-91	Válvula de controle		2	
17	V-97	Válvula de controle		2	
18	V-103	Válvula de controle		2	
19	V-115	Válvula de controle		2	
20	V-118	Válvula de controle		2	
21	V-125	Válvula de controle		2	
22	V-133	Válvula de controle		2	
23	V-154	Válvula de controle		2	
24	V-156	Válvula de controle		2	
25	V-160	Válvula de controle		2	
26	V-162	Válvula de controle		2	
27	V-165	Válvula de controle		2	
28	V-166	Válvula de controle		2	
29	V-172	Válvula de controle		2	
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41	<b>TOTAL</b>				
42	NOTAS:				
43	✓ (1) Valores com sinais positivos são consumo, valores com sinais negativos são produções				
44	✓ (2) Os valores entre parênteses são consumos de equipamentos em reserva não aditivos para o consumo total da unidade				
45	✓ (3) Os valores entre aspas são consumos intermitentes para alguma operação especial. Nestes casos se se adicionará uma nota indicando a circunstância em que se necessita o serviço.				
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

Figura 101. Folha de Especificação de Serviço Auxiliar (Ar, Nitrogênio) 3/3.



### 3. ANÁLISE DE SEGURANÇA

A gestão de segurança do processo consiste no desenvolvimento de sistemas e controles na gestão de um processo, de maneira que seus riscos sejam identificados, entendidos e controlados para prevenir a incidência de acidentes (SOUZA, 2013). Tais considerações são realizadas desde o estabelecimento das condições operacionais e de projeto dos equipamentos, das escolhas dos materiais e do desenvolvimento dos sistemas de controle e instrumentação (CABRA, 2010).

Dessa forma, alguns elementos estão diretamente relacionados à segurança da planta industrial, tais como alarmes, encravamentos e válvulas de segurança.

- Alarmes:

São elementos de segurança que emitem sinais sonoros e luminosos e são recebidos na sala de controle quando uma variável do processo atinge um valor fora da normalidade e, assim, uma ação corretiva deve possivelmente ser adotada (CABRA, 2010).

Nas tabelas abaixo estão dispostos os alarmes adicionados à planta de acordo com o tipo de equipamento associado.

**Tabela 8.** Lista de Alarmes.

Equipamento	Tipo de alarme	Descrição
C-1	PAL-12	Baixa pressão no vaso flash
	PAH-12	Alta pressão no vaso flash
	FAL-13	Baixa vazão de saída no vaso flash
	FAH-13	Alta vazão de saída no vaso flash
C-3	LAL-19	Baixo nível na coluna
	LAH-19	Alto nível na coluna
	PAH-16	Alta pressão na coluna
	FALL-17	Baixíssimo fluxo na saída da coluna
C-4	PAH-21	Alta pressão na coluna
	LAL-26	Baixo nível na coluna
	LAH-26	Alto nível na coluna
	FALL-22	Baixíssimo fluxo na saída da coluna
	LAL-32	Baixo nível na coluna
	LAH-32	Alto nível na coluna

<b>C-5</b>	PAH-27	Alta pressão na coluna
	FALL-28	Baixíssimo fluxo na saída da coluna
<b>C-6</b>	LAL-18	Baixo nível no pulmão
	LAH-18	Alto nível no pulmão
<b>C-7</b>	LAL-23	Baixo nível no pulmão
	LAH-23	Alto nível no pulmão
<b>C-10</b>	LAL-29	Baixo nível no pulmão
	LAH-29	Alto nível no pulmão
<b>C-9</b>	LAL-33	Baixo nível no pulmão
	LAH-33	Alto nível no pulmão
<b>R-1</b>	TAL-7	Baixa temperatura no reator
	TAH-7	Alta temperatura no reator
	PAH-7	Alta pressão no reator

**Tabela 9.** Lista de alarme nas bombas.

<b>Equipamento</b>	<b>Tipo de alarme</b>	<b>Descrição</b>
<b>P-1</b>	PAL-4	Baixa pressão na saída da bomba
<b>P-2</b>	PAL-26	Baixa pressão na saída da bomba
<b>P-3</b>	PAL-23	Baixa pressão na saída da bomba

**Tabela 10.** Lista de alarmes nos misturadores.

<b>Equipamento</b>	<b>Tipo de alarme</b>	<b>Descrição</b>
<b>Misturador 1</b>	FAL-1	Baixa vazão de entrada no misturador
	FAL-2	Baixa vazão de entrada no misturador
<b>Misturador 2</b>	FAL-4	Baixa vazão de entrada no misturador

**Tabela 11.** Lista de alarmes nos trocadores de calor.

<b>Equipamento</b>	<b>Tipo de alarme</b>	<b>Descrição</b>
<b>E-1</b>	FAL-8	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-2</b>	FAL-9	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-3</b>	FAL-10	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-4</b>	FAL-7	Baixa vazão de entrada no trocador de calor

<b>E-5</b>	FAL-6	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-6</b>	FAL-5	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-7</b>	FAL-12	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-8</b>	FAL-15	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-9</b>	FAL-16	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-10</b>	FAL-25	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-11</b>	FAL21	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-12</b>	FAL-31	Baixa vazão de entrada no trocador de calor
<b>E-13</b>	FAL-27	Baixa vazão de entrada no trocador de calor

**Tabela 12.** Lista de alarmes nos compressores.

<b>Equipamento</b>	<b>Tipo de alarme</b>	<b>Descrição</b>
<b>K-1</b>	PAHH-8	Altíssima pressão na saída do compressor
<b>K-2</b>	PAHH-9	Altíssima pressão na saída do compressor
<b>K-3</b>	PAHH-10	Altíssima pressão na saída do compressor

- Encravamento:

O encravamento é um sistema automatizado que, ao receber um sinal muito alto ou muito baixo de uma variável, coloca a parte da planta originária do problema em posição segura, mediante a abertura ou fechamento de uma válvula de controle, ou ligando e desligando uma bomba ou um compressor (CABRA, 2010). A tabela abaixo apresenta os encravamentos que foram inseridos na planta.

**Tabela 13.** Lista de Encravamento.

<b>Tipo de alarme</b>	<b>Proteção</b>	<b>Encravamento</b>	<b>Sinal</b>	<b>Ação corretora</b>
<b>FALL-17</b>	C-3	SE-1	Baixa vazão de refluxo à coluna	Fechar válvula V-97 de entrada do refeedor E-8
<b>FALL-22</b>	C-4	SE-2	Baixa vazão de refluxo à coluna	Fechar válvula V-118 de entrada do refeedor E-10.
<b>FALL-28</b>	C-5	SE-3	Baixa vazão de refluxo à coluna	Fechar válvula V-156 de entrada do refeedor E-12

- Válvulas de segurança

As válvulas de segurança surgem da necessidade de segurança dos equipamentos e recipientes quando estes trabalham nas condições de projeto, caso a pressão no interior dos equipamentos seja superior ao valor projetado, estes poderão apresentar risco de rompimento ou explosão. Esta condição pode surgir por consequência de um fogo ou geração de calor descontrolados em seu interior.

Para corrigir esta situação, coloca-se uma válvula de segurança em cada equipamento. Na planta de conversão de glicerol em propilenoglicol proposta foram adicionadas 8 válvulas de segurança listadas na tabela a seguir:

**Tabela 14.** Lista de válvulas de segurança.

Válvula	Recipiente protegido	Tipo de recipiente
V-120	C-3	Coluna
V-123	C-4	Coluna
V-126	C-5	Coluna
V-228	C-9	Pulmão
V-129	C-1	Vaso Flash
V-231	C-10	Pulmão
V-234	C-7	Pulmão
V-237	C-6	Pulmão

A vazão de descarga de uma válvula de segurança pode ser calculada a partir de 3 critérios:

- 1) Fogo:

Nesse caso, a vazão de descarga da válvula em (kg/h) é dada por:

$$m = \frac{Q}{\gamma}$$

Sendo  $\gamma$  o calor de vaporização e Q a vazão de calor recebido, definida por:

$$Q = 37139A^{0,82}$$

E A é a área do recipiente.

2) Falha de serviço:

A vazão de descarga quando ocorre uma falha de serviço, ou seja, uma falha no condensador ou refeedor de uma coluna, é dada por:

$$m = \frac{Q}{\gamma}$$

Em que Q é o calor fornecido pelo refeedor da coluna e  $\lambda$  o calor de vaporização do líquido de fundo da coluna

3) Bloqueio:

Em casa de bloqueio de válvula, deve-se escolher a corrente de saída do recipiente de maior vazão afetada por uma válvula.

Abaixo, encontram-se as vazões de descarga das válvulas de segurança da planta.

**Tabela 15.** Vazões de descarga das válvulas de segurança.

<b>Válvula</b>	<b>Fogo (kg/h)</b>	<b>Falha de serviço (kg/h)</b>	<b>Bloqueio (kg/h)</b>
<b>V-120</b>	50,51	63,67	42,65
<b>V-123</b>	79,99	77,22	73,19
<b>V-126</b>	3746,3	1315,61	4148,4
<b>V-129</b>	0,2165	23,57	9,14
<b>V-228</b>	29,92	29,92	29,92
<b>V-231</b>	40,41	40,41	40,41
<b>V-234</b>	2,35	2,35	2,35
<b>V-237</b>	37,71	37,71	37,71

#### **4. DIAGRAMA DE OPERAÇÃO P & ID**

## **5. ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO**

De acordo com a Lei 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, um resíduo sólido é definido como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade e pode se apresentar nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água. Os resíduos industriais são considerados um problema ambiental e seu gerenciamento deve ser realizado de forma adequada, visando minimizar o impacto ambiental, seja pelo seu tratamento ou por reciclagem.

O processo de conversão de glicerol em propilenoglicol apresenta correntes residuais constituídas de glicerol, propilenoglicol, acetol, hidrogênio e água, além do resíduo proveniente do catalisador de Cu/ZnO suportado com Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> presente no reator de leito fixo.

A primeira corrente de resíduos sai do vaso flash e é composta majoritariamente, cerca de 99%, por hidrogênio na fase vapor e também por pequenas frações de água e propilenoglicol. Nesta unidade, esse resíduo será armazenado e, posteriormente, encaminhado para outro setor onde o hidrogênio será purificado e posteriormente reutilizado. Com a realização desta metodologia, seria possível reutilizar cerca de 22 mil m<sup>3</sup> de hidrogênio por ano.

O produto de topo da coluna 1 é constituído por 99,6 % água e 0,04% propilenoglicol, e o produto de topo da coluna 3 é formado por 88,8% de água e 11,1% de propilenoglicol e menos de 0,1% de acetol. Portanto, ambas as correntes de saída são constituídas principalmente por água, e juntas somam cerca de 38 mil m<sup>3</sup> anualmente. Dessa forma, um possível destino para essa água residual seria seu tratamento e posterior reuso como matéria prima ou para a lavagem de equipamentos.

O catalisador de Cu/ZnO suportado com Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, após vários ciclos de uso, será desativado devido à presença do coque depositado em seus sítios ativos, essa desativação poderá ser revertida por meio de um processo de regeneração (FAZELI, 2013). Quando o catalisador atingir seu limite, não podendo mais ser regenerado, este, então, deverá ser encaminhado para tratamento e descarte apropriado.





## 6. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

O último passo que antecede a aprovação de um projeto é a verificação de sua viabilidade econômica. Nessa etapa, será analisada se a planta proposta gera lucro e se esse lucro justifica o investimento e o trabalho requeridos no empreendimento. Com isso em mente, o engenheiro responsável deve levar em conta o menor custo de investimento que gere o melhor desempenho da planta.

O investimento necessário para a implantação do projeto e sua eventual manutenção é proveniente de dois tipos de capital: capital de imobilizado e capital de giro. O capital imobilizado é aquele que apresenta pouca fluidez e, geralmente, está aplicado em terrenos, instalações e pagamentos de contratos e licenças. Por outro lado, o capital de giro apresenta muita fluidez e encontra-se aplicado na estocagem de matérias-primas, dinheiro em caixa ou em bancos para realização de pagamentos. Para este projeto, o capital de imobilizado será calculado pelo método das porcentagens e o capital de giro será calculado a partir do estoque de matéria prima.

Tendo em mãos o valor do investimento necessário, cabe ao engenheiro realizar análises de rentabilidade e análises de possíveis cenários econômicos que o empreendimento será sujeito. Dessa forma, é possível demonstrar a robustez financeira do projeto e, assim, aprová-lo com confiança.

### 6.1. Capital imobilizado

Inicialmente, estima-se o custo dos equipamentos para que, então, seja aplicado o método das porcentagens. Neste método, o imobilizado é dividido em várias etapas:

#### 6.1.1. Equipamentos principais

Os custos dos equipamentos foram estimados segundo a fórmula (TOWLER, 2008):

$$C_e = a + bS^n$$

Sendo:

- $C_e$ : custo dos equipamentos em dólar em 2007;
- a e b são as constantes presentes na tabela;
- S: parâmetro de tamanho nas unidades dadas na tabela;

n: expoente para cada tipo de equipamento.

**Tabela 16.** Custos dos equipamentos.

<b>Equipamento</b>	<b>Número</b>	<b>SD</b>	<b>Parâmetro de Estimação</b>	<b>Valor</b>	<b>Custo 2007/ \$</b>	<b>Custo 2016 / \$</b>	<b>Custo 2016 / R\$</b>
<b>Recipiente flash 1</b>	C-1	1	Peso, Kg	4.255,05	34.199,55	35.260,55	123.411,94
<b>Splitter</b>	C-2	1	Peso, Kg	423,83	8.270,49	8.527,07	29.844,75
<b>Bomba P-100</b>	P-3	1,2	Vazão, L/s	4,76	4.334,23	4.468,69	15.640,42
			Consumo de energia, kW	1,75	2.167,73	2.234,98	7.822,45
<b>Bomba 1</b>	P-1	1,2	Vazão, L/s	4,87	4345,338	4480,15	15680,52
			Consumo de energia, kW	16,38	6.201,94	6.394,35	22.380,23
<b>Bomba 2</b>	P-2	1,2	Vazão, L/s	0,70	3997,70	4121,72	14426,03
			Consumo de energia, kW	2,48	2.463,79	2.540,23	8.890,81
<b>Bomba coluna 1</b>	P-4	1,2	Vazão, L/s	2,36	4121,43	4249,30	14872,55
			Consumo de energia, kW	0,33	1435,84	1480,39	5181,37
<b>Bomba coluna 2</b>	P-5	1,2	Vazão, L/s	16,66	5644,59	5819,71	20368,98
			Consumo de energia, kW	1,59	2104,45	2169,74	7594,10
<b>Bomba coluna 3</b>	P-6	1,2	Vazão, L/s	0,24	3970,20	4093,37	14326,79
			Consumo de energia, kW	0,04	1182,66	1219,35	4267,74
<b>Reator</b>	R-1	1	Peso, Kg	5.469,11	39.823,29	41.058,77	143.705,70
<b>Catalisador</b>						45.000,00	157.500,00
<b>Torre de destilação 1</b>	C-3	1,2	Peso, Kg	3.064,00	33.614,34	34.657,19	121.300,18
<b>Pratos da torre 1</b>			Diâmetro, m	1,47	445,49	459,31	1.607,59

			Número de pratos	4,00	2.138,36	2.204,70	7.716,45
<b>Torre de destilação 2</b>	C-4	1,2	Peso, Kg	10.405,20	70.520,16	72.707,97	254.477,92
<b>Pratos da torre 2</b>			Diâmetro, m	0,39	152,21	156,93	549,25
			Número de pratos	5,00	913,24	941,57	3.295,50
<b>Torre de destilação 3</b>	C-5	1,2	Peso, Kg	2.863,90	32.260,38	33.261,23	116.414,31
<b>Pratos da torre 3</b>			Diâmetro, m	1,04	287,91	296,84	1.038,96
			Número de pratos	8,00	2.763,97	2.849,72	9.974,02
<b>Recipiente pulmão 1</b>	C-6	1	Peso, Kg	1.346,29	16.946,48	17.472,22	61.152,78
<b>Recipiente pulmão 2</b>	C-7	1	Peso, Kg	1.662,53	19.287,45	19.885,83	69.600,40
<b>Recipiente pulmão 3</b>	C-9	1	Peso, Kg	1.295,79	16.553,08	17.066,62	59.733,17
<b>Recipiente pulmão 4</b>	C-10	1	Peso, Kg	1.442,69	17.681,35	18.229,89	63.804,63
<b>Trocador E-104</b>	E-1	1,1	Área, m <sup>2</sup>	122,23	27.562,47	28.417,57	99.461,50
<b>Trocador E-105</b>	E-2	1,1	Área, m <sup>2</sup>	163,92	32.836,39	33.855,10	118.492,86
<b>Trocador E-106</b>	E-3	1,1	Área, m <sup>2</sup>	51,30	18.588,96	19.165,66	67.079,81
<b>Trocador E-101</b>	E-4	1,1	Área, m <sup>2</sup>	943,90	131.503,47	135.583,23	474.541,33
<b>Trocador E-103</b>	E-5	1,1	Área, m <sup>2</sup>	60,28	19.725,61	20.337,58	71.181,52
<b>Trocador E-100</b>	E-6	1,1	Área, m <sup>2</sup>	60,49	19.751,88	20.364,66	71.276,33
<b>Trocador E-102</b>	E-7	1,1	Área, m <sup>2</sup>	60,46	19.747,61	20.360,26	71.260,90

<b>Reboiler coluna 1</b>	E-8	1,1	Área, m <sup>2</sup>	195,7	36.856,05	37.999,47	132.998,15
<b>Condensador coluna 1</b>	E-9	1,1	Área, m <sup>2</sup>	77,9	21.954,35	22.635,46	79.224,11
<b>Reboiler coluna 2</b>	E-10	1,1	Área, m <sup>2</sup>	352,8	56.645,71	58.403,09	204.410,80
<b>Condensador coluna 2</b>	E-11	1,1	Área, m <sup>2</sup>	392,8	61.789,20	63.706,15	222.971,52
<b>Reboiler coluna 3</b>	E-12	1,1	Área, m <sup>2</sup>	20,29	14.667,06	15.122,09	52.927,33
<b>Condensador coluna 3</b>	E-13	1,1	Área, m <sup>2</sup>	75,05	21.593,82	22.263,75	77.923,13
<b>Compressor k-101</b>	K-1	1,1	Potência, KW	314,70	1.068.721,1	1.101.877,1	3.856.570,04
<b>Compressor k-102</b>	K-2	1,1	Potência, KW	177,00	914.053,51	942.411,09	3.298.438,84
<b>Compressor k-103</b>	K-3	1,1	Potência, KW	178,70	916.210,70	944.635,21	3.306.223,24
<b>Recipiente PG</b>	C-8	1	Peso, Kg	525.561,32	622.046,27	641.344,62	2.244.706,20
<b>Custo total</b>	-	-	-	-	-	-	15.826.267,18

### 6.1.2. Materiais

Os custos dos materiais podem ser estimados como uma porcentagem do custo dos equipamentos principais, em geral, utiliza-se um valor entre 60 e 70%. Para a realização dos cálculos, foi usado um valor intermediário de 65%.

O investimento dos materiais se divide de acordo com o apresentado na Tabela 16 abaixo.

Tabela 17. Custo estimado para materiais.

<b>Materiais</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>Custo 2016 / MRS</b>
<b>Equipamentos (E)</b>	100	15,826
<b>Materiais (M)</b>	65	10,287

<b>Obra civil e edifícios</b>	28	2,880
<b>Tubulações e infra</b>	45	4,629
<b>Instrumentação</b>	10	1,029
<b>Eletricidade</b>	10	1,029
<b>Isolamento</b>	5	0,514
<b>Pintura</b>	2	0,206
<b>Total</b>		20,574

### 6.1.3. Gastos com licenças e engenharia de processos:

O custo da engenharia de processo é obtido pela soma das licenças e da engenharia básica.

**Tabela 18.** Custo engenharia de processos.

<b>Engenharia de processos</b>	<b>MR\$</b>
<b>Licença</b>	2,8
<b>Engenharia básica</b>	2,0
<b>Total</b>	4,8

### 6.1.4. Gastos em engenharia de detalhes

A porcentagem referente à engenharia de detalhes é calculada de acordo com o tamanho do projeto:

Projeto grande: 15-20% de E+M;

Projeto pequeno: 40-50% de E+M.

Por se tratar de um projeto grande, utilizou-se um valor intermediário de 17,5% para a realização dos cálculos.

**Tabela 19.** Custo de engenharia de detalhe.

<b>Detalhe</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>Custo 2016 / MR\$</b>
<b>Equipamentos (E)</b>	100	15,826

<b>Materiais (M)</b>	65	10,287
<b>Engenharia de detalhe</b>	17,5	4,570

### 6.1.5. Construção (incluindo supervisão)

Para o cálculo da construção, usa-se 70% das somas dos Equipamentos (E) e Materiais (M), 60% referente à construção e 10% à supervisão.

**Tabela 20.** Custo da construção e supervisão.

	<b>Porcentagem</b>	<b>Custo 2016 /</b>
	<b>(%)</b>	<b>MRS</b>
<b>Construção</b>	60	15,668
<b>Supervisão</b>	10	2,611

### 6.1.6. Gastos de arranque

A estimativa dos gastos a seguir se baseia no cálculo das porcentagens sobre a soma das partes calculadas anteriormente, chamado de ISBL (*“Inside Battery Limits”*), conforme a Tabela 20.

**Tabela 21.** Porcentagens sobre a *Inside Battery Limits* - ISBL .

	<b>Porcentagem</b>	<b>Custo 2016 /</b>
	<b>(%)</b>	<b>MRS</b>
<b>ISBL</b>	100	64,050
<b>Serviços auxiliares</b>	4	2,562
<b>Off-sites</b>	8	5,124
<b>Gastos de arranque</b>	3,5	2,242
<b>Contigências e imprevistos</b>	10	6,405

A Tabela 21 reúne a estimativa completa do imobilizado de acordo com o método das porcentagens.

**Tabela 22.** Capital imobilizado estimado.

	<b>Custo 2016 /</b>
	<b>MRS</b>
<b>Equipamentos</b>	15,826
<b>Materiais</b>	10,287
<b>Obra civil e edifícios</b>	2,880
<b>Tubulações e infra</b>	4,629
<b>Instrumentação</b>	1,029
<b>Eletricidade</b>	1,029
<b>Isolamento</b>	0,514
<b>Pintura</b>	0,206
<b>Engenharia básica + Licença</b>	4,8
<b>Engenharia de detalhe</b>	4,570
<b>Construção</b>	15,668
<b>Supervisão</b>	2,611
<b>Engenharia de processo</b>	4,8
<b>ISBL</b>	64,050
<b>Serviços auxiliares</b>	2,562
<b>Off-sites</b>	5,124
<b>Gastos de arranque</b>	2,242
<b>Contingências e imprevistos</b>	6,405
<b>Investimento total:</b>	<b>80,382</b>

## **6.2. Capital de Giro**

O capital de giro ou capital circulante é representado pelo ativo circulante, isto é, pelas aplicações correntes, identificado geralmente pelas disponibilidades, valores a receber e estoques. Num sentido mais amplo, o capital de giro representa os recursos demandados por uma empresa para financiar suas necessidades operacionais identificadas, desde a aquisição de matérias-primas até o recebimento pela venda do produto acabado (ASSAF NETO, 2002).

Para este projeto, o capital de giro será considerado como o montante equivalente a uma semana de estoque de produto. Para isso, foi utilizada a vazão de carga (17,52 ton/h), o

preço de venda do propilenoglicol em seu maior valor (2200 \$/ton) e o tempo de uma semana (168 h). Foi considerada uma cotação do dólar de 3,5 R\$.

**Tabela 23.** Resultados referentes ao cálculo de capital de giro.

	<b>Vazão mássica de carga (t/h)</b>	<b>Tempo de armazenagem (h)</b>	<b>Capital de giro (R\$)</b>	<b>Capital (MR\$)</b>
<b>Capital de giro</b>	17,52	168	22663872,00	22,664

### 6.2.1. Investimento total

Investimento total é o montante referente à soma do capital de giro mais o capital amortizado, ambos abordados anteriormente.

**Tabela 24.** Custo Total do Investimento.

	<b>Custo 2016 (MR\$)</b>
<b>Capital Imobilizado</b>	80,382
<b>Capital de Giro</b>	22,664
<b>Custo Total</b>	103,046

### 6.2.2. Avaliação rentabilidade do projeto

A análise econômica tem como objetivo avaliar a rentabilidade do projeto, sendo este o fator primordial, pois garante a aplicabilidade do projeto. A rentabilidade normal de uma empresa é mensurada pela diferença entre o valor da empresa e o seu patrimônio líquido avaliado a valores de mercado. A rentabilidade de projetos está baseada em função das vendas e custos anuais do capital requerido e de impostos. Para refinar a estimativa de rentabilidade, é necessário considerar o horizonte temporal do projeto e o valor cronológico do dinheiro. Em indústrias químicas, é comumente considerado o horizonte temporal de 10 a 15 anos. Neste projeto, considerou-se como 3 anos de projeto e 15 anos de operação.



Os parâmetros que geralmente são usados para determinar a rentabilidade do projeto é o Valor Atualizado Líquido (VAL), a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) e o período de retorno do projeto. O VAL é oriundo da soma dos fluxos de caixa, durante o horizonte temporal do investimento incluindo o investimento inicial e atual de acordo com a taxa de juros (K). Os Juros deixam fixo o valor da rentabilidade acima do valor em que o projeto gerará lucro líquido ou não. Para estimar esse valor, são considerados os fundos próprios (rentabilidade em que é possível obter, caso os fundos não sejam investidos no projeto) e os empréstimos realizados. Deste modo, o VAL com valor positivo indica rentabilidade do projeto, ou seja, o projeto gera lucros. Se for atribuído valor do VAL igual a zero ou próximo de zero, é um indício evidente que o projeto precisar ser modificado, pois o projeto com os parâmetros estimados não é rentável.

### 6.2.3. Preço dos produtos e serviços

**Tabela 25.** Preço de produtos e serviços da unidade recuperada de propilenoglicol.

<b>Produto</b>	<b>Preço</b>
<b>Propilenoglicol</b>	4900,000 R\$/t
<b>Serviços auxiliares</b>	
<b>Água de refrigeração</b>	0,4 R\$/m <sup>3</sup>
<b>Eletricidade</b>	240, 000 R\$/Mwh
<b>Ar de instrumentação</b>	0,04 R\$/Nm <sup>3</sup>

### 6.2.4. Vendas

O valor referente às vendas anuais é calculado a partir do produto da produção anual pelo preço de venda determinado pelas condições de mercado. Considera-se que a planta funciona durante 8000 horas em um ano. A partir da vazão especificada da corrente de propilenoglicol baseada nos balanços de materiais, foi possível encontrar os seguintes valores:

**Tabela 26.** Valores referentes às vendas anuais.

<b>Produto</b>	<b>Vazão</b>	<b>Produção anual</b>	<b>Preço de venda</b>	<b>Capital</b>
	<b>(kg/h)</b>	<b>(t)</b>	<b>(R\$/t)</b>	<b>(MR\$)</b>
<b>Propilenoglicol</b>	17520,00	140160,00	4900	686,784

### 6.2.5. Custos

Os custos representam os valores dos bens e serviços consumidos relacionados com ciclo produtivo. Foram estimados, neste projeto, os custos de fabricação diretos que são os custos relativos às matérias primas, mão de obra e patentes. Os custos indiretos são a mão de obra indireta, os serviços gerais (incluindo serviços auxiliares), laboratórios, fornecimentos e manutenções. Além disso, têm-se os custos fixos como expedição, diretivos e empregados, amortização, alugueis, impostos e seguros.

Tabela 27. Tabela de custos.

<b>Custos</b>	
<b>Diretos</b>	
<b>Matéria prima</b>	R\$ 542.560.000,000
<b>Mão de obra</b>	R\$ 4.800.000,000
<b>Patentes</b>	R\$ 0,00
<b>Indiretos</b>	
<b>Mão de obra indireta</b>	R\$ 1.440.000,000
<b>Serviços gerais</b>	R\$ 26.524.545,54
<b>Abastecimento</b>	R\$ 1.186.970,039
<b>Manutenção</b>	R\$ 949.576,0309
<b>Laboratório</b>	R\$ 0,00
<b>Variáveis</b>	
<b>Embalagem/CF9</b>	R\$ 0,00
<b>Expedição</b>	R\$ 0,00
<b>Fixos</b>	
<b>Diretivos e empregados</b>	R\$ 0,00
<b>Amortização</b>	R\$ 1.055.084,479
<b>Aluguel</b>	R\$ 0,00
<b>Impostos</b>	R\$ 118.697,0039
<b>Seguros</b>	R\$ 474.788,0154
<b>Total</b>	R\$ 579.109.661,1
<b>Gastos Gerais</b>	

<b>Gastos comerciais</b>	R\$ 41.597.915,49
<b>Gerência</b>	R\$ 22.185.554,93
<b>Pesquisas</b>	R\$ 0,00
<b>Total</b>	R\$ 66.597.611,03

Considerações para o cálculo do custo anual:

- para o cálculo da mão de obra, foram consideradas quatro vagas de trabalho, incluindo na sala de controle da planta sendo cinco operadores por vaga no valor de R\$ 160.000,00/ano;
- o valor de mão de obra indireta foi considerado 30% do valor da mão de obra direta e os diretivos e empregados foram desconsiderados em função do tamanho reduzido da planta;
- o custo de laboratório foi nulo por se tratar de uma planta pequena e com a tecnologia já bem estabelecida;
- a embalagem e expedição não tiveram custo, pois a planta é integrada em uma unidade maior;
- os custos anuais referentes à manutenção e ao seguro são 3% do investimento total;
- a vazão dos produtos foi obtida a partir do balanço de massa;
- serviços auxiliares:

### *1. Eletricidade*

Com objetivo de avaliar os custos relacionados à eletricidade, é necessário contabilizar o consumo dos compressores e das bombas que são utilizadas pelos equipamentos. No projeto, foi considerada apenas uma bomba de impulsão e um compressor, logo, o consumo de energia é determinado através da potência consumida pela bomba e pelo compressor.

$$\text{Custo} \left( \frac{\text{R\$}}{\text{ano}} \right) = \text{Consumo}_{\text{bomba+compressor}} (\text{kW}) \cdot \text{Custo elétrico} \left( \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}} \right) \cdot 8000 \left( \frac{\text{h}}{\text{ano}} \right)$$

**Tabela 28.** Custo de eletricidade anual.

<b>Eletricidade</b>	<b>Potência (kW)</b>	<b>Fator de operação (h)</b>	<b>Custo unitário (R\$/kwh)</b>	<b>Custo anual (R\$)</b>
<b>Bomba P-100</b>	1,7464	8000	0,24	3353,088
<b>Bomba 1</b>	16,3823	8000	0,24	31454,016
<b>Bomba 2</b>	2,4802	8000	0,24	4761,984
<b>Bomba coluna 1</b>	0,3307	8000	0,24	634,944
<b>Bomba coluna 2</b>	1,5999	8000	0,24	3071,808
<b>Bomba coluna 3</b>	0,0423	8000	0,24	81,216
<b>Compressor K-101</b>	314,7	8000	0,24	604224
<b>Compressor K-102</b>	177	8000	0,24	339840
<b>Compressor K-103</b>	178,7	8000	0,24	343104
<b>Total</b>				1330525,056

## 2. Ar de instrumentação

O consumo de ar de instrumentação é calculado baseando-se na vazão de 2 Nm<sup>3</sup>/h para cada válvula de controle.

**Tabela 29.** Custo anual de ar das válvulas de controle.

<b>Ar de instrumentos</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Fator de operação</b>	<b>Custo unitário (R\$/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>Custo anual (R\$)</b>
<b>V-5</b>	2,000	8000,000	0,040	640,000
<b>V-11</b>	2,000	8000,000	0,040	640,000
<b>V-25</b>	2,000	8000,000	0,040	640,000
<b>V-31</b>	2,000	8000,000	0,040	640,000
<b>V-37</b>	2,000	8000,000	0,040	640,000
<b>V-43</b>	2,000	8000,000	0,040	640,000
<b>V-49</b>	2,000	8000,000	0,040	640,000
<b>V-55</b>	2,000	8000,000	0,040	640,000
<b>V-61</b>	2,000	8000,000	0,040	640,000

V-67	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-73	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-85	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-91	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-97	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-103	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-115	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-118	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-125	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-133	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-154	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-156	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-160	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-162	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-165	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-166	2,000	8000,000	0,040	640,000
V-172	2,000	8000,000	0,040	640,000
<b>Total</b>	-	-	-	16640,000

### 3. Água de refrigeração

No caso apresentado, somente um trocador consome a água de refrigeração. Para o seu cálculo, foi usada a seguinte expressão:

$$Custo_{\text{água}} \left( \frac{R\$}{ano} \right) = Q \left( \frac{m^3}{h} \right) \cdot Custo_{\text{unitário}} \left( \frac{R\$}{m^3} \right) \cdot 8000 \left( \frac{h}{ano} \right)$$

Tabela 30. Custo de água de refrigeração.

Água de refrigeração	Q (m <sup>3</sup> /h)	Fator de operação (h)	Custo unitário (R\$/m <sup>3</sup> )	Custo anual (R\$)
Trocador E-104	15,8	8000	0,4	50560
Trocador E-105	8,886	8000	0,4	28435,2
Trocador E-106	0,7632	8000	0,4	2442,24

<b>Trocador E-101</b>	190,1	8000	0,4	608320
<b>Trocador E-103</b>	5,261	8000	0,4	16835,2
<b>Trocador E-102</b>	5,732	8000	0,4	18342,4
<b>Trocador E-100</b>	0	8000	0,4	0
<b>Reboiler coluna 1</b>	1,5712	8000	0,4	5027,84
<b>Condensador coluna 1</b>	140,3	8000	0,4	448960
<b>Reboiler coluna 2</b>	6560	8000	0,4	20992000
<b>Condensador coluna 2</b>	216,7	8000	0,4	693440
<b>Reboiler coluna 3</b>	720	8000	0,4	2304000
<b>Condensador coluna 3</b>	8,55	8000	0,4	27360
<b>Total</b>				<b>25177380,48</b>

### 6.3. Rentabilidade

A rentabilidade do projeto será estimada pelo parâmetro VAL (valor atualizado líquido). O valor atualizado líquido é calculado pela expressão:

$$VAL_k = \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1+k)^i}$$

Em que  $F_i$  é o fluxo de caixa no ano  $i$  e  $k$  é o juros de referência, o qual foi adotado como 0,1 neste projeto.

Logo, é necessário o cálculo de fluxo de caixa anual para o cálculo do valor atualizado líquido. O fluxo de caixa anual é o montante recebido ou gasto pela empresa naquele determinado ano. Valores positivos simbolizam montantes recebidos e valores negativos simbolizam montantes gastos.

Os dados necessários para o método são os seguintes:

**Tabela 31.** Dados para o cálculo de fluxo de caixa anual.

<b>Horizonte temporal</b>	<b>3 anos de projeto + 15 anos de operação</b>
---------------------------	--

<b>Imobilizado</b>	80,382 milhões
	Ano 0: 10%
<b>Curva de investimento</b>	Ano 1: 40%
	Ano 2: 50%
<b>Capital de giro</b>	22,664 milhões
<b>Vendas</b>	686,784 milhões
<b>Amortização</b>	Linear 10% ao ano
<b>Impostos</b>	35%
<b>Inflação</b>	5%
<b>Juros de referência</b>	10%

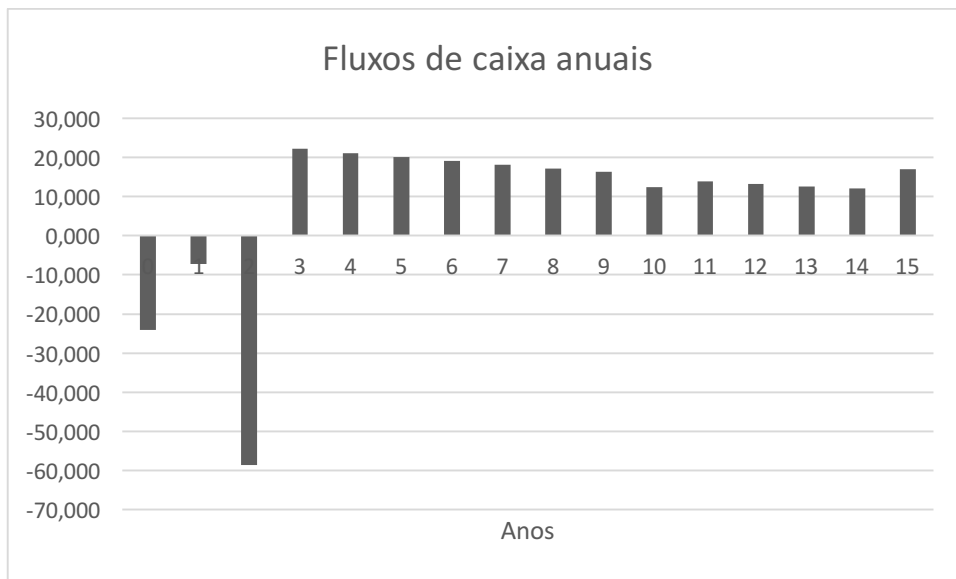
A tabela de fluxo de caixa foi preenchida assumindo-se as seguintes informações:

- o capital de giro é gasto no segundo ano e recuperado ao final dos quinze anos de operação;
- os fundos investidos em um ano são a soma do capital imobilizado e do de giro (investimento) do ano;
- a inflação é aplicada anualmente;
- os benefícios brutos (BAI), ou seja, antes dos impostos, são as vendas menos a soma dos custos e amortização;
- os benefícios líquidos (BDI) são os benefícios brutos menos os impostos;
- os fundos gerados são os benefícios líquidos menos a amortização. - Os fluxos de caixa (cash flow) são os fundos gerados menos os investidos de cada ano.

**Tabela 32.** Tabela de Fluxo de Caixa.

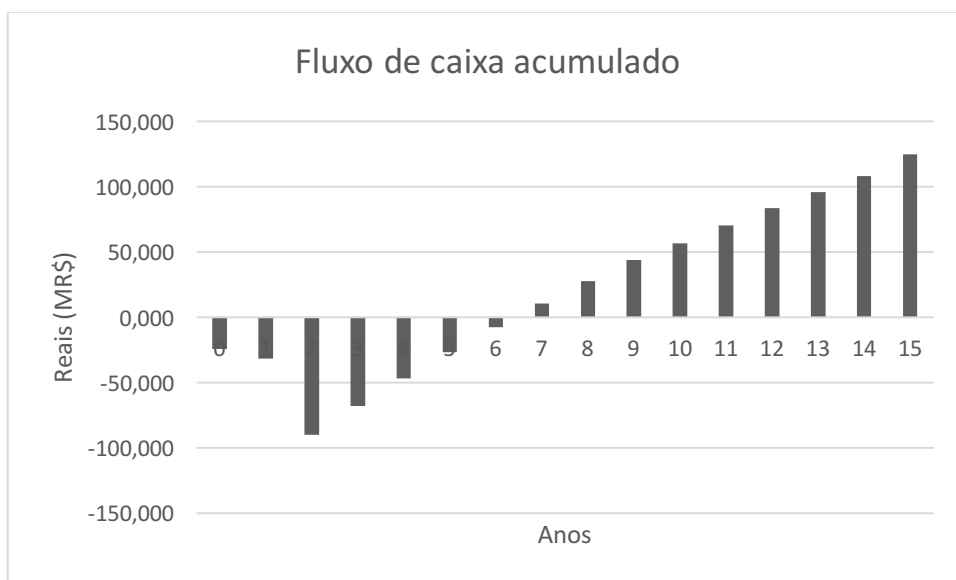
<b>Anos</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>Imobilizado</b>	-24,115	-8,038	-48,229												
<b>Giro</b>			-22,664												22
<b>Fundos investidos</b>	-24,115	-8,038	-70,893												22
<b>Vendas</b>				686,784	721,123	757,179	795,038	834,790	876,530	920,356	966,374	1014,69	1065,43	1118,70	1174,63
<b>Custos</b>				645,707	677,993	711,892	747,487	784,861	824,104	865,310	908,575	954,004	1001,70	1051,79	1104,38
<b>Amortização</b>				8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038	8,038			
<b>Benefícios antes de impostos (BAI)</b>				33,039	35,092	37,249	39,513	41,891	44,387	47,009	49,761	60,689	63,723	66,910	70,255
<b>Impostos</b>				11,563	12,282	13,037	13,830	14,662	15,536	16,453	17,416	21,241	22,303	23,418	24,589
<b>Benefícios depois de impostos (BDI)</b>				21,475	22,810	24,212	25,684	27,229	28,852	30,556	32,345	39,448	41,420	43,491	45,666
<b>Fundos gerados = BDI + amortização</b>				29,513	30,848	32,250	33,722	35,267	36,890	38,594	32,345	39,448	41,420	43,491	45,666
<b>Cash flow</b>	-24,115	-8,038	-70,893	29,513	30,848	32,250	33,722	35,267	36,890	38,594	32,345	39,448	41,420	43,491	45,666
<b>CASH FLOW ATUALIZADOS ANUAIS</b>	-24,115	-7,307	-58,589	22,174	21,070	20,025	19,035	18,098	17,209	16,368	12,470	13,826	13,198	12,598	12,025
<b>CASH FLOW ACUMULADO</b>	-24,115	-31,422	-90,012	-67,838	-46,768	-26,743	-7,708	10,389	27,599	43,966	56,437	70,263	83,461	96,058	108,084





**Figura 102.** Fluxo de caixas anuais.

Obteve-se um VAL de 124,988 MR\$, o que indica que a planta é rentável. Pelo gráfico de fluxos de caixa anual, pode-se perceber que a planta começa a gerar montantes positivos a partir do terceiro ano, que é o ano em que a produção é iniciada. Entretanto, para saber em que momento a planta começa a gerar lucros em relação ao investimento inicial é necessária a representação de fluxo de caixa acumulado:



**Figura 103.** Fluxo de Caixa Acumulado.

A representação de fluxo de caixa acumulado mostra que a partir do sétimo ano de operação a planta começa a retornar o investimento aplicado.

## 6.4. Taxa interna de rentabilidade (TIR)

A taxa interna de rentabilidade é um parâmetro utilizado para avaliar a rentabilidade do projeto em relação aos juros de referência adotado. Isso é feito alterando-se o valor de  $k$  na expressão do valor atualizado líquido até que este seja igual a zero. Caso o valor de TIR seja maior que os juros de referência adotado, então o projeto será rentável:

$$TIR = \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1 + TIR)^i} = 0$$

$$TIR = 0,269$$

Logo o projeto será rentável.

### 6.4.1. Sensibilidade da rentabilidade a um aumento de 20% no investimento

Aumentando-se o imobilizado em 20%, foi verificado se o projeto ainda seria rentável. Seguem os resultados encontrados:

**Tabela 33.** Dados de imobilizado corrigidos com um aumento de 20%.

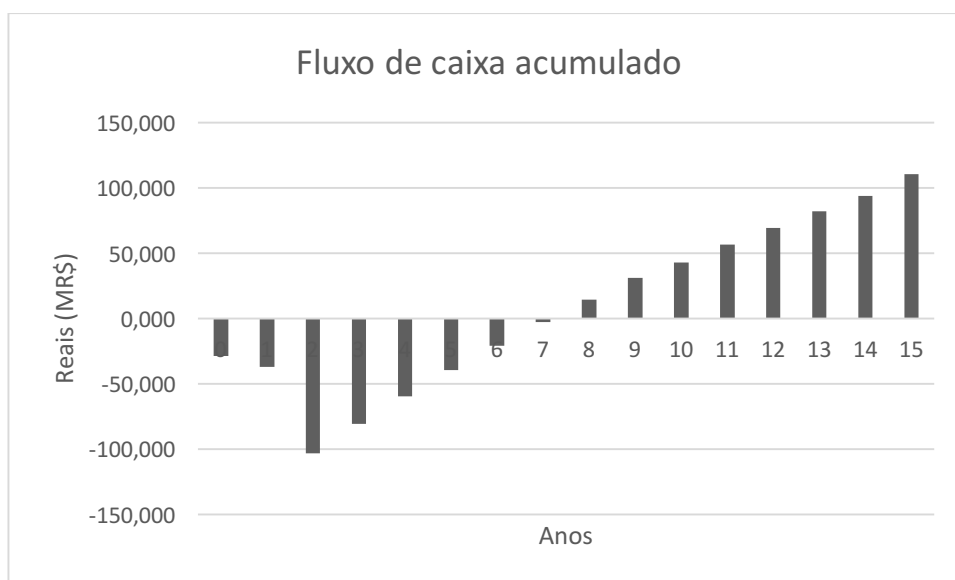
	Porcentagem (%)	Custo 2015 / MR\$
<b>Equipamentos (E)</b>	100	18,992
<b>Materiais (M)</b>	65	12,344
<b>Obra civil e edifícios</b>	28	3,456
<b>Tubulações e infra</b>	45	5,555
<b>Instrumentação</b>	10	1,234
<b>Eletricidade</b>	10	1,234
<b>Isolamento</b>	5	0,617
<b>Pintura</b>	2	0,247
	Soma	24,689
<b>Engenharia básica + Licença</b>		4,800
<b>Eng de detalhe</b>	45	5,484
<b>Construção</b>	60	18,802
<b>Supervisão</b>	10	3,134
<b>Engenharia de processo</b>	-	4,800
<b>ISBL</b>	100	75,900
<b>Serviços auxiliares</b>	4	3,036

<b>Off-sites</b>	8	6,072
<b>Gastos de arranque</b>	3,5	2,656
<b>Contigências e imprevistos</b>	10	7,590
<b>Investimento total:</b>		<b>95,254</b>

**Tabela 34.** Fluxo de Caixa Investimento 20% maior.

Anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Imobilizado</b>	-28,576	-9,525	-57,152													
<b>Giro</b>			-22,664													22,664
<b>Fundos investidos</b>	-28,576	-9,525	-79,816													22,664
<b>Vendas</b>				686,78 4	721,12 3	757,17 9	795,038	834,790	876,530	920,356	966,374	1014,69	1065,43	1118,70	1174,63	1233,0
<b>Custos</b>				646,31 6	678,63 2	712,56 3	748,192	785,601	824,881	866,125	909,432	954,903	1002,65	1052,78	1105,42	1160,0
<b>Amortização</b>				9,525	9,525	9,525	9,525	9,525	9,525	9,525	9,525					
<b>Benefícios antes de impostos (BAI)</b>				30,943	32,966	35,091	37,321	39,664	42,123	44,706	47,417	59,790	62,779	65,918	69,214	72,67
<b>Impostos</b>				10,830	11,538	12,282	13,062	13,882	14,743	15,647	16,596	20,926	21,973	23,071	24,225	25,43
<b>Benefícios depois de impostos (BDI)</b>				20,113	21,428	22,809	24,259	25,781	27,380	29,059	30,821	38,863	40,806	42,847	44,989	47,23
<b>Fundos gerados = BDI + amortização</b>				29,638	30,953	32,334	33,784	35,307	36,905	38,584	30,821	38,863	40,806	42,847	44,989	47,23
<b>Cash flow</b>	-28,576	-9,525	-79,816	29,638	30,953	32,334	33,784	35,307	36,905	38,584	30,821	38,863	40,806	42,847	44,989	69,90
<b>CASH FLOW ATUALIZADOS ANUAIS</b>	-28,576	-8,659	-65,964	22,267	21,141	20,077	19,070	18,118	17,217	16,363	11,883	13,621	13,002	12,411	11,847	16,73
<b>CASH FLOW ACUMULADO</b>	-28,576	-37,236	-103,20	80,932	59,790	39,713	-20,643	-2,525	14,691	31,055	42,938	56,559	69,561	81,972	93,819	110,5

Mesmo com o aumento de 20% no valor do imobilizado ainda foi obtido um valor atualizado líquido de 110,553 MR\$, sendo assim rentável. O gráfico de fluxo de caixa acumulado informa em qual ano o investimento inicial 20% maior de imobilizado seria retornado:

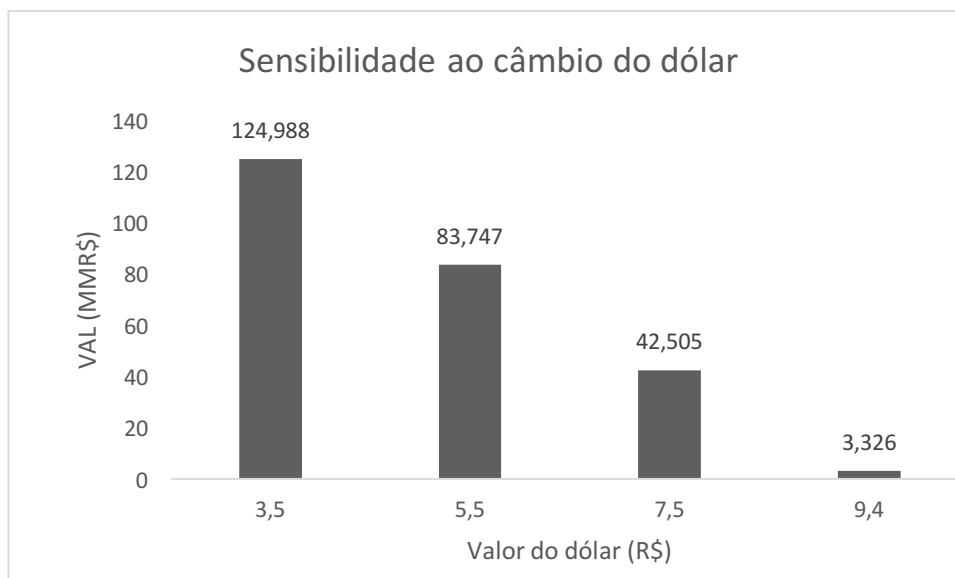


**Figura 104.** Análise de Sensibilidade - Fluxo de caixa acumulado corrigido.

Neste cenário o investimento só seria retomado no oitavo ano de operação.

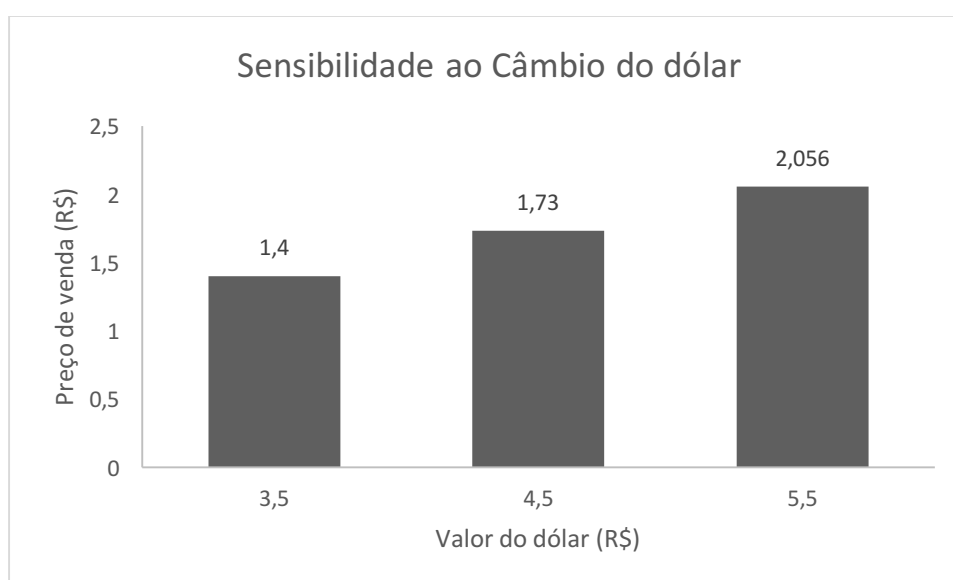
#### **6.4.2. Sensibilidade ao câmbio do dólar**

Foi estudada a relação entre a influência do aumento do dólar no custo dos equipamentos e a redução do valor atualizado líquido. O projeto possui valores positivos de VAL somente para cotações do dólar de até 9,40 R\$. Este é um ótimo resultado, visto que um cenário econômico onde a cotação do dólar chegue a 9,40 R\$ é bem improvável.



**Figura 105.** Sensibilidade ao câmbio do dólar (VAL).

Entretanto, deve-se considerar que um aumento no câmbio do dólar não impactaria somente no custo dos equipamentos. É necessário levar em consideração que parâmetros como o custo de matéria-prima, o capital de giro e o preço de vendas também seriam afetados. Logo, foi proposto analisar que preço do produto deveria ser vendido para que se mantivesse o VAL obtido, caso houvesse um aumento no dólar. Os resultados obtidos seguem no gráfico abaixo.



**Figura 106.** Sensibilidade ao câmbio do dólar (preço).

Com o dólar cotado a 5,50 R\$, o produto deveria ser comercializado pelo valor de 2,056 R\$/kg para manter o VAL obtido anteriormente. Este é um ótimo resultado, visto que o preço do propilenoglicol varia entre 1,50 e 2,20 R\$/kg. Portanto, mesmo em um cenário improvável com uma cotação do dólar alta, o produto ainda pode ser vendido por um preço competitivo e mantendo seu lucro planejado, mostrando assim robustez econômica no projeto.

Equipment	Units for Size, <i>S</i>	<i>S</i> <sub>Lower</sub>	<i>S</i> <sub>Upper</sub>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>n</i>	Note
<i>Agitators &amp; mixers</i>							
Propeller	driver power, kW	5.0	75.0	4,300	1,920	0.8	
Spiral ribbon mixer	driver power, kW	5.0	35.0	11,000	420	1.5	
Static mixer	Liters/s	1.0	50.0	780	62	0.8	
<i>Boilers</i>							
Packaged, 15 to 40 bar	kg/h steam	5,000.0	200,000.0	4,600	62	0.8	
Field erected, 10 to 70 bar	kg/h steam	20,000.0	800,000.0	-90,000	93	0.8	
<i>Centrifuges</i>							
High-speed disk	diameter, m	0.26	0.49	63,000	260,000	0.8	
Atmospheric suspended basket	power, kW	2.0	20.0	37,000	1,200	1.2	
<i>Compressors</i>							
Blower	m <sup>3</sup> /h	200.0	5,000.0	4,200	27	0.8	
Centrifugal	driver power, kW	132.0	29,000.0	8,400	3,100	0.6	
Reciprocating	driver power, kW	100.0	16,000.0	240,000	1.33	1.5	
<i>Conveyors</i>							
Belt, 0.5 m wide	length, m	10.0	500.0	21,000	340	1.0	
Belt, 1.0 m wide	length, m	10.0	500.0	23,000	575	1.0	
Bucket elevator, 0.5 m bucket	height, m	10.0	35.0	14,000	1,450	1.0	
<i>Crushers</i>							
Reversible hammer mill	tonne/h	20.0	400.0	400	9,900	0.5	
Pulverizers	kg/h	200.0	4,000.0	3,000	390	0.5	
<i>Crystallizers</i>							
Scraped surface crystallizer	length, m	7.0	280.0	41,000	40,000	0.7	
<i>Distillation columns</i>							
See pressure vessels, packing, and trays							
<i>Dryers</i>							
Direct contact rotary	area, m <sup>2</sup>	11.0	180.0	-7,400	4,350	0.9	1
Pan	area, m <sup>2</sup>	1.5	15.0	-5,300	24,000	0.5	2
Spray dryer	evap rate kg/h	400.0	4,000.0	190,000	180	0.9	
<i>Evaporators</i>							
Vertical tube	area, m <sup>2</sup>	11.0	640.0	17,000	13,500	0.6	
Agitated falling film	area, m <sup>2</sup>	0.5	12.0	29,000	53,500	0.6	

(continued)

Figura 107. Tabela de custos

<b>Equipment</b>	<b>Units for Size, S</b>	<b>S<sub>Lower</sub></b>	<b>S<sub>Upper</sub></b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>n</b>	<b>Note</b>
<i>Exchangers</i>							
U-tube shell and tube	area, m <sup>2</sup>	10.0	1,000.0	10,000	88	1.0	
Floating head shell and tube	area, m <sup>2</sup>	10.0	1,000.0	11,000	115	1.0	
Double pipe	area, m <sup>2</sup>	1.0	80.0	500	1,100	1.0	
Thermosiphon reboiler	area, m <sup>2</sup>	10.0	500.0	13,000	95	1.0	
U-tube Kettle reboiler	area, m <sup>2</sup>	10.0	500.0	14,000	83	1.0	
Plate and frame	area, m <sup>2</sup>	1.0	180.0	1,100	850	0.4	3
<i>Filters</i>							
Plate and frame	capacity, m <sup>3</sup>	0.4	1.4	76,000	54,000	0.5	
Vacuum drum	area, m <sup>2</sup>	10.0	180.0	-45,000	56,000	0.3	
<i>Furnaces</i>							
Cylindrical	duty, MW	0.2	60.0	53,000	69,000	0.8	
Box	duty, MW	30.0	120.0	7,000	71,000	0.8	
<i>Packings</i>							
304 ss Raschig rings	m <sup>3</sup>			0	3,700	1.0	
Ceramic intalox saddles	m <sup>3</sup>			0	930	1.0	
304 ss Pall rings	m <sup>3</sup>			0	4,000	1.0	
PVC structured packing	m <sup>3</sup>			0	250	1.0	
304 ss structured packing	m <sup>3</sup>			0	3,200	1.0	4
<i>Pressure vessels</i>							
Vertical, cs	shell mass, kg	150.0	69,200.0	-400	230	0.6	5
Horizontal, cs	shell mass, kg	250.0	69,200.0	-2,500	200	0.6	
Vertical, 304 ss	shell mass, kg	90.0	124,200.0	-10,000	600	0.6	5
Horizontal, 304 ss	shell mass, kg	170.0	114,000.0	-15,000	560	0.6	
<i>Pumps and drivers</i>							
Single-stage centrifugal	flow Liters/s	0.2	500.0	3,300	48	1.2	
Explosion-proof motor	power, kW	1.0	2,500.0	920	600	0.7	
Condensing steam turbine	power, kW	100.0	20,000.0	-19,000	820	0.8	
<i>Reactors</i>							
Jacketed, agitated	volume, m <sup>3</sup>	0.5	100.0	14,000	15,400	0.7	
Jacketed, agitated, glass-lined	volume, m <sup>3</sup>	0.5	25.0	13,000	34,000	0.5	
<i>Tanks</i>							
Floating roof	capacity, m <sup>3</sup>	100.0	10,000.0	53,000	2,400	0.6	
Cone roof	capacity, m <sup>3</sup>	10.0	4,000.0	5,700	700	0.7	
<i>Trays</i>							
Sieve trays	diameter, m	0.5	5.0	100	120	2.0	6
Valve trays	diameter, m	0.5	5.0	130	146	2.0	6
Bubble cap trays	diameter, m	0.5	5.0	200	240	2.0	6
<i>Utilities</i>							
Cooling tower & pumps	flow liters/s	100.0	10,000.0	61,000	650	0.9	7
Packaged mechanical refrigerator	evaporator duty, kW	50.0	1,500.0	4,900	720	0.9	
Water ion exchange plant	flow m <sup>3</sup> /h	1.0	50.0	6,200	4,300	0.7	

**Figura 108.** Tabela de custos



## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir dos resultados obtidos através da simulação do processo, foi possível desenvolver uma planta de conversão de glicerol em propilenoglicol. A simulação considerou aspectos como o controle, a segurança e a gestão dos resíduos gerados no processo, além do estudo de viabilidade econômica para implementação da planta. Dessa forma, todos os equipamentos foram projetados e otimizados com o objetivo de se obter uma alta conversão na formação do produto, garantindo sua qualidade e baixo custo de fabricação, resultando assim em um processo rentável e lucrativo.

Além disso, o processo desenvolvido supre uma necessidade atual que busca alternativas sustentáveis para o aproveitamento de subprodutos industriais. Inserida nesse contexto, a fabricação de biodiesel possui limitações no manejo do glicerol obtido como subproduto. Dessa forma, o processo estudado de conversão de glicerol em propilenoglicol apresenta uma alternativa para aplicação desse subproduto.

## 8. REFERÊNCIAS

FRANCO, P.F. **Biodiesel, Glicerol e Microorganismos**. 2011. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2011\\_4/biodiesel/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2011_4/biodiesel/index.htm)>. Acesso em: 24/6/2017

VIANA, M. B. **Produção de biogás a partir de glicerol oriundo de biodiesel**. 2011. Dissertação de mestrado (Escola de Engenharia de São Carlos), 2011.

MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. X. ; GONÇALVES, V. L. C. **Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel**. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 639-648, mar. 2009.

LARSEN, Christina. **Co-Digestão Anaeróbia de Glicerina Bruta e Efluente de Fecularia**. 2009. 88p. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE – Campos Cascavel, 2009.

UMPIERRE, A. P.; SILVA, F.M. **Valorização do glicerol**. Biodieselbr, edição 20, dez 2010.

RODRIGUES, J. A. R. **Do engenho a refinaria. A usina de açúcar como empreendimento industrial para geração de produtos bioquímicos e biocombustíveis**. Química Nova, v. 34, n.7, 2011.

CHIU, C. W., **Catalytic conversion of glycerol to propylene glycol: synthesis and technology assessment**. Tese de doutorado em Engenharia Química apresentada a Universidade de Missouri, Columbia-EUA, p. 214, 2006

SBQ - Sociedade Brasileira de Química. **Propilenoglicol, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O**. Disponível em: <[http://qnint.org.br/qni/popup\\_visualizarMolecula.php?id=DrXaDHDsaOWvFrIbt67GjZkDYt3oXGtiNsmWtgBRcQopvR0AIwuh5SncHekGaOJyipeswOAVbuCzLXKTYONw](http://qnint.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=DrXaDHDsaOWvFrIbt67GjZkDYt3oXGtiNsmWtgBRcQopvR0AIwuh5SncHekGaOJyipeswOAVbuCzLXKTYONw)>. Acesso em 23 de junho de 2017.

DOW – CHEMICAL COMPANY. **Dow propileno glicol USP/EP**. Disponível em: <[http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh\\_0034/0901b80380034a](http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_0034/0901b80380034a)

21.pdf?filepath=propyleneglycol/pdfs/noreg/117-01144.pdf&fromPage=GetDoc>

Acessado em: 23 de junho de 2017.

CASTRO, S. V.; CARVALHO, A. A.; SILVA, C. M. G.; FAUSTINO, L. R.; FIGUEIREDO, J. R.; RODIGUES, A. P. R., **Agentes crioprotetores intracelulares: características e utilização na criopreservação de tecido ovariano e oócitos**. Acta Scientiae Veterinariae, 39(2):957, 2011.

RAMOS, L. R. **A bolha de glicerina**. 2007. Artigo em hipertexto. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/ramos/bolha-glicerina-24-06-07.htm>>. Acesso em 24/06/2017.

**Ficha de informação técnica – Propileno glicol**. Disponível em: <[http://emfal.com.br/alcool/\\_ArquivoProdutos/60804.PDF](http://emfal.com.br/alcool/_ArquivoProdutos/60804.PDF)>. Acesso em 24/06/2017.

**Anuário estatístico 2016**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/publicacoes/anuario-estatistico/2441-anuario-estatistico-2016>>. Acesso em 24/06/2017.

CABRA, L.de Lucas, A, Ruíz, F. and Ramos, M. J., 2010. **Metodologías del diseño aplicado y gestión de proyectos para Ingenieros Químicos**. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca.

SOUZA, R. G. de, Lima, A. P., Lima, G. B. A., 2013. **Gestão de desempenho em segurança de processo: estudo de caso de uma empresa de energia**. Relatórios de pesquisa em Engenharia de Produção v.13, n.7, pp. 78-93.

FUSCO, J. P. A. (1996), **Necessidade do Capital de Giro e Nível de Vendas**. RAE - Revista de Administração de Empresas São Paulo, V. 36, n. 2, p. 53-66 .

ASSAF NETO, **Administração de capital de giro**. 1ª edição, Editora Atlas. 2002.

FAZELI, A., Khodadadi, A. A., Mortazavi, Y., 2013. **Cyclic Regeneration of Cu/ZnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nano Crystalline Catalyst of Methanol Steam Reforming for Hydrogen Production in a Micro-Fixed-Bed Reactor**. Iran J. Chem. Chem. Eng. Vol. 32, No.3, 2013.

CAO, E. **Heat Transfer in Process Engineering**. McGraw-Hill. 2009

INCROPERA, F. P.; DEWITT D. P.; BERGMAN, T. L., LAVINE, A. S.; **Fundamentals of Heat and Mass Transfer**. John Wiley & Sons. 6ª edição. 2007.

ÇENGEL, Y. A. **HEAT TRANSFER: A Practical Approach**. 2ª edição. 1998.

TOWLER, G.; SINOT, R. **CHEMICAL ENGINEERING DESIGN: PRINCIPLES, PRACTICE AND ECONOMICS OF PLANT AND PROCESS DESIGN**. Butterworth–Heinemann. 2008

LEVENSPIEL, O. **Engenharia das Reações Químicas**. Vols. 1 e 2 , Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1972.

FOGLER, H. S., **Elements of Chemical Reaction Engineering**. 2nd Edition, Prentice Hall, New Jersey, 1992.

MCCABE, W.L.; SMITH, J.C.; HARRIOTT, P. **Unit operations of chemical engineering**. 7th ed. Boston: McGraw-Hill, c2005

PERRY, R.H., CHILTON, C.H. **Perry's Chemical Engineering Handbook**. 5a ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1986.

DUEÑAS, L.C.; MARTÍNEZ, A.L.; FERNÁNDEZ, F.R.; MARCOS, M.J.R. **Metodologías de Diseño Aplicado y Gestión de Proyectos para Ingenieros Químicos**. Educiones de La Universidad de Castilla – La Mancha. La Mancha, Cuenca. 2010.

TOWLER, G.; SINNOTT, R. **Chemical Engineering Design**. Elsevier INC. Sem Locus. 2008.

SARAIVA, A.J.F. **EJETORES E SISTEMAS DE VÁCUO**. S.L. S.D. Disponível em: <<http://www.saraivavogal.com.br/mudan%C3%A7as/OPERA%C3%87%C3%95ES%20UNIT%C3%81RIAS/4%20%E2%80%93%20EJETORES%20E%20SISTEMAS%20DE%20V%C3%81CUO.pdf>>. Acessado em: 15/06/2017.

## ANEXOS

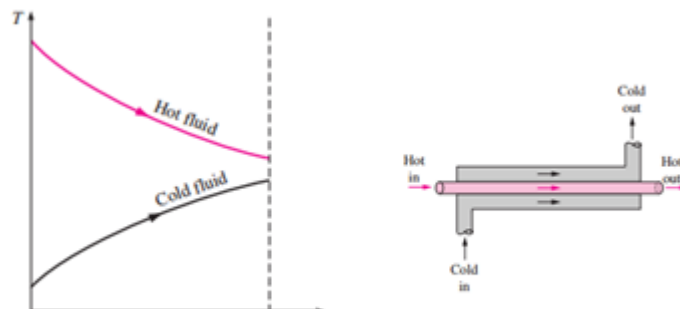
### 1. Memória de Cálculo

#### 1.1. Trocadores de calor

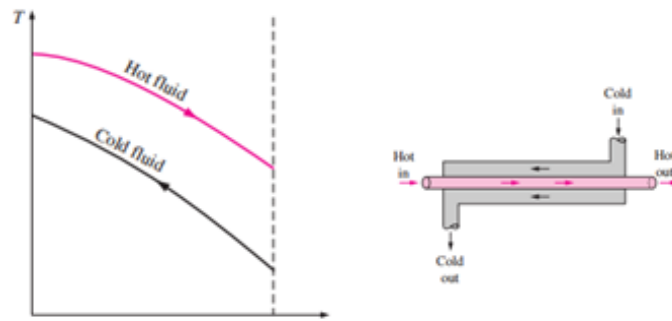
Trocadores de calor são equipamentos desenhados para promover troca térmica entre correntes de fluido. Em processos industriais, operações unitárias de troca de calor podem ser conduzidas em situações em que é necessário o aquecimento ou resfriamento de uma corrente de processo. O propósito dessas operações pode ser também realizar a mudança de fase de uma ou mais correntes de processo (CAO, 2009).

Nesses equipamentos, a transferência de calor se dá de maneira indireta, tendo em vista que os fluidos encontram-se separados pelas paredes de tubos, em que há o escoamento de uma das correntes (INCROPERA, 2007). Essas podem ser classificadas como correntes de processo, quando o fluido em questão é empregado como matéria-prima ou produzido na planta química, ou corrente de serviço, quando o papel do fluido é apenas o de troca de calor com a corrente de processo. Quando há necessidade do aquecimento de uma série de correntes simultâneo ao resfriamento de outra série de correntes, pode-se aproveitar a diferença de temperatura dessas para a realização de uma rede de trocadores de calor.

A operação de troca térmica pode ser conduzida de modo concorrente, em que a entrada dos fluidos acontece na mesma seção do equipamento, ou em contracorrente, no qual a entrada das correntes acontece em seções opostas do equipamento. O segundo modo apresentado é o que resulta em maior eficiência de troca de calor, por permitir maior gradiente de temperatura durante todo o eixo do equipamento (ÇENGEL, 1998).



Perfil de temperatura e esquema de operação concorrente. (ÇENGEL, 1998)



Perfil de temperatura e esquema de operação em contracorrente (ÇENGEL, 1998).

### CÁLCULOS PARA DIMENSIONAMENTO

O principal parâmetro de desenho de um trocador de calor é a área necessária para a transferência efetiva de uma quantidade de calor  $Q$ . A equação de projeto de um trocador de calor relaciona o calor trocado com a área de troca ( $A$ ), as temperaturas dos fluidos em ambas as seções do equipamento e o coeficiente global de troca térmica ( $U$ ) do sistema:

$$Q = UA\Delta T_{ML}$$

O calor trocado é determinado a partir do conhecimento das temperaturas de entrada e saída, calor específico ( $c_p$ ) e vazão mássica ( $\dot{m}$ ) de uma das correntes. Em situações em que há mudança de fase durante a troca térmica, deve-se considerar também o termo de calor latente, que requer conhecimento da entalpia de mudança de fase ( $\Delta H_L$ ):

$$\Delta T = T_e - T_s$$

$$Q = \dot{m}(c_p\Delta T + \Delta H_L)$$

A equação para situações em que há somente calor sensível é:

$$Q = \dot{m}c_p\Delta T$$



Esquema simplificado de trocador de calor de casco e tubo.

A diferença média logarítmica,  $\Delta T_{ML}$ , presente na equação (1) é calculada a partir da expressão:

$T_{1,q}$  = Temperatura de entrada do fluido quente;

$T_{2,q}$  = Temperatura de saída do fluido quente;

$T_{1,c}$  = Temperatura de entrada do fluido frio;

$T_{2,c}$  = Temperatura de saída do fluido frio.

$$\Delta T_{ML} = \frac{(T_{1,q} - T_{2,c}) - (T_{2,q} - T_{1,c})}{\ln \left( \frac{T_{1,q} - T_{2,c}}{T_{2,q} - T_{1,c}} \right)}$$

O coeficiente global de troca térmica é um parâmetro que carrega informação sobre as resistências à troca térmica, tanto por convecção quanto por condução, entre dois fluidos. Assim,  $U = U(h_q, h_f, k, e)$ . Em trocadores de calor, o coeficiente global é influenciado também pela formação de depósitos nas paredes do equipamento, devido ao aumento da resistência a troca térmica resultante disso. Assim, considera-se também os coeficientes de formação de depósito no cálculo de  $U$ . Assim,  $U = U(h_q, h_f, k, e, r_c, r_f)$  (INCROPERA, 2007) :

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_q} + \frac{1}{h_f} + \frac{e}{k} + r_c + r_f$$

Tipicamente,  $e \ll k$ . Isso permite que se escreva:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_q} + \frac{1}{h_f} + r_c + r_f$$

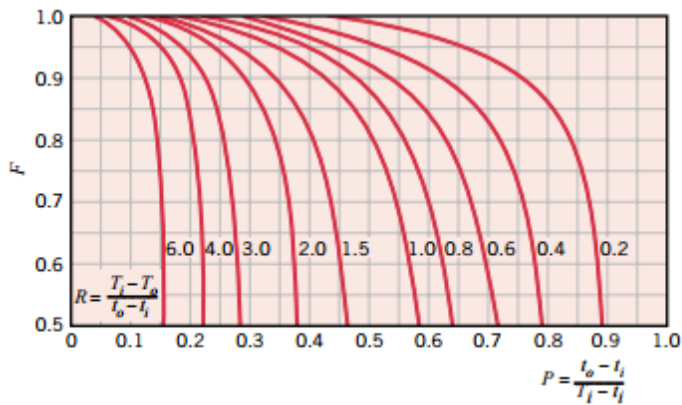
Para um trocador real, devido às condições de escoamento do fluido que passa pela carcaça do equipamento, deve-se corrigir a equação (1). Isso é alcançado pela inclusão de um fator de correção, determinado a partir de relações (R e P) entre as temperaturas dos fluidos em nas duas seções do trocador de calor. Esse termo de correção pode ser obtido gráfica ou analiticamente (INCROPERA, 2007) :

$$R = \frac{T_{1,c} - T_{2,c}}{T_{2,q} - T_{1,q}}$$

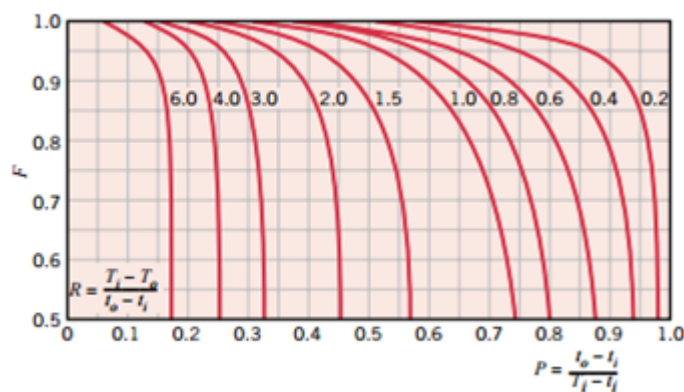
$$P = \frac{T_{2,q} - T_{1,q}}{T_{1,c} - T_{1,q}}$$

### MÉTODO GRÁFICO:

Os gráficos que permitem a determinação de  $F_T$  em função de P e R variam de acordo com a configuração do trocador (INCROPERA, 2007). As configurações presentes na planta desenhada e os gráficos correspondentes são apresentados (A equivalência dos índices do desenvolvimento apresentado com os índices dos gráficos é:  $i = 1$ ,  $o = 2$ ):



Determinação de  $F_t$  para a configuração de um casco e  $2n$  passes pelos tubos ( $n$  é um número natural). (INCROPERA, 2007)



Determinação de  $F_t$  para a configuração de duas carcaças e  $4n$  passes pelos tubos ( $n$  é um número natural). (INCROPERA, 2007)



### MÉTODO ANALÍTICO (TOWLER, 2008):

$$F_T = \frac{(\sqrt{R^2 + 1}) \ln \left( \frac{1 - P}{1 - RP} \right)}{(R - 1) \ln \left( \frac{2 - P(R + 1 - (\sqrt{R^2 + 1}))}{2 - P(R + 1 + (\sqrt{R^2 + 1}))} \right)}$$

Assim, escreve-se:

$$Q = UA\Delta T_{ML}F_T$$

A partir dessa expressão, pode-se determinar a área de troca térmica necessária para a transferência de calor requerida. Para trocadores do tipo casco e tubo, a área de troca necessária, junto às informações de geometria dos tubos, permite a determinação da quantidade de tubos que o equipamento deve possuir.

$$N_{tubos} = \frac{A_{total}}{A_{tubo}}$$

Tendo em vista que a área da superfície de um tubo cilíndrico pode ser calculada a partir de:

$$A_{tubo} = \frac{\pi d^2 l}{4}$$

O número de tubos de um trocador do tipo casco e tubo é determinado segundo a expressão:

$$N_{tubos} = \frac{\left( \frac{Q}{U\Delta T_{ML}F_T} \right)}{\pi r^2 l}$$

A designação TEMA (*Tubular Exchanger Manufacturers Association*) dos trocadores de calor presentes na planta dimensionada é do tipo “AEL” para todos os equipamentos, exceto para os refeedores das colunas de destilação, que são do tipo “AKT”. Essas letras são referentes aos tipos do cabeçote de entrada, carcaça e cabeçote posterior, respectivamente. A letra “A” indica que o cabeçote de distribuição do trocador possui carretel e tampa removíveis. A segunda letra, “E”, indica que o trocador é de passe único no casco. A última letra, “L”, indica que o cabeçote posterior é de espelho fixo

(CAO, 2009). Para os trocadores do fundo das colunas, que tem configuração diferente, a letra “K” indica que são do tipo refervedor e, por último, “T” indica que o cabeçote posterior é de espelho flutuante removível pelo carretel.

No dimensionamento dos trocadores de calor da planta em questão, empregam-se como fluido de serviço, nos aquecedores, vapor à pressão e vazão, tais que todo o calor trocado nesses equipamentos é latente. Assim, não há diferença de temperatura do vapor de aquecimento.

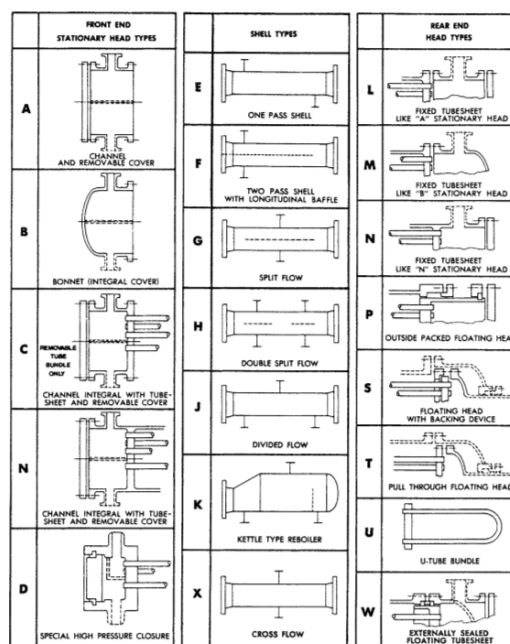


FIGURE 6-32 TEMA designations. (From Standards of the TEMA with permission.)

Representação dos diferentes tipos de cabeçotes frontais, cascos e cabeçotes posteriores. (CAO, 2009)

### Trocador E-6

No trocador de calor E-6, há integração energética entre as correntes de propilenoglicol, saída do fundo da coluna de destilação C-5, e a mistura de água e glicerol que será alimentada ao reator. Nele, a temperatura da corrente de propilenoglicol promove o pré-aquecimento da mistura de água e glicerol. Conseqüentemente, o produto final é resfriado.

Esse trocador é de casco único, com dois passes pelos tubos e um pelo casco. A distribuição dos tubos no casco é triangular.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-6.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
<b>Quente</b>	210,4	147
<b>Frio</b>	60	115

$$Q = 9,04 \times 10^5 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 91,30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U = 176,7644 \text{ kcal/hm}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R = 1,147$$

$$P = 0,365$$

$$F_T = 0,92$$

$$A = 60,489 \text{ m}^2$$

#### Trocador E-4

O trocador de calor E-4 é um cooler em que a mistura retirada do reator é resfriada, antes de ser enviada ao vaso de destilação flash, C-1 .

Esse trocador possui carcaça única, apresentando um passe por essa e dois passes pelos tubos. A configuração de tubos é triangular.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-4.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
<b>Quente</b>	230	28
<b>Frio</b>	25	45

$$Q = 5,54 \times 10^6 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 15,81 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U = 375,947 \text{ kcal/hm}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R = 10,1$$

$$P = 0,098$$

$$F_T = 0,988$$

$$A = 943,901 \text{ m}^2$$

### Trocador E-7

O trocador E-7 cumpre o papel de aquecer a corrente líquida que sai do equipamento C-1. Essa corrente é direcionada à primeira coluna de destilação, C-3.

Esse trocador de calor é carcaça única, com dois passes pelos tubos e um pela carcaça. A disposição dos tubos em sua carcaça é triangular.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-7.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	270	270
Frio	28	140

$$Q = 9,273 \times 10^6 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 180,24 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$U = 851 \text{ kcal/hm}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

$$P = 0$$

$$R \rightarrow \infty$$

$$F_T = 1$$

$$A = 60,455 \text{ m}^2$$

### Trocador E-5

O trocador de calor E-5 é um aquecedor. Sua função é levar a mistura de água e glicerol vinda do trocador E-6 à temperatura de reação (230°C).

Esse equipamento possui carcaça única, com um passe por essa e dois pelos tubos distribuídos nessa. A distribuição de tubos na carcaça segue configuração triangular.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-5.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	270	270
Frio	115	230

$$Q = 2,03 \times 10^6 \text{ kcal} / \square$$

$$\Delta T_{ML} = 84,899^\circ C$$

$$U = 397,218 \text{ kcal} / \square m^2 \cdot ^\circ C$$

$$P = 0$$

$$R \rightarrow \infty$$

$$F_T = 1$$

$$A = 60,282 \text{ m}^2$$

### Trocador E-1

O equipamento E-1 é um cooler. Nele, a corrente de hidrogênio comprimida, vinda do compressor K-101, é resfriada. Para que sua temperatura não atinja valores muito altos, devido à compressão, sucessivos resfriamentos são conduzidos na alimentação de H<sub>2</sub>.

O equipamento possui duas carcaças em série, com dois passes pelos tubos e um pela carcaça, para cada carcaça. A distribuição dos tubos na carcaça do trocador é triangular.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-1.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	151,1	30
Frio	28	45

$$Q = 2,71 \times 10^5 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 26,214^\circ C$$

$$U = 103,43 \text{ kcal/hm}^2\text{ }^\circ C$$

$$R = 7,124$$

$$P = 0,138$$

$$F_T = 0,817$$

$$A = 122,223 \text{ m}^2$$

### Trocador E-2

O trocador de calor E-2 é responsável pelo resfriamento da corrente de hidrogênio após sua segunda compressão, que acontece no compressor K-102. Desse equipamento, a corrente segue para a última etapa de compressão, antes de ser alimentada ao reator PFR-100.

Esse trocador possui três carcaças em série, com um passe por cada uma delas e dois pelos tubos em cada carcaça. A distribuição dos tubos nas carcaças segue configuração triangular

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-2.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	98,25	30
Frio	28	45

$$Q = 1,52 \times 10^5 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 15,616^\circ C$$

$$U = 66,254 \text{ kcal/hm}^2\text{ }^\circ C$$

$$R = 4,015$$

$$P = 0,242$$

$$F_T = 0,898$$

$$A = 163,924 \text{ m}^2$$

### Trocador E-3

O trocador E-3 é um aquecedor. Nele, a corrente de H<sub>2</sub> comprimido é aquecida às condições reacionais e alimentada ao reator PFR-100.

Esse trocador é de carcaça única, com dois passes pelos tubos, uma pela carcaça e distribuição triangular dos tubos.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-3.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	270	270
Frio	99	230

$$Q = 2,95 \times 10^5 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 90,204^\circ\text{C}$$

$$U = 63,789 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$$

$$P = 0$$

$$R \rightarrow \infty$$

$$F_T = 1$$

$$A = 51,296 \text{ m}^2$$

### Trocador E-8

O trocador de calor E-8 é cumpre o papel de vaporizar a corrente líquida do fundo da coluna de destilação C-3, permitindo assim o refluxo da corrente vaporizada à torre.

Esse trocador é de carcaça única, com um passe por essa e dois pelos tubos. A distribuição dos tubos na carcaça desse equipamento segue configuração triangular.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-8.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	270	270
Frio	167,5	203

$$Q = 7,64 \times 10^6 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 83,53^\circ C$$

$$U = 467,25 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$$

$$R = 0$$

$$P = 0$$

$$F_T = 1$$

$$A = 195,7 \text{ m}^2$$

### Trocador E-9

Esse equipamento é responsável pela condensação da corrente de vapor que sai do topo da coluna C-3. Essa operação permite que parte da corrente condensada seja refluxada à coluna.

Esse trocador de calor possui uma carcaça de passe único, com dois passes pelos tubos. A configuração de distribuição dos tubos é triangular.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-9.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	28	45
Frio	109,1	100

$$Q = 6,76 \times 10^6 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 67,97^\circ C$$

$$U = 1277 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$$

$$R = 1,868$$

$$P = 0,112$$

$$F_T \cong 1$$



$$A = 77,9 \text{ m}^2$$

### Trocador E-10

O trocador E-10 é o refeedor da torre de destilação C-4. Esse é empregado para promover a vaporização da corrente líquida que chega ao fundo da coluna, permitindo assim a realização do refluxo.

Esse trocador possui uma carcaça de passe único e com tubos passes por tubos. Sua distribuição de tubas segue a configuração triangular.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-10.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	330	330
Frio	245,9	247

$$Q = 1,374 \times 10^7 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 83,52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U = 467,26 \text{ kcal/hm}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P = 0$$

$$R \rightarrow \infty$$

$$F_T = 1$$

$$A = 352,14 \text{ m}^2$$

### Trocador E-11

O trocador E-11 é o condensador da coluna de destilação C-4. Esse cumpre a função de condensar totalmente a corrente de vapor que chega ao topo da torre, de maneira a permitir a operação de refluxo e o direcionamento do resto da corrente à próxima coluna.

Esse equipamento é de carcaça única e tubos distribuídos em configuração triangular. O esquema de passes desse trocador é de um pela carcaça e dois pelos tubos.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-11.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	133,4	118,1
Frio	28	45

$$Q = 1,486 \times 10^7 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 89,47 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U = 422,8 \text{ kcal/hm}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R = 1,11$$

$$P = 0,145$$

$$F_T \cong 1$$

$$A = 392,80 \text{ m}^2$$

### Trocador E-12

O equipamento E-12 cumpre função de refeedor da coluna de destilação C-5. Esse se faz necessário para a realização do refluxo de fundo da torre.

Esse trocador é de um passe, em sua única carcaça e dois, pelos tubos.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-12.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	270	270
Frio	208,6	210,4

$$Q = 1,853 \times 10^6 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 60,49 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U = 408,08 \text{ kcal/hm}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P = 0$$

$$R \rightarrow \infty$$

$$F_T = 1$$

$$A = 75,05 \text{ m}^2$$

### Trocador E-13

O trocador E-13 é responsável pela condensação da corrente de vapor que chega ao topo da coluna. Essa operação é conduzida a fim de possibilitar a realização do refluxo de topo da torre.

Esse equipamento possui casco único de um passe, com dois passes pelos tubos. A disposição dos tubos no casco desse trocador é triangular.

Temperaturas das correntes nas diferentes seções do trocador E-13.

Corrente	T (°C) Seção 1	T (°C) Seção 2
Quente	125,6	100,7
Frio	28	45

$$Q = 5,518 \times 10^5 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T_{ML} = 76,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U = 343,75 \text{ kcal/hm}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R = 0,68$$

$$P = 0,25$$

$$F_T \cong 1$$

$$A = 20,93 \text{ m}^2$$

## 1.2. Bombas e Compressores

### • Bombas

Utilizaram-se bombas centrífugas no projeto pois são bombas comumente empregadas na indústria pelo menor custo e excelente eficiência. Esse tipo de bomba abrange um intervalo amplo de condições de operação e operam com impulsão fechada, o que diminui custos de manutenção e podem estrangular a linha de descarga sem danificar o equipamento.

Para as bombas centrífugas presente no diagrama do processo, montaram-se as seguintes tabelas abaixo, com informações acerca das características do fluido e das características de projeto da bomba para a projeção da planta. Os valores nas linhas não destacadas no texto são dados de projeto e os outros são dados especificados cujos valores calculados serão discutidos. Colocaram-se somente os valores das três primeiras bombas para fins de comparação, mas a lógica de cálculos vale para todas e os parâmetros calculados foram todos anexados nas folhas de especificação.

#### Bomba P-1

Número	Variável	Valor	Unidade
1	Vazão (admissão)	17,55	m <sup>3</sup> /h
2	Vazão (impulsão)	17,55	m <sup>3</sup> /h
3	Pressão de vapor	0,306473274	kg/cm <sup>2</sup>
4	Pressão (admissão)	1,0329725	kg/cm <sup>2</sup>
5	Pressão (impulsão)	15,49815635	kg/cm <sup>2</sup>
6	Diferença de Pressão ( $\Delta P$ )	14,46518385	kg/cm <sup>2</sup>
7	Diferença de Pressão ( $\Delta P$ )	17,35822062	
MAXIMO			
8	Densidade na admissão	1253,367891	kg/m <sup>3</sup>
9	Densidade na impulsão	1253,367891	kg/m <sup>3</sup>
10	Carga da bomba*	115,4105188	m
11	Potência absorvida pela bomba	414,9279766	kW
12	Eficiência hidráulica	0,45	
13	Potência hidráulica	922,0621702	kW
14	Eficiência do motor	0,925	
15	Potência real do motor*	996,8239678	kW
16	Net Positive Suction Head*	3,005796377	m

#### Bomba P-2

Número	Variável	Valor	Unidade
1	Vazão (admissão)	2,529594148	m <sup>3</sup> /h
2	Vazão (impulsão)	2,529594148	m <sup>3</sup> /h

3	Pressão de vapor		kg/cm <sup>2</sup>
4	Pressão (admissão)	0,305915	kg/cm <sup>2</sup>
5	Pressão (impulsão)	15,49969	kg/cm <sup>2</sup>
6	Diferença de Pressão ( $\Delta P$ )	15,193775	kg/cm <sup>2</sup>
7	Diferença de Pressão ( $\Delta P$ )	18,23253	
MAXIMO			
8	Densidade na admissão	1260,757941	kg/m <sup>3</sup>
9	Densidade na impulsão	1260,757941	kg/m <sup>3</sup>
10	Carga da bomba	120,5130224	m
11	Potência absorvida pela bomba	62,81858913	kW
12	Eficiência hidráulica	0,45	
13	Potência hidráulica	139,5968647	kW
14	Eficiência do motor	0,925	
15	Potência real do motor	150,9155294	kW
16	Net Positive Suction Head	3,002426437	m

### Bomba P-3

Número	Variável	Valor	Unidade
1	Vazão (admissão)	17,12224453	m <sup>3</sup> /h
2	Vazão (impulsão)	17,12224453	m <sup>3</sup> /h
3	Pressão de vapor	0,003020452	kg/cm <sup>2</sup>
4	Pressão (admissão)	0,152957	kg/cm <sup>2</sup>
5	Pressão (impulsão)	1,73352	kg/cm <sup>2</sup>
6	Diferença de Pressão ( $\Delta P$ )	1,580563	kg/cm <sup>2</sup>
7	Diferença de Pressão ( $\Delta P$ )	1,8966756	
MAXIMO			
8	Densidade na admissão	894,0207298	kg/m <sup>3</sup>
9	Densidade na impulsão	893,9606093	kg/m <sup>3</sup>
10	Carga da bomba	17,67926567	m
11	Potência absorvida pela bomba	44,23277088	kW
12	Eficiência hidráulica	0,45	

13	Potência hidráulica	98,2950464	kW
14	Eficiência do motor	0,925	
15	Potência real do motor	106,264915	kW
16	Net Positive Suction Head	3,001677104	m

O primeiro valor da tabela calculado é a carga da bomba (H). Tal parâmetro traz consigo a informação de altura em metros que o equipamento pode impulsionar, dada sua diferença de pressão. Desta forma, por meio da equação abaixo, calcula-se o valor apresentado na tabela:

$$H (m) = \frac{\Delta P \left( \frac{kg}{cm^2 \cdot g} \right) \cdot 10}{\rho \left( \frac{g}{cm^3} \right)}$$

O segundo valor a ser calculado é a Potência da Bomba. Dentro de um equipamento como este, é possível observar Potência absorvida ( $W_a$ ), hidráulica ( $W_h$ ) e do motor ( $W_m$ ). Quando a Potência da Bomba é referida, trata-se da potência real utilizada para custeio do sistema, a  $W_a$  não leva em conta perdas por atrito do fluido e trocas de calor e a  $W_h$  não leva em conta trocas de energia feitas pelo motor. Assim, faz-se necessário levar em conta as eficiências de cada parte, determinado pelo parâmetro  $\eta$  e seu respectivo índice, conforme equações abaixo:

$$W_a (kW) = Q \left( \frac{m^3}{s} \right) \cdot \Delta P (kPa)$$

$$W_h = \frac{W_a}{\eta_h}$$

$$W_m = \frac{W_h}{\eta_m}$$

O terceiro parâmetro calculado nesta tabela é o NPSH, que é a Carga positiva líquida de sucção, ou seja, o valor de altura que esta deve ter para que a pressão de vapor do fluido impulsionado não seja maior do que a pressão de aspiração, conforme a equação abaixo:

$$NPSH (m) = (P_{aspiração} - P_{vapor}) \frac{\rho}{10}$$

Já que foi citada a necessidade de um valor de pressão para calcular uma variável de controle do equipamento, montou-se a tabela abaixo com o cálculo de várias pressões que serviram para preenchimento das folhas de especificação, assim como todos os dados aqui apresentados.

<b>Cálculo de pressões P-1</b>		
<b>PRESSÃO NA ASPIRAÇÃO</b>		
<b>Fator de Conversão 1 de kg/cm<sup>2</sup>_g para Pa</b>	98067	
<b>Gravidade</b>	9,81	m/s <sup>2</sup>
<b>Perda de carga devido à tubulação*</b>	0,1	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Altura do decantador*</b>	8,83	M
<b>Pressão devida ao decantador</b>	1,03	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão de Projeto no Recipiente de origem*</b>	18,8	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão de aspiração total</b>	9,76	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão máxima devida ao decantador</b>	1,24	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão máxima de aspiração</b>	11,74	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>PRESSÃO NA IMPULSÃO</b>		
<b>Perda de carga devido à tubulação*</b>	0,1	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Perda de carga devido à válvula**</b>	0,1	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>Altura total da coluna de destilação*</b>	132,93	M
<b>Pressão devida à coluna*</b>	136,9	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>Pressão de impulsão no Recipiente de destino</b>	15,5	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>(Especificado)</b>		
<b>Pressão de impulsão total</b>	15,49	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>Pressão Diferencial</b>	14,46	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>Máxima diferença de pressão a impulsão fechada</b>	17,35	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>Pressão máxima de impulsão</b>	18,6	kg/cm <sup>2</sup> g

\*dados obtidos por revisão bibliográfica. \*\*aproximação feita.

<b>Cálculo de pressões P-2</b>		
<b>PRESSÃO NA ASPIRAÇÃO</b>		
<b>Fator de Conversão 1 de kg/cm<sup>2</sup>_g para Pa</b>	98067	
<b>Gravidade</b>	9,81	m/s <sup>2</sup>
<b>Perda de carga devido à tubulação*</b>	0,1	kg/cm <sup>2</sup> _g

<b>Altura do decantador*</b>	1,35	M
<b>Pressão devida ao decantador</b>	16,73	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão de Projeto no Recipiente de origem*</b>	1,0	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão de aspiração total</b>	0,31	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão máxima devida ao decantador</b>	16,73	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão máxima de aspiração</b>	17,97	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>PRESSÃO NA IMPULSÃO</b>		
<b>Perda de carga devido à tubulação*</b>	0,1	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Perda de carga devido à válvula**</b>	0,1	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Altura total da coluna de destilação*</b>	169,7	M
<b>Pressão devida à coluna*</b>	170,12	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão de impulsão no Recipiente de destino (Especificado)</b>	15,2	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão de impulsão total</b>	18,6	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão Diferencial</b>	15,19	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Máxima diferença de pressão a impulsão fechada</b>	18,23	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão máxima de impulsão</b>	15,50	kg/cm <sup>2</sup> _g

### Cálculo de pressões P-3

<b>PRESSÃO NA ASPIRAÇÃO</b>		
<b>Fator de Conversão 1 de kg/cm<sup>2</sup>_g para Pa</b>	98067	
<b>Gravidade</b>	9,81	m/s <sup>2</sup>
<b>Perda de carga devido à tubulação*</b>	0,1	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Altura do decantador*</b>	1,68	M
<b>Pressão devida ao decantador</b>	0,15	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão de Projeto no Recipiente de origem*</b>	1,7	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão de aspiração total</b>	0,15	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão máxima devida ao decantador</b>	0,18	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Pressão máxima de aspiração</b>	2,51	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>PRESSÃO NA IMPULSÃO</b>		
<b>Perda de carga devido à tubulação*</b>	0,1	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Perda de carga devido à válvula**</b>	0,1	kg/cm <sup>2</sup> _g
<b>Altura total da coluna de destilação*</b>	19,02	M



<b>Pressão devida à coluna*</b>	18,82	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>Pressão de impulsão no Recipiente de destino (Especificado)</b>	1,7	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>Pressão de impulsão total</b>	1,73	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>Pressão Diferencial</b>	1,58	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>Máxima diferença de pressão a impulsão fechada</b>	1,90	kg/cm <sup>2</sup> g
<b>Pressão máxima de impulsão</b>	2,08	kg/cm <sup>2</sup> g

Para a pressão advinda do recipiente antes da bomba, utilizou-se a seguinte equação em que é considerada altura normal do recipiente anterior, ou seja, 50% de sua capacidade máxima e metade do seu diâmetro e  $d_{12}$ . Esta última é a distância (elevação) entre o recipiente anterior e a bomba. O parâmetro atinge seu máximo quando a altura atinge seu valor máximo.

$$P_{dc}(kPa) = \frac{\rho_{admissão} * g * (H_{dc} + d_{12})}{Fator\ de\ correção\ 1}$$

A Pressão de Aspiração Total ( $P_{AT}$ ), por sua vez, é calculado por meio da equação abaixo, que leva em conta todas as contribuições prévias à bomba no sistema de projeto, em que  $P_{pdc}$  é a pressão de projeto do recipiente de origem do sistema e  $P_{carga}$  é a perda de carga na tubulação até a bomba.

$$P_{AT} = P_{dc} + P_{pdc} - P_{carga1}$$

Já a Pressão Máxima de aspiração ( $P_{AM}$ ), que é o valor máximo que a pressão pode atingir na entrada da bomba é calculada por meio da equação abaixo, lembrando que  $H_{dc}$  tem seu valor em máximo, ou seja, o valor do diâmetro do recipiente.

$$P_{AM} = P_{pdc} + \frac{(d_{12} + H_{dc}) * \rho_{admissão} * 0,001}{10}$$

Entrando na parte da Impulsão, observa-se que a primeira variável calculada é a que mostra a pressão devida à coluna de destilação logo após o equipamento, que, no caso é calculada por meio de

$$P_{coluna} = \frac{\rho_{impulsão} * g * (H_c + d_{23})}{Fator\ de\ conversão1}$$

Em que foram considerados  $H_c$  sendo a metade da altura total da coluna e  $d_{23}$  sendo a distância (elevação) da bomba em relação à coluna. Refere-se, portanto, a diferença de alturas mais a altura até a entrada da coluna, que no caso, como foram considerados nivelados, o valor estipulado é de 3.

A Pressão de Impulsão Total ( $P_{IT}$ ) é o valor total somado das pressões que a bomba precisa vencer até chegar em seu recipiente de destino (por isso, que as perdas de carga são somadas à pressão e não subtraída como feito comumente). Neste caso, a equação abaixo, levou em conta  $P_d$  que é a pressão especificada de destino,  $P_{carga2}$  que é a perda de carga na tubulação após a bomba e  $P_{cargaV}$  que é a perda de carga na válvula pertencente logo após a bomba que controla o sistema.

$$P_{IT} = P_{coluna} + P_d + P_{carga2} + P_{cargaV}$$

A máxima diferença de pressão à impulsão fechada que é a variação de pressão dentro do equipamento, porém máxima, ou seja, sobredimensionado em 120% é a simples diferença entre as pressões totais multiplicado por 1,2. Assim, quando somada com a pressão de aspiração máxima, encontra-se a pressão de impulsão máxima.

Dessa forma, passa-se para o próximo bloco de variáveis acerca de bombas que é justamente sobre as vazões que ali encontram-se projetadas.

VAZÕES P-1		
<b>Vazão</b>	17,55	m <sup>3</sup> /h
<b>Vazão mínima</b>	10.53	m <sup>3</sup> /h
<b>Vazão de projeto</b>	21,06	m <sup>3</sup> /h

VAZÕES P-2		
<b>Vazão</b>	2,53	m <sup>3</sup> /h
<b>Vazão mínima</b>	1,82	m <sup>3</sup> /h
<b>Vazão de projeto</b>	3,64	m <sup>3</sup> /h

VAZÕES P-3		
<b>Vazão</b>	17,12	m <sup>3</sup> /h
<b>Vazão mínima</b>	10,27	m <sup>3</sup> /h
<b>Vazão de projeto</b>	20,55	m <sup>3</sup> /h

Para tal, utilizou-se a vazão de impulsão do sistema. A vazão mínima compreende 60% da vazão normal e a vazão de projeto, sobredimensionada, trata-se de 120% da vazão.

Entrando no último bloco de análise de bombas a se fazer, observam-se as tabelas abaixo que trazem consigo os valores de custo e investimento acerca das bombas.

Bombas	Custo turbina / \$	Custo centrífuga / \$	Custo total / \$	Investimento / \$	Investimento R\$
<b>P-1</b>	137853,587	7757,125426	145610,712	436832,1373	450384,409
<b>P-2</b>	24370,8740	7049,948019	31420,8220	94262,46622	97186,86325
<b>P-3</b>	15957,33135	7738,300249	23695,6316	71086,8948	73292,29332

Inicialmente com o valor da potência real do motor, é possível calcular o valor de custo da Turbina da bomba por meio da equação abaixo, lembrando que os custos com apenas \$ estão em dólares-gulf.

$$C_{Tur} = -12000 + 1630 * W_m^{0,75}$$

Já o Custo da Centrífuga utiliza a vazão de impulsão, ou seja,

$$C_C = 6900 + 206 * (Vazão * \left(\frac{1000}{3600}\right))^{0,9}$$

O Custo Total é dado pela soma dos custos da Centrífuga e da Turbina. O investimento é o valor do custo total multiplicado por 3 e a última coluna é o investimento em Reais, convertido utilizado o câmbio de 3,50. Lembrando que este investimento ainda não está atualizado para 2016. O custo e o projeto foram feitos apenas para valor de ótimo econômico das colunas em função destes equipamentos. Destaca-se ainda que as bombas devem ser, no projeto, em duplicata para que assim o

sistema sempre se mantenha funcionando em sistema contínuo, isto é, o custo de uma é o mesmo da outra, apenas multiplica-se por 2.

- **COMPRESSORES**

Os compressores são equipamentos ideais para impulsão de gases, sendo capazes de adicionar certa pressão no fluxo de fluido. O melhor compressor para uma planta dependerá da compressibilidade dos gases.

No projeto utilizaram-se compressores centrífugos porque são menos onerosos para os custos do sistema, não possuem recirculação e podem trabalhar em regimes variáveis.

Nos compressores, observam-se as tabelas de especificação que contêm algumas variáveis específicas, bem como memória de cálculo.

Inicialmente, para um equipamento que executa uma compressão politrópica, precisa-se saber como é o funcionamento ideal, ou seja, adiabático. Para tal, assumem-se as seguintes teorias/hipóteses.

$$PV = znRT$$

$$PV^k = \text{Constante com } k = \frac{C_p}{C_v}$$

$$W_{gás\ ideal, volume\ constante} = \int_1^2 V dP$$

E, desta forma, seguindo este raciocínio, por meio das equações da termodinâmica, tem-se que a potência do compressor é dada por:

$$W_{compressor} = \frac{k}{k-1} * z_1 * R * T_1 * \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

Já a temperatura de saída é calculada por meio da equação abaixo:

$$T_2 = T_1 * \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$$

E, por fim, a potência real do compressor é calculado por meio da divisão da potência adiabática pela eficiência real do equipamento, a partir da equação abaixo:

$$W_{REAL/POLITROPICO} = \frac{W_{ADIABÁTICO}}{\eta_{REAL/POLITROPICO}}$$

Desta forma, com o valor da potência real do compressor, calcula-se o custo/investimento feito neste equipamento, conforme tabela abaixo.

Potência do compressor

	P (kW)	C ( \$ )	Investimento ( \$ )	Investimento 2016 ( \$ )	Investimento (R\$) 2016	Investimento (MR\$) 2016
<b>K-1</b>	314,7	106.146,17	503.132,84	\$518.742,02	1.815.597,07	1,816
<b>K-2</b>	177	77.606,30	367.853,88	\$379.266,17	1.327.431,60	1,327
<b>K-3</b>	178,7	78.004,36	369.740,65	\$381.211,48	1.334.240,18	1,334

O Custo do compressor é dado por:  $C_{compressor} = 8400 + 3100 * (W_{REAL/POLITROPICO})^{0,6}$ . E o investimento é dado pelo produto do custo por 4,74 que é o fator de conversão e assim convertido a reais com o câmbio de 3,50. Neste caso, tiveram várias etapas com várias potências e vários custos, isso se deu pelo fato de que o compressor fez parte da otimização econômica da coluna de destilação, influenciando no preço da mesma, mesmo que o valor otimizado do compressor não tenha sido o utilizado no final, que é para os ótimos econômicos das colunas. E, também lembrando, este investimento precisa ser atualizado.

### 1.3. Reatores

Genericamente falando, um reator químico é um recipiente onde ocorrem reações químicas, e fenômenos de transporte de calor e massa.

Em engenharia química, reatores químicos são vasos projetados para conter reações químicas de interesse e escala industrial. Existem vários tipos de reatores e os mesmo podem ser classificados de diversas formas diferentes: por funções operacionais, por geometria, número de fases, modo de operação, uso de catalisador etc (Levenspiel, O. 1972).

O reator utilizado no projeto em questão é reator PBR (Packed Bed Reactor), que é um reator pertencente ao grupo dos reatores tubulares, comumente chamado de reator em leito fixo. Os reatores tubulares consistem em tubos cilíndricos, com as partículas escoando com a mesma velocidade e direção do fluxo (Fogler, H. S, 1992). Os reatores tubulares mais utilizados são o PFR e o PBR, no caso de projeto foi escolhido o PBR, pois a reação na superfície de um catalisador em fase sólida (reação heterogênea), além disso utiliza-se reagente em fase gasosa na entrada do sistema ( $H_2$ ), tornando o PBR o reator mais indicado.

Como a reação no reator PBR ocorre na superfície do catalisador, a taxa de reação é baseada na massa do catalisador 'W', diferentemente do reator PFR que a mesma depende do volume do reator (Fogler, H. S, 1992). O modelo matemático para encontrar a taxa de reação está representado na equação abaixo.

$$r_A = \frac{dF}{dW}$$

É possível calcular a massa de catalisador para uma conversão x pela equação representada abaixo.

$$W = F_{A0} \int_0^x \frac{dx}{-r_A}$$

O dimensionamento do reator é mostrado na tabela.

Dimensionamento do reator

<b>Diâmetro (m)</b>	<b>3,4</b>	<b>Vazão volumétrica (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>544,8</b>
<b>Comprimento (m)</b>	<b>6,8</b>	Tempo de residência (min)	5
<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>61</b>	Volume de material (m <sup>3</sup> )	45,4

Utilizando um tempo de residência de 5 minutos, obtém-se uma capacidade máxima esperada de volume do reator de 45,4m<sup>3</sup>, mostrando um sobredimensionamento de mais de 30% do reator PBR utilizado.

#### 1.4 Colunas de Destilação

A destilação é uma operação unitária na qual há a separação dos componentes de uma mistura de acordo com a diferença do coeficiente de volatilidade das substâncias. Para isso, ocorre a transferência de massa e calor entre uma corrente líquida e uma corrente de vapor. Os componentes mais voláteis a uma determinada pressão e temperatura saem no topo da coluna, enquanto os componentes menos voláteis saem no fundo (MCCABE, 2005).

No topo da coluna, há um recondensador para liquefazer a corrente de vapor ascendente e refluxá-la para o interior da coluna. Esse recondensador geralmente é um trocador de calor com uma corrente de refrigeração que faz troca térmica com a corrente de vapor que sai da coluna. Já no fundo encontra-se o refulvedor que é um equipamento que irá vaporizar a corrente na fase líquida que sai de forma descendente da coluna e refluxá-la como uma corrente vaporizada. Esse equipamento também é um trocador de calor. Tanto o recondensador como o refulvedor podem adotar configurações totais ou parciais, ou seja, a corrente pode ser transformada toda em somente líquida ou somente vapor ou em uma mistura de líquida e vapor (MCCABE, 2005).

As colunas são projetadas de modo a se obter o grau de pureza do produto desejado com o menor custo possível. Para isso, é necessário determinar o número de estágios (pratos teóricos), a altura da coluna, a espessura, o diâmetro, a área da seção transversal, a velocidade terminal e o peso da coluna (TOWLER, 2008).

O contato entre as fases na coluna de destilação pode ser feito por estágios (contato descontínuo) ou por recheio (contato contínuo). As colunas com contato descontínuo possuem determinadas vantagens frente às colunas com recheio tais como: menor custo de projeto, aguentar maiores taxas de líquidos, maior facilidade em prever a eficiência do contato e maior facilidade de providenciar a limpeza do equipamento (PERRY, 1986; MCCABE, 2005).

Para a seleção do tipo de prato, é necessário considerar alguns parâmetros tais como: capacidade volumétrica ou mássica, custo, queda de pressão, faixa de operação e eficiência desejada (TOWLER, 2008). Tendo em vista esses parâmetros de projeto, a melhor escolha para o dimensionamento da coluna é o prato tipo válvula. Esse tipo de

prato possuem orifícios que se elevam a medida que o fluxo de vapor dentro da coluna vai aumentando, não permitindo a passagem de líquido (MCCABE,2005).

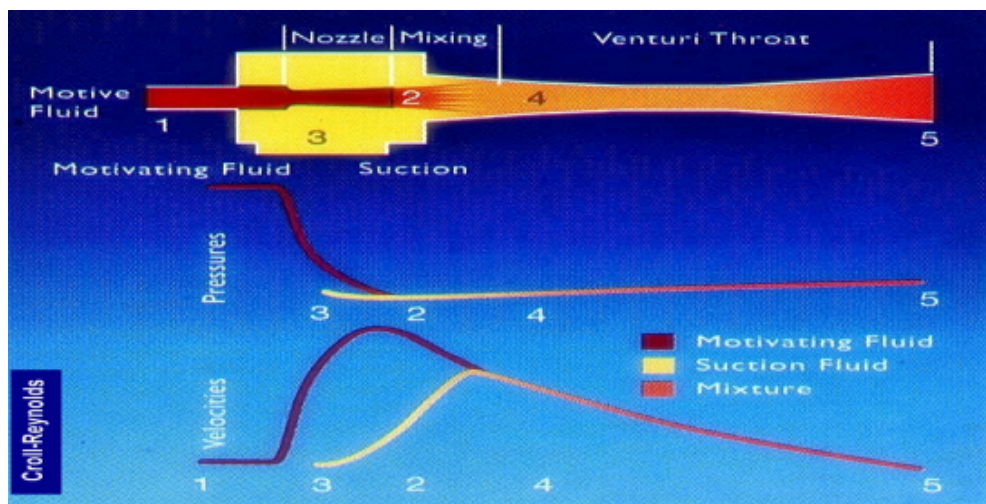
O vapor entra pelos orifícios do prato e borbulha pelo o líquido que está disposto horizontalmente. Após um tempo, o líquido acumulado desce no prato por gravidade. O contato líquido e vapor é caótico e forma uma espuma (PERRY, 1986).

A coluna empacotada é empregada quando o diâmetro da coluna é menor que 0,6m, pois nesses casos a instalação do prato seria muito difícil e o custo não compensaria o emprego desse tipo de contato, é também empregada quando utilizam-se substâncias corrosivas ou em colunas a alto vácuo. O empacotamento pode ser randômico ou estruturado (TOWLER, 2008).

Para a coluna de destilação a vácuo, o recheio mais recomendado é o estruturado. Este possui geometria regular e tem uma série de vantagens para esse tipo de operação unitária como, por exemplo, produz menor queda de pressão nos pratos e possibilita uma enorme área de contato entre as correntes (TOWLER, 2008).

O controle da coluna a vácuo é realizado por meio da combinação de ejetores de vapor d'água e bombas a vácuo. O processo é adiabático, ocorre aceleração do fluido motor e realização de trabalho (SARAIVA, s.d.).

Nos ejetores, um vapor de alta pressão (1) expande-se na entrada de um bocal convergente-divergente (2) e aumenta a velocidade até atingir a supersônica. A velocidade elevada reúne os fluidos do processo que são aspirados (3). No ponto 4, ocorre o início da pressurização no difusor, e a conversão de energia cinética em energia de pressão ocorre até o ponto 5, como mostra a figura abaixo (SARAIVA, s.d.).





Ejetores. Fonte: (SARAIVA, s.d.)

No processo de produção de propilenoglicol, é necessário o emprego de 3 colunas de destilação para separar os diversos componentes presentes na corrente de fundo advinda do vaso flash. De acordo com o coeficiente de volatilidade das substâncias e com a temperatura de ebulição dos componentes, foi realizada a separação das substâncias de modo a reaproveitar algumas correntes como refluxo para minimizar os custos com matéria prima e aproveitar o calor da corrente para a integração energética no trocador, torna a planta mais econômica.

Para encontrar o número ótimo de pratos das colunas, foi feita uma avaliação econômica do menor custo para diferentes números de pratos mantendo a taxa de refluxo constante. As colunas foram otimizadas em sequência. Primeiramente, foi otimizada a coluna 1, na qual ocorre a desidratação da água. Em seguida, a coluna 2 para a eliminação de glicerol remanescente, e por último a coluna 3, na qual obtemos o produto de interesse com alta pureza. Com o valor ótimo das colunas, os parâmetros de operação dos outros equipamentos foram definidos.

As colunas 1 e 3 trabalham em pressão atmosférica, enquanto a coluna 2 opera a vácuo. De modo a evitar o craqueamento do glicerol, a coluna 2 deve que operar em pressões negativas em relação à pressão atmosférica.

Com a pressão e temperatura de operação das colunas, determinaram-se as pressões e temperaturas de desenho. Os parâmetros de desenho dão uma margem de segurança para o funcionamento da coluna, caso algo de errado aconteça. (DUEÑAS, 2010). A temperatura de desenho é acrescida de 30°C da temperatura de operação e a pressão de desenho é acrescida de 1,75 Kg/cm<sup>2</sup> da pressão de operação. Caso a pressão de desenho seja inferior a 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>, consideram-se 3,5 Kg/cm<sup>2</sup> como o mínimo para o projeto da coluna. Devido ao fato da coluna 2 operar em pressão negativas, a pressão de segurança utilizada para projetar essa coluna foi de 1bar. (TOWLER, 2008)

Temperaturas e Pressões das colunas

	$P_{\text{operação}}(\text{Kg/cm}^2)$	$P_{\text{desenho}}(\text{Kg/cm}^2)$	$T_{\text{operação}}(^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{desenho}}(^{\circ}\text{C})$
<b>Coluna 1 (C-3)</b>	2,066	3,816	203	233
<b>Coluna 2(C-4)</b>	0,3059	1	210,4	240,4

<b>Coluna 3(C-5)</b>	2,066	3,805	245,9	275,9
----------------------	-------	-------	-------	-------

Para o dimensionamento das colunas e a determinação do número final de pratos, é necessária a determinação de uma série de parâmetros para estimar o custo do equipamento. Esse é baseado no peso final da coluna e a área da seção transversal.

Para o cálculo do diâmetro mínimo da coluna, calculou-se a velocidade limite segundo a equação de York (MCCABE,2005):

$$v_{lim} = 0,754 \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_V}}$$

As densidades das fases líquida e vapor foram retiradas do prato com maior vazão na coluna. Para determinar essas propriedades, dividiu-se a vazão mássica pela vazão volumétrica.

#### Determinação das propriedades físicas da coluna 1(C-3)

<b>Etapas reais</b>	<b>Lmax (m³/h)</b>	<b>Vmax (m³/h)</b>	<b>L (kg/h)</b>	<b>Vmax (kg/h)</b>	<b>d liq (kg/m³)</b>	<b>d vap (kg/m³)</b>
<b>4</b>	9,2091	14855,4648	8548,0913	11516,0505	928,2237	0,7752
<b>5</b>	8,6095	14175,2279	7991,5657	10988,7257	928,2224	0,7752
<b>6</b>	8,5610	14120,0562	7946,4777	10945,9558	928,2224	0,7752
<b>7</b>	8,5570	14115,6789	7942,8002	10942,5626	928,2223	0,7752
<b>10</b>	8,5563	14114,8335	7942,1428	10941,9074	928,2222	0,7752
<b>20</b>	8,5327	14088,0766	7920,2560	10921,1653	928,2222	0,7752
<b>30</b>	8,5224	14076,4828	7910,6953	10912,1773	928,2224	0,7752
<b>40</b>	8,5205	14074,2102	7908,8897	10910,4158	928,2222	0,7752
<b>50</b>	8,5200	14073,6791	7908,4464	10910,0040	928,2223	0,7752
<b>60</b>	8,5196	14073,0743	7908,1083	10909,5359	928,2218	0,7752
<b>70</b>	8,5197	14073,3858	7908,2177	10909,7767	928,2222	0,7752
<b>80</b>	8,5196	14073,2088	7908,0975	10909,6396	928,2222	0,7752

Determinação das propriedades físicas da coluna 2(C-4)

<b>Etapas reais</b>	<b>Lmax (m³/h)</b>	<b>Vmax (m3/h)</b>	<b>L (kg/h)</b>	<b>Vmax (kg/h)</b>	<b>d liq (kg/m³)</b>	<b>d vap (kg/m³)</b>
<b>5</b>	63,9946	220426,9999	56603,0468	71197,9751	884,4972	0,3230
<b>6</b>	64,1251	220415,9372	56713,6890	71197,2580	884,4229	0,3230
<b>7</b>	64,4388	220414,8127	56990,7595	71197,1298	884,4173	0,3230
<b>10</b>	64,6560	220414,4579	57182,7929	71197,0914	884,4154	0,3230
<b>11</b>	64,7010	220415,1210	57222,5282	71197,3239	884,4151	0,3230
<b>12</b>	64,7379	220414,8068	57255,1189	71197,2385	884,4148	0,3230

Determinação das propriedades físicas da coluna 3(C-5)

<b>Etapas reais</b>	<b>Lmax (m³/h)</b>	<b>Vmax (m3/h)</b>	<b>L (kg/h)</b>	<b>Vmax (kg/h)</b>	<b>d liq (kg/m³)</b>	<b>d vap (kg/m³)</b>
<b>5</b>	32,9725	19644,1854	27529,6592	15958,1168	834,9268	0,8124
<b>6</b>	48,7680	6117,7851	38075,9129	20291,2172	780,7556	3,3168
<b>7</b>	39,8526	4060,9447	31111,1664	13504,5540	780,6566	3,3255
<b>8</b>	36,4741	3278,9366	28472,1934	10916,4965	780,6134	3,3293
<b>10</b>	34,3949	2797,8521	26848,1375	9321,7414	780,5854	3,3317
<b>20</b>	34,0286	2716,5441	26562,0391	9052,0622	780,5804	3,3322
<b>30</b>	34,0310	2717,1016	26563,9330	9053,9175	780,5804	3,3322
<b>40</b>	34,0313	2717,2074	26564,2018	9054,2307	780,5805	3,3322
<b>50</b>	34,0314	2717,2292	26564,2823	9054,3193	780,5805	3,3322
<b>60</b>	34,0317	2717,2582	26564,4556	9054,4127	780,5805	3,3322
<b>70</b>	34,0331	22,6632	26565,5795	9054,8589	780,5804	399,5403

Dividindo a velocidade limite por sua respectiva vazão máxima de vapor, tem-se a seção transversal mínima da coluna (MCCABE,2005):

$$S_{min} = \frac{Q_{max}}{v_{lim}}$$

E assim, obtém-se o diâmetro mínimo:

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4S_{min}}{\pi}}$$

A partir da vazão volumétrica do refulvedor da coluna e considerando um tempo de residência de 10 minutos, obtém-se a altura de fundo da coluna:

$$h_{fundo} = \frac{Q_{fundo}}{S_{min}}$$

A altura total da coluna consiste do somatório da altura de fundo com os espaçamentos entre os pratos dentro da coluna. O espaçamento varia conforme a posição do prato. Para colunas com diâmetro próximos de 1 m, o espaçamento entre os pratos encontra-se entre 0,3 a 0,6. Em determinados pontos da coluna, será necessário um espaçamento maior para acomodar as correntes como, por exemplo, na entrada de alimentação, no topo e no fundo da coluna. Desse modo, como trabalhamos com fluidos limpos foi considerado o espaçamento de 0,46m entre os pratos da seção de enriquecimento e esgotamento, 0,91m na entrada da alimentação, 0,91 m para ocorrer o refluxo de topo e 0,61m para ocorrer o refluxo de fundo (DUEÑAS, 2010).

$$h_{total} = (N_{pratos} - 1) * 0,46 + 0,61 + 1,82 + h_{fundo}$$

A espessura da carcaça da coluna é calculada da seguinte maneira:

$$e(mm) = \frac{1000P_{desenho} \left(\frac{D}{2}\right)}{928,4 - 0,6P_{desenho}} + 3$$

E o peso do recipiente é dado pela equação:

$$W = 24,6D(h_{total} + 0,8D)(e + X)$$

Em que X é o fator de complexidade do recipiente, assumindo o valor de 4 para casos complexos,  $h_{total}$  é a altura total da coluna,  $e$  é a espessura,  $P_{desenho}$  é a pressão de desenho e D é o diâmetro (DUEÑAS, 2010).

Por fim, para a determinação da quantidade de pratos ideia, foi avaliado o menor custo total da coluna levando em consideração o preço da carcaça e o preço dos pratos.

$$C_{carcaça} = -400 + 230W^{0,6}$$

$$C_{pratos} = 130 + 146S^2$$

Na qual, C é o custo, W é o peso do recipiente e S é a área da seção transversal. O custo total, portanto, é a somatória do custo da carcaça e dos pratos (DUEÑAS, 2010).

#### Custo coluna 1

<b>Etapas reais</b>	S / m2	D min / m	h total / m	e / mm	W / kg	Custo total / \$
<b>4</b>	1,70	1,47	7,2	6,1	3064,0	27.508,13
<b>5</b>	1,62	1,44	7,9	6,1	3211,0	28.121,37
<b>6</b>	1,62	1,44	8,5	6,1	3410,1	29.000,91
<b>7</b>	1,62	1,43	9,0	6,1	3613,8	29.886,78
<b>10</b>	1,62	1,43	10,8	6,1	4226,3	32.451,42
<b>20</b>	1,61	1,43	16,5	6,1	6261,9	40.151,95
<b>30</b>	1,61	1,43	22,3	6,1	8297,4	46.969,93
<b>40</b>	1,61	1,43	28,0	6,1	10334,8	53.187,70
<b>50</b>	1,61	1,43	33,8	6,1	12372,5	58.955,06
<b>60</b>	1,61	1,43	39,5	6,1	14410,2	64.367,74
<b>70</b>	1,61	1,43	45,3	6,1	16448,4	69.493,55
<b>80</b>	1,61	1,43	51,0	6,1	18486,2	74.377,81

#### Custo da coluna 2

<b>Etapas reais</b>	S / m2	D min / m	h total / m	e / mm	W / kg	Custo total / \$
<b>5</b>	16,69	4,61	5,2	6,3	10405,2	57.750,21
<b>6</b>	16,69	4,61	5,8	6,3	11079,9	59.667,50
<b>7</b>	16,69	4,61	6,3	6,3	11754,5	61.538,78

<b>10</b>	16,69	4,61	8,1	6,3	13778,3	63.370,70
<b>11</b>	16,69	4,61	8,6	6,3	14453,0	8.658,38
<b>12</b>	16,69	4,61	9,2	6,3	15127,6	70.358,83

Custo coluna 3

<b>Etapas reais</b>	S / m2	D min / m	h total / m	e / mm	W / kg	Custo total /
<b>5</b>	2,43	1,76	6,7	6,7	3767,0	30.953,55
<b>6</b>	1,58	1,42	8,1	6,0	3234,3	28.038,51
<b>7</b>	1,05	1,16	9,9	5,5	2912,8	26.237,30
<b>8</b>	0,85	1,04	11,3	5,2	2863,9	25.912,36
<b>10</b>	0,73	0,96	13,2	5,0	2993,0	26.475,18
<b>20</b>	0,70	0,95	19,1	5,0	4177,8	31.649,66
<b>30</b>	0,70	0,95	24,9	5,0	5386,2	36.406,74
<b>40</b>	0,70	0,95	30,6	5,0	6594,4	40.781,20
<b>50</b>	0,70	0,95	36,4	5,0	7802,6	44.863,39
<b>60</b>	0,70	0,95	42,1	5,0	9010,8	48.712,25
<b>70</b>	0,09	0,34	83,6	3,7	5455,7	37.551,68

### 1.5 Vaso Flash

O vaso flash é um equipamento de destilação em uma única etapa, na qual ocorre a separação do componente mais volátil no topo da coluna na fase de vapor. As correntes de líquido e vapor que saem da coluna estão em equilíbrio. A destilação flash é utilizada anteriormente a uma destilação multicomponente para separar em um único estágio uma substância mais leve (PERRY, 1986). As equações de descrevem um processo de destilação flash são:

$$F = V + L$$

$$Fx_F = Vy_V + (1 - F)x_L$$

$x_F$  é a concentração da alimentação,  $y_V$  é a concentração do vapor e  $x_L$  é a concentração do líquido e  $f$  é a fração molar da alimentação que é vaporizada.

O vaso flash é um vaso vertical separador e para o seu dimensionamento levou em consideração a corrente de entrada no vaso (TOWLER, 2008). O tempo de residência foi considerado igual a 10 minutos. O volume geométrico do vaso flash foi dimensionado para o dobro do volume do líquido que fica retido no vaso. Para a análise do melhor diâmetro e largura, foi realizado a avaliação do custo baseado na relação L/D. Os recipientes têm uma faixa de L/D entre 2 a 5 (TOWLER, 2008). Logo variando esse parâmetro, pode-se obter diferentes diâmetros e, conseqüentemente, diferentes alturas. O cálculo do diâmetro é dado por :

$$D_i = \sqrt[3]{\frac{4V_i}{\pi(L/D)_i}}$$

Em que  $V_i$  é o volume geométrico do sistema.

Conhecidas as dimensões e a pressão de desenho, calcula-se a espessura do vaso, dada a sobre-espessura de corrosão de 3mm considerando as substâncias pouco corrosivas e a estrutura aço-carbono (DUEÑAS, 2010):

$$e(mm) = \frac{1000P_{desenho} \left(\frac{D}{2}\right)}{928,4 - 0,6P_{desenho}} + 3$$

E o peso do recipiente é dado pela equação:

$$W = 24,6D(L + 0,8D)(e + X)$$

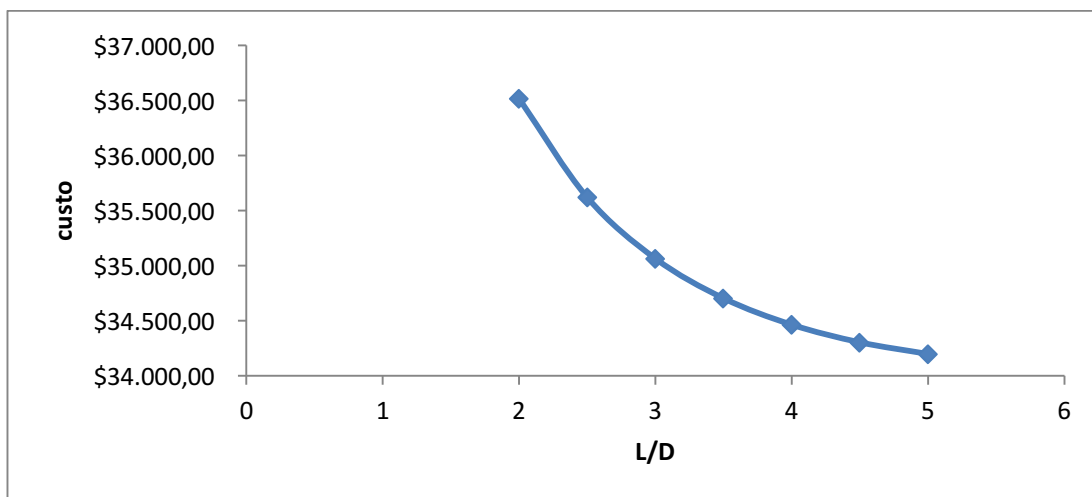
Em que X é o fator de complexidade do recipiente, assumindo o valor de 2 para casos simples. O custo do recipiente é calculado em função de seu peso, da seguinte forma (DUEÑAS, 2010):

$$C(US\$, 2006) = -400 + 230W^{0,6}$$

Parâmetros do vaso flash

L/D	V geométrico / m <sup>3</sup>	D / m	L / m	e / mm	W /kg	Custo / \$
2	9,01	1,8	3,6	19,4869	4741,2936	36.520,36
2,5	9,01	1,7	4,2	18,3051	4550,6880	35.622,52
3	9,01	1,6	4,7	17,4027	4434,1987	35.066,38

3,5	9,01	1,5	5,2	16,6813	4359,2768	34.705,61
4	9,01	1,4	5,7	16,0857	4309,7690	34.465,85
4,5	9,01	1,4	6,1	15,5819	4276,7843	34.305,50
5	9,01	1,3	6,6	15,1477	4255,0466	34.199,55



Custo x L/D para o vaso flash

Desse modo, o ótimo econômico no dimensionamento do vaso flash é 1,3m de diâmetro e 6,6m de altura.

## 1.6 Pulmão

Os pulmões são recipientes reguladores que permitem que a vazão permaneça constante nos equipamentos posteriores. Podem ser horizontais ou verticais. E no projeto, utilizaram-se os horizontais: sendo P-1 localizado na coluna 3 do produto de fundo, P-2 localizado na coluna 3 do produto de topo, P-3 localizado na coluna 2 do produto de topo e P-4 na coluna 1 do produto de topo. Seu volume útil representa metade da capacidade total e o diâmetro foi calculado levando em conta o tempo de residência.

A fim de determinar parâmetros necessários para o desenho do projeto, assim como os custos de investimento desses equipamentos; calculou-se o



comprimento/diâmetro (que representa na prática L/D) entre 2 e 5 avaliando o menor custo, espessura ( $P_{\text{desenho}}$ ), peso do recipiente e gastos de material e energia.

Os recipientes devem ser projetados para manter uma vazão constante tanto de refluxo de volta para a coluna quanto para o adsorvedor, operando às seguintes condições:

#### Parâmetros Pulmão

N°	$P_{\text{operação}}$ (bar)	$P_{\text{desenho}}$ (bar)	$T_{\text{operação}}$ (°C)	$T_{\text{desenho}}$ (°C)
<b>C-6</b>	2,056	3,806	210	240
<b>C-7</b>	1,003	3,500	100	130
<b>C-9</b>	0,153	3,500	118	148
<b>C-10</b>	1,033	3,500	100	130

Com as vazões de líquido e o tempo de residência, calculou-se o volume útil a partir da seguinte equação:

$$Vol. \text{ útil } (m^3) = Vazão \left( \frac{m^3}{h} \right) \times tempo \text{ de residência } (h)$$

O volume útil será 50% da capacidade total do equipamento, por isso, a projeção vai levar em conta um volume duas vezes maior que o calculado pela fórmula anterior.

Considerando que o nível normal das condições de operação é 50%, encontra-se o volume geométrico:

$$volume = \frac{volume \text{ útil}}{nível \text{ normal}}$$

Esse volume geométrico será importante para o cálculo do diâmetro que estará presente na razão L/D. A razão expressa alguns dos parâmetros necessários para a tabela final de custos.

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \text{ volume}}{\mu \left( \frac{L}{D} \right)}}$$

Calculou-se a espessura do recipiente, dada em milímetros, por meio da equação:

$$e = \frac{P_{desenho} \left(\frac{D}{2}\right) 1000}{StE - 0,6P_{desenho}} + C.A$$

Na equação, encontra-se a pressão de desenho ( $P_{desenho}$ , em kg/cm<sup>2</sup>) o diâmetro (D, em m), sobre-espessura de corrosão (C.A, em mm) e constantes St e E.

Outras equações úteis para os cálculos de projeto foram as equações de peso e custos em dólares. Suas representações estão colocadas abaixo:

$$W = 24,6D(L + 0,8D)(e + X)$$

Sendo X o fator de complexidade, (sendo 2 para casos simples e 4 para casos complexos).

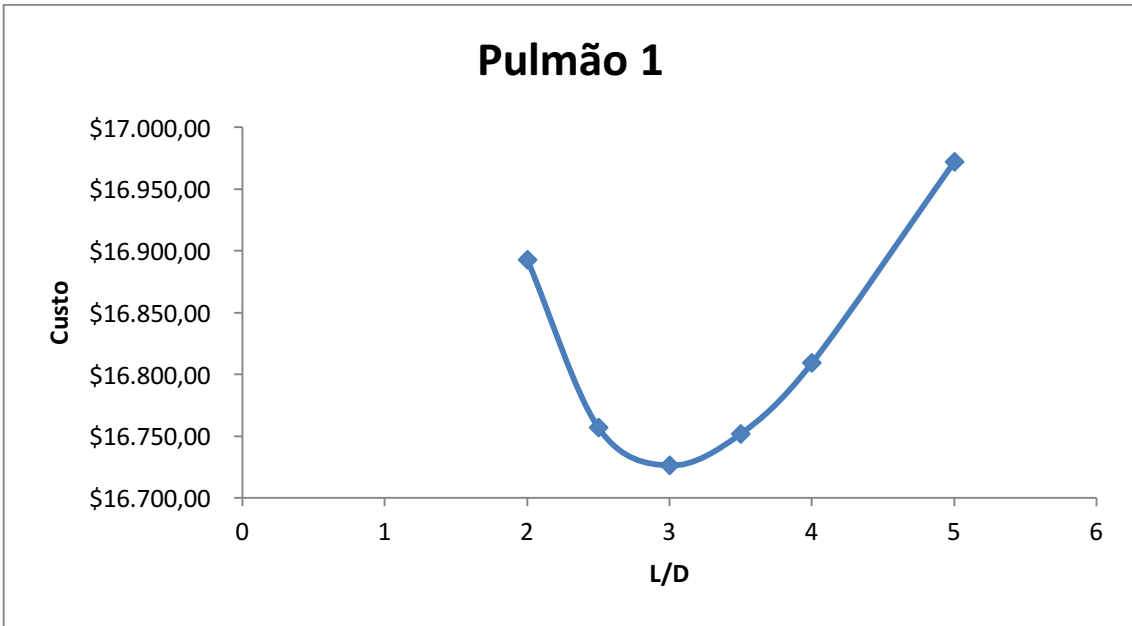
$$C = -2500 + 200W^{0,6}$$

Finalmente, elaborou-se uma tabela otimizada com critérios necessários à construção de pulmões pelo menor custo benefício.

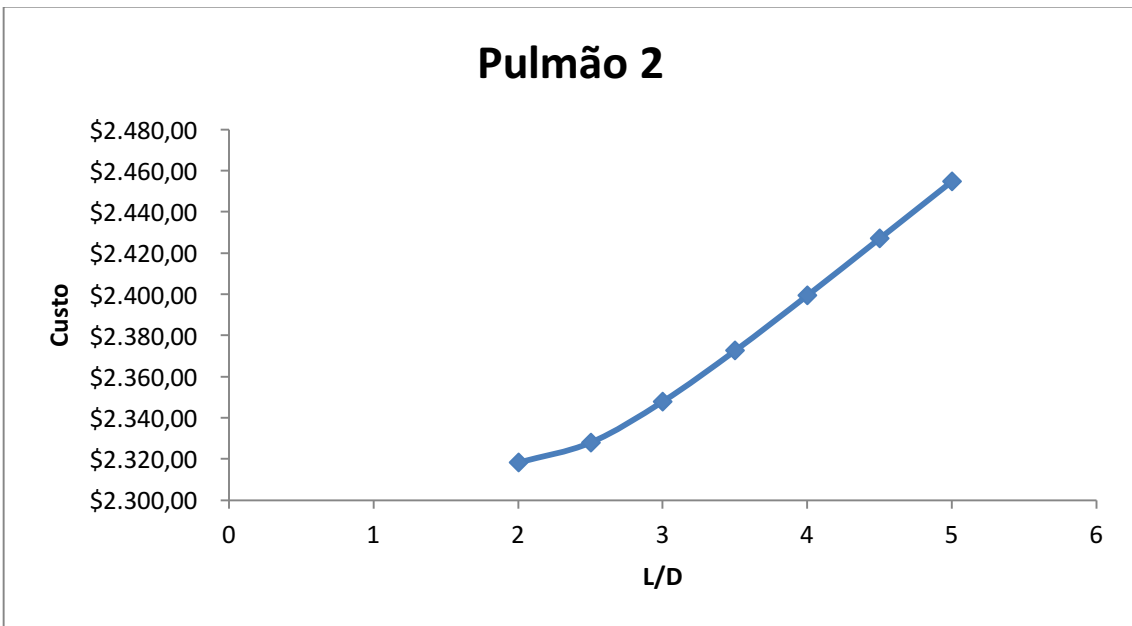
#### Dimensionamento dos pulmões

Pulmão	$\frac{L}{D}$	L total (m <sup>3</sup> /h)	Volume de líquido (m <sup>3</sup> )	Volume geométrico (m <sup>3</sup> )	D (m)	L (m)	e (mm)	W (kg)	Custo (\$)	Investimento (\$)
<b>C-6</b>	3	17,01	2,835	5,67	1,3	4,0	5,851	1317,92	\$16.726,28	\$50.178,85
<b>C-7</b>	2	0,2857	0,047	0,095	0,4	0,8	3,768	61,319	\$2.318,23	\$6.954,69
<b>C-9</b>	3	17,29	2,882	5,763	1,3	4,0	5,635	1295,78	\$16.553,08	\$49.659,23
<b>C-10</b>	3	19,83	3,305	6,61	1,4	4,2	5,759	1442,68	\$17.681,35	\$53.044,04

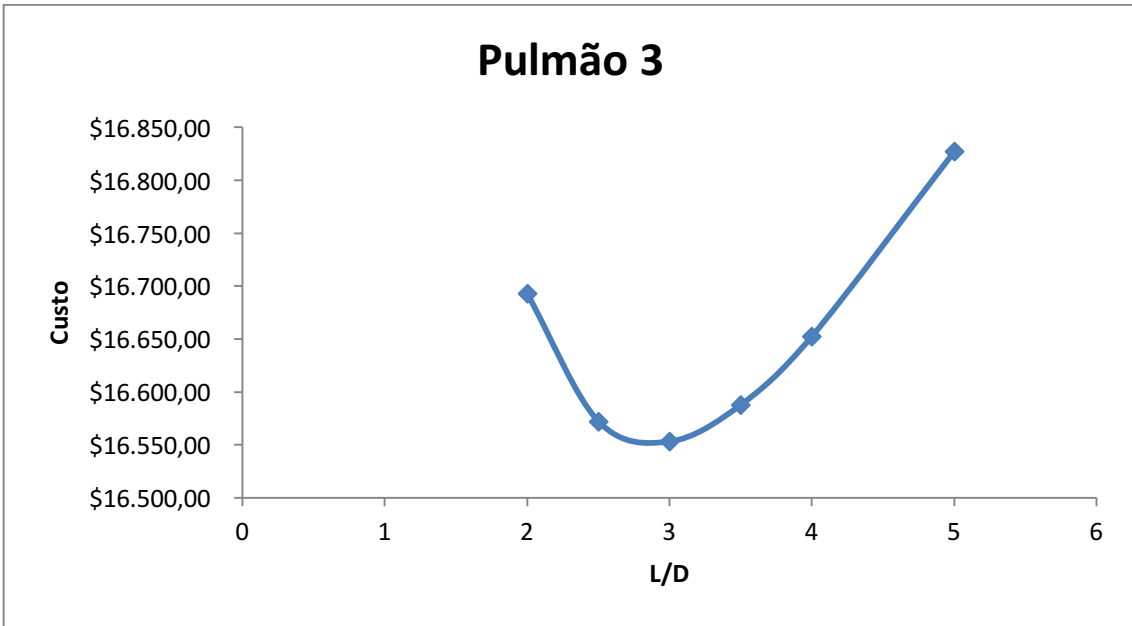
Esses dados foram registrados a partir de projeções de custos feitos pelos gráficos de dispersões. Para interpretá-los basta reconhecer que o menor valor das curvas é justamente o ponto de menor custo das otimizações apresentadas.



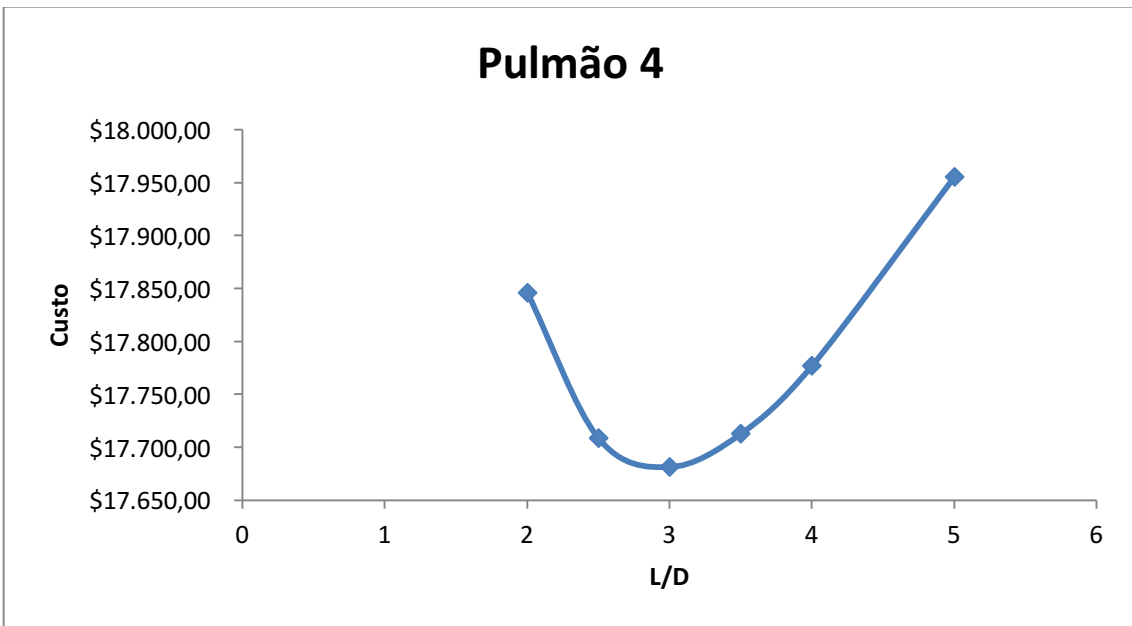
Custos x L/D Pulmão 1



Custos x L/D Pulmão 2



Custos L/D pulmão 3



Custos L/D pulmão 4