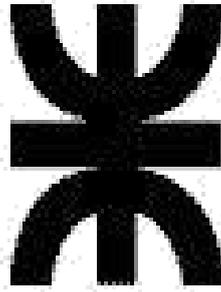


**PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL**

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**

**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
CATEDRA INTEGRACION V  
PROYECTO FINAL**

**“PLANTA DE PRODUCCIÓN DE  
PROPILENGLICOL”**

**ALUMNOS: Quidel Jairo y Barros Maximiliano.**

**PROFESORES: Ing Horacio Spesot; Ing Ezequiel  
Krumrick; Ing Cristian Silva.**

**PLAZA HUINCUL, NEUQUEN  
AÑO 2020**

# PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

---

## AGRADECIMIENTOS

---

*Esta obra es dedicada en primer lugar a Dios, por ser el principal guía y promotor de darme valor y sabiduría para culminar con éxito mi carrera y emprender el camino profesional.*

*A mis padres Rioldeman y Sara, por ser los pilares fundamentales en los cuales me he apoyado en todo este trayecto de aprendizaje personal y profesional, por ser los ejes de motivación, los cuales día a día se han esforzado por darme lo mejor.*

*A mis hermanas Belén y Yesenia por su apoyo constante en los momentos difíciles y por ser intercesores de mi felicidad.*

*A todos mis amigos, por darme esos buenos consejos de superación para triunfar en la vida.*

*A mis profesores, los cuales fueron los mentores en este camino y que, gracias a sus conocimientos bien cimentados, supieron formarme como profesional.*

*Por último, agradecer a mi querida Universidad Tecnológica Nacional, por ser mi casa de educación profesional, llena de vocación, llena de espíritu y sobre todo llena de sabiduría.*

---

**Quidel Jairo.  
DNI: 37.856.730**

# PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

---

## RESUMEN

---

*El presente trabajo, que tiene como objetivo describir el diseño y operación de una Planta de producción de Propilenglicol, se presenta como un Proyecto factible que propone una solución a la falta de producción de este commodity en Argentina. Asimismo, aporta una solución ecológica a la creciente producción de glicerina, producto secundario del Biodiesel, el cual es desecho del mismo proceso y no es reutilizado en la industria.*

*Se propone la construcción de una Planta de producción de Hidrógeno in situ, para el continuo abastecimiento de las materias primas. Para ello, nos ayudaremos del software de simulación Aspen HYSYS, que ofrece una gran variedad de recursos para simular procesos de la industria química.*

*Se diseña el Lay Out del proceso, teniendo en cuenta el distanciamiento mínimo requerido por la legislación vigente.*

*En última instancia, se propone un análisis económico financiero del Proyecto, presentando variables y gráficos que demuestran la factibilidad del mismo.*

---

**PALABRAS CLAVES:** *Commodity, diseño y operación, solución ecológica, lay out, análisis financiero, factibilidad.*

# PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

---

## ABSTRACT

---

*The present Project, which aims to describe the design and operation of a Propylene Glycol Production Plant, is presented as a feasible Project that proposes a solution to the lack of production of this service in Argentina. It also provides an ecological solution to the growing production of glycerin, a secondary product of biodiesel, which is waste from the same process and is not reused in industry.*

*The construction of an on-site Hydrogen production plant is proposed for the continuous supply of raw materials. To do this, we will use Aspen HYSYS simulation software, which offers a wide variety of resources for simulating processes in the chemical industry.*

*The Lay Out of the process is designed, taking into account the minimum distance required by current legislation.*

*Ultimately, it proposes an economic-financial analysis of the Project, presenting variables and graphs that affect its feasibility.*

---

**KEYWORDS:** *Commoditie, design and operation, ecological solution, lay out, financial analysis, feasibility.*

## Índice General

Índice General .....	1
Índice de Contenidos .....	2
Índice de Tablas .....	16
Índice de Ilustraciones .....	22
CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN .....	27
CAPÍTULO II - ESTUDIO DE MERCADO .....	36
CAPÍTULO III – FILOSOFÍA DE OPERACIÓN .....	63
CAPÍTULO IV – SIMULACIÓN EN ASPEN HYSYS .....	92
CAPÍTULO V - BALANCE DE MATERIA .....	124
CAPÍTULO VI - SERVICIOS AUXILIARES .....	193
CAPÍTULO VII - INGENIERÍA DE DETALLE – TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK-403. ....	282
CAPÍTULO VIII - INGENIERÍA DE DETALLE – INTERCAMBIADOR DE CALOR E-101 .....	341
CAPÍTULO IX - P&ID DEL PROCESO .....	404
CAPÍTULO X – LAYOUT DEL PROCESO .....	468
CAPÍTULO XI - SEGURIDAD DE LA PLANTA .....	485
CAPÍTULO XII - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	526
CAPÍTULO XIII - ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO .....	556
ANEXO I – HOJAS DE SEGURIDAD .....	592
ANEXO II – DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO .....	615
ANEXO III – P&ID DEL PROCESO .....	616
ANEXO IV – LAYOUT DEL PROCESO .....	617

## **Índice de Contenidos**

<b>CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>27</b>
1.1 - INTRODUCCIÓN .....	28
1.1.1 - <i>PROPILENGLICOL</i> .....	28
1.2 - JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	30
1.2.1 – <i>PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL</i> .....	30
1.3 - OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	31
1.4 - ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	32
1.5 - BIBLIOGRAFÍA .....	35
<b>CAPÍTULO II - ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>36</b>
2.1 - ESTUDIO DE MERCADO .....	37
2.1.1 - <i>OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MERCADO</i> .....	37
2.1.2 - <i>DEMANDA. PRODUCCIÓN. IMPORTACIÓN Y CONSUMO APARENTE</i> .....	38
2.2 - MERCADO CONSUMIDOR .....	42
2.2.1 - <i>ESTER VINIL S.R.L:</i> .....	44
2.2.2 - <i>HENRY HIRSCHEN Y CÍA. S.A:</i> .....	44
2.2.3 - <i>NOVARCHEM S.A:</i> .....	44
2.2.4 - <i>LAQUIMAR SACIF:</i> .....	44
2.2.5 - <i>IQASA S.A:</i> .....	44
2.2.6 - <i>RESINAS EMEC:</i> .....	45
2.2.7 - <i>KAMIK ARGENTINA S.R.L:</i> .....	45
2.2.8 - <i>ARUBRAS S.A:</i> .....	45
2.2.9 - <i>NOVIPLAST S.A:</i> .....	45
2.2.10 - <i>POLIRESINAS SAN LUIS:</i> .....	45
2.2.11 - <i>SANTA ROSA PLÁSTICOS:</i> .....	46
2.2.12 - <i>RESINAS GRANERO:</i> .....	46
2.3 - MERCADO PROVEEDOR.....	47
2.3.1 - <i>MAPA DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL</i> .....	50
2.3.2 - <i>PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO</i> .....	52
2.3.3 - <i>GAS NATURAL</i> .....	53
2.3.4 - <i>COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL:</i> .....	54
2.3.5 - <i>DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS</i> .....	55
2.3.5.1 - <i>AGUA</i> .....	55
2.3.5.2 - <i>GAS NATURAL</i> .....	56
2.4 - MERCADO COMPETIDOR.....	57

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

2.5 - PROYECCIÓN DE CONSUMO .....	59
2.6 - BIBLIOGRAFÍA .....	61
<b>CAPÍTULO III – FILOSOFÍA DE OPERACIÓN.....</b>	<b>63</b>
3.1 - DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO .....	64
3.1.1 - <i>TRATAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS</i> .....	64
3.1.1.1 - AGUA .....	64
3.1.1.2 - GAS NATURAL .....	64
3.1.2 - <i>ETAPA DE REFORMADO DEL GAS NATURAL</i> .....	65
3.1.3 - <i>CATALIZADOR PARA LA REACCIÓN DE REFORMADO</i> .....	65
3.1.4 - <i>PURIFICACIÓN DEL HIDRÓGENO</i> .....	68
3.1.5 - <i>REACCIÓN DE DESPLAZAMIENTO GAS-AGUA</i> .....	68
3.1.6 - <i>CATALIZADOR</i> .....	69
3.1.7 - <i>CONDENSACIÓN DEL AGUA</i> .....	72
3.1.8 - <i>CAPTURA DEL CO<sub>2</sub>, CO Y H<sub>2</sub>O</i> .....	73
3.1.9 - <i>ACONDICIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS</i> .....	73
3.2 - DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO.....	74
3.2.1 - <i>CODIFICACIÓN DE EQUIPOS</i> .....	77
3.3 - PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL.....	78
3.3.1 - <i>FILOSOFÍA DE OPERACIÓN</i> .....	78
3.3.1.1 - <i>DIVISIÓN DEL PROCESO EN ETAPAS</i> .....	78
3.3.1.2 - <i>DIVISIÓN DEL PROCESO EN ÁREAS</i> .....	79
3.3.2 - <i>ETAPA DE ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS (ÁREA 100)</i> .....	79
3.3.2.1 - <i>DESCRIPCIÓN DETALLADA</i> .....	80
3.3.3 - <i>ETAPA DE REACCIÓN DE HIDROGENÓLISIS (ÁREA 200)</i> .....	81
3.3.4 - <i>ETAPA DE SEPARACIÓN Y PURIFICACIÓN DE PROPILENGLICOL (ÁREA 300)</i> .....	83
3.4 - DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL.....	85
3.4.1 - <i>ÁREA 100</i> .....	85
3.4.2 - <i>ÁREA 200</i> .....	87
3.4.3 - <i>ÁREA 300</i> .....	88
3.4.4 - <i>CODIFICACIÓN DE EQUIPOS</i> .....	89
3.5 - BIBLIOGRAFÍA .....	91
<b>CAPÍTULO IV – SIMULACIÓN EN ASPEN HYSYS.....</b>	<b>92</b>
4.1 - INTRODUCCIÓN .....	93

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

4.1.1 – SOFTWARES DE SIMULACIONES.....	93
4.1.2 – ASPEN HYSYS .....	94
4.2 – PAQUETE TERMODINÁMICO .....	94
4.2.1 – TIPOS DE PAQUETES TERMODINÁMICOS.....	95
4.2.1.1 – ECUACIONES DE ESTADO .....	95
4.2.1.2 – MODELOS DE ACTIVIDAD .....	97
4.2.2 – EQUIPOS UTILIZADOS .....	99
4.3 – SIMULACIÓN DEL PROCESO .....	103
4.3.1 – ACONDICIONAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	103
4.3.2 – REACCIÓN DE HIDROGENÓLISIS.....	105
4.3.3 – SEPARACIÓN DE COMPUESTOS GASEOSOS.....	109
4.3.4 – SEPARACIÓN DE AGUA EN T-301 .....	111
4.3.5 – SEPARACIÓN DEL GLICEROL SIN REACCIONAR EN T-302 .....	114
4.3.6 – PURIFICACIÓN DEL PROPILENGLICOL EN T-303.....	118
4.4 – BIBLIOGRAFÍA.....	123
<b>CAPÍTULO V - BALANCE DE MATERIA .....</b>	<b>124</b>
5.1 - BALANCE DE MATERIA.....	125
5.1.1 – TIPOS DE PROCESOS.....	125
5.2 – PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL.....	126
5.2.1 – CONVERSIÓN.....	127
5.2.2 – RENDIMIENTO.....	127
5.2.3 – SELECTIVIDAD.....	127
5.2.4 - MÓDULO DE PRODUCCIÓN ANUAL .....	128
5.2.5 – REACCIÓN DE HIDROGENÓLISIS.....	128
5.2.6 – MATERIAS PRIMAS NECESARIAS .....	129
5.3 - PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO.....	129
5.3.1 - REACCIONES PRINCIPALES DEL PROCESO.....	129
5.3.1.1 - HORNO REFORMADOR.....	130
5.3.1.2 - REACTOR SHIFT .....	131
5.3.2 – CONCLUSIONES DEL BALANCE DE MATERIA.....	132
5.3.3 – CORRIENTES TOTALES DEL PROCESO.....	132
5.4 - BALANCE DE MATERIA POR EQUIPOS.....	135
5.4.1 - EQUIPOS ÁREA 100 .....	135
5.4.1.1 - COMPRESOR K-101 .....	135
5.4.1.2 - COMPRESOR K-102 .....	136
5.4.1.3 - BOMBA P-101 A/B .....	138
5.4.1.4 - BOMBA P-102 A/B .....	139
5.4.1.5 - MEZCLADOR M-101.....	141
5.4.1.6 - MEZCLADOR M-102.....	142
5.4.1.7 - MEZCLADOR M-103.....	143
5.4.1.8 - INTERCAMBIADOR E-101 .....	145

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

5.4.1.9 - INTERCAMBIADOR E-102 .....	146
5.4.1.10 - INTERCAMBIADOR E-103 .....	147
5.4.1.11 - INTERCAMBIADOR E-104 .....	148
5.4.1.12 - INTERCAMBIADOR E-105 .....	149
5.4.1.13 - INTERCAMBIADOR E-106 .....	150
5.4.1.14 - INTERCAMBIADOR E-107 .....	151
5.4.2 - EQUIPOS ÁREA 200 .....	153
5.4.2.1 - REACTOR R-201 .....	153
5.4.2.2 - MEZCLADOR M-201.....	155
5.4.2.3 - TEE-201 .....	156
5.4.2.4 - VÁLVULA DE EXPANSIÓN VLV-201 .....	158
5.4.2.5 - VÁLVULA DE EXPANSIÓN VLV-202 .....	159
5.4.2.6 - SEPARADOR FLASH V-201 .....	161
5.4.2.7 - SEPARADOR FLASH V-202 .....	162
5.4.2.8 - COMPRESOR K-201 .....	164
5.4.2.9 - BOMBA P-201 A/B .....	165
5.4.2.10 - INTERCAMBIADOR E-201 .....	166
5.4.2.11 - INTERCAMBIADOR E-202 .....	167
5.4.2.12 - INTERCAMBIADOR E-203.....	168
5.4.2.13 - INTERCAMBIADOR E-204 .....	169
5.4.2.14 - INTERCAMBIADOR E-205 .....	170
5.4.2.15 - INTERCAMBIADOR E-206 .....	171
5.4.2.16 - INTERCAMBIADOR E-207 .....	172
5.4.3 - ÁREA 300.....	173
5.4.3.1 - TORRE DE DESTILACIÓN T-301 .....	173
5.4.3.2 - TORRE DE DESTILACIÓN T-302 .....	176
5.4.3.3 - TORRE DE DESTILACIÓN T-303 .....	179
5.4.3.4 - TEE 301.....	184
5.4.3.5 - TEE 302.....	185
5.4.3.6 - BOMBA P-301 A/B .....	186
5.4.3.7 - BOMBA P-302 A/B .....	187
5.4.3.8 - BOMBA P-303 A/B .....	188
5.4.3.9 - BOMBA P-304 A/B .....	189
5.4.3.10 - BOMBA P-305 A/B .....	190
5.4.3.11 - BOMBA P-306 A/B.....	191
5.5 - BIBLIOGRAFÍA .....	192
<b>CAPÍTULO VI - SERVICIOS AUXILIARES.....</b>	<b>193</b>
6.1 - INTRODUCCIÓN .....	194
6.2 - ANÁLISIS PINCH DE LA RED DE INTERCAMBIO DE CALOR .....	197
6.2.1 - INTRODUCCIÓN.....	197

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

6.2.2 - IDENTIFICACIÓN DE LAS CORRIENTES CALIENTES, FRÍAS Y DE SERVICIO EN EL PROCESO .....	198
6.2.3 - CORRIENTES DEL PROCESO .....	199
6.2.4 - DATOS TÉRMICOS DE LAS CORRIENTES DEL PROCESO .....	199
6.2.5 - ELECCIÓN DEL VALOR INICIAL DE $\Delta T_{min}$ .....	200
6.2.6 - EL PUNTO PINCH .....	201
6.2.6.1 - DETERMINACIÓN DEL PUNTO PINCH .....	202
6.2.6.2 - DIAGRAMA DE REJA DE LAS CORRIENTES DE PROCESO .....	204
6.2.6.3 - DISEÑO ARRIBA DEL PUNTO PINCH .....	205
6.2.6.4 - DISEÑO ABAJO DEL PUNTO PINCH .....	207
6.2.7 - RESULTADOS FINALES Y CONCLUSIÓN .....	208
6.3 - SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO .....	209
6.3.1 - TORRES DE ENFRIAMIENTO .....	209
6.3.2 - CLASIFICACIÓN DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO .....	209
6.3.3 - ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO .....	211
6.3.4 - BALANCE DE MATERIA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO .....	213
6.3.5 - SISTEMA DE CAPTACIÓN Y CANON .....	214
6.3.6 - BALANCE DE ENERGÍA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO .....	216
6.3.6.1 - ECUACIONES PARA EL ANÁLISIS DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO .....	218
6.3.6.2 - RESULTADOS FINALES DEL BALANCE DE ENERGÍA .....	220
6.3.6.3 - GRÁFICO DEL MÉTODO EMPLEADO .....	220
6.4 - SISTEMA DE ACEITE TÉRMICO .....	221
6.4.1 - VENTAJAS DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO CON ACEITE TÉRMICO .....	222
6.4.2 - PARTES DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO .....	223
6.4.3 - PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	224
6.4.4 - ELECCIÓN DEL ACEITE TÉRMICO .....	225
6.4.5 - BALANCE DE MATERIA DEL ACEITE TÉRMICO .....	226
6.4.6 - ELECCIÓN DE LA CALDERA .....	226
6.5 - ENERGÍA ELÉCTRICA .....	227
6.5.1 - CONSUMO ENERGÉTICO .....	227
6.5.2 - ESTACIÓN TRANSFORMADORA .....	228
6.5.3 - GENERADOR DE PLANTA .....	230
6.6 - GAS NATURAL .....	231

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

6.6.1 - CARACTERÍSTICAS DEL GAS NATURAL .....	231
6.6.2 - CONSUMO DE GAS NATURAL .....	232
6.6.3 - SKID DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE GAS NATURAL .....	233
6.6.3.1 - MEDIDORES DE FLUJO VOLUMÉTRICO (MFV) ....	234
6.6.3.2 - MEDIDORES DE FLUJO MASICO (MFM) .....	235
6.6.4 - CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MEDIDORES .....	236
6.6.5 - NORMAS APLICABLES AL DISEÑO DE INSTALACIONES .....	237
6.6.6 – ESQUEMA FINAL DEL SKID .....	237
6.7 - GAS DE BLANKETING .....	238
6.7.1 - SISTEMAS PAD - DEPAD .....	239
6.7.2 - CONSUMO DE GAS DE BLANKETING .....	239
6.7.2.1 - CÁLCULO DE VOLUMEN PAD .....	241
6.7.2.2 - CÁLCULO DE VOLUMEN DEPAD .....	242
6.7.3 – RESULTADOS FINALES Y SELECCIÓN DE VÁLVULAS .....	243
6.8 - AIRE PARA INSTRUMENTOS .....	245
6.8.1 - ESQUEMA DE UN SKID DE AIRE DE INSTRUMENTOS .....	246
6.9 - ANTORCHA .....	247
6.9.1 - DISEÑO DE ANTORCHAS .....	248
6.9.2 - TIPOS DE ANTORCHAS .....	250
6.9.2.1 – ANTORCHAS VERTICALES .....	250
6.9.2.2 – ANTORCHAS HORIZONTALES .....	252
6.9.2.3 – ANTORCHAS DE LLAMA OCULTA .....	253
6.9.2.4 - ANTORCHAS SIN HUMO Y CON HUMO .....	254
6.9.3 – SELECCIÓN DE TIPO DE ANTORCHA .....	254
6.9.4 – PARTES DE UNA ANTORCHA .....	255
6.9.5 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	256
6.9.5.1 – TUBERÍA DE TRANSPORTE DE GAS .....	256
6.9.5.2 – CILINDRO SEPARADOR .....	257
6.9.5.3 - SELLO DEL LÍQUIDO .....	258
6.9.5.4 – CHIMENEA DE LA ANTORCHA .....	259
6.9.5.5 – SELLO DE GAS .....	259
6.9.5.6 – BOQUILLA DEL QUEMADOR .....	260
6.9.5.7 – QUEMADORES PILOTOS .....	260
6.9.5.8 – CHORROS DE VAPOR .....	261
6.9.5.9 - CONTROLES .....	261
6.9.6 – DISEÑO MECÁNICO DE LA ANTORCHA .....	262
6.9.7 – CRITERIOS DE DISEÑO .....	262

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

6.9.8 – <i>FUNCIONAMIENTO DE LA ANTORCHA ANTE UNA PARADA DE PLANTA</i> .....	263
6.9.9 – <i>DISEÑO DE LA ANTORCHA</i> .....	265
6.9.10 – <i>UBICACIÓN DE LA ANTORCHA</i> .....	266
6.9.11 – <i>CÁLCULO DE DIMENSIONES DE LA ANTORCHA</i> .....	266
6.10 - <i>BIBLIOGRAFÍA</i> .....	280

### **CAPÍTULO VII - INGENIERÍA DE DETALLE – TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK-403.....282**

7.1 - <i>INGENIERÍA DE DETALLE</i> .....	283
7.1.1 - <i>DEFINICIONES GENERALES</i> .....	283
7.2 - <i>TIPOS DE TANQUES</i> .....	285
7.2.1 - <i>TANQUE ATMOSFÉRICO:</i> .....	286
7.2.2 - <i>TANQUES A PRESIÓN:</i> .....	288
7.2.3 - <i>TANQUES DE BAJA PRESIÓN:</i> .....	288
7.2.4 - <i>TANQUES REFRIGERADOS:</i> .....	289
7.2.5 - <i>TANQUES DE ACERO:</i> .....	289
7.2.6 - <i>TANQUES EN FIBRAS DE VIDRIO:</i> .....	289
7.2.7 - <i>TANQUE CONSTRUIDO EN CONCRETO:</i> .....	289
7.3 - <i>PARTES DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO</i> .....	290
7.3.1 - <i>VÁLVULAS DE VENDEO:</i> .....	290
7.3.2 - <i>SHELL MANHOLES:</i> .....	290
7.3.3 - <i>DISCO CENTRAL Y COLUMNA CENTRAL:</i> .....	290
7.3.4 - <i>BOCA DE SONDEO (MANHOLES DE TECHO):</i> .....	291
7.3.5 - <i>BOCAS DE LIMPIEZA:</i> .....	291
7.3.6 - <i>BASE DE HORMIGÓN:</i> .....	291
7.3.7 - <i>INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS:</i> .....	291
7.3.8 - <i>SALIDAS DE FLUJO DE AGUA:</i> .....	291
7.3.9 - <i>SHELL NOZZLES:</i> .....	291
7.3.10 - <i>DRENAJES:</i> .....	291
7.3.11 - <i>TECHO:</i> .....	291
7.3.12 - <i>COLUMNAS EXTERIORES:</i> .....	292
7.3.13 - <i>ANILLOS DE SOPORTE:</i> .....	292
7.3.14 - <i>PANTALLAS DE SOPORTE Y REFUERZOS PARA EL VIENTO:</i> .....	292
7.3.15 - <i>PLATAFORMAS, PASADIZOS Y ESCALINATAS:</i> .....	292
7.3.16 - <i>OREJAS DE IZAJE:</i> .....	292
7.3.17 - <i>CARTELAS:</i> .....	292
7.4 - <i>CÓDIGOS DE DISEÑO</i> .....	293
7.4.1 - <i>MATERIALES A EMPLEAR EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO</i> .....	296
7.5 - <i>DISEÑO DEL TK-403</i> .....	299
7.5.1 - <i>CONDICIONES AMBIENTALES Y DEL RECINTO</i> .....	299

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

7.5.2 - CÁLCULO DE CAPACIDAD.....	300
7.5.3 - CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL TANQUE .....	301
7.5.4 - CÁLCULO DE LA ALTURA.....	302
7.5.5 - RELACIÓN h/D.....	302
7.5.6 - CÁLCULO DE LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA.....	303
7.5.7 - CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE DISEÑO .....	304
7.5.8 - CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE DISEÑO.....	304
7.6 - DISEÑO DETALLADO DEL TK-403.....	305
7.6.1 - CÁLCULO DE ESPESORES .....	306
7.6.1.1 - CÁLCULO POR NIVEL DE CADA VIROLA.....	309
7.6.1.2 - CÁLCULO DEL ESPESOR DEL TECHO .....	310
7.6.1.3 - CÁLCULO DEL ESPESOR DEL FONDO.....	312
7.6.2 - CÁLCULO DEL PESO DEL TANQUE .....	313
7.6.3 - NÚMERO DE PANELES Y SOLDADURA.....	315
7.6.4 - ANILLOS RIGIDIZADORES .....	320
7.6.5 - ESTRUCTURA EXTERNA DEL TK - 403.....	322
7.7 - ACCESORIOS .....	324
7.7.1 - BOQUILLAS .....	324
7.7.2 - ESCALERAS Y PLATAFORMAS.....	331
7.7.2.1 - PLATAFORMAS Y PASILLOS.....	332
7.7.2.2 - ESCALERAS.....	333
7.7.3 - PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA EN TK-403.....	334
7.7.4 - MONTAJE Y PRUEBA .....	337
7.7.4.1 - PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.....	337
7.7.4.2 - PRUEBA DEL TK-403.....	338
7.8 - BIBLIOGRAFÍA .....	340
<b>CAPÍTULO VIII - INGENIERÍA DE DETALLE – INTERCAMBIADOR DE CALOR E-101.....</b>	<b>341</b>
8.1 - INGENIERÍA DE DETALLE .....	342
8.1.1 - INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	342
8.1.2 - CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR .....	343
8.1.3 - ELECCIÓN DEL TIPO DE INTERCAMBIADOR.....	343
8.1.4 - INTERCAMBIADORES DE CALOR DE DOBLE TUBO ..	344
8.1.5 - INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CARCASA .....	345
8.1.6 - INTERCAMBIADORES DE CALOR DE PLACAS .....	346
8.2 - NORMAS CONSTRUCTIVAS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	347
8.2.1 - SELECCIÓN DE LA TRAYECTORIA DEL FLUJO .....	351
8.2.2 - COMPONENTES BÁSICOS DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	351

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

8.3 - ESTIMACIÓN POR EL MÉTODO DE KERN .....	356
8.3.1 - <i>FACTORES QUE AFECTAN AL DISEÑO, NO CONSIDERADOS EN EL MÉTODO DE KERN</i> .....	357
8.4 - MÉTODO DE BELL .....	359
8.4.1 - <i>APLICACIÓN DE EFECTOS DE CORRECCIÓN A INTERCAMBIADORES TUBULARES - FACTORES DE CORRECCIÓN</i> .....	359
8.4.1.1 - EFECTOS DE BY PASS: .....	359
8.4.1.2 - EFECTO DE LA VENTANA DEL BAFLE: .....	359
8.4.1.3 - ADITIVIDAD DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA: .....	360
8.5 - DISEÑO INTERCAMBIADOR DE CALOR E-101 .....	361
8.5.1 - <i>CARACTERÍSTICAS QUE TENDRÁ EL INTERCAMBIADOR A DISEÑAR:</i> .....	361
8.5.2 - <i>DISEÑO TÉRMICO</i> .....	362
8.5.2.1 - FLUIDO QUE CIRCULA POR TUBOS Y POR CORAZA .....	363
8.5.2.2 - CÁLCULO TÉRMICO .....	365
8.5.2.3 - CÁLCULO DEL LADO DE TUBOS .....	366
8.5.2.4 - CÁLCULO DEL LADO DE LA CORAZA .....	366
8.5.2.5 - CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA POR AMBOS LADOS: .....	369
8.6 - DISEÑO EN DETALLE DEL EQUIPO USANDO EL SOFTWARE HRTI .....	370
8.7 - DISEÑO MECÁNICO .....	382
8.7.1 - <i>TUBOS</i> .....	382
8.7.1.1 - PRESIÓN DE DISEÑO .....	382
8.7.1.2 - TEMPERATURA DE DISEÑO .....	383
8.7.1.3 - ESPESOR DE LOS TUBOS .....	383
8.7.2 - <i>CORAZA</i> .....	385
8.7.2.1 - PRESIÓN DE DISEÑO .....	385
8.7.2.2 - TEMPERATURA DE DISEÑO .....	385
8.7.2.3 - ESPESOR DE LA CORAZA .....	385
8.7.2.4 - DIMENSIONAMIENTO DE CABEZALES .....	387
8.7.3 - <i>ESTIMACIÓN DEL PESO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR</i> .....	390
8.7.3.1 - PESO DE LA CORAZA .....	390
8.7.3.2 - PESO DE LOS TUBOS .....	391
8.7.3.3 - PESO DE LOS BAFFLES .....	392
8.7.3.4 - PESO DE LOS CABEZALES .....	392
8.7.4 - <i>DIMENSIONAMIENTO DE BOQUILLAS Y BRIDAS</i> .....	394
8.7.4.1 - BRIDAS DE CUELLO SOLDABLE (WELDING NECK) .....	396

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

8.7.4.2 - BRIDAS DESLIZABLES (SLIP ON).....	396
8.7.5 - SOPORTES Y OREJAS DE IZAJE.....	398
8.7.5.1 - SOPORTES O SILLETAS.....	398
8.7.5.2 - ÁNGULO DE AGARRE.....	400
8.7.5.3 - OREJAS DE IZAJE.....	400
8.8 - RESUMEN FINAL DE CÁLCULOS.....	402
8.8.1 - CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	402
8.8.2 - DISEÑO MECÁNICO.....	402
8.9 - BIBLIOGRAFÍA.....	403
<b>CAPÍTULO IX - P&amp;ID DEL PROCESO.....</b>	<b>404</b>
9.1 - INTRODUCCIÓN.....	405
9.2 - DEFINICIONES.....	405
9.2.1 - ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.....	405
9.2.2 - INSTRUMENTOS.....	406
9.2.2.1 - CLASIFICACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN.....	407
9.2.3 - LÍNEAS DE CONEXIÓN.....	408
9.2.4 - NOMENCLATURA DE INSTRUMENTOS.....	409
9.2.5 - SIMBOLOGÍA DE INSTRUMENTACIÓN.....	411
9.2.6 - IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	412
9.2.6.1 - INDICADORES LOCALES.....	414
9.2.6.2 - TRANSMISORES.....	415
9.2.6.3 - SWITCHES.....	416
9.2.6.4 - VÁLVULAS.....	417
9.3 - IDENTIFICACIÓN DE CAÑERÍAS.....	420
9.3.1 - DIÁMETRO NOMINAL.....	421
9.3.2 - DESCRIPCIÓN DEL FLUJO.....	426
9.3.3 - MATERIAL DE LAS TUBERÍAS.....	427
9.3.4 - NUMERO DE ÁREA Y LÍNEA.....	428
9.4 - P&ID DEL PROCESO.....	430
9.4.1 - P&ID ÁREA 100.....	430
9.4.1.1 - P&ID ÁREA 100-A.....	433
9.4.1.2 - P&ID ÁREA 100-B.....	434
9.4.1.3 - P&ID ÁREA 100-C.....	435
9.4.2 - P&ID ÁREA 200.....	436
9.4.2.1 - P&ID ÁREA 200-A.....	439
9.4.2.2 - P&ID ÁREA 200-B.....	440
9.4.2.3 - P&ID ÁREA 200-C.....	441
9.4.3 - P&ID ÁREA 300.....	442
9.4.3.1 - P&ID ÁREA 300-A.....	445
9.4.3.2 - P&ID ÁREA 300-B.....	446
9.4.3.3 - P&ID ÁREA 300-C.....	447
9.4.4 - P&ID ÁREA 400.....	448

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

9.4.4.1 – P&ID ÁREA 400-A.....	450
9.4.5 – P&ID ÁREA 500.....	451
9.4.5.1 – P&ID ÁREA 500-A.....	453
9.4.6 – P&ID ÁREA 600.....	454
9.4.6.1 – P&ID ÁREA 600-A.....	455
9.4.7 – P&ID ÁREA 700.....	456
9.4.7.1 – P&ID ÁREA 700-A.....	457
9.4.8 – P&ID ÁREA 800.....	459
9.4.8.1 – P&ID ÁREA 800-A.....	461
9.4.9 – P&ID ÁREA 900.....	462
9.4.10 – P&ID ÁREA 1000.....	463
9.4.10.1 – P&ID ÁREA 1000 .....	464
9.4.11 – P&ID ÁREA 1100.....	465
9.4.12 – P&ID ÁREA 1200 .....	466
9.5 - BIBLIOGRAFÍA .....	467
<b>CAPÍTULO X – LAYOUT DEL PROCESO .....</b>	<b>468</b>
10.1 - INTRODUCCIÓN .....	469
10.1.1 - LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.....	470
10.2 - DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN PLANTA.....	470
10.2.1 - DIVISIÓN DEL PROCESO POR ETAPAS.....	470
10.2.2 - DIVISIÓN DE ÁREAS.....	471
10.2.3 - EQUIPOS CRÍTICOS .....	472
10.3 - CONSTRUCCIÓN DEL LAYOUT.....	473
10.3.1 - DIAGRAMA DE INTERRELACIONES ENTRE EQUIPOS .....	474
10.3.2 - DIAGRAMA DE DISTANCIAS MÍNIMAS RECOMENDADAS .....	475
10.3.3 - CÁLCULO DE VOLUMEN DE TANQUES .....	477
10.3.4 - DISTANCIAMIENTO MÍNIMO ENTRE TANQUES .....	477
10.3.5 - CÁLCULO DE RECINTO DE TANQUES.....	479
10.4 - DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN PLANTA.....	480
10.4.1 - DESCRIPCIÓN DEL LAYOUT .....	482
10.5 - DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN PLANTA .....	482
10.6 - BIBLIOGRAFÍA .....	484
<b>CAPÍTULO XI - SEGURIDAD DE LA PLANTA .....</b>	<b>485</b>
11.1 - INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD DE PROCESOS .....	486
11.2 - CONCEPTOS GENERALES.....	487
11.2.1 - RIESGO.....	487
11.2.2 - PELIGRO.....	488
11.2.3 - INTEGRIDAD.....	488
11.3 - CLASIFICACIÓN DE RIESGOS .....	489

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

11.3.1 - RIESGO ASOCIADO.....	493
11.3.1.1 - PROPILENGLICOL.....	493
11.3.1.2 - ETILENGLICOL.....	494
11.3.1.3 - GLICEROL .....	495
11.3.2 - HOJAS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS.....	497
11.3.3 - LEGISLACIÓN APLICABLE.....	497
11.4 - ANÁLISIS DE RIESGOS.....	498
11.4.1 - RIESGO QUÍMICO:.....	499
11.4.2 - RIESGO QUÍMICO EN LA PLANTA.....	500
11.4.2.1 - PROPILENGLICOL:.....	501
11.4.2.2 - ETILENGLICOL:.....	501
11.4.2.3 - GLICEROL: .....	502
11.4.3 - RIESGOS FÍSICOS.....	503
11.4.4 - RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN .....	503
11.4.4.1 - INCENDIO.....	503
11.4.4.2 - EXPLOSIÓN.....	506
11.4.5 - RIESGOS ELÉCTRICOS.....	507
11.4.6 - FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA .....	508
11.5 - PLAN DE SEGURIDAD.....	509
11.5.1 - CLASIFICACIÓN DE FUEGOS:.....	510
11.6 - SISTEMAS DE RED CONTRA INCENDIOS.....	511
11.6.1 - PROTECCIÓN ACTIVA:.....	511
11.6.2 - PROTECCIÓN PASIVA:.....	512
11.6.3 - DEFENSAS PASIVAS DE LA ZONA III (INSTALACIONES EN SERVICIOS AUXILIARES).....	515
11.6.4 - DEFENSAS ACTIVAS ZONA I (UNIDAD DE PROCESO) .....	515
11.6.4.1 - AGUA CONTRA INCENDIOS.....	515
11.6.4.2 - UBICACIÓN DE LOS HIDRANTES .....	516
11.6.4.3 - EXTINTORES CONTRA FUEGO .....	517
11.6.5 - DEFENSAS ACTIVAS ZONA II (TANQUES DE ALMACENAMIENTO).....	517
11.6.6 - DEFENSAS ACTIVAS ZONA III (SERVICIOS AUXILIARES).....	518
11.6.7 - DEFENSAS ACTIVAS ZONA DE EDIFICIOS .....	518
11.7 – SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	519
11.8 - PLAN DE EVACUACIÓN DE LA PLANTA .....	520
11.9 - SISTEMAS DE ALIVIO DE PRESIÓN.....	522
11.10 - BIBLIOGRAFÍA .....	524
<b>CAPÍTULO XII - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>526</b>

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

12.1 - PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL A PARTIR DE LA HIDROGENÓLISIS DE GLICEROL .....	527
12.1.1 - CARACTERIZACIÓN DE ACUERDO AL DECRETO 2656/99 DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN AL TIPO DE ESTUDIO QUE CORRESPONDERÍA EJECUTAR.....	527
12.2 - PROYECTO .....	527
12.2.1 - UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	527
12.2.2 - RECURSOS DEMANDADOS. TIPOS Y CUANTIFICACIÓN. ....	528
12.2.3 - EFLUENTES DEL PROYECTO .....	529
12.2.3.1 - EMISIONES .....	529
12.2.3.2 - VERTIDOS .....	530
12.2.3.3 - RESIDUOS.....	530
12.3 - IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS....	530
12.3.1 - IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	530
12.3.1.1 - ÁRBOL DE ACCIONES .....	530
12.3.1.2 - FACTORES AFECTADOS.....	532
12.3.1.3 - IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS .....	533
12.3.2 - VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS OPERATIVOS .....	536
12.3.2.1 - CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA.....	536
12.3.3 - IMPACTOS POR CONTINGENCIAS.....	543
12.3.3.1 - ESTIMACIÓN DE LOS RIESGOS .....	543
12.4 - DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	549
12.4.1 - IMPACTOS OPERATIVOS .....	549
12.4.2 - IMPACTOS POR CONTINGENCIAS.....	551
12.5 - PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	553
12.6 - BIBLIOGRAFÍA .....	555
<b>CAPÍTULO XIII - ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO .....</b>	<b>556</b>
13.1 - INTRODUCCIÓN .....	557
13.1.1 - ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO .....	557
13.2 - INVERSIONES DEL PROYECTO.....	558
13.2.1 - INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS.....	558
13.2.2 - INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO O ACTIVOS CIRCULANTES.....	559
13.2.3 - GASTOS PREVIOS PREOPERATORIOS.....	559
13.2.4 - INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS.....	559
13.2.5 - COSTOS DE OBRAS.....	560
13.2.6 - COSTOS DE EQUIPOS DE PROCESO.....	561
13.3 - AMORTIZACIONES.....	563
13.4 - INGRESOS .....	564
13.5 - EGRESOS.....	566
13.5.1 - COSTOS DE RECURSOS HUMANOS .....	567

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

13.5.2 - COSTOS DE MATERIAS PRIMAS .....	570
13.5.3 - COSTO DE ENERGÍA.....	571
13.5.4 - COSTOS DE MANTENIMIENTO .....	572
13.5.5 - COSTO DE AGUA.....	573
13.5.6 - COSTO DE GAS NATURAL .....	573
13.6 - FLUJO DE CAJA .....	574
13.6.1 - VALOR ACTUAL NETO (VAN) .....	574
13.6.2 - TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	575
13.7 - PUNTO DE EQUILIBRIO .....	578
13.8 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	580
13.8.1 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AL VAN.....	581
13.8.2 - ANALISIS DE SENSIBILIDAD A LA TIR.....	585
13.8.3 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS PRECIOS.....	586
13.9 - CONCLUSIONES FINALES.....	590
13.10 - BIBLIOGRAFÍA .....	591

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1 - Composición de la glicerina cruda obtenida en el proceso de obtención del Biodiesel.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 2 - Oferta y demanda de la Producción de Propilenglicol en Argentina. (Asociación Petroquímica Latino Americana, 2014) .....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 3 - Recopilación de datos estadísticos de Propilenglicol. ((IPA), 2019).....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 4 - Empresas productoras de Resinas Poliéster en Argentina.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 5 - Principales empresas productoras de Biodiesel en Argentina.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 6 - Composición promedio del gas natural. ....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 7 - Empresas proveedoras de Propilenglicol en Argentina. ....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 8 - Proyección de consumo aparente de Propilenglicol en Argentina durante los próximos 10 años. ....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 9 - Características del catalizador seleccionado. ....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 10 - Condiciones de operación del Horno de reformado.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 11 – Condiciones de operación del Reactor HTS. ....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 12 - Condiciones de operación del Reactor LTS.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 13 - Codificación de equipos. ....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 14 - Áreas del proceso. ....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 15 - Composición del Glicerol.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 16 - Codificación de equipos (2).....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 17 - Módulo de Producción anual.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 18 - Balance de materias primas.....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 19 - Conversión de la reacción de reformado. ....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 20 - Selectividades de la reacción de reformado. ....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 21 - Balance de materia en el Horno Reformador.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 22 - Conversión en el Reactor Shift.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 23 - Balance de materia en el Reactor Shift.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 24 - Conclusiones del balance de materia. ....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 25 - Corrientes generales del proceso. ....</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 26 - Características constructivas de compresores.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 27 - Características constructivas de bombas centrífugas.....</i>	<i>140</i>
<i>Tabla 28 - Características constructivas de mezcladores.....</i>	<i>144</i>

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

<i>Tabla 29 - Características constructivas de intercambiadores de tubo y coraza.</i>	152
<i>Tabla 30 - Características constructivas del reactor R-201.</i>	154
<i>Tabla 31 - Características constructivas de divisores de flujo.</i>	157
<i>Tabla 32 - Características constructivas de la válvula de expansión.</i>	160
<i>Tabla 33 - Características constructivas de separadores flash verticales.</i>	163
<i>Tabla 34 - Características constructivas de una columna de destilación.</i>	183
<i>Tabla 35 - Servicios auxiliares en la Industria.</i>	194
<i>Tabla 36 - Corrientes del proceso.</i>	199
<i>Tabla 37 - Datos térmicos de las corrientes.</i>	200
<i>Tabla 38 - <math>\Delta T_{min}</math> recomendado.</i>	201
<i>Tabla 39 - Determinación del punto Pinch.</i>	202
<i>Tabla 40 - Determinación del punto Pinch (cont).</i>	203
<i>Tabla 41 - Diseño aguas arriba del punto Pinch.</i>	206
<i>Tabla 42 - Regla del cp.</i>	206
<i>Tabla 43 - Combinaciones.</i>	206
<i>Tabla 44 - Diseño aguas abajo del punto Pinch.</i>	207
<i>Tabla 45 - Combinaciones (2).</i>	208
<i>Tabla 46 - Resultados finales del análisis Pinch.</i>	209
<i>Tabla 47 - Balance de materia del agua de enfriamiento.</i>	213
<i>Tabla 48 - Pérdidas del sistema de enfriamiento.</i>	214
<i>Tabla 49 - Variables operativas.</i>	217
<i>Tabla 50 - Condiciones de operación del agua.</i>	217
<i>Tabla 51 - Resultados parciales.</i>	218
<i>Tabla 52 - Entalpía del sistema.</i>	219
<i>Tabla 53 - Resultados finales del balance de energía.</i>	220
<i>Tabla 54 - Resultados finales del balance de materia del aceite térmico.</i>	226
<i>Tabla 55 - Potencia de calderas PIROBLOC.</i>	227
<i>Tabla 56 - Consumo energético de equipos.</i>	228
<i>Tabla 57 - Consumo energético total de la Planta.</i>	228
<i>Tabla 58 - Composición del gas natural.</i>	232
<i>Tabla 59 - Consumo de gas de blanketing.</i>	241
<i>Tabla 60 - Consideraciones de Norma API 2000.</i>	242
<i>Tabla 61 - Consumo de gas de venteo.</i>	243
<i>Tabla 62 - Resultados finales.</i>	243
<i>Tabla 63 - Propiedades del gas de antorcha.</i>	265

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

<i>Tabla 64 - Condiciones de emplazamiento.</i>	265
<i>Tabla 65 - Propiedades de la llama del gas de antorcha y el medio.</i>	266
<i>Tabla 66 - Códigos de diseño.</i>	295
<i>Tabla 67 - Materiales de fabricación.</i>	298
<i>Tabla 68 - Condiciones de emplazamiento.</i>	299
<i>Tabla 69 - Datos geométricos del tanque.</i>	299
<i>Tabla 70 - Datos operativos del tanque.</i>	300
<i>Tabla 71 - Parámetros de diseño.</i>	305
<i>Tabla 72 - Espesores de tanque según API 650.</i>	306
<i>Tabla 73 - Espesor de diseño de anillos.</i>	309
<i>Tabla 74 - Espesor de anillos para prueba hidrostática.</i>	310
<i>Tabla 75 - Espesor de anillos por presión externa.</i>	310
<i>Tabla 76 - Peso del cuerpo del tanque.</i>	314
<i>Tabla 77 - Peso del techo del tanque.</i>	314
<i>Tabla 78 - Peso del fondo del tanque.</i>	315
<i>Tabla 79 - Peso total del tanque.</i>	315
<i>Tabla 80 - Dimensiones de paneles para soldadura.</i>	316
<i>Tabla 81 - Metros totales de soldadura.</i>	317
<i>Tabla 82 - Longitud de soldadura.</i>	319
<i>Tabla 83 - Anillos rigidizadores externos.</i>	321
<i>Tabla 84 - Parámetros de Boquilla N°1.</i>	325
<i>Tabla 85 - Boquilla N°1 Entrada de hombre.</i>	326
<i>Tabla 86 - Parámetros de Boquilla N°2.</i>	326
<i>Tabla 87 - Boquilla N°2 Entrada de producto.</i>	327
<i>Tabla 88 - Parámetros de Boquilla N°3.</i>	327
<i>Tabla 89 - Boquilla N°3 Salida de producto.</i>	328
<i>Tabla 90 - Parámetros de Boquilla N°4.</i>	328
<i>Tabla 91 - Boquilla N°4 Drenaje.</i>	329
<i>Tabla 92 - Parámetros de Boquilla N°5.</i>	329
<i>Tabla 93 - Boquilla N°5 Toma de muestras.</i>	330
<i>Tabla 94 - Parámetros de Boquilla N°6.</i>	330
<i>Tabla 95 - Boquilla N°6 Venteo.</i>	331
<i>Tabla 96 - Datos térmicos del E-101.</i>	362
<i>Tabla 97 - Datos térmicos del E-101 (cont).</i>	363
<i>Tabla 98 - Especificaciones del equipo.</i>	364
<i>Tabla 99 - Cálculo térmico.</i>	365
<i>Tabla 100 - Cálculo del coeficiente de transferencia por tubos.</i>	366
<i>Tabla 101 - Cálculo del coeficiente de transferencia por coraza.</i>	366

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

<i>Tabla 102 - Caída de presión del lado de los tubos por el método de Kern. ....</i>	<i>369</i>
<i>Tabla 103 - Caída de presión del lado de la coraza por el método de Kern. ....</i>	<i>369</i>
<i>Tabla 104 - Peso de baffles. ....</i>	<i>392</i>
<i>Tabla 105 - Diámetro de boquillas. ....</i>	<i>395</i>
<i>Tabla 106 - Dimensiones de espárragos. ....</i>	<i>398</i>
<i>Tabla 107 - Resumen de características constructivas. ....</i>	<i>402</i>
<i>Tabla 108 - Resumen de diseño mecánico. ....</i>	<i>402</i>
<i>Tabla 109 - Clasificación de la instrumentación. ....</i>	<i>408</i>
<i>Tabla 110 - Nomenclatura de los instrumentos. ....</i>	<i>411</i>
<i>Tabla 111 - Simbología de la instrumentación. ....</i>	<i>412</i>
<i>Tabla 112 - Posición de los instrumentos. ....</i>	<i>412</i>
<i>Tabla 113 - Diámetro de cañerías. ....</i>	<i>425</i>
<i>Tabla 114 - Diámetro de cañerías de servicios auxiliares. ....</i>	<i>426</i>
<i>Tabla 115 - Códigos de fluidos. ....</i>	<i>427</i>
<i>Tabla 116 - Tipos de aislaciones. ....</i>	<i>428</i>
<i>Tabla 117 - Nomenclatura de aislaciones. ....</i>	<i>428</i>
<i>Tabla 118 - Distribución de áreas. ....</i>	<i>429</i>
<i>Tabla 119 - P&amp;ID Área 100. ....</i>	<i>432</i>
<i>Tabla 120 - P&amp;ID Área 200. ....</i>	<i>438</i>
<i>Tabla 121 - P&amp;ID Área 300. ....</i>	<i>444</i>
<i>Tabla 122 - P&amp;ID Área 400. ....</i>	<i>449</i>
<i>Tabla 123 - P&amp;ID Área 500. ....</i>	<i>452</i>
<i>Tabla 124 - P&amp;ID Área 600. ....</i>	<i>454</i>
<i>Tabla 125 - P&amp;ID Área 700. ....</i>	<i>456</i>
<i>Tabla 126 - P&amp;ID Área 700. ....</i>	<i>460</i>
<i>Tabla 127 - P&amp;ID Área 1000. ....</i>	<i>463</i>
<i>Tabla 128 - División de áreas. ....</i>	<i>472</i>
<i>Tabla 129 - Equipos críticos. ....</i>	<i>473</i>
<i>Tabla 130 - Interrelaciones entre equipos críticos. ....</i>	<i>475</i>
<i>Tabla 131 - Geometría de tanques. ....</i>	<i>477</i>
<i>Tabla 132 - Cálculos de recintos de tanques. ....</i>	<i>480</i>
<i>Tabla 133 - Distanciamiento mínimo en Planta. ....</i>	<i>513</i>
<i>Tabla 134 - Tipos de hidrantes. ....</i>	<i>517</i>
<i>Tabla 135 - Hidrantes zona I. ....</i>	<i>517</i>
<i>Tabla 136 - Hidrantes zona II. ....</i>	<i>518</i>
<i>Tabla 137 - Hidrantes zona III. ....</i>	<i>518</i>
<i>Tabla 138 - Cantidad total de hidrantes. ....</i>	<i>519</i>

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

<i>Tabla 139 - Caracterización de materias primas.....</i>	<i>528</i>
<i>Tabla 140 - Caracterización de servicios auxiliares.....</i>	<i>529</i>
<i>Tabla 141 - Emisiones en fase operación.....</i>	<i>529</i>
<i>Tabla 142 - Vertidos.....</i>	<i>530</i>
<i>Tabla 143 - Residuos.....</i>	<i>530</i>
<i>Tabla 144 - Árbol de acciones.....</i>	<i>531</i>
<i>Tabla 145 - Factores afectados.....</i>	<i>533</i>
<i>Tabla 146 - Identificación de impactos (construcción).....</i>	<i>534</i>
<i>Tabla 147 - Identificación de impactos (operación).....</i>	<i>535</i>
<i>Tabla 148 - Identificación de impactos (abandono).....</i>	<i>536</i>
<i>Tabla 149 - Cálculo de importancia.....</i>	<i>538</i>
<i>Tabla 150 - Cálculo de importancia (construcción).....</i>	<i>540</i>
<i>Tabla 151 - Cálculo de importancia (operación).....</i>	<i>541</i>
<i>Tabla 152 - Cálculo de importancia (abandono).....</i>	<i>543</i>
<i>Tabla 153 - Estimación de riesgos.....</i>	<i>544</i>
<i>Tabla 154 - Ocurrencia.....</i>	<i>545</i>
<i>Tabla 155 - Factores afectados.....</i>	<i>547</i>
<i>Tabla 156 - Magnitud del valor afectado.....</i>	<i>547</i>
<i>Tabla 157 - Estimación de riesgos.....</i>	<i>548</i>
<i>Tabla 158 - Escala de impactos operativos.....</i>	<i>549</i>
<i>Tabla 159 - Impactos operativos.....</i>	<i>550</i>
<i>Tabla 160 - Escala de nivel de riesgo.....</i>	<i>551</i>
<i>Tabla 161 - Impactos por contingencias.....</i>	<i>552</i>
<i>Tabla 162 - Plan de gestión ambiental.....</i>	<i>554</i>
<i>Tabla 163 - Obras y edificios.....</i>	<i>560</i>
<i>Tabla 164 - Costo de equipos.....</i>	<i>562</i>
<i>Tabla 165 - Activos fijos.....</i>	<i>563</i>
<i>Tabla 166 - Amortizaciones.....</i>	<i>564</i>
<i>Tabla 167 - Ingresos Propilenglicol.....</i>	<i>565</i>
<i>Tabla 168 - Ingresos Etilenglicol.....</i>	<i>565</i>
<i>Tabla 169 - Ingresos Hidrógeno.....</i>	<i>565</i>
<i>Tabla 170 - Ingresos CO.....</i>	<i>566</i>
<i>Tabla 171 - Ingresos CO2.....</i>	<i>566</i>
<i>Tabla 172 - Ingresos totales.....</i>	<i>566</i>
<i>Tabla 173 - Costos de recursos humanos.....</i>	<i>570</i>
<i>Tabla 174 - Costo de materias primas.....</i>	<i>571</i>
<i>Tabla 175 - Costo de equipos.....</i>	<i>571</i>
<i>Tabla 176 - Costos de energía.....</i>	<i>572</i>
<i>Tabla 177 - Costos de mantenimiento.....</i>	<i>572</i>

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

<i>Tabla 178 - Costos de agua de consumo.....</i>	<i>573</i>
<i>Tabla 179 - Costos de gas natural. ....</i>	<i>573</i>
<i>Tabla 180 - Flujo de caja del Proyecto.....</i>	<i>576</i>
<i>Tabla 181 - Flujo de caja del Proyecto (Cont.).....</i>	<i>577</i>
<i>Tabla 182 - Valores de TIR y VAN. ....</i>	<i>577</i>
<i>Tabla 183 - Valores de Punto de Equilibrio.....</i>	<i>579</i>
<i>Tabla 184 - Valores de punto de equilibrio (Cont.).....</i>	<i>579</i>
<i>Tabla 185 - Flujo de fondos vs Tasa de descuento.....</i>	<i>582</i>
<i>Tabla 186 - Flujo de fondos vs Inversión inicial.....</i>	<i>583</i>
<i>Tabla 187 - Inversión inicial vs Tasa de descuento.....</i>	<i>584</i>
<i>Tabla 188 - Flujo de fondos vs Inversión inicial.....</i>	<i>586</i>
<i>Tabla 189 - TIR y VAN vs Materia Prima. ....</i>	<i>587</i>
<i>Tabla 190 - TIR y VAN vs Producto. ....</i>	<i>588</i>

## **Índice de Ilustraciones**

<i>Ilustración 1 - Importación de Propilenglicol. ((IPA), 2019) .....</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 2 - Exportación de Propilenglicol. ((IPA), 2019) .....</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 3 - Consumo aparente de Propilenglicol. ((IPA), 2019) .....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 4 - Estructura del Mercado local en 2018. ((IPA), 2019).....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 5 - Mercado Proveedor. ....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 6 - Tendencia de la Producción de Biodiesel en Argentina. ..</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 7 - Ubicación de las Plantas productoras de Biodiesel. (CASTRO-, 2015). ....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 8 - Localización de los potenciales proveedores de glicerol en Argentina. ....</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 9 - Localización del proveedor de gas natural. ....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 10 - Sistema general de distribución de gas en Loma La Lata (YPF). ....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 11 - Proyección del consumo aparente de Propilenglicol en Argentina en los próximos 10 años. ....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 12 - Catalizadores utilizados en el Reformado de metano. ...</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 13 - Elemento Columna de destilación. ....</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 14 - Elemento Bomba. ....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 15 - Elemento Válvula de Expansión. ....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 16 - Elemento Condensador. ....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 17 - Elemento Separador. ....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 18 - Elemento Reciclo. ....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 19 - Elemento Divisor. ....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 20 - Elemento Mezclador. ....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 21 - Acondicionamiento de Glicerol. ....</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 22 - Acondicionamiento de Hidrógeno. ....</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 23 - Condiciones antes de la reacción. ....</i>	<i>106</i>
<i>Ilustración 24 - Composición antes de la reacción. ....</i>	<i>107</i>
<i>Ilustración 25 - Estequiometría y conversión de la reacción. ....</i>	<i>107</i>
<i>Ilustración 26 - Estequiometría y conversión de la reacción (2).....</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 27 - Condiciones en el interior del reactor. ....</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 28 - Etapa de reacción. ....</i>	<i>109</i>
<i>Ilustración 29 - Etapa de separación de compuestos gaseosos. ....</i>	<i>110</i>

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

<i>Ilustración 30 - Diseño y conexiones de T-301. ....</i>	<i>111</i>
<i>Ilustración 31 - Especificaciones de T-301.....</i>	<i>112</i>
<i>Ilustración 32 - Rating de T-301. ....</i>	<i>113</i>
<i>Ilustración 33 - Tray Sizing de T-301.....</i>	<i>113</i>
<i>Ilustración 34 - Column Environment de T-301. ....</i>	<i>114</i>
<i>Ilustración 35 - Diseño y conexiones de T-302. ....</i>	<i>115</i>
<i>Ilustración 36 - Especificaciones de T-302.....</i>	<i>116</i>
<i>Ilustración 37 - Rating de T-302. ....</i>	<i>116</i>
<i>Ilustración 38 - Tray Sizing de T-302.....</i>	<i>117</i>
<i>Ilustración 39 - Column Environment de T-302. ....</i>	<i>118</i>
<i>Ilustración 40 - Diseño y conexiones de T-303. ....</i>	<i>119</i>
<i>Ilustración 41 - Especificaciones de T-303.....</i>	<i>120</i>
<i>Ilustración 42 - Rating de T-303. ....</i>	<i>120</i>
<i>Ilustración 43 - Tray Sizing de T-303.....</i>	<i>121</i>
<i>Ilustración 44 - Column Environment de T-303. ....</i>	<i>121</i>
<i>Ilustración 45 - Ley de conservación de la materia. ....</i>	<i>125</i>
<i>Ilustración 46 - Esquema de un compresor de Hidrógeno. ....</i>	<i>137</i>
<i>Ilustración 47 - Esquema de una bomba centrífuga.....</i>	<i>140</i>
<i>Ilustración 48 - Esquema de un mezclador estático.....</i>	<i>144</i>
<i>Ilustración 49 - Esquema de un intercambiador de calor de tubo y coraza. .....</i>	<i>152</i>
<i>Ilustración 50 - Esquema de un reactor de lecho fijo. ....</i>	<i>154</i>
<i>Ilustración 51 - Esquema de un divisor de flujo.....</i>	<i>157</i>
<i>Ilustración 52 - Esquema de una válvula de expansión. ....</i>	<i>160</i>
<i>Ilustración 53 - Esquema de un separador flash.....</i>	<i>163</i>
<i>Ilustración 54 - Esquema de una columna de destilación. ....</i>	<i>183</i>
<i>Ilustración 55 - Diagrama de Reja. ....</i>	<i>205</i>
<i>Ilustración 56 - Esquema de una Torre de enfriamiento. ....</i>	<i>211</i>
<i>Ilustración 57 - Método gráfico empleado. ....</i>	<i>221</i>
<i>Ilustración 58 - Caldera PIROBLOC seleccionada.....</i>	<i>224</i>
<i>Ilustración 59 - Transformador eléctrico ORMAZÁBAL seleccionado... </i>	<i>229</i>
<i>Ilustración 60 - Generador eléctrico CUMMINS seleccionado. ....</i>	<i>231</i>
<i>Ilustración 61 - Medidor de flujo másico tipo coriolis. ....</i>	<i>237</i>
<i>Ilustración 62 - Esquema de un skid de gas natural.....</i>	<i>238</i>
<i>Ilustración 63 - Boletín de reguladores Fisher para Tank Blanketing....</i>	<i>244</i>
<i>Ilustración 64 - Válvula PAD para gas de Blanketing. ....</i>	<i>244</i>
<i>Ilustración 65 - Válvula DEPAD para gas de venteo. ....</i>	<i>245</i>
<i>Ilustración 66 - Esquema de un skid de aire para instrumentos. ....</i>	<i>246</i>
<i>Ilustración 67 - Esquema de una antorcha autoportante.....</i>	<i>250</i>

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

<i>Ilustración 68 - Esquema de una antorcha con vientos.....</i>	<i>251</i>
<i>Ilustración 69 - Esquema de una antorcha con Derrick fijo.....</i>	<i>252</i>
<i>Ilustración 70 - Esquema de una antorcha con Derrick desmontable... </i>	<i>252</i>
<i>Ilustración 71 - Esquema de una antorcha horizontal. ....</i>	<i>253</i>
<i>Ilustración 72 - Esquema de una antorcha de llama oculta.....</i>	<i>253</i>
<i>Ilustración 73 - Esquema de una antorcha vertical auxiliada con vapor.</i>	
<i>.....</i>	<i>256</i>
<i>Ilustración 74 - Knock Out Drum de la antorcha.....</i>	<i>258</i>
<i>Ilustración 75 - Esferas con el mismo nivel de radiación.....</i>	<i>267</i>
<i>Ilustración 76 - Modelización de la antorcha en partes para cálculo de</i>	
<i>pérdida de carga.....</i>	<i>269</i>
<i>Ilustración 77 - Ábaco del sello molecular. ....</i>	<i>274</i>
<i>Ilustración 78 - Referencias geométricas para el dimensionamiento de</i>	
<i>una antorcha.....</i>	<i>276</i>
<i>Ilustración 79 - Tanque atmosférico de techo fijo.....</i>	<i>287</i>
<i>Ilustración 80 - Tanque atmosférico de techo flotante.....</i>	<i>288</i>
<i>Ilustración 81 - Partes de un tanque de almacenamiento. ....</i>	<i>293</i>
<i>Ilustración 82 - Vista superior del TK-403. ....</i>	<i>318</i>
<i>Ilustración 83 - Cordones de soldadura.....</i>	<i>319</i>
<i>Ilustración 84 - Vista inferior del TK-403. ....</i>	<i>320</i>
<i>Ilustración 85 - Boquillas.....</i>	<i>325</i>
<i>Ilustración 86 - Detalles de soldadura. ....</i>	<i>336</i>
<i>Ilustración 87 - Esquema de montaje. ....</i>	<i>337</i>
<i>Ilustración 88 - Esquema final del TK-403.....</i>	<i>339</i>
<i>Ilustración 89 - Esquema de un intercambiador de tubo y coraza. ....</i>	<i>347</i>
<i>Ilustración 90 - Nomenclatura de intercambiadores de tubo y coraza. .</i>	<i>350</i>
<i>Ilustración 91 - Corte transversal de un deflector.....</i>	<i>356</i>
<i>Ilustración 92 - Flujo cruzado y by pass. ....</i>	<i>356</i>
<i>Ilustración 93 - Corrientes de by pass. ....</i>	<i>357</i>
<i>Ilustración 94 - Corrientes de fugas tubo-baffle.....</i>	<i>358</i>
<i>Ilustración 95 - Tipo de intercambiador en Software HTRI.....</i>	<i>371</i>
<i>Ilustración 96 - Selección de paquete termodinámico en Software HTRI.</i>	
<i>.....</i>	<i>372</i>
<i>Ilustración 97 - Condiciones del proceso en Software HTRI.....</i>	<i>373</i>
<i>Ilustración 98 - Geometría de tubos. HTRI.....</i>	<i>374</i>
<i>Ilustración 99 - Geometría de coraza y baffles. HTRI. ....</i>	<i>375</i>
<i>Ilustración 100 - Datos generales del E-101. HTRI.....</i>	<i>376</i>
<i>Ilustración 101 - Data sheet E-101. HTRI.....</i>	<i>377</i>
<i>Ilustración 102 - Representación del E-101 en HTRI.....</i>	<i>378</i>

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

<i>Ilustración 103 - Distribución de los tubos en la carcasa en HTRI. ....</i>	<i>378</i>
<i>Ilustración 104 - Plan de ajuste. HTRI. ....</i>	<i>379</i>
<i>Ilustración 105 - Representación en 3D del intercambiador E-101. HTRI. .....</i>	<i>380</i>
<i>Ilustración 106 - Representación en 3D del E-101. Vista de tubos. HTRI. .....</i>	<i>380</i>
<i>Ilustración 107 - Representación en 3D del E-101. Vista de tubos y baffles. HTRI. ....</i>	<i>381</i>
<i>Ilustración 108 - Representación en 3D del E-101. Vista de baffles y boquillas. HTRI. ....</i>	<i>381</i>
<i>Ilustración 109 - Coeficiente de espesor. ....</i>	<i>384</i>
<i>Ilustración 110 - Espesor de la coraza. ....</i>	<i>385</i>
<i>Ilustración 111 - Proyecciones mínimas recomendadas para boquillas. .....</i>	<i>395</i>
<i>Ilustración 112 - Dimensiones de bridas. ....</i>	<i>397</i>
<i>Ilustración 113 - Bridas clase 300. ....</i>	<i>397</i>
<i>Ilustración 114 - Dimensiones de bridas. ....</i>	<i>397</i>
<i>Ilustración 115 - Espárragos. ....</i>	<i>398</i>
<i>Ilustración 116 - Diámetro de los soportes. ....</i>	<i>399</i>
<i>Ilustración 117 - Soportes. ....</i>	<i>400</i>
<i>Ilustración 118 - Orejas de izaje. ....</i>	<i>401</i>
<i>Ilustración 119 - Líneas de instrumentación. ....</i>	<i>409</i>
<i>Ilustración 120 - Simbología de los equipos e instrumentos. ....</i>	<i>413</i>
<i>Ilustración 121 - Codificación de equipos. ....</i>	<i>414</i>
<i>Ilustración 122 - Esquemmatización de instrumentos. ....</i>	<i>414</i>
<i>Ilustración 123 - Indicadores locales. ....</i>	<i>415</i>
<i>Ilustración 124 - Esquemmatización de transmisores. ....</i>	<i>416</i>
<i>Ilustración 125 - Transmisores. ....</i>	<i>416</i>
<i>Ilustración 126 - Esquemmatización de switches. ....</i>	<i>417</i>
<i>Ilustración 127 - Switches. ....</i>	<i>417</i>
<i>Ilustración 128 - Válvulas. ....</i>	<i>418</i>
<i>Ilustración 129 - Válvulas (2). ....</i>	<i>418</i>
<i>Ilustración 130 - Válvulas (3). ....</i>	<i>419</i>
<i>Ilustración 131 - Válvulas (4). ....</i>	<i>419</i>
<i>Ilustración 132 - Codificación de cañerías. ....</i>	<i>420</i>
<i>Ilustración 133 - Criterio recomendado con base a la caída de presión recomendada. ....</i>	<i>422</i>
<i>Ilustración 134 - Criterio recomendado con base a la velocidad recomendada. ....</i>	<i>423</i>

## PROYECTO FINAL – PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Barros Maximiliano – Quidel Jairo.

<i>Ilustración 135 - Localización de la Planta. ....</i>	<i>470</i>
<i>Ilustración 136 - Distancias mínimas recomendadas. ....</i>	<i>476</i>
<i>Ilustración 137 - Distanciamiento mínimo entre tanques. ....</i>	<i>478</i>
<i>Ilustración 138 - Rombo de materiales peligrosos. ....</i>	<i>489</i>
<i>Ilustración 139 - Rombo de seguridad Propilenglicol. ....</i>	<i>494</i>
<i>Ilustración 140 - Rombo de seguridad Etilenglicol. ....</i>	<i>495</i>
<i>Ilustración 141 - Rombo de seguridad Glicerol. ....</i>	<i>496</i>
<i>Ilustración 142 - Bombas contra Incendios. ....</i>	<i>520</i>
<i>Ilustración 143 - Localización satelital de la Planta. ....</i>	<i>528</i>
<i>Ilustración 144 - Punto de equilibrio. ....</i>	<i>580</i>
<i>Ilustración 145 - Flujo de fondos vs Tasa de descuento. ....</i>	<i>582</i>
<i>Ilustración 146 - Flujo de fondos vs Inversión inicial. ....</i>	<i>583</i>
<i>Ilustración 147 - Inversión inicial vs Tasa de descuento. ....</i>	<i>584</i>
<i>Ilustración 148 - Flujo de fondos vs Inversión inicial. ....</i>	<i>585</i>
<i>Ilustración 149 - VAN vs Precio Glicerol. ....</i>	<i>587</i>
<i>Ilustración 150 - TIR vs Precio Glicerol. ....</i>	<i>588</i>
<i>Ilustración 151 - VAN vs Precio Propilenglicol. ....</i>	<i>589</i>
<i>Ilustración 152 - TIR vs Precio Propilenglicol. ....</i>	<i>589</i>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 27 de 615

## CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 28 de 615

## 1.1 - INTRODUCCIÓN

### 1.1.1 - PROPILENGLICOL

El propilenglicol, conocido también por el nombre sistemático propano-1,2-diol, es un compuesto orgánico (un diol alcohol), usualmente insípido, inodoro, e incoloro. Es un líquido aceitoso claro, higroscópico y miscible con agua, acetona, y cloroformo.

Es un importante commodity tradicionalmente derivado de óxidos de propileno.

El propilenglicol se usa industrialmente en la elaboración de varios alimentos y bebidas, cumpliendo las funciones de humectante, estabilizador, antioxidante, antimicrobiano, potenciador de la acción de otros aditivos, etc.

En el campo industrial tiene numerosos usos:

- Anticongelante.
- Solvente.
- En la elaboración de resinas y plásticos.
- Telas de poliéster, colorantes y tintes.

La dependencia con el petróleo crudo como fuente de propileno y propilenglicol ha causado una gran inestabilidad tanto en el precio como en la oferta, pero la oferta del glicerol proveniente del biodiesel, abundante y más barata podría resolver este problema. (Bolívar, 2010).

La glicerina empleada para la producción del PG será la obtenida como subproducto en la producción de Biodiesel, llamada glicerina cruda, la cual suele tener las siguientes composiciones:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 29 de 615

Propiedades	Glicerina cruda
Contenido de glicerol	40%-88%
Ceniza	2% máx.
Contenido de humedad	NA
Cloruros	NA
Color	NA
Gravedad específica	NA
Sulfato	NA
Análisis	NA
Metales pesados	NA
Componentes clorados	NA
Residuos de ignición	NA
Ácidos grasos y esteres	NA
Agua	NA
pH (Solución 10%)	4-9
Residuos orgánicos	2% máx.

*Tabla 1 - Composición de la glicerina cruda obtenida en el proceso de obtención del Biodiesel.*

La glicerina cruda contiene una gran cantidad de metanol, agua, jabones y sales.

Normalmente tiene un contenido de glicerol entre 40% y 88% en peso.

La glicerina cruda posee un valor muy bajo en el mercado a causa de sus impurezas. La composición de esta glicerina varía dependiendo de la familia de la materia prima utilizada y de las condiciones del proceso de producción de biodiesel.

La composición química de las diferentes grasas y aceites utilizados para fabricar biodiesel presentan algunas diferencias entre sí. Cada molécula de grasa o aceite contiene un esqueleto de tres carbonos y cada uno de esos carbonos tiene acoplada una cadena de ácidos grasos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN			PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina				Año de cursada: 2018	
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 30 de 615

Estas cadenas son las que reaccionan con el alcohol durante la producción de biodiesel.

## 1.2 - JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

### 1.2.1 – PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

Para la producción de este glicol, en principio se recurrió a los anuarios estadísticos, para conocer su oferta y demanda en nuestro país.

La siguiente tabla, resume una tendencia favorable en el consumo de Propilenglicol, sumado al hecho de no producirse en el país y tampoco en países limítrofes, siendo México el país productor más cercano.

ARGENTINA			Oferta y demanda (t/año)					
			Capacidad	Producción	Import.	Export.	Consumo Aparente	
Empresas Product.	Ubicación De la Planta	Localidad	2008	0	0	9011	81	8930
			2009	0	0	8134	645	7489
			2010	0	0	10531	256	10275
NO HAY PRODUCCIÓN			2011	0	0	9582	190	9392
			2012	0	0	9621	243	9378
			2013	0	0	11097	81	11016

*Tabla 2 - Oferta y demanda de la Producción de Propilenglicol en Argentina. (Asociación Petroquímica Latino Americana, 2014)*

De esta forma se elige el proyecto de producción de propilenglicol a partir de glicerol.

Este proceso, en cambio, tiene muchas ventajas en cuanto a la materia prima, consiguiéndose fácilmente en gran masa ya que es un residuo muy abundante de la producción de biodiesel el cual tiene un crecimiento de producción elevado, y también aprovechando que para la producción de propilenglicol se va a usar

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 31 de 615

dicha materia prima cruda, sin un tratamiento previo al proceso principal, aprovechando las ventajas del catalizador a usarse.

Esta fue una de las principales razones a la hora de definir el proyecto.

### 1.3 - OBJETIVOS DEL PROYECTO

Para la elección del proyecto se consideraron 3 argumentos y basándonos en gran parte en la amplia cantidad de ventajas que trae consigo la materia prima empleada, se propuso lo siguiente:

- 1) Proponer una alternativa concreta para solucionar el problema que se genera en la creciente oferta de glicerol, el cual, si aumenta la producción de biodiesel, terminará siendo un residuo.

El continuo aumento de la producción del biodiesel impulsó el incremento en la oferta de glicerina cruda. Por su condición de subproducto analizar el volumen de la producción de biodiesel es equivalente a analizar la producción de glicerina cruda. Si bien la industria del biodiesel en nuestro país, a partir del último cuatrimestre del 2012 y comienzos del 2013, se encuentra con un panorama complicado, tanto en el mercado interno como externo, es de esperar que esto sea momentáneo y se retome el enorme crecimiento que caracterizó al sector del año 2006 al 2012.

- 2) Utilizar materia prima renovable permitiendo un desarrollo ambiental sustentable.

La necesidad de fuentes de energía renovable a nivel global terminara impulsando nuevamente la industria del biodiesel, independientemente de los insumos que se utilicen para fabricarlo. Por lo tanto, las ventajas ambientales que tendremos están asociadas al uso de materias primas renovables y las

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA		Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>		 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina				Año de cursada: 2018			
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 32 de 615		

ventajas económicas a la valorización del subproducto del biodiesel, buscando la sustentabilidad de los procesos relacionados al nuestro.

- 3) Obtener propilenglicol y etilenglicol, ambos productos no producidos en el país, permitiendo sustituir importaciones con el consecuente ahorro de divisas.

En Argentina, la glicerina disponible es utilizada en mayor porcentaje (18%) en la producción de drogas y fármacos y le sigue en segundo lugar en las mismas proporciones (16%) el cuidado personal y el uso de la glicerina en la producción de Poliester y polioles.

## 1.4 - ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Para llevar a cabo los objetivos del proyecto, éste se estructurará en 13 bloques o capítulos cuyo contenido se describe a continuación:

- **CAPÍTULO II – ESTUDIO DE MERCADO:** Este capítulo está dedicado al estudio de mercado del proyecto y los ítems que lo componen: mercado consumidor, mercado proveedor, mercado competidor, etc. Para el estudio del mismo se recurre a datos extraídos de anuarios estadísticos, compilando estos datos mediante gráficos realizados en Microsoft Excel.
- **CAPÍTULO III – FILOSOFÍA DE OPERACIÓN:** La filosofía de operación incluye el estudio detallado del proceso de producción de Propilenglicol. Para comprender el proceso, se presenta en Diagrama de flujo del mismo, con su codificación de equipos correspondiente, patentes consultadas, descripción general del proceso y por etapas, datos operativos de equipos críticos.
- **CAPÍTULO IV – SIMULACIÓN EN ASPEN HYSYS:** Este capítulo, aborda el proceso detallado en el capítulo anterior, pero simulado a través de un

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 33 de 615

software de simulación de procesos llamado ASPEN HYSYS. Este software nos permite representar nuestro proceso y conocer datos de corrientes, composición, caudales finales. Posee en su base de datos, todos los componentes necesarios para representar el proceso, representando en el mismo todas las operaciones unitarias involucradas (destilación, separación, reacción, etc).

- **CAPÍTULO V – BALANCE DE MATERIA:** En el capítulo V, se recogen los datos obtenidos de la simulación a través de HYSYS, y se realiza el balance de materia, tanto global como por equipos. En el mismo se presentan nuevamente las reacciones involucradas, su conversión y selectividad, datos fundamentales para obtener los caudales de producto deseados.
- **CAPÍTULO VI – SERVICIOS AUXILIARES:** El balance de masa y energía de los servicios auxiliares se describe en este capítulo. Redes de intercambio de calor, agua de enfriamiento, circuito de aceite térmico, gas de blanketing, sistema de antorcha, sistema de aire de instrumentos, energía eléctrica y gas natural, son los servicios auxiliares necesarios para la operación cotidiana de la Planta.
- **CAPÍTULO VII – INGENIERÍA DE DETALLE TK-403:** La ingeniería de detalle es el estudio del diseño del equipo en su totalidad. En este capítulo se contempla el diseño de los paneles exteriores, diámetro, volumen, boquillas externas, escaleras, plataformas, plan de montaje, construcción de virolas, longitud de soldaduras, etc.
- **CAPÍTULO VIII – INGENIERÍA DE DETALLE E-101:** En este capítulo, se realiza el diseño detallado de un intercambiador de calor, el cual incluye el diseño térmico y mecánico. Se utiliza también el Software HTRI, que

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 34 de 615

nos otorga el data sheet del intercambiador, que es un estudio mucho más preciso que por los métodos convencionales (Método Kern).

- **CAPÍTULO IX – P&ID DEL PROCESO:** El capítulo IX, realiza un estudio exhaustivo del proceso y se expone el diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID). Se enlistan los instrumentos utilizados y se presenta un estudio de las líneas de proceso y su codificación.
- **CAPÍTULO X – LAYOUT:** Aquí se estudia en detalle, lo referido a la ubicación espacial de los equipos en planta, y las condiciones mínimas requeridas de distanciamiento entre los mismos.
- **CAPÍTULO XI – SEGURIDAD DE LA PLANTA:** Para finalizar lo referido estrictamente al proceso, se realiza un estudio de las condiciones de seguridad del mismo. Defensas activas, defensas pasivas, plan de evacuación ante siniestros, son algunos de los temas tratados en este capítulo.
- **CAPÍTULO XII – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:** Cuidar del Medio Ambiente es prioridad en estos tiempos, por ello se estudia el potencial poder de contaminación de cada uno de los desechos del proceso y su impacto al medio, buscando minimizar los mismos. En este capítulo se presenta en detalle un plan de gestión ambiental de nuestra Planta.
- **CAPÍTULO XIII – ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO:** La factibilidad económica del Proyecto se estudia en este apartado. Conceptos como VAN, TIR, Tasa de descuento, amortización, son estudiados en este capítulo. Se adjuntan gráficos en Microsoft Excel que demuestran la factibilidad del Proyecto.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 35 de 615

## 1.5 - BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Petroquímica Latino Americana. (2014).
- Blanco, S. Á. (2012). *Tecnología de los Plásticos*. Obtenido de <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/03/alcohol-de-polivinilo.html>
- Bolívar, G. (2010). *Propilenglicol: Estructura, propiedades, síntesis y usos*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/propilenglicol>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>36</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO II - ESTUDIO DE MERCADO

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 37 de 615

## 2.1 - ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado es un proceso sistemático de recolección y análisis de datos e información acerca de los compradores, competidores y el mercado.

Sus usos incluyen ayudar a crear un plan de negocios, lanzar un nuevo producto o servicio, mejorar productos o servicios existentes y expandirse a nuevos mercados.

En nuestro caso, construiremos una idea propia en cuanto a los factores económicos que influyen en la viabilidad comercial de una planta de producción de Propilenglicol. (Shujel, s.f.)

Muchas preguntas pueden ser respondidas gracias a un estudio de mercado:

- ¿Qué está pasando en el mercado?
- ¿Cuáles son las tendencias?
- ¿Quiénes son los competidores?
- ¿Qué opinión tienen los consumidores acerca de los productos presentes en el mercado?
- ¿Qué necesidades son importantes?
- ¿Están siendo satisfechas esas necesidades por los productos existentes?

### 2.1.1 - OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

Los objetivos del estudio de mercado son los siguientes:

- Análisis de mercado correspondiente a las materias primas e insumos necesarios para el desarrollo el proceso.
- Análisis de mercado competidor correspondiente a nuestro proyecto.
- Análisis de mercado consumidor.
- Selección de mercado al cual apuntará el proyecto.
- Estimar la proyección de la demanda.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 38 de 615

- Determinar el módulo de producción.

### 2.1.2 - DEMANDA. PRODUCCIÓN. IMPORTACIÓN Y CONSUMO APARENTE

Nos enfocaremos en las estadísticas de la demanda, producción, importación y consumo aparente de los últimos años.

La información recopilada pertenece al anuario de Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química Argentina del Instituto Petroquímico Argentino (IPA).

El primer anuario del IPA fue publicado en el año 1977 y desde entonces todos los años lanza una nueva edición con datos estadísticos actualizados del sector, con el fin de cumplir los siguientes objetivos:

- Promover la investigación técnica aplicada.
- Realizar estudios y análisis sectoriales.
- Capacitar a técnicos y profesionales para la actividad del sector.
- Realizar otros servicios que contribuyan al desarrollo de la Industria Petroquímica.

Las series estadísticas de producción, importación, exportación y consumo aparente corresponden a los años 2009-2018.

En la siguiente tabla se muestra la información recopilada del Instituto Petroquímico Argentino:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 39 de 615

Año	Producción (ton)	Importación (ton)	Exportación (ton)	Consumo Aparente (ton)	Valor comercio exterior (U\$S/ton)	
					Importación (CIF)	Exportación (FOB)
2009	-----	9.895	263	9.632	1.337	-----
2010	-----	12.154	261	11.983	1.622	-----
2011	-----	13.721	264	13.257	1.926	-----
2012	-----	14.446	209	14.237	1.902	-----
2013	-----	11.466	276	11.190	1.822	-----
2014	-----	11.128	566	10.526	1.810	-----
2015	-----	13.395	196	13.199	1.718	-----
2016	-----	11.053	214	10.839	1.180	-----
2017	-----	10.910	140	10.770	1.132	-----
2018	-----	10.147	9	10.138	1.400	-----

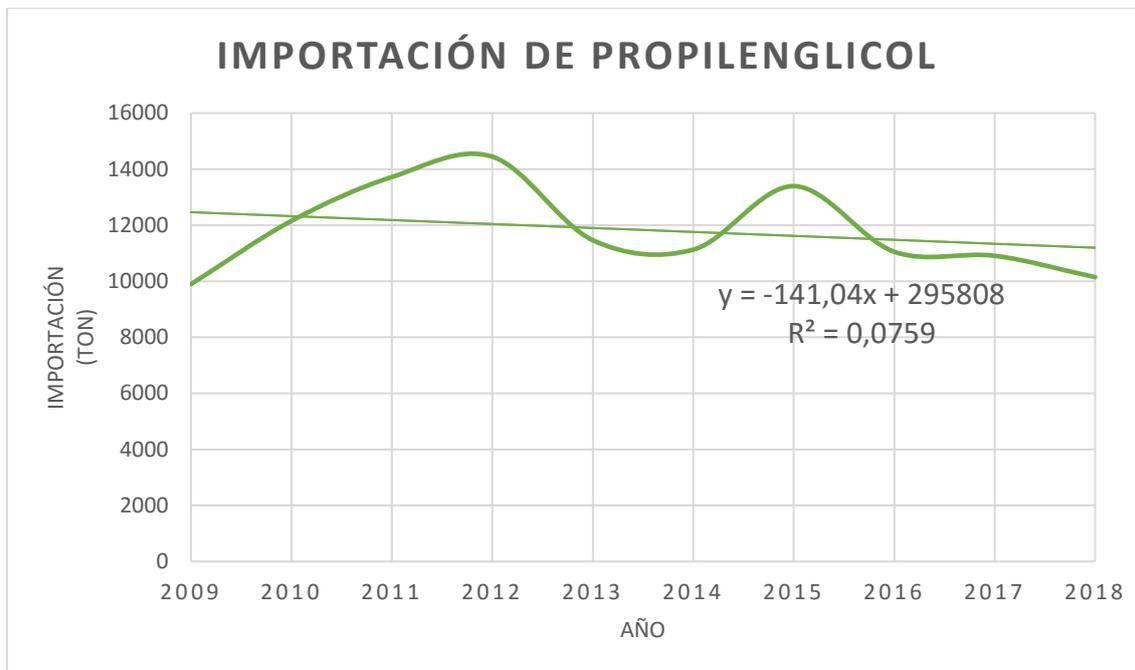
*Tabla 3 - Recopilación de datos estadísticos de Propilenglicol. ((IPA), 2019)*

Podemos observar que en Argentina no hay producción de Propilenglicol. Por lo tanto, es un producto que debe importarse.

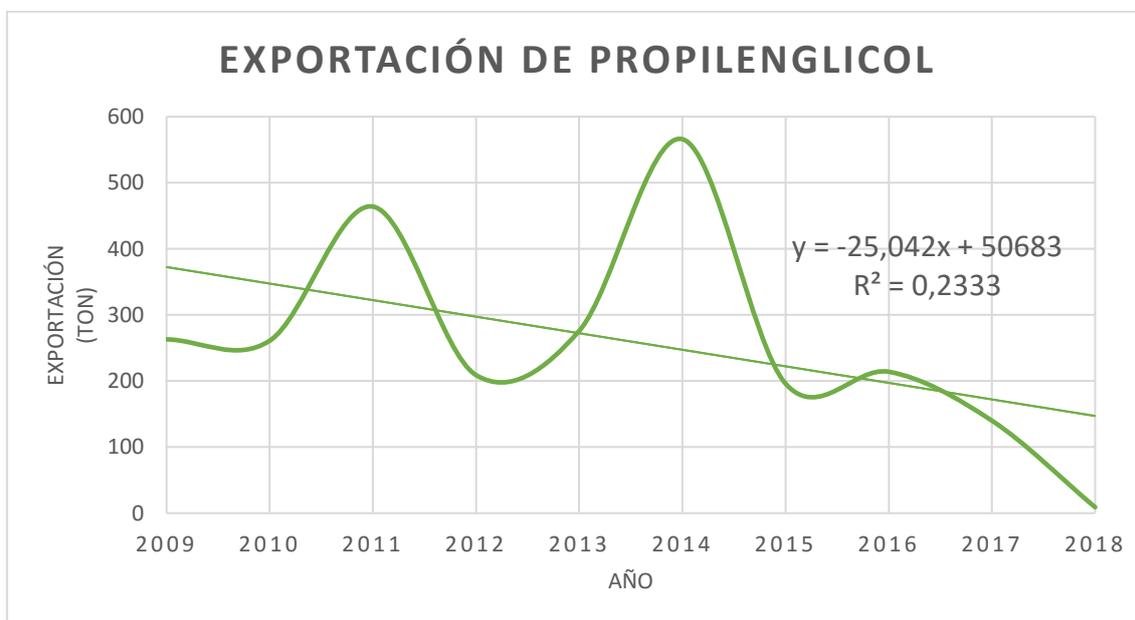
Además, puede observarse que la importación ha crecido anualmente, presentando caídas cíclicas en los períodos 2008-2009, 2013-2014 y 2015-2016.

Sin embargo, en el año 2017 ha incrementado nuevamente, con grandes probabilidades de continuar este incremento en los años posteriores.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 40 de 615



*Ilustración 1 - Importación de Propilenglicol. ((IPA), 2019)*



*Ilustración 2 - Exportación de Propilenglicol. ((IPA), 2019)*

El consumo aparente es una forma de medir la cantidad de producto de que dispone un país para su consumo. En esta estimación se considera la producción nacional y las importaciones como así también las exportaciones.

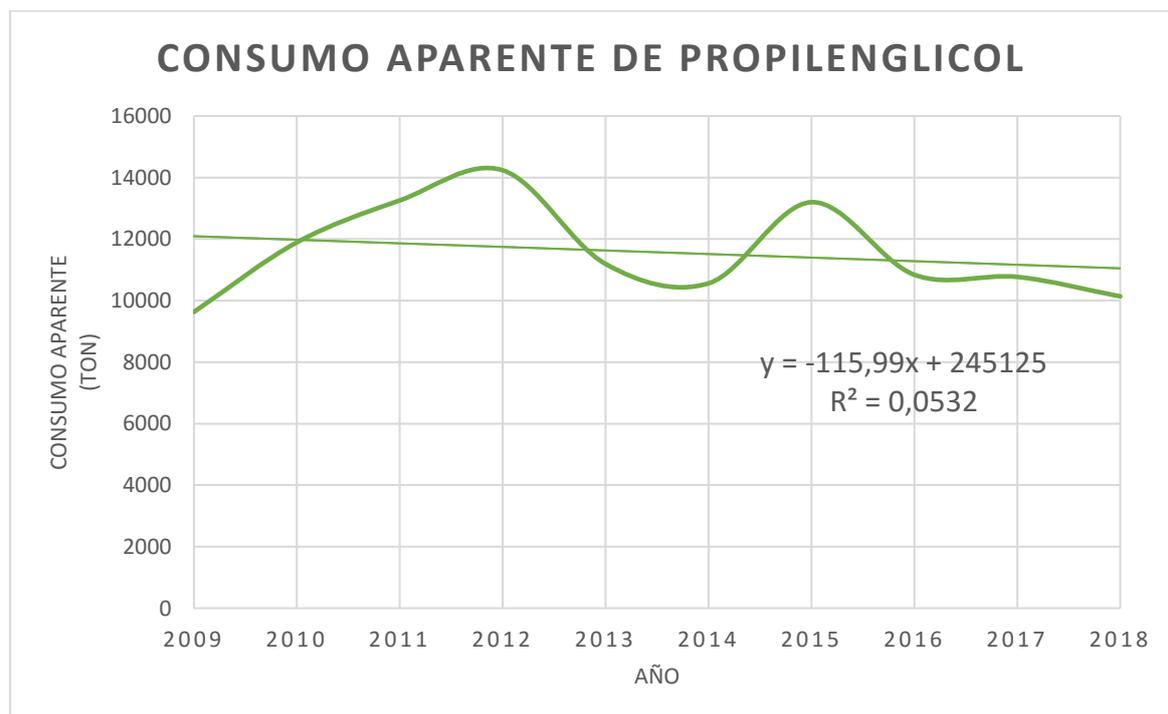
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA		Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>		 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina				Año de cursada: 2018			
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 41 de 615		

Para poder calcular el consumo aparente se suma la producción más la importación y se restan las exportaciones.

$$CA = P + I - E$$

En este caso como no hay producción de propilenglicol, el consumo aparente es el resultado de la importación menos la exportación.

A continuación, se muestra el gráfico de consumo aparente de propilenglicol en los últimos años.



**Ilustración 3 - Consumo aparente de Propilenglicol. ((IPA), 2019)**

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 42 de 615

## 2.2 - MERCADO CONSUMIDOR

Comenzando con el mercado consumidor, analizamos dentro de la industria de Propilenglicol, los principales usos del mismo, de acuerdo a la estructura del mercado local en 2018.



*Ilustración 4 - Estructura del Mercado local en 2018. ((IPA), 2019)*

Como lo indica el gráfico de torta, la producción de resinas de poliéster demanda la mayor cantidad de propilenglicol para su proceso, siendo el 36% de la importación total.

Luego sigue la producción de productos de limpieza y cuidado personal (19%), fragancias y sabores (15%), industrias farmacéuticas (10%), tabacaleras (5%), químicas (4%), y para procesos de producción de pinturas (3%), en ese orden respectivamente, dejando el 8% restante a consumos varios.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 43 de 615

Nuestra producción apunta a abarcar el 100% de la demanda insatisfecha de propilenglicol. Por lo tanto, nuestro mercado consumidor se enfoca en cada uno de los productos mencionados anteriormente.

A continuación, se confecciona una lista de las empresas productoras de resinas de poliéster en Argentina, ya que éstas demandan la mayor cantidad de Propilenglicol para sus respectivos procesos.

Empresa	Producto	Ubicación
Ester Vinil S.R.L.	Resinas poliéster.	Buenos Aires.
Henry Hirschen y Cía.	Resinas PVC.	Buenos Aires.
NOVARCHEM S.A	Resinas epoxi.	Buenos Aires.
Laquimar sacif.	Resinas PVC.	Buenos Aires.
IQASA S.A.	Resinas poliéster.	Buenos Aires.
Resinas EMEC.	Resinas poliéster.	Buenos Aires.
Kamik Argentina S.R.L.	Resinas poliéster.	Buenos Aires.
Tecnomet Ind. Com.	Resinas poliéster.	Buenos Aires.
Arubras S.A.	Resinas poliéster.	Buenos Aires.
Noviplast. S.A.	Resinas epoxi.	Buenos Aires.
Poliresinas San Luis.	Resinas poliéster.	San Luis.
Santa Rosa Plásticos.	Resinas poliéster.	Buenos Aires.
Resinas granero.	Resinas poliéster.	Mendoza.
Silquim & Cía.	Resinas poliéster.	Buenos Aires.

*Tabla 4 - Empresas productoras de Resinas Poliéster en Argentina.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 44 de 615

### 2.2.1 - ESTER VINIL S.R.L:

Es una empresa que se encuentra situada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Esta empresa se dedica a la fabricación de productos químicos tales como resinas, aditivos para plásticos, pigmentos, fibras aislantes, etc. (ESTER VINIL S.R.L, s.f.)

### 2.2.2 - HENRY HIRSCHEN Y CÍA. S.A:

Esta empresa, ubicada también en la localidad de Buenos Aires, importa y distribuye productos químicos para las industrias de: alimentos, cosmética, petróleo, gas, cueros, pinturas, tintas, agroquímicos y textil, entre otros. (Henryhirschen, s.f.)

### 2.2.3 - NOVARCHEM S.A:

También ubicada en Buenos Aires, es una empresa proveedora especializada en formulación de compuestos epoxi, compuestos aislantes, sistemas de laminados, revestimientos decorativos, poliuretano y tejidos de refuerzo. (novarchem, s.f.)

### 2.2.4 - LAQUIMAR SACIF:

Ubicada en Buenos Aires, esta empresa importa, distribuye y comercializa productos químicos (productos de limpieza, agroquímicos, aceites, lubricantes, adhesivos, resinas, petróleo, gas, cosmética). (laquimar s.a.c.i.f, s.f.)

### 2.2.5 - IQASA S.A:

Empresa ubicada en la Provincia de Buenos Aires, fabricante de resinas de poliéster no saturadas, fibras de vidrio, aceleradores, diluyentes, catalizadores y desmoldantes. (IQASA S.A, s.f.)

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 45 de 615

### 2.2.6 - RESINAS EMEC:

Empresa ubicada en la Provincia de Buenos Aires, fabricante, distribuidora y comercializadora de resinas poliéster, cauchos siliconados y todo tipo de materiales para la elaboración de plásticos reforzados con fibra de vidrio

### 2.2.7 - KAMIK ARGENTINA S.R.L:

Ubicada en Virrey del Pino, Provincia de Buenos Aires, esta empresa se dedica a la elaboración de resinas de poliéster y productos para plásticos reforzados, como por ejemplo resinas, fibras, catalizadores, aditivos, acelerantes, diluyentes, etc. (KAMIK, s.f.)

### 2.2.8 - ARUBRAS S.A:

Es una compañía, situada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la cual es distribuidora de productos químicos, adhesivos, agroquímicos, anticongelantes, auxiliares para cueros pinturas y textiles, cosméticos, tratamientos de agua y gases, tintas y barnices, detergentes, farmacéuticos, fibras, lubricantes, petróleo gas, resinas, químicos, plásticos, pinturas y revestimientos. (ARUBAS, s.f.)

### 2.2.9 - NOVIPLAST S.A:

Ubicada en Capital Federal, Buenos Aires, esta empresa se dedica a la fabricación de resinas de poliéster, resinas epoxi y auxiliares (aceleradores, catalizadores, cera desmoldante, agente de despegue, monómero estireno, diluyente, etc) refuerzos, cauchos de silicona, látex, espuma de poliuretano, selladores, adhesivos, etc. (NOVIPLAST, s.f.)

### 2.2.10 - POLIRESINAS SAN LUIS:

Se encuentra ubicada en la Provincia de San Luis, esta empresa es productora y comercializadora de resinas de poliéster insaturadas para plásticos reforzados con fibra de vidrio, gel coats y productos sin refuerzo. (POLIRESINAS, s.f.)

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 46 de 615

### 2.2.11 - SANTA ROSA PLÁSTICOS:

Empresa situada en la Provincia de Buenos Aires, se dedica a la fabricación de Policarbonato, plásticos por extrusión, acrílicos, polietileno, polipropileno, poliuretano, plásticos por inyección, plásticos por soplado, plásticos industriales, plásticos - artículos industriales. (srplaticos, s.f.)

### 2.2.12 - RESINAS GRANERO:

Empresa situada en la Provincia de Mendoza. Se dedica a la fabricación de resinas para ácidos, colados, anticorrosivas, náuticas y con filtro solar para usos múltiples, pigmentos, etc.

La alta producción del propilenglicol es dada por su funcionalidad.

El propilenglicol calidad técnica tiene los siguientes usos industriales:

1. Fabricación de resina poliéster.
2. Limpiadores líquidos.
3. Lubricantes.
4. Refrigerante para motores.
5. Pinturas de látex.
6. Fluidos de transferencia de calor.
7. Plastificantes.
8. Disolvente.
9. Producto químico intermedio aprovechando la reactividad de los grupos hidroxilo.
10. Resinas de poliéster no saturado.
11. Anticongelante.
12. Co-disolvente en pinturas con base de agua para edificios.
13. Producto intermedio en la fabricación de resinas alquídicas para pinturas y barnices.

El propilenglicol USP tiene los siguientes usos:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 47 de 615

1. Humectante en productos farmacéuticos, cosméticos, alimentos y tabaco.
2. Como agente saborizante en bebidas.
3. Como solvente para colorear alimentos.

### 2.3 - MERCADO PROVEEDOR

Según GIA (Global Industry Analysts, Inc) en el mercado mundial de glicerina se prevé llegar a 4,4 mil millones de libras en el año 2018 (aproximadamente 2,2 millones de toneladas).

Los factores clave que impulsan el crecimiento del mercado incluyen la creciente demanda de productos cosméticos y de higiene personal, productos farmacéuticos, alimentos, bebidas y nuevos usos de la glicerina.

En la Argentina la producción de biodiesel experimento un crecimiento del 2250% en el periodo 2006-2011 impulsada por inversiones que superaron los 1.000 millones de dólares. (WOLOJ, 2011).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 48 de 615

Lista de los mercados proveedores para un producto importado por Argentina en 2016

Producto : 290532 Propilenglicol "propano-1,2-diol"

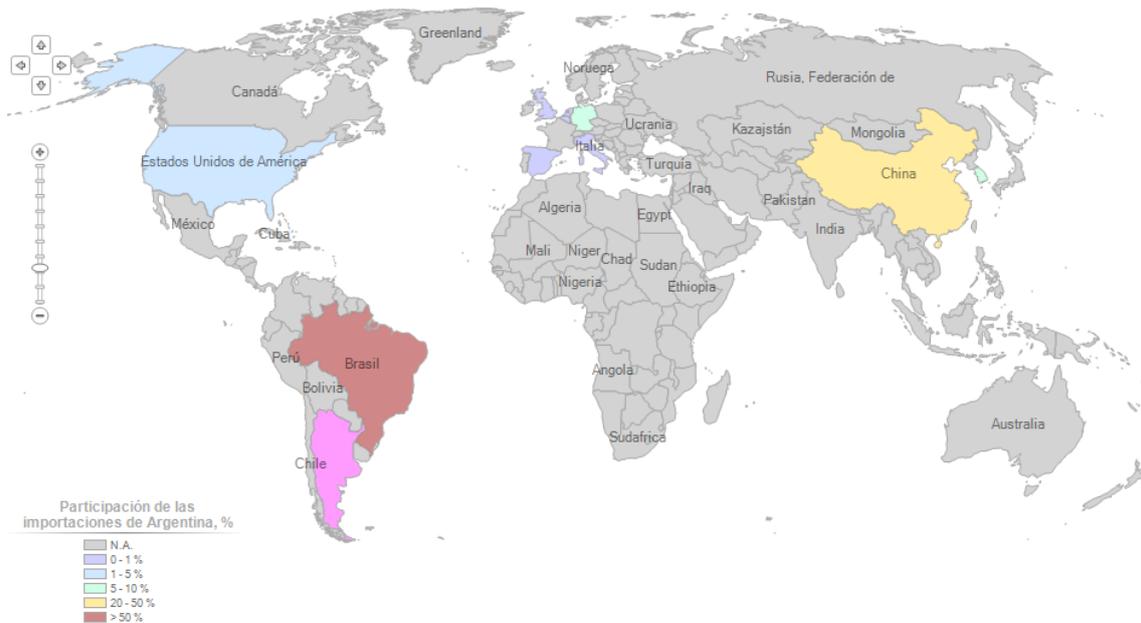


Ilustración 5 - Mercado Proveedor.

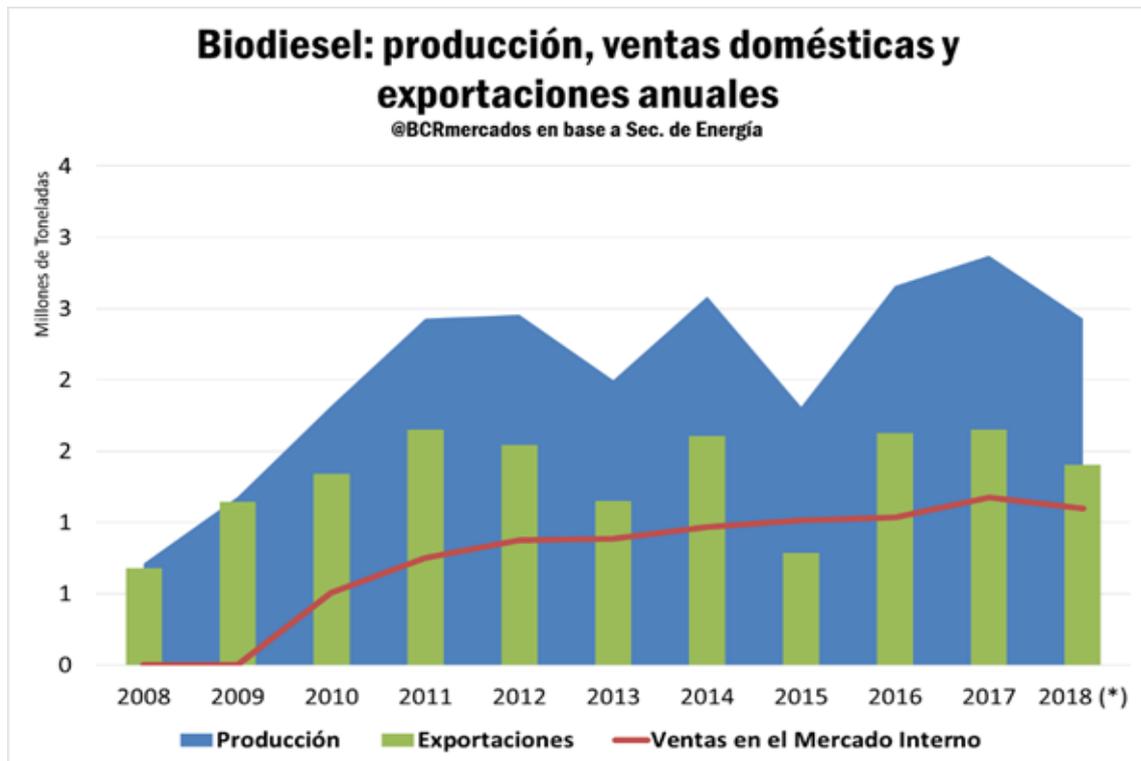


Ilustración 6 - Tendencia de la Producción de Biodiesel en Argentina.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 49 de 615

En este segmento nos enfocaremos en el mercado de las materias primas necesarias e imprescindibles para realizar nuestro proceso.

Como la producción de propilenglicol va a ser efectuada mediante Hidrogenólisis del Glicerol, nuestras dos materias primas necesarias serán Glicerina e Hidrógeno.

Tendremos en cuenta aspectos claves como:

- Disponibilidad.
- Costos de transporte.
- Costos de almacenaje.
- Costos de compra.
- Posibilidad de obtener productos sustitutos.
- Costos de seguridad operativa.

Comenzando con el análisis de mercado correspondiente a la Glicerina, es importante destacar que es un subproducto importante de la producción de Biodiesel, del cual nuestro país es uno de los principales productores.

Esto conlleva una ventaja significativa para nuestro proceso ya que dicha materia prima no tiene otra aplicación directa en la industria.

A continuación, se confeccionará una lista con las principales empresas productoras de Biodiesel de Argentina, que serán las potenciales proveedoras de nuestra materia prima Glicerina.

Empresa	Producto	Ubicación
Diaser S.A	Glicerol	San Luis
Patagonia Bioenergía S.A	Glicerol	Santa Fé
Renova	Glicerol	Santa Fé
ARIPAR	Glicerol	Buenos Aires

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 50 de 615

Cremer y Asociados	Glicerol	Santa Fé
Biobahía S.A	Glicerol	Buenos Aires
Pampa Bío S.A	Glicerol	La Pampa
UnitecBío	Glicerol	Santa Fé
Biodiesel del Plata S.A	Glicerol	Buenos Aires
Explora	Glicerol	Santa Fé
Bunge	Glicerol	Santa Fé
Viluco S.A	Glicerol	Santiago del Estero
Recom S.A	Glicerol	Santa Fé
B.H Biocombustibles S.R.L	Glicerol	Santa Fé

Tabla 5 - Principales empresas productoras de Biodiesel en Argentina.

### 2.3.1 - MAPA DE LA PRODUCCIÓN DE BODIESEL

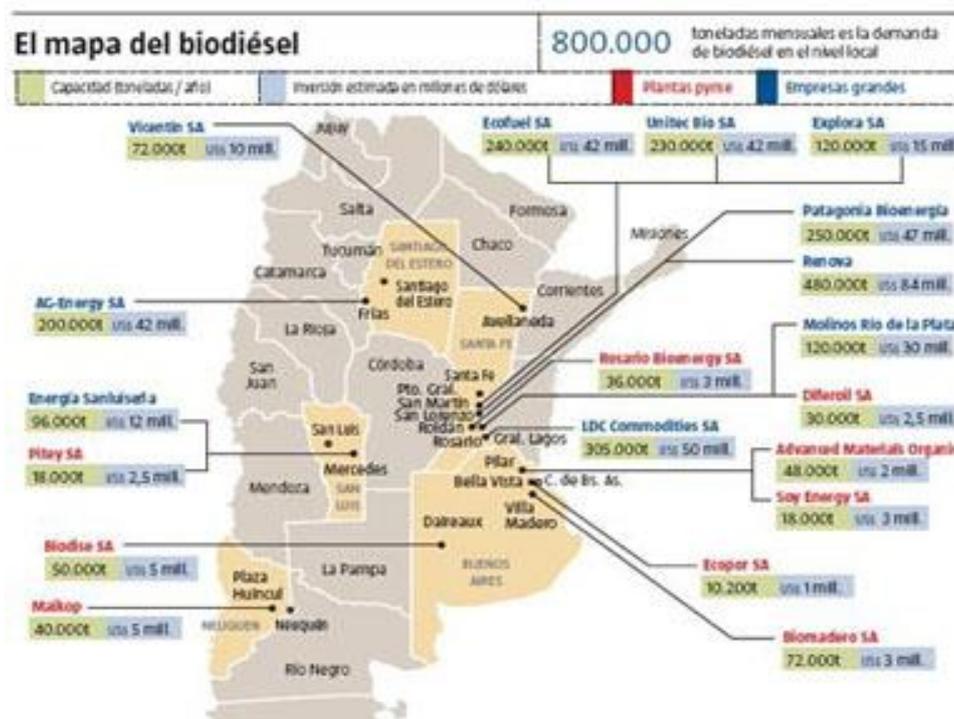
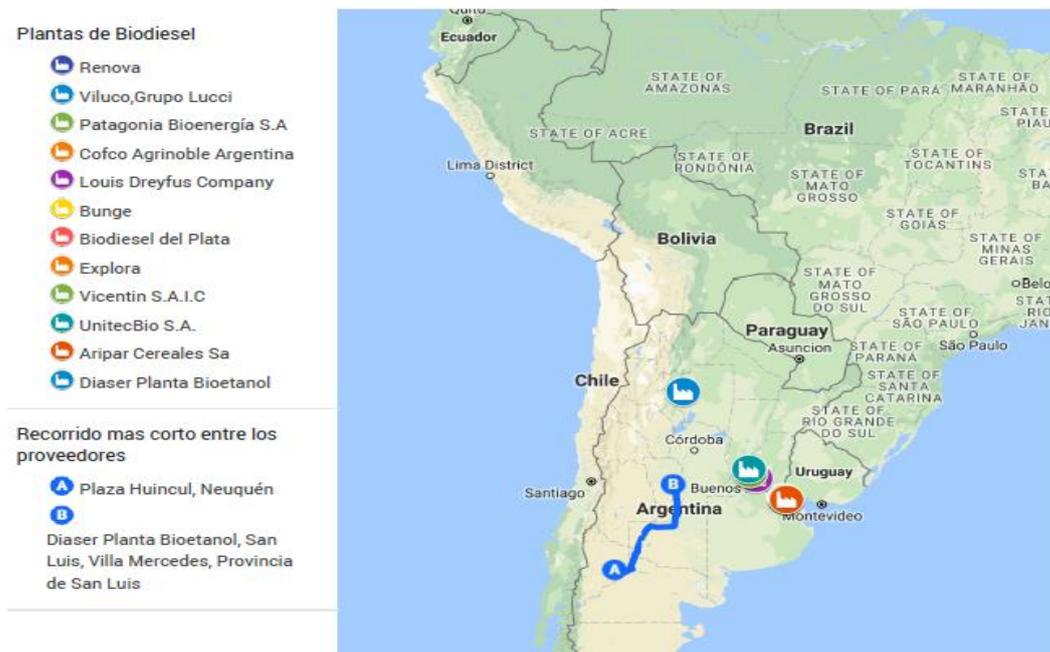


Ilustración 7 - Ubicación de las Plantas productoras de Biodiesel. (CASTRO-, 2015).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 51 de 615

Teniendo en cuenta la ubicación geográfica de las plantas productoras de Biodiesel y haciendo hincapié principalmente en los costos de transporte mencionados anteriormente, nuestro principal proveedor de Glicerina para el proceso será Diaser S.A (energía sanluisiense refinería argentina s.a) ya que se encuentra en la Provincia de San Luis y a menor distancia con respecto a nuestra planta de Propilenglicol ubicada en la Provincia del Neuquén.

En el siguiente gráfico se puede observar la distancia comprendida entre Diaser S.A en la Provincia de San Luis y nuestra planta de Propilenglicol en Neuquén.



**Ilustración 8 - Localización de los potenciales proveedores de glicerol en Argentina.**

Con respecto al Hidrógeno, hemos decidido producir nuestra propia materia prima.

Esto significa una instalación de una planta aledaña a la principal en la cual se va a producir Hidrógeno y Dióxido de Carbono, siendo éste un subproducto de alto valor dentro de la industria y el cual puede ser vendido con facilidad.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 52 de 615

Por lo tanto, retomando lo referido al glicerol, lo obtendremos de dos empresas:

Diaser S.A:

- CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN: 96.000 ton/año.

Renova S.A:

- CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN: 500.000 ton/año.

Como el hidrógeno va a ser producido, se deberá obtener la materia prima para la obtención de éste.

2.3.2 - PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

Las materias primas más utilizadas para su producción industrial de hidrógeno son el agua y el gas natural, previamente tratados, aunque también el gas de refinería (metano, etano, propano, etc., con nitrógeno y algo de hidrógeno). En la actualidad sólo excepcionalmente se emplean naftas o fracciones petrolíferas más pesadas y carbón.

El procedimiento más empleado a escala industrial es, hoy en día, el reformado con vapor ("*steam reforming*") del gas natural y del gas de refinería, seguido de la reducción del vapor de agua con CO ("*shift-conversion*") conforme a las reacciones:



Estas reacciones se llevan a cabo simultánea y consecutivamente en uno o varios reactores, por lo que el gas producido consiste en una mezcla de H<sub>2</sub>, CO y CO<sub>2</sub>, además de vapor de agua, algo de CH<sub>4</sub> sin reaccionar y los gases inertes presentes en el gas de alimentación. El producto de la reacción en conjunto se conoce como gas de síntesis.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 53 de 615

Las reacciones (2.1) y (2.2) son fuertemente endotérmicas, por lo que se realizan preferentemente en fase gas a altas temperaturas (por encima de 800 °C) con un aporte de calor del exterior, procurando la máxima conversión del metano.

Para aumentar la velocidad de reacción se utilizan catalizadores de níquel.

Para maximizar la producción de hidrógeno a costa del CO presente en el gas reformado se completa seguidamente la “shift-conversion” en otro reactor separado, a temperaturas del orden de 500°C, en presencia de catalizadores de óxidos de hierro y cromo o, a menores temperaturas, con catalizadores de zinc/cobre.

Para evitar la coquización, se requieren relaciones entre la corriente de vapor y metano entre 2 y 4 ya que si se alimentan de forma estequiometrias conduce a una desactivación de los catalizadores por coquización.

Si bien la presión desplaza el equilibrio hacia la izquierda en la reacción (2.1) por producirse un aumento de volumen, la producción de hidrógeno se realiza siempre a presión (28-36 bares) para evitar la necesidad de comprimir el hidrógeno producido para transportarlo a las unidades consumidoras.

### 2.3.3 - GAS NATURAL

Se denomina gas natural al gas formado por los miembros más volátiles de la serie parafínica de hidrocarburos. El principal componente del gas natural es el metano, que usualmente constituye aproximadamente el 80% del mismo. Sus otros componentes son el etano, el propano, el butano y otras fracciones más pesadas como el pentano, el hexano y el heptano.

Una característica importante es que su composición no es constante, sino que va variando de un yacimiento a otro, aunque en todos ellos, el componente principal es el metano.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 54 de 615

Se trata de un gas incoloro, insípido e inodoro con una densidad inferior a la del aire. Sin embargo, normalmente se le añade aromas para que, en el caso de posibles fugas, se pueda identificar con facilidad.

Además, es posible conseguir, en el gas natural, cantidades variables de otros gases no hidrocarburos, como dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico), nitrógeno, helio, vapor de agua, etc.

El gas natural puede obtenerse como tal en yacimientos de gas (gas no asociado) o en yacimientos de petróleo (gas asociado). Se conoce como gas de síntesis.

#### 2.3.4 - COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL:

La composición del gas natural varía de un yacimiento a otro haciendo que sea complicado establecer una composición general.

En promedio la composición es:

Elemento Químico	Porcentaje (%)
Metano	81.86
Etano	11.61
Propano	1.92
Butano	0.22
Nitrógeno	0.90
Dióxido de carbono	3.18
Sulfuro de Hidrógeno	0.021

*Tabla 6 - Composición promedio del gas natural.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 55 de 615

De ellos, únicamente se considera aquellos que posean un porcentaje mayor del 1%, excepto el sulfuro de hidrógeno que se debe considerar si o si ya que envenena al catalizador.

### 2.3.5 - DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

El proceso de producción de hidrógeno por reformado requiere, como materias primas, vapor de agua y metano.

El vapor de agua será generado en un horno a partir de agua líquida, mientras que el metano se suministra mediante gas natural.

Para la localización de la planta se tendrá en cuenta la disponibilidad presente y futura (no solo durante el periodo de vida útil de la planta, sino hasta 10 años de suministro asegurado).

#### 2.3.5.1 - AGUA

La disponibilidad de agua no va a ser un factor determinante ya que llegan tuberías que suministran esta materia prima. Pero lógicamente la cantidad de este recurso no es la misma en todos los lados y esto hace que su precio varíe significativamente y, debido a que las cantidades utilizadas van a ser elevadas, se debe tener en cuenta el precio como un factor importante.

Con el objetivo de evitar problemas en el horno a la hora de evaporar el agua para la reacción en fase vapor, la composición del agua debe ser perfectamente conocida y no contener, en exceso, partículas en disolución o en suspensión que puedan provocar una acumulación en el horno.

Por ello se analiza única y exclusivamente el aprovisionamiento de agua municipal.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 56 de 615

### 2.3.5.2 - GAS NATURAL

El Gas Natural se reparte mediante una red de gaseoductos que lo distribuyen por todo el país. La capacidad de transporte de los gasoductos depende de la diferencia de presión entre sus extremos y de su diámetro (a medida que éste aumenta, lo hace la capacidad de transporte).

Introduciendo presión en determinados puntos de la red, mediante las denominadas estaciones de compresión que compensa las pérdidas de presión.

No se dispondrá de unidades de almacenamiento de materias primas ya que, tanto el agua como el gas natural son suministrados a la planta por tuberías y gaseoductos respectivamente.

El gas natural será provisto desde el yacimiento Loma La Lata, el cual está ubicado en la Provincia del Neuquén, tiene una capacidad de transporte de 33,2 millones de m<sup>3</sup>/día.

El Área Loma La Lata se encuentra a 112 km al norte de los embalses Los Barreales y Mari Menuco. Dista 90 km en dirección NNW de la ciudad de Neuquén, Argentina, en la Provincia de Neuquén en los departamentos de Confluencia y Añelo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 57 de 615

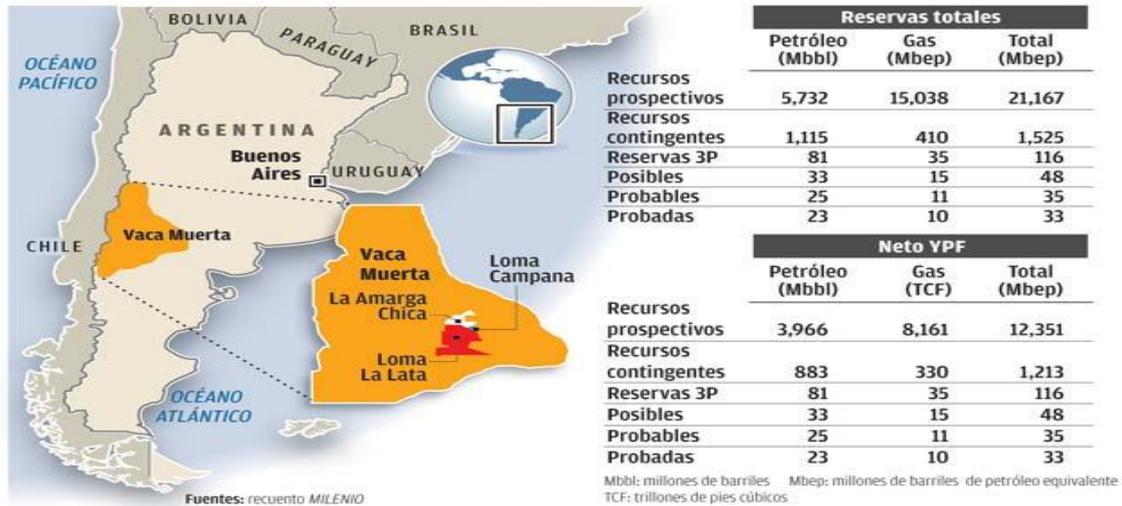


Ilustración 9 - Localización del proveedor de gas natural.



Ilustración 10 - Sistema general de distribución de gas en Loma La Lata (YPF).

## 2.4 - MERCADO COMPETIDOR

Este tipo de mercado, básicamente se enfoca en analizar la competencia entre empresas productoras de un mismo producto en el mercado, y se estudian las variables que entran en juego para obtener una situación económica favorable o

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 58 de 615

no. En nuestro caso, a nivel nacional no hay empresas productoras de propilenglicol lo cual nos significa una gran ventaja, ya que apuntaremos a cubrir el 100% de la demanda.

Incluso se puede pensar en una posible exportación debido a que en muchos países de Latinoamérica no hay producción de propilenglicol y un alto consumo del mismo. Sin embargo, en nuestro país existen muchas empresas que, si bien no lo producen, se dedican a la distribución del mismo.

Algunas de estas empresas se nombran a continuación.

Empresa	Producto	Ubicación
Quimtia.	Propilenglicol	Buenos Aires.
Treasure.	Propilenglicol	Buenos Aires.
Alkanos.	Propilenglicol	Buenos Aires.
Hector Sola Insumos	Propilenglicol	Santa Fé.
Arubras S.A.	Propilenglicol	Buenos Aires.
Sualier S.A.	Propilenglicol	Buenos Aires.
IMCO.	Propilenglicol	Buenos Aires.
Centro Química.	Propilenglicol	Córdoba.
Dalgar S.A	Propilenglicol	Buenos Aires.
C.Q.A.	Propilenglicol	Buenos Aires.

*Tabla 7 - Empresas proveedoras de Propilenglicol en Argentina.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 59 de 615

## 2.5 - PROYECCIÓN DE CONSUMO

La proyección de la demanda consiste en realizar una estimación de las ventas futuras, para un período de tiempo determinado.

En este caso, se realizó la proyección de la demanda en toneladas para un período de 10 años en función del consumo aparente.

Se partió de los datos proporcionados por el IPA durante el período 2009-2018, luego se proyectó la demanda hasta el año 2030 utilizando la ecuación de la recta de tendencia que se muestra a continuación.

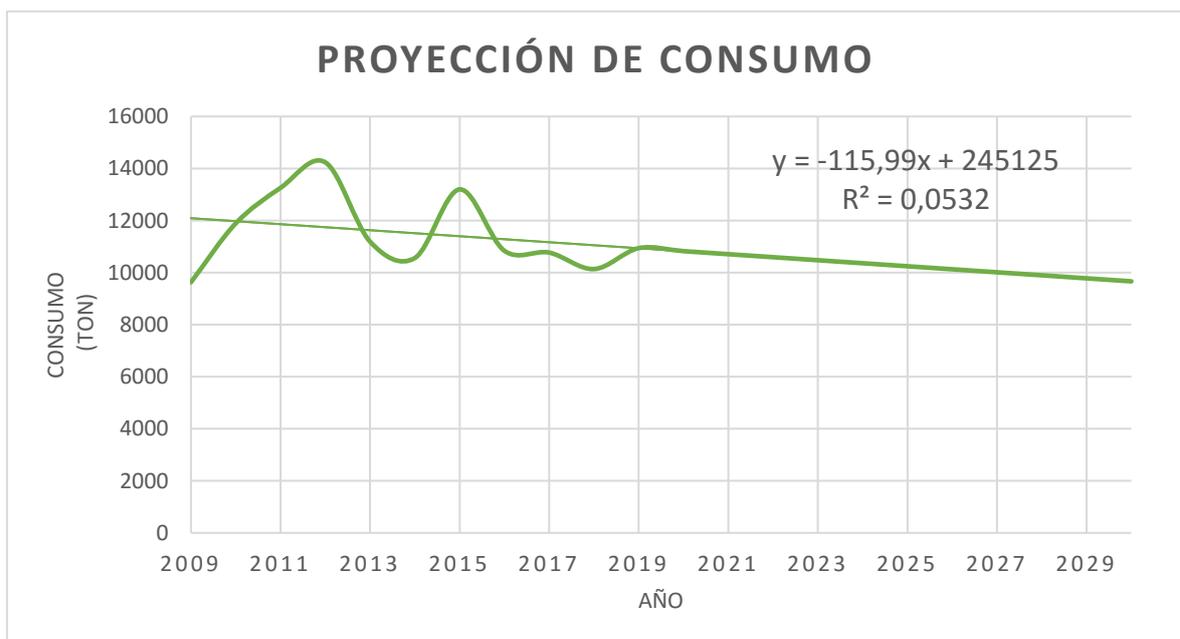
$$Y = -115,99x + 245125$$

Año	Consumo Aparente (ton)
2009	9.632
2010	11.893
2011	13.257
2012	14.237
2013	11.190
2014	10.562
2015	13.199
2016	10.839
2017	10.770
2018	10.138
2019	10.941
2020	10.825
2021	10.709
2022	10.593
2023	10.477

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 60 de 615

2024	10.361
2025	10.245
2026	10.129
2027	10.013
2028	9.897
2029	9.781
2030	9.665

**Tabla 8 - Proyección de consumo aparente de Propilenglicol en Argentina durante los próximos 10 años.**



**Ilustración 11 - Proyección del consumo aparente de Propilenglicol en Argentina en los próximos 10 años.**

La gráfica mostrada anteriormente, a pesar de que muestra una pendiente ligeramente negativa, indica una gran demanda con el transcurso del tiempo, sostenible económicamente en un lapso de 10 años. Esto resulta una gran ventaja para el proyecto ya que, a pesar de que se mantenga la tendencia actual, los consumos siguen siendo del mismo orden de magnitud y con un precio por tonelada producida en crecimiento (ver tabla 2.1), lo cual favorece a nuestro proceso.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 61 de 615

## 2.6 - BIBLIOGRAFÍA

- *ARUBAS*. (s.f.). Obtenido de <http://www.arubras.com.ar/>
- Calzada, J. (24 de Mayo de 2019). *Bolsa de comercio de Rosario*. Obtenido de <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/lo-que-mostro#:~:text=Indicador%20N%C2%B01%3A%20La,4%25%20menos%20que%20en%202017.&text=La%20producci%C3%B3n%20argentina%20de%20biodiesel%20habr>
- CASTRO-, V. A. (26 de junio de 2015). *BIORREFINERIAS E INTEGRACION INDUSTRIAL- EL MERCADO MUNDIAL DE BIOCOMBUSTIBLES*. Obtenido de <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/wp-content/uploads/2014/12/4-El-mercado-mundial-de-los-biocombustibles-V%C3%ADctor-Castro.pdf>
- *ESTER VINIL S.R.L.* (s.f.). Obtenido de <http://www.estervinil.com.ar/contacto.php>
- *Henryhirschen*. (s.f.). Obtenido de <http://www.hirschen.com.ar/>
- IPA. (2019). Información estadística de la industria petroquímica y química de la Argentina. Buenos aires.
- *IQASA S.A.* (s.f.). Obtenido de <http://www.iqasa.com.ar/>
- *KAMIK*. (s.f.). Obtenido de <http://www.kamik.com.ar/>
- *laquimar s.a.c.i.f.* (s.f.). Obtenido de <http://laquimar.com.ar/>
- *novarchem*. (s.f.). Obtenido de <https://novarchem.com.ar/>
- *NOVIPLAST*. (s.f.). Obtenido de <http://www.noviplast.com.ar/>
- *POLIRESINAS*. (s.f.). Obtenido de <https://www.poliresinas.com/>
- Shujel. (s.f.). *Que es el Estudio de Mercado*. Obtenido de <http://www.blog-emprendedor.info/que-es-el-estudio-de-mercado/>
- *srplaticos*. (s.f.). Obtenido de <http://srplasticos.com.ar/>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>62</b> de <b>615</b>

- WOLOJ, I. J. (Diciembre de 2011). *NUEVAS APLICACIONES DE LA GLICERINA*. Obtenido de <http://www.magatem.com.ar/NUEVAS-APLICACIONES-DE-LA-GLICERINA-UN-ANALISIS-PRELIMINAR.pdf>
- YPF. (s.f.). UNIDAD ECONOMICA LOMA LA LATA. NEUQUEN, ARGENTINA.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>63</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO III – FILOSOFÍA DE OPERACIÓN

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 64 de 615

## 3.1 - DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

### 3.1.1 - TRATAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS

A continuación, se describe con detalle el tratamiento de las materias primas del proceso de producción de Hidrógeno, los equipos involucrados y las variables operativas correspondientes.

#### 3.1.1.1 - AGUA

El agua que ingresa al proceso, es comprimida hasta alcanzar los 20 bares de presión mediante el uso de la bomba P-601. No se considera el aumento de temperatura debido a que, al ser un fluido incompresible, la temperatura apenas aumenta. Posteriormente se precalienta con fluido de calentamiento en los intercambiadores E-601 y E-602.

Así, el agua ingresa al horno H-701 ya vaporizada a la temperatura de 210°C, para ya dentro del horno alcanzar los 900°C propios de la reacción de reformado.

#### 3.1.1.2 - GAS NATURAL

El gas natural se despresuriza desde los 72 bares de suministro hasta los 22,5 bares. Aunque se va a trabajar a 4,5 bares, se decide que dicha despresurización se llevará a cabo en dos etapas debido a que la temperatura del gas natural tiene una gran disminución en el proceso.

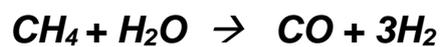
Por ello, se reduce la presión hasta los 30 bares en la válvula VLV-601, se calienta en el intercambiador E-603 mediante fluido de calentamiento, se vuelve a despresurizar hasta 20, en la válvula V-02, y se vuelve a calentar en el E-604 y E-605 hasta la temperatura de 210°C, con aceite térmico.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 65 de 615

### 3.1.2 - ETAPA DE REFORMADO DEL GAS NATURAL

La mezcla de gas natural y vapor de agua es calentada en la zona convectiva, hasta la temperatura de 900 °C. Una vez alcanzada dicha temperatura, se introducen en la zona de radiante del horno, donde se llevará a cabo la reacción.

Las reacciones más importantes que se llevarán a cabo en la zona de radiación serán las siguientes:



El primer, segundo y tercer equilibrio es el reformado de metano, etano y propano, con vapor de agua, mientras que la cuarta reacción es la reacción de gas de agua.

La conversión va a depender tanto de las condiciones de operación (relación vapor/carbono, T, P) como del catalizador usado.

### 3.1.3 - CATALIZADOR PARA LA REACCIÓN DE REFORMADO

El catalizador a utilizar es Ni soportado sobre alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) formando anillos Raschig de 16 mm. de diámetro. La siguiente ilustración, muestra ejemplos de diferentes tipos de catalizadores utilizados en la reacción de reformado de metano.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 66 de 615



*Ilustración 12 - Catalizadores utilizados en el Reformado de metano.*

Las principales características del catalizador se muestran en la siguiente tabla.

CARACTERÍSTICAS DEL CATALIZADOR		
Parámetro	Símbolo	Valor
Porosidad del lecho	$\epsilon_c$ (m <sup>gas</sup> <sup>3</sup> /m <sup>col</sup> <sup>3</sup> )	0,57
Porosidad de la partícula	$\epsilon_c$ (m <sup>gas</sup> <sup>3</sup> /m <sup>col</sup> <sup>3</sup> )	0,649
Densidad de la partícula	$\rho_p$ (kg <sup>cat</sup> /m <sup>cat</sup> <sup>3</sup> )	1274
Densidad del sólido	$\rho_s$ (kg <sup>cat</sup> /m <sup>cat</sup> <sup>3</sup> )	3630
Radio del poro	R <sub>poro</sub> (nm)	4,25
Radio de la partícula	R <sub>p</sub> (m)	0,008
Relación área/volumen	ac (m <sup>-1</sup> )	2500

*Tabla 9 - Características del catalizador seleccionado.*

Se evaluó la posibilidad de usar catalizadores de metales nobles tales como Ru, Rh, Pd y Pt.

Los metales del grupo del platino son excelentes catalizadores de reformado, con una alta reactividad y más resistentes a la coquización que los metales bases, pero su aplicación se ve obstaculizada por el alto coste asociado con el

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 67 de 615

catalizador y que, debido a que se trabaja a altas temperaturas, la pérdida de este es demasiado grande como para justificar económicamente su uso.

El progreso hacia el uso de metales del grupo del platino se centra principalmente en disminuir la temperatura de los procesos. Sin embargo, usar catalizadores con base de níquel supone la solución ideal ya que, aunque su reactividad y resistencia al envenenamiento por coque es menor que los anteriores, son mucho más baratos y a la larga suponen una solución económica más efectiva.

Entre los soportes que se podrían usar, la alúmina proporciona altas conversiones y una superficie de adsorción bastante elevada además de una gran selectividad a hidrógeno frente a otro tipo de soportes.

Se debe considerar que un catalizador de níquel es propenso al envenenamiento por la deposición de coque sobre sus centros activos, que se produce por la siguiente reacción secundaria:



Y por ello, será necesario, cuando la conversión descienda de forma significativa, proceder a la reposición de dicho catalizador.

Cuando se utiliza este catalizador, las conversiones alcanzadas son muy cercanas a las de equilibrio y las diferencias disminuyen conforme aumenta la temperatura. Por ello, en el reactor de reformado la presión será de 20 bares.

- Condiciones de operación

Las condiciones óptimas de operación se muestran en la tabla siguiente:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 68 de 615

Temp (°C)	Presión (bar)	Relación S/C (molar)	X CH <sub>4</sub>	SH <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub> (molar)	SCO/CH <sub>4</sub> (molar)	SCO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub> (molar)
900	19,1	2,5	0,86	2,83	0,66	0,24

*Tabla 10 - Condiciones de operación del Horno de reformado.*

La reacción es endotérmica y por ello será necesario suministrar calor mediante energía en forma de radiación proveniente de los quemadores del horno.

Para la reacción global, se va a considerar que las conversiones de etano y propano serán del 100%.

### 3.1.4 - PURIFICACIÓN DEL HIDRÓGENO

La purificación del hidrógeno consta de dos partes:

- Transformación del monóxido de carbono en dióxido de carbono mediante la reacción del gas de agua.
- Separación del CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO y CH<sub>4</sub> aún presentes junto al producto.

### 3.1.5 - REACCIÓN DE DESPLAZAMIENTO GAS-AGUA

Para eliminar la mayor parte del CO producido en el reformador R-701 y obtener un poco más de hidrógeno, se emplean dos reactores adiabáticos basados en la reacción water-gas shift (WGS): reactor shift de alta temperatura (HTS) y reactor shift de baja temperatura (LTS).

Se trata de una reacción ligeramente exotérmica y por tanto se encuentra desfavorecida con el aumento de la temperatura:



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 69 de 615

La reacción del gas de agua se puede ajustar para obtener un hidrógeno prácticamente sin monóxido. Normalmente esta reacción se lleva a cabo en dos reactores bajo condiciones de operación y catalizadores diferentes.

Se dispone de dos reactores adiabáticos de lecho fijo, los reactores shift de alta (R-702) y de baja temperatura (R-703), con el objetivo de producir más hidrógeno y de consumir la máxima cantidad posible de CO.

En el primer reactor se favorece la cinética de la reacción, trabajando aún a temperaturas altas mientras que, en el segundo, al trabajar a temperaturas menores, se favorece la termodinámica del proceso (ya que la reacción es exotérmica). De este modo se obtiene una conversión del 0,64 en el primer reactor y una conversión del 0,91 en el segundo. La reacción que tiene lugar en ambos reactores es la reacción exotérmica expuesta anteriormente.

### 3.1.6 - CATALIZADOR

Cada reactor utiliza catalizadores diferentes debido a que presentan requerimientos distintos.

A continuación, se describen las principales características de cada uno.

1. Catalizador del reactor HTS: El catalizador empelado en este reactor se basa en óxidos de hierro en forma de pellets de varios tamaños, siendo los más comunes los de 6 x 6, 9 x 6 y 9 x 9 mm.

Normalmente contienen entre un 8 y un 12% en peso de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  para evitar la sinterización del óxido de hierro por las altas temperaturas evitando que se pierda área superficial. Además, es posible adicionar otros óxidos como MgO y ZnO al catalizador para mejorar su selectividad con respecto a la formación de  $\text{CH}_4$ , resistencia al azufre y resistencia mecánica. El área superficial que presenta habitualmente el catalizador de un reactor HTS alcanza valores de entre 30 y 80  $\text{m}^2/\text{g}$ . El proceso de obtención del

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 70 de 615

catalizador de Fe-Cr se basa en la precipitación de  $\text{FeSO}_4$  acuoso con hidróxido sódico en presencia de aire.

Este sistema presenta el problema de que requiere un buen lavado posterior para eliminar los restos de azufre. Otra alternativa es mezclar mecánicamente óxido de hierro (precipitado con carbonato amónico) con ácido crómico para después recibir un tratamiento térmico. El resultado obtenido es  $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ , también llamado hemetita. En cualquier caso, para poder utilizarlo en la industria se transforma previamente en magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) para una vez cargado el reactor reducirlo de nuevo a hemetita. El catalizador no presenta soporte debido a que se ha demostrado que éstos reducen su actividad.

Normalmente, la vida útil de estos catalizadores es de 3 años, siendo una de las principales causas de su desactivación su sinterización con el paso del tiempo. En cambio, presenta una alta resistencia a compuestos azufrados, siendo capaz de soportar concentraciones de 100 ppm.

- Condiciones de operación R-702:

Catalizador	Temperatura (°C)	Presión (bar)	Relación S/CO (molar)	XCO <sub>2</sub>
Pellets de Óxidos de Fe y Cr	376,2	16,54	1,5	0,64

*Tabla 11 – Condiciones de operación del Reactor HTS.*

2. Catalizador del reactor LTS: La formulación del catalizador de este reactor es muy importante debido a factores de selectividad, envenenamiento y

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 71 de 615

actividad. En las condiciones en las que opera son muy favorables las reacciones de metanación de CO<sub>2</sub> y de CO.



Estas reacciones consumen hidrógeno reduciendo su producción, además de crear un problema de seguridad por su elevado carácter exotérmico. Un catalizador basado en cobre (CuO) presenta una buena actividad para la reacción WGS y ninguna para las reacciones de metanación. Sin embargo, tiene problemas de sinterización a temperaturas moderadas, por lo que sólo se emplea en reactores de temperatura relativamente baja.

Otro factor a tener en cuenta es su baja resistencia al azufre. El catalizador industrial está formado por una mezcla de óxidos de cobre y de cinc, el cual cuando es reducido forma cristales de cobre soportado sobre el óxido de cinc. Uno de los grandes problemas que presenta es su baja vida de operación debido a que estos cristales tienden a crecer por la sinterización reduciendo el área superficial.

Una solución es añadir alúmina como soporte, la cual estabiliza el cobre reduciendo la sinterización y aumenta su resistencia mecánica. El método de obtención del catalizador se basa en la precipitación de formulaciones con los óxidos de cobre, cinc y aluminio. El contenido de CuO debe estar entre un 30 y un 40% para maximizar su vida operativa. Las propiedades típicas de un catalizador para un reactor LTS pueden ser: 5,4 x 3,6 mm de tamaño, 90 m<sup>2</sup>/g de área superficial y una composición de 32 % de CuO, 53 % de ZnO y 15 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 72 de 615

- Condiciones de operación R-703:

Catalizador	Temperatura (°C)	Presión (bar)	Relación S/CO (molar)	XCO <sub>2</sub>
Pellets de Cobre/cinc	179,4	15,85	1.5	0.91

*Tabla 12 - Condiciones de operación del Reactor LTS.*

Las condiciones de operación de la tabla 11 provienen de un estudio realizado por Bao, Ding & Li (ver bibliografía).

Este reactor también trabaja en condiciones isoterma.

Para ello será necesario usar una corriente de agua de refrigeración dispuesta alrededor del reactor para absorber el calor que se desprende en la reacción.

Mediante esta reacción, la mayor parte del CO es transformado a CO<sub>2</sub> y por tanto la corriente de salida posee principalmente H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y H<sub>2</sub>O.

### 3.1.7 - CONDENSACIÓN DEL AGUA

Para eliminar las grandes cantidades de aguas que aún permanecen en la corriente principal, se hará pasar esta por una válvula de expansión. Al disminuir la presión desde los 17 bares hasta los 2 bares, la temperatura baja hasta los 20°C.

De esta forma la mayor parte del agua condensa y se recircula al mezclador M-601 donde se mezcla con el agua fresca proveniente de la tubería de suministro.

El resto de agua que aun acompaña se adsorbe en una membrana de adsorción posterior y se separa de la corriente principal de hidrógeno.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 73 de 615

### 3.1.8 - CAPTURA DEL CO<sub>2</sub>, CO Y H<sub>2</sub>O

De todas las impurezas que aun contiene el H<sub>2</sub>, el CO<sub>2</sub>, el H<sub>2</sub>O y el CH<sub>4</sub> son las más importantes y las que se encuentran en mayor proporción.

Para capturar ambos elementos se emplea un sistema PSA (Pressure Swing Adsorption). Esta unidad se basa en la separación física de moléculas gaseosas sobre un material adsorbente. Se utilizará una membrana de adsorción (Representada por Torres X-701 y X-702). En este caso el lecho estará constituido por un conjunto de capas, las cuales, cada una de ellas adsorbe un determinado compuesto. Es decir, una es específica para adsorber CH<sub>4</sub>, otra para adsorber CO<sub>2</sub> y la última para CO y H<sub>2</sub>O.

Para la captura del metano se usa lechos de carbón activo mientras que para capturar del CO<sub>2</sub> se usa principalmente las capas zeolitas.

Si se trabaja a presiones inferiores de 7 bares pero superiores a 1 bar la cantidad que se absorbe de hidrógeno en las capas es despreciable mientras que el CO<sub>2</sub>, CO y CH<sub>4</sub> quedan retenidos casi por completo. Según el estudio correspondiente, el porcentaje de CH<sub>4</sub> a la salida era del 0.005% mientras que del CO<sub>2</sub> y CO directamente no se detectó.

Se decidió operar la membrana a 5 bares. Por ello se considerará que el 95% del hidrógeno se recupera, y el 5% se pierde en la purga.

La corriente purgada (CH<sub>4</sub>, CO, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y 5% de H<sub>2</sub>) se envía al horno para suministrarse como combustible adicional.

### 3.1.9 - ACONDICIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS

Una vez separado el hidrógeno del resto de los componentes, se comprime en una serie de compresores (K-801 a K-803) hasta una presión de 17 bares. Con

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 74 de 615

ello su temperatura aumenta considerablemente y es necesario enfriarlo entre cada etapa de compresión.

El hidrógeno será almacenado intermedicamente en un zeppelin, para luego suministrar este producto a la planta de producción de propilenglicol, en la cual el hidrógeno actúa de materia prima.

### 3.2 - DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO.

A continuación, se muestra el Diagrama de Flujo de proceso de producción de Hidrógeno. Dicho diagrama contempla las siguientes áreas:

- Área 600: Acondicionamiento de materias primas.
- Área 700: Reacción de reformado y gas-agua.
- Área 800: Etapa de separación y purificación de hidrógeno.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN

PROYECTO FINAL  
Integración V

ING. QUÍMICA

Barros Maximiliano (3071)  
[barrosmaxi@yahoo.com.ar](mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar)  
Quidel Jairo (3190)  
[jairoquidel93@gmail.com](mailto:jairoquidel93@gmail.com)



Obtención de propilenglicol a partir de glicerina

Año de cursada: 2018

Fecha de inicio  
26 / 04 / 18

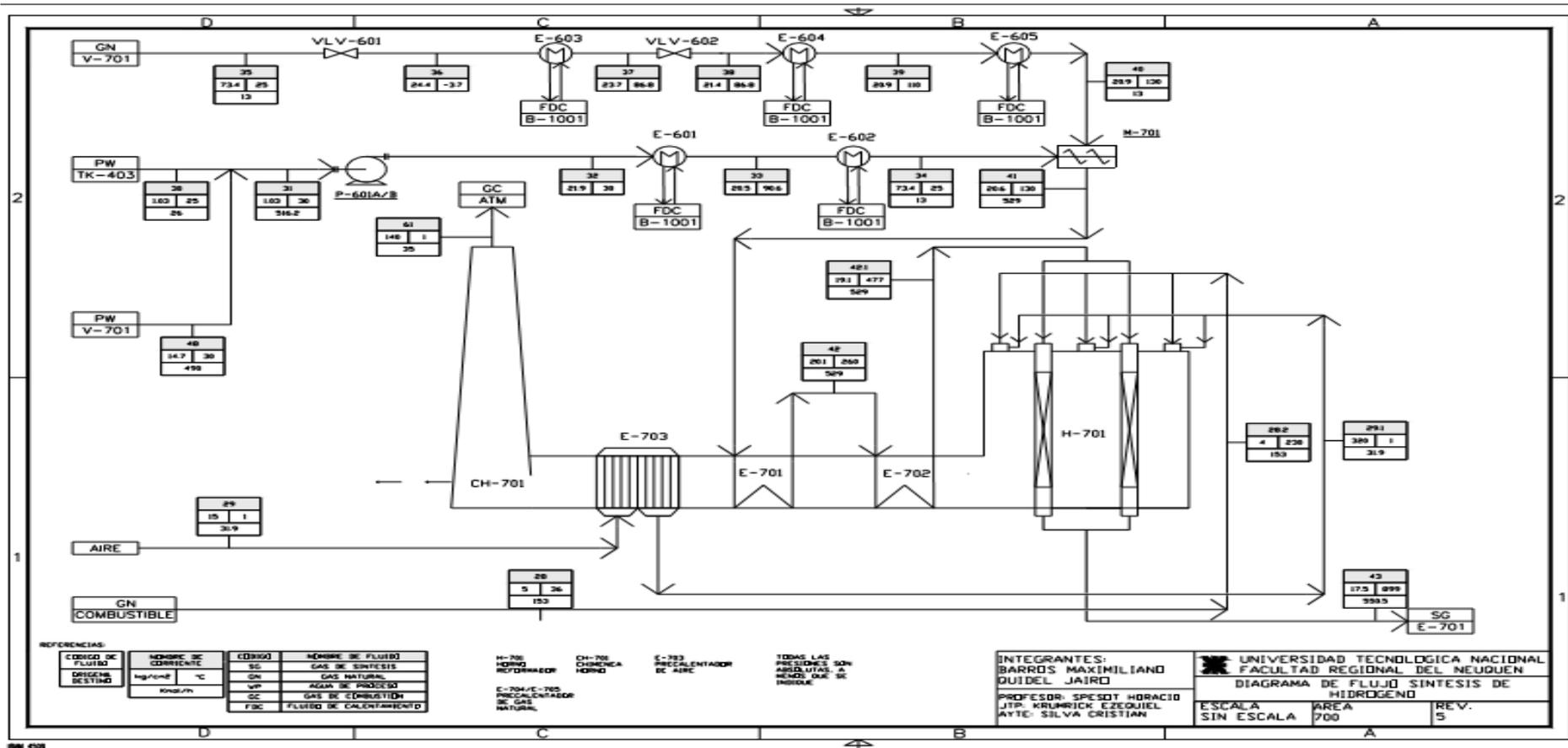
Profesor:  
Ing. Spesot Horacio.

JTP:  
Ing. Krumrick, E.

Ayudante:  
Ing. Silva, C.

Versión: 9  
Fecha: 07/08/20

Página 75 de 615





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN

PROYECTO FINAL  
Integración V

ING. QUÍMICA

Barros Maximiliano (3071)  
[barrosmaxi@yahoo.com.ar](mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar)  
Quidel Jairo (3190)  
[jairoquidel93@gmail.com](mailto:jairoquidel93@gmail.com)



Obtención de propilenglicol a partir de glicerina

Año de cursada: 2018

Fecha de inicio  
26 / 04 / 18

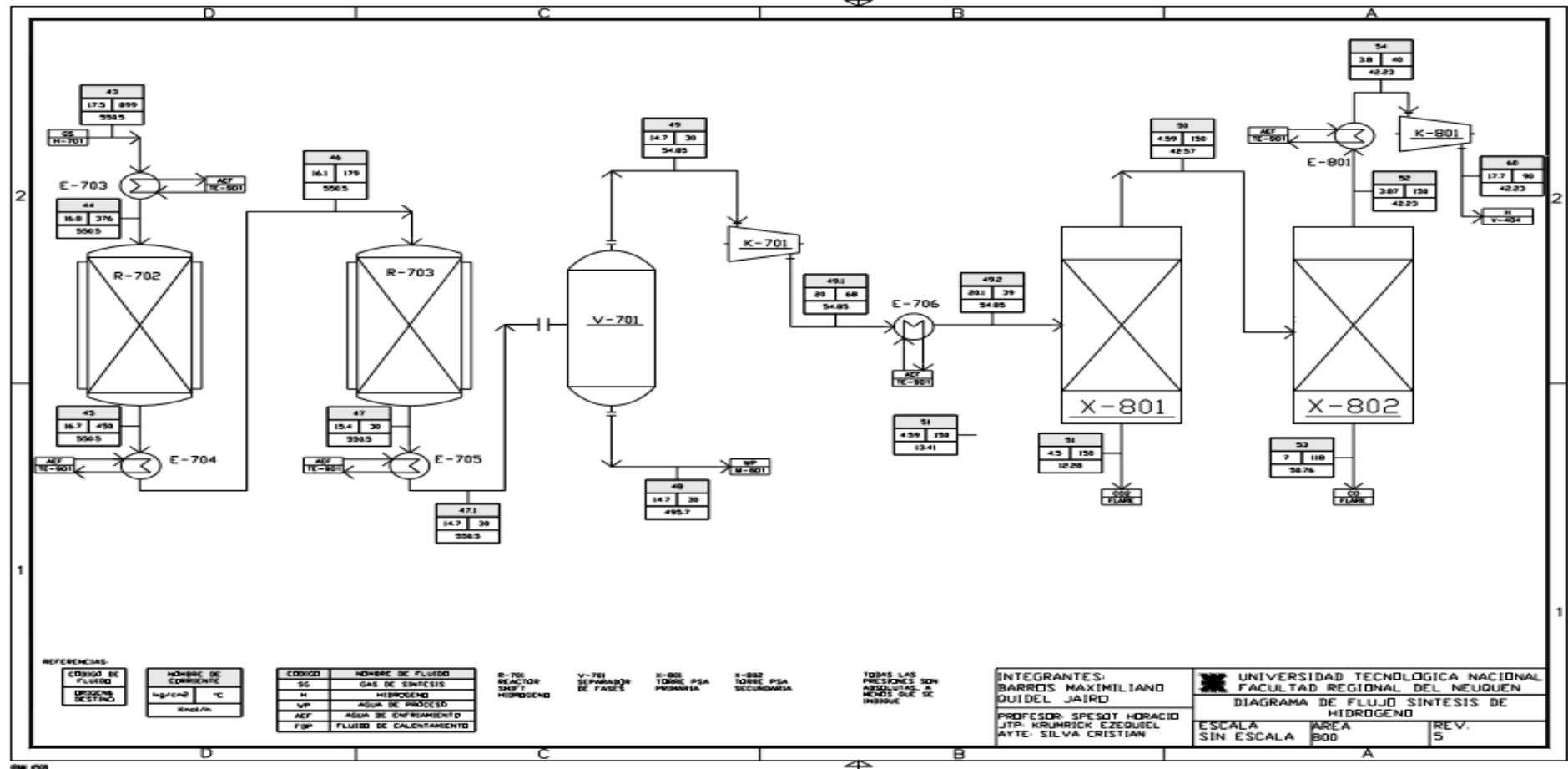
Profesor:  
Ing. Spesot Horacio.

JTP:  
Ing. Krumrick, E.

Ayudante:  
Ing. Silva, C.

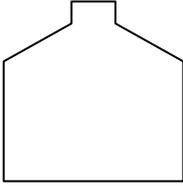
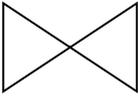
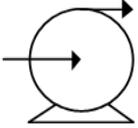
Versión: 9  
Fecha: 07/08/20

Página 76 de 615

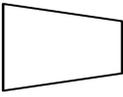
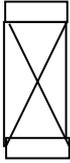


 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 77 de 615

### 3.2.1 - CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Símbolo	Nombre del equipo	TAG
	Horno Reformador	H-701
	Reactor Shift HTS - LTS	R-702 R-703
	Válvula de Compuerta	VLV-601, VLV-602, VLV-701
	Bomba	P - 601
	Mezclador	M - 601
	Intercambiador de Calor	E-601, E-605

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 78 de 615

	Compresor	K-701, K-801
	Membrana de adsorción	X-801, X-802

*Tabla 13 - Codificación de equipos.*

### 3.3 - PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

#### 3.3.1 - FILOSOFÍA DE OPERACIÓN

El siguiente estudio, tiene la finalidad describir la filosofía de operación de la Planta de Producción de Propilenglicol. Es una herramienta muy importante que permite entender en detalle el proceso que se lleva a cabo en esta instalación, definiendo métodos que permiten controlar las variables del proceso principales y auxiliares de la Planta.

##### 3.3.1.1 - DIVISIÓN DEL PROCESO EN ETAPAS

A continuación, se realiza una división del proceso en las siguientes etapas:

1. Acondicionamiento de las materias primas, Hidrógeno y Glicerol.
2. Hidrogenólisis del Glicerol a Propilenglicol en el R-201.
3. Separación de los compuestos gaseosos (Metano e Hidrógeno) en los separadores V-201 y V-202.
4. Separación del Agua por destilación, en la torre de destilación T – 301 a presión atmosférica.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 79 de 615

5. Separación del Glicerol sin reaccionar, en la torre de destilación T – 302 a presión atmosférica.
6. Purificación del Propilenglicol, en la torre de destilación T – 303 a presión atmosférica.

### 3.3.1.2 - DIVISIÓN DEL PROCESO EN ÁREAS

A su vez el proceso se divide en las siguientes áreas:

Codificación de áreas	Área del proceso
A - 100	Área de mezclado
A – 200	Área de reacción
A – 300	Área de separación y purificación
A – 400	Área de almacenamiento de materias primas
A – 500	Área de almacenamiento de productos
A – 600	Área de producción de Hidrógeno in situ

*Tabla 14 - Áreas del proceso.*

A continuación, se describirá en detalle el proceso de producción de propilenglicol, apoyándonos en la patente americana US8394999 “**Process for converting glycerin into propylene glycol**”.

### 3.3.2 - ETAPA DE ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS (ÁREA 100)

Las materias primas fundamentales para el proceso de producción de propilenglicol son:

- Glicerol.
- Hidrógeno.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 80 de 615

El glicerol como se mencionó anteriormente será provisto por Renova S.A en una concentración del 89,9%, siendo el resto mayormente agua.

Esta materia prima será suministrada a 25°C y a presión atmosférica.

#### Composición del glicerol:

Componente	Fracción molar
Agua	0,0984
Glicerol	0,8995
Metanol	0,0021

*Tabla 15 - Composición del Glicerol.*

El hidrógeno, por su parte será producido por una planta de producción instalada in situ, para garantizar su continuo suministro.

#### 3.3.2.1 - DESCRIPCIÓN DETALLADA

Inicialmente, se ingresa la corriente 1 (**Glicerol de Alimentación**) bombeada por P-101 hacia el intercambiador E-101 donde se precalienta intercambiando calor con la corriente 22 (**Propilenglicol producto**), luego es mezclada en M-101 junto con 17.4 (**Agua de Recirculación**) y 20.7 (**Glicerol de Recirculación**).

La corriente de salida del M-101 es la corriente 3, ésta es bombeada por P-101 hacia el mezclador M-102.

Por el otro lado, la corriente 2 (**Hidrógeno de Alimentación**) se comprime en un compresor por etapas representado por K-101 y K-102, para luego ingresar al intercambiador de calor E-103, donde se precalienta hasta 187,8°C. (United States Patente nº 8394999, 2012).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 81 de 615

Esta corriente de hidrógeno comprimido y precalentado 2.7 se encuentra apta para ser mezclada en el M-102 con la corriente 11.4 (**Hidrógeno de Recirculación**), dicha corriente también fue previamente comprimida (en K-201) y calentado (en E-205).

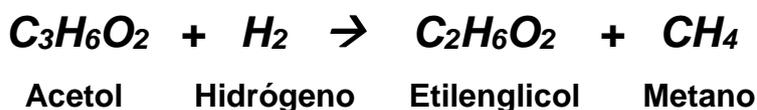
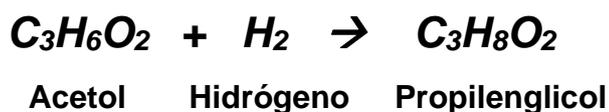
En el mezclador M-103 se mezclan dos corrientes, ambas de **Hidrógeno**, la corriente 3.1 que proviene de M-101 y la corriente proveniente 4 de M-102.

La corriente 5, que sale del M-103 avanza hacia una serie de intercambiadores, para entrar en las condiciones óptimas de temperatura del reactor de hidrogenólisis.

### 3.3.3 - ETAPA DE REACCIÓN DE HIDROGENÓLISIS (ÁREA 200)

El primer intercambiador de la serie es el intercambiador E-201, donde intercambia calor con la corriente 9 (**Productos de la reacción**). El segundo de ellos es el E-202, en el que intercambia calor con la corriente 20.4 (**Glicerol de almacenamiento**). El último de este tren de intercambiadores es el E-203, en el cual la corriente intercambia calor con fluido de calentamiento.

La corriente 6 (**Entrada al reactor**) ingresa al Reactor de Hidrogenólisis R-201 a 187,8°C y 5516 KPa. En el R-201 se producen las siguientes reacciones:



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 82 de 615

El R-201 es un reactor catalítico de lecho fijo. La reacción producida es exotérmica.

El catalizador seleccionado para esta reacción es de Co/Pd/Re soportado sobre NORIT ROX 0,8 mm. La composición másica de dicho catalizador se detalla a continuación:

1. 2,5% Co.
2. 0,4% Pd.
3. 2,4% Re.

El catalizador provee un 85% de conversión de glicerol y un 91% de selectividad a propilenglicol en las condiciones operativas dadas. Dicho catalizador, se reduce a 320°C en presencia sólo de H<sub>2</sub> antes de su uso en el reactor. (United States Patente nº WO 2009/129325 A2, 2009)

En el R-201 se produce la Reacción exotérmica de Hidrogenólisis del Glicerol para dar la corriente 7 (**Propilenglicol, Etilenglicol y Glicerol sin reaccionar**), y la corriente 8 (**Metano, Hidrógeno y Agua**).

Las corrientes de salida del reactor se mezclan en el M-201 para formar una sola corriente 9 (**Productos de la Reacción**).

Esta corriente avanza hacia el intercambiador E-201 como ya se ha mencionado anteriormente, para luego ingresar al primer separador V-201, dando así comienzo a la etapa de purificación y acondicionamiento de los productos.

En el separador V-201 se realiza la separación de **Hidrógeno sin reaccionar** y **Metano** por el tope del equipo, mientras que por los fondos se retira la corriente 12 compuesta por **Agua, Glicerol sin reaccionar, Propilenglicol, Etilenglicol** y un remanente tanto de Hidrógeno y Metano que no fueron separados. Esta corriente sigue el curso de purificación.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>83</b> de <b>615</b>

Los productos retirados por el tope del separador, es decir la corriente 11 que contiene Hidrógeno y Metano es dividida en dos corrientes en TEE-201. Una de estas corrientes se recircula al proceso 11.1 (**Hidrógeno de Recirculación**) y la otra corriente 11.2 se retira del proceso como (**Hidrógeno de purga**), la cual avanza rumbo a la antorcha.

La corriente de fondo de V-201, 12, sigue el curso del proceso hacia la válvula de expansión VLV -201 la cual disminuye su presión para ingresar al segundo separador V-202, donde se eliminan los gases remanentes no eliminados en V-201 (**Metano e Hidrógeno**).

La corriente 14, que sale por el tope de V-202, también descarga en antorcha conjuntamente a los gases provenientes del V-201.

### 3.3.4 - ETAPA DE SEPARACIÓN Y PURIFICACIÓN DE PROPILENGLICOL (ÁREA 300)

Hasta este punto del proceso sólo se han retirado los gases Metano e Hidrógeno de la corriente que contiene los productos principales, pero aún tiene impurezas mayormente de **Agua y Glicerol sin reaccionar**. Es por eso que se emplean 3 unidades de destilación, para lograr la separación de estas impurezas y lograr productos de propilenglicol como de etilenglicol con altos grados de pureza.

La corriente 16 ahora libre de gases proveniente del fondo de V-202, es impulsada por la bomba P-301 rumbo a la primera torre de destilación T-301.

En la T-301 se logra la separación del agua del resto de los productos. El agua retirada es la corriente 17, avanza hacia un divisor de flujo TEE-301 el cual divide

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 84 de 615

el agua proveniente de T-301 en dos corrientes: la corriente 17.3 (**Agua de recirculación**) que, como su nombre lo indica es reinyectada al proceso en el área de mezclado 100; y la corriente 17.1 que se retira del proceso como **Agua de purga** (Esta es una corriente de especial cuidado ya que representa el único efluente del proceso).

La corriente, ahora libre de agua, continúa el proceso rumbo a la segunda torre de destilación T-302. Esta torre se encarga de la separación (por el fondo de la misma) del **glicerol sin reaccionar**. Dicha corriente 20, pasa a través del divisor de flujo TEE-302, donde se divide en dos nuevas corrientes: la corriente 20.3 (**Glicerol a almacenamiento**) y 20.7 (**Glicerol de Recirculación**).

Esta última es bombeada por la bomba P-303 hacia el M-101, mientras que la corriente 20.3 es bombeada por P-304 al intercambiador de calor E-202 donde intercambia calor con la corriente 5.1 (**Entrada al Reactor**).

La corriente que sale por el tope de T-302, 19, ahora está libre tanto de agua como de glicerol; por lo tanto, sólo contiene los productos deseados **Etilenglicol** y **Propilenglicol**.

Llegado a este punto la última unidad del proceso es la T-303, encargada de separar con gran eficiencia estos dos productos y obtenerlos por separado con altos grados de pureza.

La corriente 19, entonces es bombeada por P-302 hacia la tercer y última torre de destilación T-303 para su purificación final. Por el tope de T-303, se retira la corriente 22 (**Propilenglicol producto**) con una pureza del 99,9% en peso mientras que por la parte inferior sale la corriente 23 (**Etilenglicol producto**) con una pureza del 99,2% en peso.

El proceso no termina aquí, ya que, gracias al análisis Pinch de la red de intercambio calórico, se aprovecha el alto contenido calorífico de estas corrientes

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 85 de 615

de salida del T-303 por lo tanto se las utiliza para calentar fluidos en etapas anteriores del proceso.

La corriente 22 (**Propilenglicol producto**) es ahora bombeada por P-305 hacia un intercambiador de calor, con el objetivo de ser enfriada y estar apta para su almacenamiento.

La corriente de fondo 23 (**Etilenglicol**), es bombeada por P-306 hacia un intercambiador de calor, para también ser enfriada y luego avanzar hacia su almacenamiento.

### 3.4 - DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso. Dada la gran cantidad de equipos dispuestos en planta, se divide el diagrama de flujo principal en tres diagramas por etapas, para facilitar su lectura y comprensión.

En el mismo se especifican: corrientes del proceso, tag de los equipos correspondientes y una referencia de color del fluido que circula por cada línea.

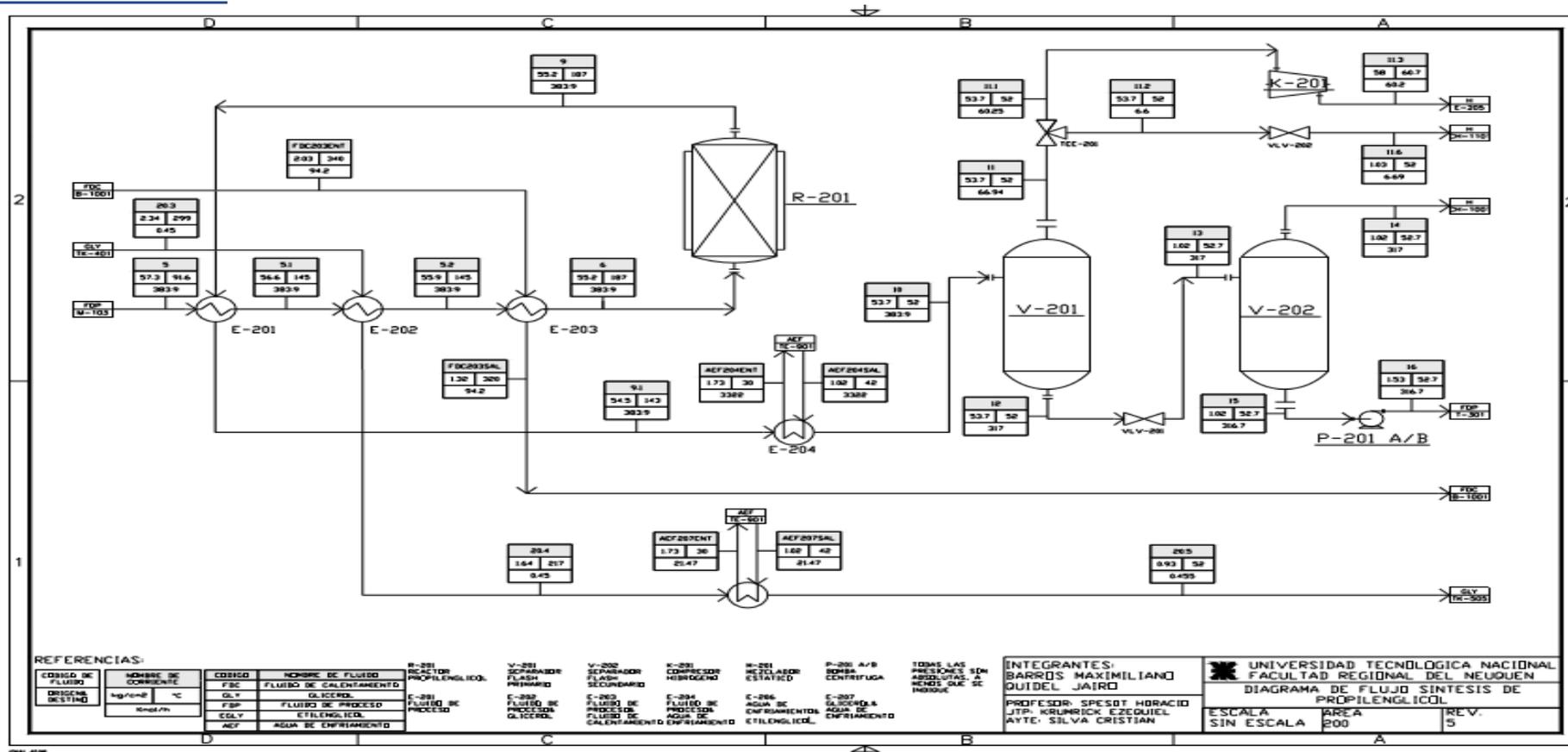
#### 3.4.1 - ÁREA 100

Se presenta a continuación, el diagrama de flujo de proceso correspondiente al Área 100, posteriormente se hace lo propio con el Área 200 y finalmente con los equipos correspondientes del Área 300.



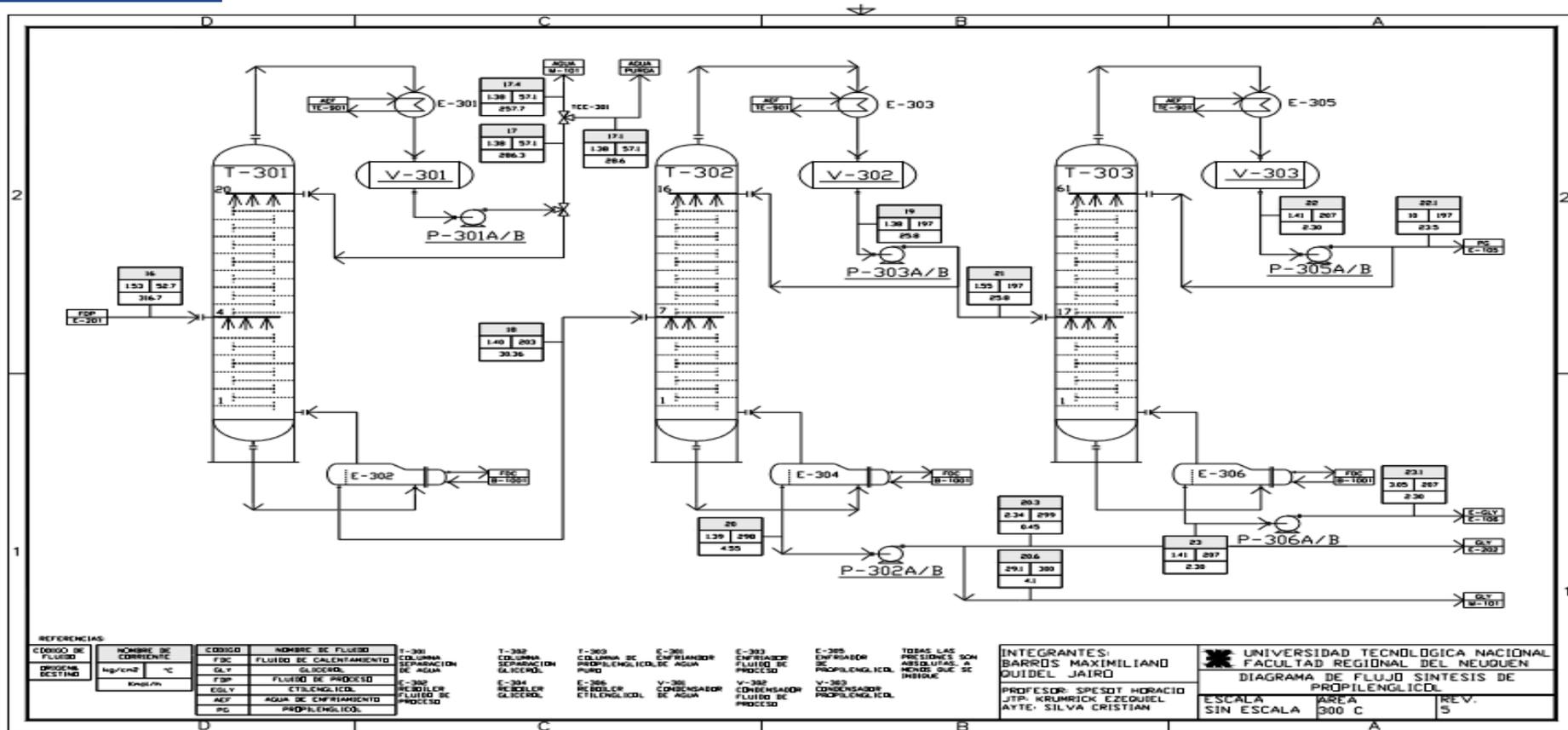
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018	
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20
				Página 87 de 615

### 3.4.2 - ÁREA 200



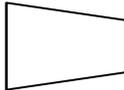
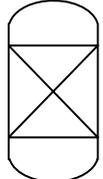
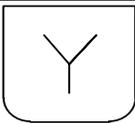
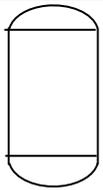
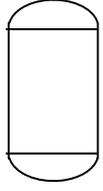
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018	
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20
				Página 88 de 615

### 3.4.3 - ÁREA 300

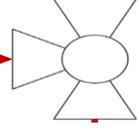
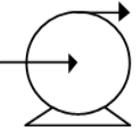
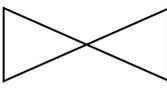


 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>89</b> de <b>615</b>

### 3.4.4 - CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Símbolo	Nombre del equipo	TAG
	Compresor	K-101, K-102, K-201
	Intercambiador de calor	E-101, E-205
	Reactor de Hidrogenólisis	R-201
	Mezclador	M-101, M-102, M-103 - M-201
	Separador Gas/Líquido	V-201, V-202
	Columna de Fraccionamiento	T-301, T-302, T-303

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>90</b> de <b>615</b>

	Divisor de flujo	TEE-201, TEE-301, TEE-302
	Bomba	P-101, P-305
	Válvula de expansión	VLV- 201. VLV-202

*Tabla 16 - Codificación de equipos (2).*

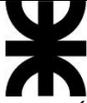
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>91</b> de <b>615</b>

### 3.5 - BIBLIOGRAFÍA

- Bricker, M., Leonard, L., Kruse, T., Vassilakis, J., & Bare, S. (2012). *United States Patente n° US 8101807 B2*.
- Cabannis, S. (2014). *Design 2*. Obtenido de [https://processdesign.mccormick.northwestern.edu/index.php/Design\\_2](https://processdesign.mccormick.northwestern.edu/index.php/Design_2)
- Corbo, P. (2007). Hydrogen Production by catalytic partial oxidation of methane and propane on Ni and Pt catalysts. *International Journey of Hydrogen Energy*, Elsevier.
- Dunker, A. (2005). *Production of Hydrogen by thermal decomposition of methane in a fluidized bed reactor*. Elsevier.
- Holladay, J. (2009). *United States Patente n° WO 2009/129325 A2*.
- Silva, M. (2015). *Planta de producción de Hidrógeno a partir de Metano*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Zhenghong , B., Weizhong, D., & Qian, L. (Enero de 2012). *Effect of Fe/Cu ratio on the activity of Fe–Al–Cu catalysts for water gas shift reaction under hydrogen-rich atmosphere*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319911006859>
- Zhongyi Ding, J. C. (2012). *United States Patente n° 8394999*.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>92</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO IV – SIMULACIÓN EN ASPEN HYSYS

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>93</b> de <b>615</b>

## 4.1 - INTRODUCCIÓN

En el anterior capítulo, se detalló la Filosofía de operación, la cual describe el proceso desde las materias primas y su transformación hacia los productos finales. Se mostró también, el Diagrama de Flujo (Flowsheet) del proceso específico, conociendo los equipos asociados y las etapas del mismo.

La temática a abordar en los capítulos posteriores está centrada en resolver los balances de materia y energía, y luego discutir los Diagramas tanto de Tubería e Instrumentación como también el Layout de la Planta.

La simulación estacionaria de los procesos químicos y, la optimización del sistema conforma el tema central de este capítulo.

### 4.1.1 – SOFTWARES DE SIMULACIONES

Un simulador de Procesos es un Software encargado de resolver balances de masa y energía, plantear sistemas de equilibrio como liquido-vapor (L-V) y liquido-liquido (L-L), modelar operaciones unitarias y reactores a partir de modelos matemáticos e incluso reacciones químicas.

Son herramientas que nos permiten facilitar el diseño, caracterización, optimización y monitoreo del funcionamiento de procesos industriales.

Entre los principales tenemos:

- 1- Aspen Hysys.
- 2- Pro II.
- 3- Aspen Plus.
- 4- Chemcad.

#### ➤ VENTAJAS DEL USO DE SOFTWARE DE SIMULACIÓN

- La simulación interfiere en sistema del mundo real.
- Es un proceso relativamente eficiente y flexible.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>94</b> de <b>615</b>

- Hace posible analizar y sintetizar una compleja y extensa situación real.
- Permite el diseñador examinar rápidamente varias configuraciones de planta

El software utilizado para representar nuestro Proceso es Aspen HYSYS V 8.7.

#### 4.1.2 – ASPEN HYSYS

Lo fundamental para mejorar el desempeño de una planta es una representación exacta del diseño y las operaciones de la misma. Las compañías necesitan una solución que les permita modelar sus procesos para mejorar los diseños y optimizar el desempeño. Aspen Hysys brinda la solución para cumplir con esta necesidad, resolviendo los problemas críticos de ingeniería y de operaciones que surgen a lo largo del ciclo de vida de un proceso químico.

Hysys es una poderosa herramienta de simulación para el mundo de la ingeniería química. Sirve para el modelado de procesos que abarcan desde la exploración y producción, pasando por los procesamientos de gas e instalaciones criogénicas hasta procesos químicos y de refinerías. Está pensada principalmente para el tratamiento de crudos, aunque incluye en sus bases de datos los componentes suficientes como para realizar casi cualquier tipo de operación química.

#### 4.2 – PAQUETE TERMODINÁMICO

Al iniciar Hysys, lo primero que debemos crear es la lista de componentes que vamos a necesitar simular a lo largo de todo el proceso.

Luego, el entorno de propiedades permite inicializar la lista de componentes y combinarla con los paquetes de propiedades (colecciones de métodos de cálculo) para formar paquetes de fluidos. Las combinaciones de componentes y ecuaciones que se usan de base para las corrientes de materia de la simulación.

Se debe crear al menos un paquete de fluidos para entrar en el entorno de simulación, pero se pueden crear tantos como se deseen aplicar a situaciones

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 95 de 615

específicas dentro del diagrama de flujo; por ejemplo, hay veces que conviene aplicar un paquete de propiedades diferente a un refrigerante o agua de refrigeración. La combinación del refrigerante y el paquete de propiedades apropiado resultarán en un paquete de fluidos aparte que se aplicará solo al fluido de refrigeración.

#### 4.2.1 – TIPOS DE PAQUETES TERMODINÁMICOS

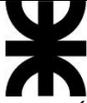
La elección del paquete de propiedades termodinámicas tiene una gran importancia en el proceso de simulación, ya que representa la base sobre la que se asienta todo lo demás.

En este apartado, se estudia cuándo conviene escoger uno u otro. Las propiedades se clasifican en cinco grandes categorías: ecuaciones de estado, modelos de actividad, modelos de Chao Seader y Grayson Streed, modelos de presión de vapor y el misceláneo, que incluye gas ácido, electrolito y glicol.

##### 4.2.1.1 – ECUACIONES DE ESTADO

Los modelos basados en ecuación de estado han demostrado ser buenos prediciendo las propiedades de la mayoría de los fluidos con hidrocarburos en un amplio rango de condiciones de operación. Su aplicación se centra en sustancias no polares o ligeramente polares.

1. GCEOS: Permite definir e implementar nuestra propia ecuación cúbica de estado generalizada, incluyendo reglas de mezcla y movimiento de volumen.
2. Kabadi Danner: Este modelo es una modificación de la ecuación de estado SRK original, pensada para mejorar los cálculos del equilibrio vapor-líquido-líquido para sistemas de hidrocarburos y agua, especialmente para regiones diluidas.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 96 de 615

3. Lee-Kessler Plocker: Representa el modelo general más preciso para sustancias no polares y mezclas, siendo recomendado para torres de etileno.
4. Peng-Robinson: El modelo Peng-Robinson es ideal para cálculos de equilibrio líquido-vapor y para calcular densidades de líquidos en sistemas de hidrocarburos. Principalmente se usa para: deshidratación de glicoles, procesamiento de gas criogénico, separación de aire, torres atmosféricas de crudo, torres de vacío, sistemas de crudo, sistemas con depósitos, inhibición de hidratos y sistemas con alto contenido en hidrógeno.
5. PRSV: Doble modificación de la ecuación de estado de Peng-Robinson que extiende su aplicación a sistemas moderadamente no ideales. Realiza rigurosos cálculos de destello trifásico en sistemas acuosos que contengan H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>OH o glicoles, así como sistemas que contengan hidrocarburos o no hidrocarburos en la segunda fase líquida. Generalmente se usa en procesamiento de gas criogénico, separación de aire, sistemas químicos y alquilación de HF.
6. SRK: En muchos casos, el modelo de Soave-Redlich-Kwong aporta resultados comparables con el de PR, aunque su rango de aplicación es sustancialmente más limitado. No obstante, representa con bastante exactitud condiciones de vacío y componentes pesados, así como productos ligeros y sistemas de altas presiones. Generalmente se usa para: deshidratación de glicoles, agua ácida, procesamiento de gas criogénico, separación de aire, torres atmosféricas de crudo, torres de vacío, sistemas de crudo, sistemas con depósitos, inhibición de hidratos y sistemas con alto contenido en hidrógeno.
7. SOUR PR: El modelo ácido de Peng-Robinson combina la ecuación de estado de PR y el modelo ácido API de Wilson para manejar sistemas de agua ácida aplicable a ciclones de agua ácida, lazos de tratamiento de

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>97</b> de <b>615</b>

agua, columnas de crudo o cualquier proceso que contenga hidrocarburos, gases ácidos y agua. El modelo funciona bien siempre que la presión parcial del agua no supere las 6.8 atm (100 psia).

8. SOUR SRK: El modelo ácido de SKR combina Soave Redlich Kwong con el modelo ácido API de Wilson. Se aplica a los mismos sistemas que el método anterior.
9. Zudkevitch Joffee: Se trata de una modificación de la ecuación de estado de Redlich Kwong. Presenta mejoras para las predicciones del equilibrio líquido-vapor en sistemas de hidrocarburos o que contengan hidrógeno.
10. BWRS: El modelo Benedict-Webb-Rubin-Starling se usa para aplicaciones y estudios de compresión. Está específicamente pensado para componentes en fase gaseosa y trata la termodinámica compleja que se lleva a cabo en las compresiones, muy útil en la industria petroquímica.

#### 4.2.1.2 – MODELOS DE ACTIVIDAD

Los modelos de actividad tratan sistemas altamente no ideales y tienen una naturaleza mucho más empírica comparada con las predicciones de propiedades de la industria de hidrocarburos. Tradicionalmente, el tratamiento de sistemas químicos no ideales o polares se lleva a cabo usando métodos de modelo dual.

En este tipo de método se hace uso de una ecuación de estado para predecir los coeficientes de fugacidad del vapor y para la fase líquida se emplea un modelo de coeficiente de actividad. Debido a que los datos experimentales se encuentran definidos para un rango específico, estos métodos de propiedades dejan de ser eficaces para aplicaciones más generales.

1. Chien Null: Generalmente se usa para sistemas químicos con componentes altamente no ideales.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>98</b> de <b>615</b>

2. Extended NRTL: Es una variación del modelo NRTL aplicable a sistemas con una gran diferencia de puntos de ebullición entre componentes o en los que se requiere la solución simultánea de equilibrios vapor-líquido o líquido-líquido y existe una gran diferencia en los puntos de ebullición de los componentes o en su propia concentración.
3. General NRTL: Otra variación del modelo NRTL con la misma aplicabilidad que el anterior.
4. Margules: No tiene base teórica, pero resulta muy útil en estimaciones rápidas e interpolación de datos.
5. NRTL: La ecuación Non-Random-Two-Liquid (dos líquidos no aleatorios) es una extensión de la ecuación de Wilson. Para sistemas químicos y alquilación de HF con componentes altamente no ideales.
6. UNIQUAC: La ecuación UNiversal QUAsi Chemical emplea mecánica estadística y la teoría cuasi-química de Guggenheim para representar la estructura del líquido. Se puede aplicar a una gran variedad de mezclas que contengan agua, alcoholes, nitrilos, aminas, ésteres, cetonas, aldehídos, hidrocarburos halogenados e hidrocarburos.
7. Van Laar: Se utiliza para sistemas químicos con componentes fuertemente no ideales. No ofrece buenos resultados para sistemas con hidrocarburos halogenados y alcoholes.
8. Wilson: Ofrece un método termodinámicamente consistente a la hora de predecir el comportamiento multicomponente a partir de datos de equilibrio binario, aunque no se puede usar para sistemas de dos fases líquidas. Representa satisfactoriamente casi todas las soluciones líquidas no ideales a excepción de electrolitos y soluciones que muestren limitada miscibilidad.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 99 de 615

Como ya se ha comentado anteriormente en este capítulo, lo primero que se hace al iniciar la simulación es seleccionar todas las sustancias que van a participar de nuestro proceso. En este caso seleccionamos: Agua, Metano, Hidrógeno, Acetol, Etilenglicol, Propilenglicol, Glicerol, etc.

El paquete termodinámico elegido es un modelo de actividad, más precisamente NRTL, ya que este modelo reproduce correctamente el comportamiento de la mezcla de Glicerol e Hidrógeno a bajas presiones.

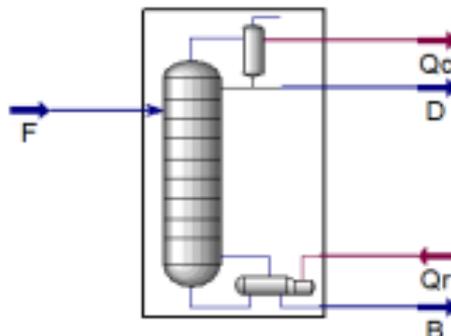
#### 4.2.2 – EQUIPOS UTILIZADOS

A continuación, se mencionan todos los equipos involucrados en la simulación del proceso de producción de Propilenglicol.

##### 1. COLUMNA DE DESTILACIÓN:

Este objeto requiere tres corrientes de materia: la alimentación (F en la figura), el destilado (D) y los productos de fondo (B); junto con dos de energía, los cuales representan la potencia suministrada al calderín y el calor cedido por el condensador.

Como especificaciones, precisa de los detalles de la corriente de alimentación, normalmente se emplean presión, temperatura, flujo másico y composición. Aun así, el sistema queda con dos grados de libertad, por lo que habrá que escoger entre una lista, las especificaciones que más nos interesen.



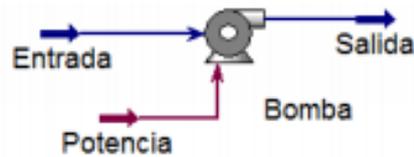
*Ilustración 13 - Elemento Columna de destilación.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>100</b> de <b>615</b>

## 2. BOMBA:

En este caso la usaremos para aumentar presión de la corriente de entrada. En la columna real, los líquidos descienden por gravedad desde el condensador hacia el primer plato o hacia los tranques de producto de cabeza. Sin embargo, con HYSYS tendremos que hacer uso de este elemento.

Si la corriente de entrada está perfectamente definida, solo hay que especificar la presión de la corriente de salida (o si lo preferimos, la potencia consumida por la bomba).



*Ilustración 14 - Elemento Bomba.*

## 3. VÁLVULA DE EXPANSIÓN:

Se suele usar para modelar la caída de presión que sufre el fluido al atravesar un conducto. Ya se verá en el capítulo siguiente que en el modo dinámico permiten regular el caudal.

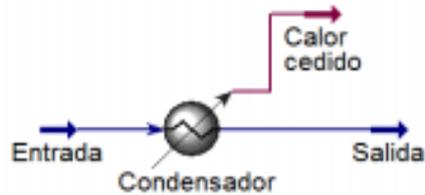


*Ilustración 15 - Elemento Válvula de Expansión.*

## 4. CONDENSADOR:

También llamado enfriador. Permite disminuir la temperatura de una corriente. A partir de una corriente definida a la entrada, necesitamos conocer la temperatura de la salida (o el calor cedido) y la caída de presión del elemento.

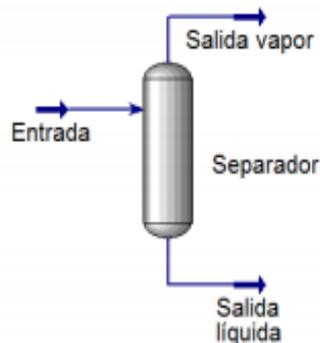
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>101</b> de <b>615</b>



*Ilustración 16 - Elemento Condensador.*

### 5. SEPARADOR:

Este recipiente lleva a cabo una separación de una corriente que contenga fracción líquida y gaseosa en otras corrientes de líquido puro y vapor puro. Solo hace falta que la corriente de entrada tenga una fracción de vapor mayor de cero y menor que uno, no necesita más especificaciones.



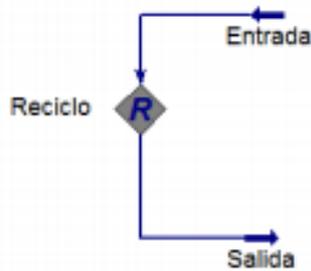
*Ilustración 17 - Elemento Separador.*

### 6. RECICLO:

Para casos en los que precisemos que una corriente de salida se reutilice en una etapa previa. Las condiciones de las corrientes de entrada y salida deben ser similares y encontrarse dentro de unas determinadas tolerancias, tolerancias que pueden ser modificadas por el usuario según convenga.

Si se hace uso del reciclo en el modo dinámico, la corriente de salida automáticamente se actualiza con los valores de la de entrada.

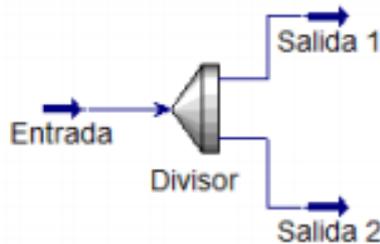
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>102</b> de <b>615</b>



*Ilustración 18 - Elemento Reciclo.*

### 7. DIVISOR:

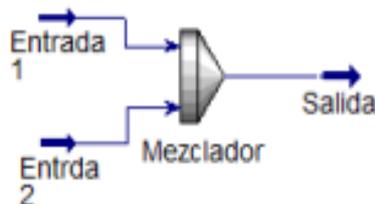
En esencia es una separación de corrientes según unas proporciones. No tiene caída de presión, pero necesita que se fijen los porcentajes de fluido que sale en una dirección o en otra. Pueden conectarse tantas salidas como sean precisas.



*Ilustración 19 - Elemento Divisor.*

### 8. MEZCLADOR:

Es el punto de unión de varias corrientes. Es la operación opuesta al elemento anterior. Se pueden conectar tantas entradas como se quiera.



*Ilustración 20 - Elemento Mezclador.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>103</b> de <b>615</b>

## 4.3 – SIMULACIÓN DEL PROCESO

La simulación del Proceso de Producción de Propilenglicol se realizó utilizando el software Aspen HYSYS V9.

A continuación, se describe en detalle la simulación del proceso, basándonos en la Patente Estadounidense US8394999 “**Process for converting glycerin into propylene glycol**” escrita por Zhongyi Ding, Joseph Chiu y Weihua Jin (2012).

Como se mencionó en el “*Capítulo III – Filosofía de Operación*”, el proceso se divide en las siguientes etapas.

1. Acondicionamiento de las materias primas, Hidrógeno y Glicerol.
2. Hidrogenólisis del Glicerol a Propilenglicol en el R-201.
3. Separación de los compuestos gaseosos (Metano e Hidrógeno) en los separadores V-201 y V-202.
4. Separación del Agua por destilación, en la torre de destilación T – 301 a presión atmosférica.
5. Separación del Glicerol sin reaccionar, en la torre de destilación T – 302 a presión atmosférica.
6. Purificación del Propilenglicol, en la torre de destilación T – 303 a presión atmosférica.

### 4.3.1 – ACONDICIONAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS

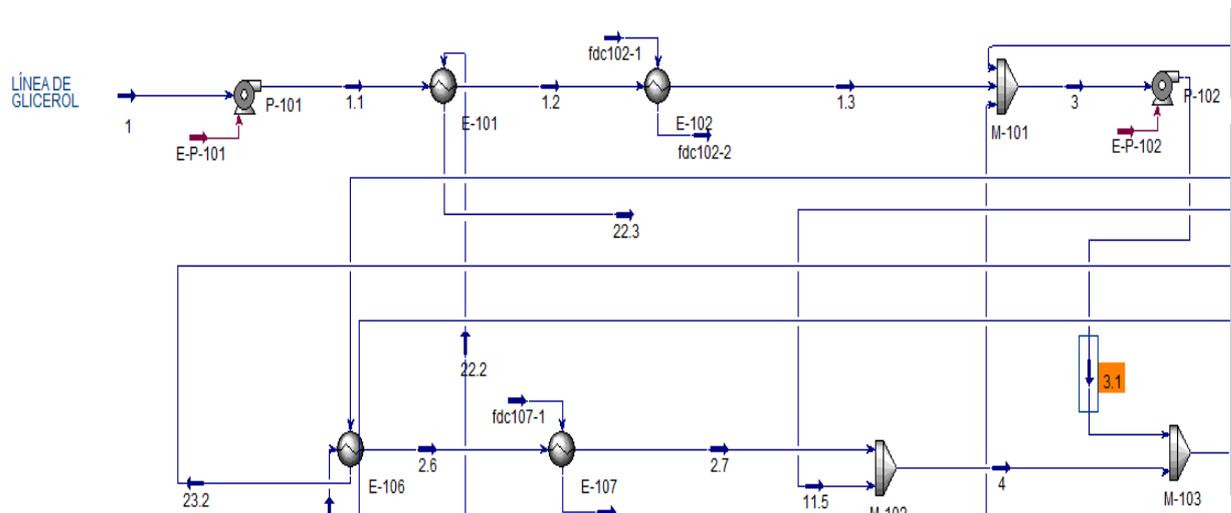
El proceso comienza con la corriente 1, compuesta por glicerol en un 89,9% molar a 25°C y 101,3 KPa, la cual es bombeada mediante la bomba P-101 hacia el intercambiador de calor E-101 a 2845 KPa. Este intercambiador eleva la temperatura del glicerol de 25°C a 100°C, intercambiando calor con la corriente 22.3 de Propilenglicol que retorna al proceso.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>104</b> de <b>615</b>

La corriente saliente del E-101 ingresa ahora al E-102, en el cual eleva su temperatura hasta 148,9 °C, intercambiando calor con el fluido de calentamiento THEOL-55.

La corriente de salida del E-102, ingresa al mezclador M-101 el cual recibe esta corriente junto la corriente 17.4 que contiene agua reprocesada a 57,3 °C y 2845 KPa y 20.7 de glicerol de recirculación a 300,2 °C y 2845 KPa. La corriente 3 que sale del mezclador a 90,3 °C, se dirige al mezclador M-103, previamente pasando por la bomba P-102, que eleva su presión hasta 5688 KPa.

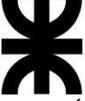
Esta etapa del proceso se representa a continuación.



**Ilustración 21 - Acondicionamiento de Glicerol.**

El Hidrógeno de alimentación, por su parte, ingresa al proceso en la corriente 2 a 90°C y 1736 KPa. Luego atraviesa un tren de compresión provisto de 3 intercambiadores y un compresor de multietapas. A la salida del último intercambiador, el E-105, el hidrógeno se encuentra a 167,8 °C y 5723 KPa.

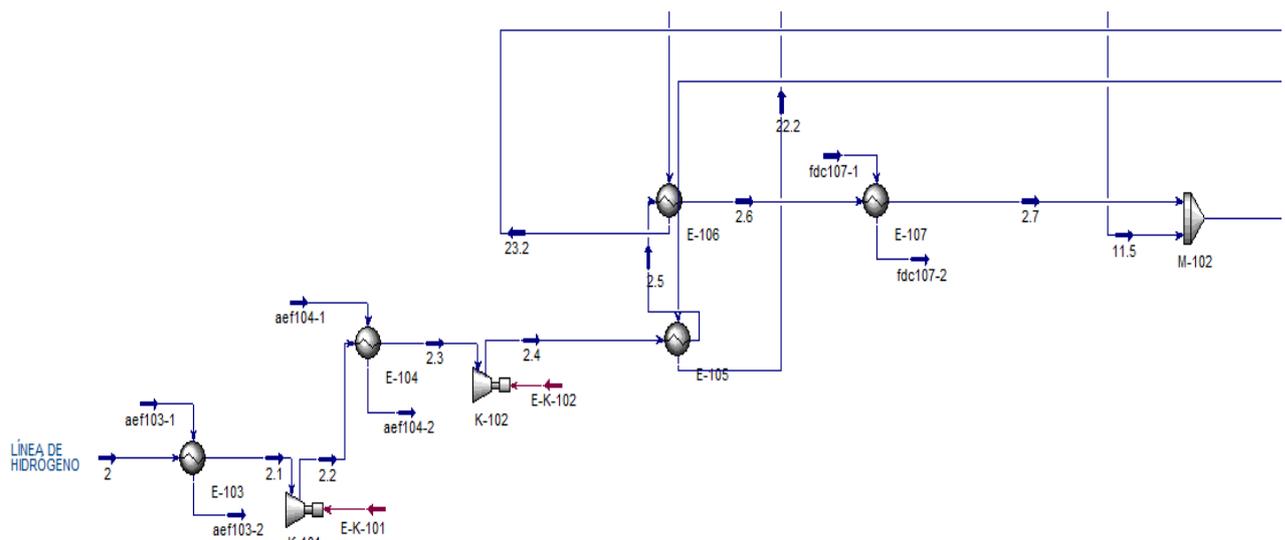
La corriente 2.5, que sale del E-105, ingresa al E-106 intercambiando calor con una corriente de salida de etilenglicol, la 23.1. A la salida del E-106 el hidrógeno se encuentra a 173,1 °C. El hidrógeno continúa a través de un último intercambiador, el E-107, el cual eleva su temperatura hasta 187,8°C.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>105</b> de <b>615</b>

Esta corriente de Hidrógeno llega entonces al mezclador M-102, donde se mezcla con la corriente 11.5 la cual contiene hidrógeno de recirculación y trazas de metano.

La corriente de salida del M-102 se mezcla con la corriente 3.1 “Glicerol de alimentación” en el mezclador M-103. En este punto se da por finalizada la “*Etapa 1 – Acondicionamiento de materias primas*” para dar inicio a la etapa siguiente.

La siguiente ilustración, grafica el recorrido del Hidrógeno de alimentación.



**Ilustración 22 - Acondicionamiento de Hidrógeno.**

#### 4.3.2 – REACCIÓN DE HIDROGENÓLISIS

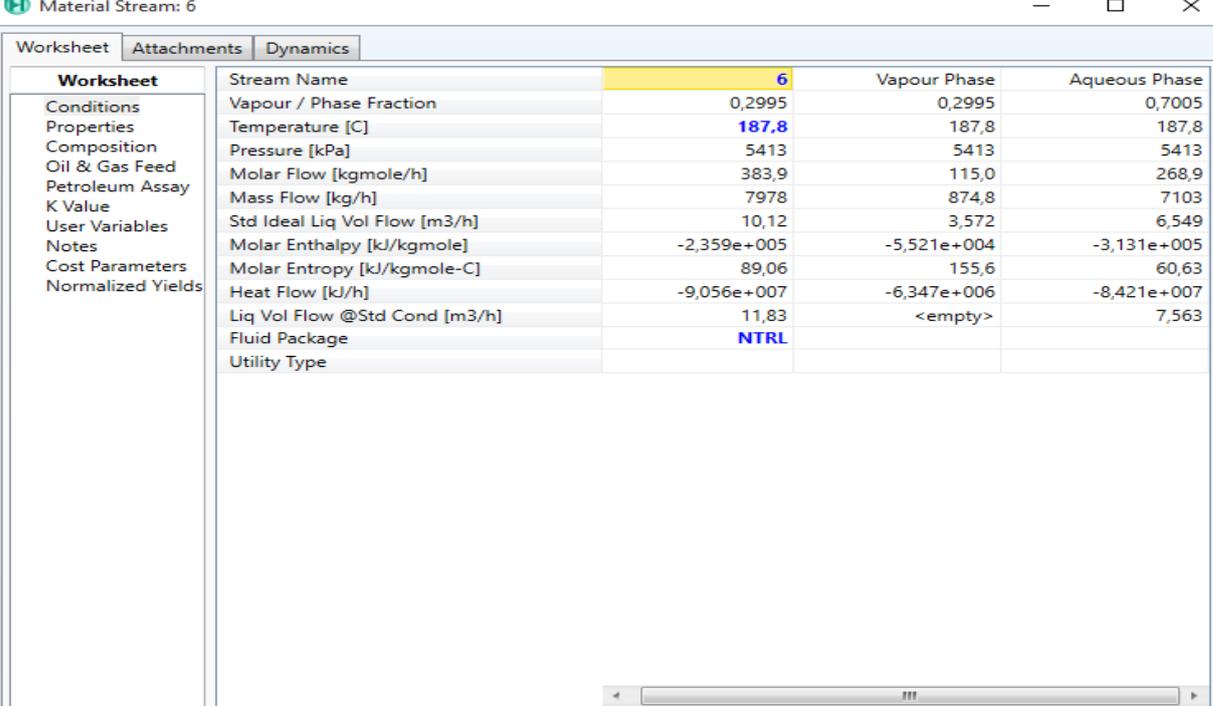
La corriente 5, de salida del M-103, ingresa al E-201 intercambiando calor con la corriente 9 compuesta por los productos de la reacción. De dicho intercambiador sale a 145°C y 5551 KPa y así está en condiciones de ingresar a un nuevo intercambiador, el E-202.

En dicho intercambiador, la corriente que ingresará al reactor de hidrogenólisis cruza sus temperaturas con una corriente de glicerol puro que será recirculado a una etapa previa del proceso.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>106</b> de <b>615</b>

La corriente 5.2, en este punto, ingresa al último intercambiador previo al reactor, en el cual eleva su temperatura a 187,8°C (temperatura óptima de la reacción) mediante el cruce de temperaturas con fluido de calentamiento.

La corriente principal, ahora llamada corriente 6, está en condiciones de ingresar al reactor de hidrogenólisis R-201. En este punto sus propiedades son:

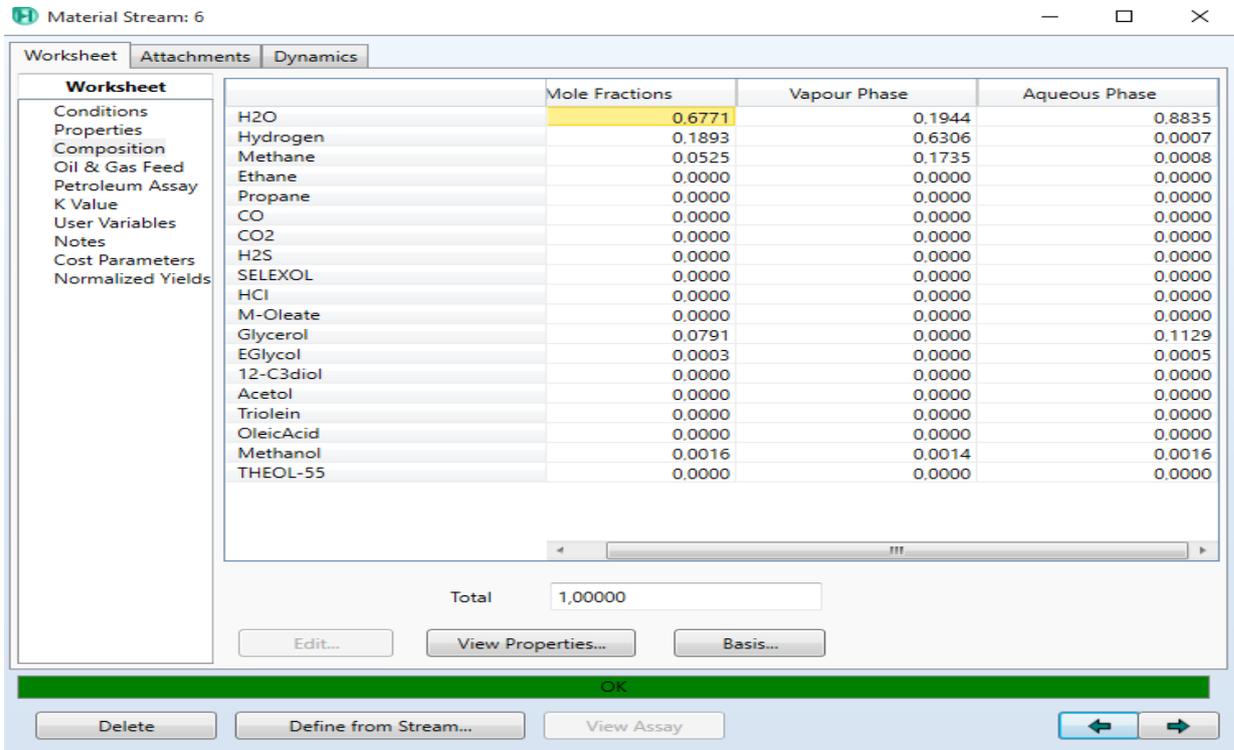


Worksheet	Stream Name	Vapour Phase	Aqueous Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	0,2995	0,7005
Properties	Temperature [C]	187,8	187,8
Composition	Pressure [kPa]	5413	5413
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	383,9	268,9
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	7978	7103
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	10,12	6,549
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2,359e+005	-3,131e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	89,06	60,63
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-9,056e+007	-8,421e+007
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	11,83	7,563
	Fluid Package	NTRL	
	Utility Type		

*Ilustración 23 - Condiciones antes de la reacción.*

La composición de esta corriente es la siguiente:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 107 de 615

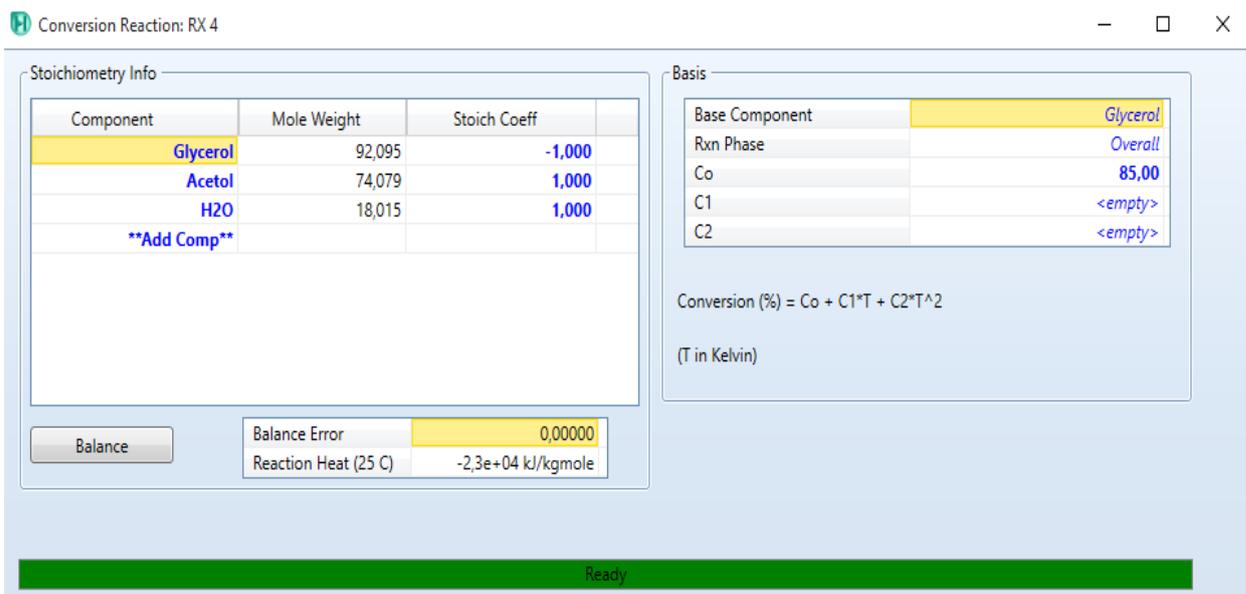


Worksheet	Mole Fractions	Vapour Phase	Aqueous Phase
H2O	0.6771	0.1944	0.8835
Hydrogen	0.1893	0.6306	0.0007
Methane	0.0525	0.1735	0.0008
Ethane	0.0000	0.0000	0.0000
Propane	0.0000	0.0000	0.0000
CO	0.0000	0.0000	0.0000
CO2	0.0000	0.0000	0.0000
H2S	0.0000	0.0000	0.0000
SELEXOL	0.0000	0.0000	0.0000
HCl	0.0000	0.0000	0.0000
M-Oleate	0.0000	0.0000	0.0000
Glycerol	0.0791	0.0000	0.1129
EGlycol	0.0003	0.0000	0.0005
12-C3diol	0.0000	0.0000	0.0000
Acetol	0.0000	0.0000	0.0000
Triolein	0.0000	0.0000	0.0000
OleicAcid	0.0000	0.0000	0.0000
Methanol	0.0016	0.0014	0.0016
THEOL-55	0.0000	0.0000	0.0000

Total: 1,00000

*Ilustración 24 - Composición antes de la reacción.*

Conocidas las condiciones y composición de la corriente 6, se llega al reactor de Hidrogenólisis. En el software se carga la reacción principal, su conversión, reactivo limitante y su estequiometría, como se observa en la sig. ilustración.



Component	Mole Weight	Stoich Coeff
Glycerol	92,095	-1,000
Acetol	74,079	1,000
H2O	18,015	1,000
**Add Comp**		

Base Component	
Rxn Phase	Overall
Co	85,00
C1	<empty>
C2	<empty>

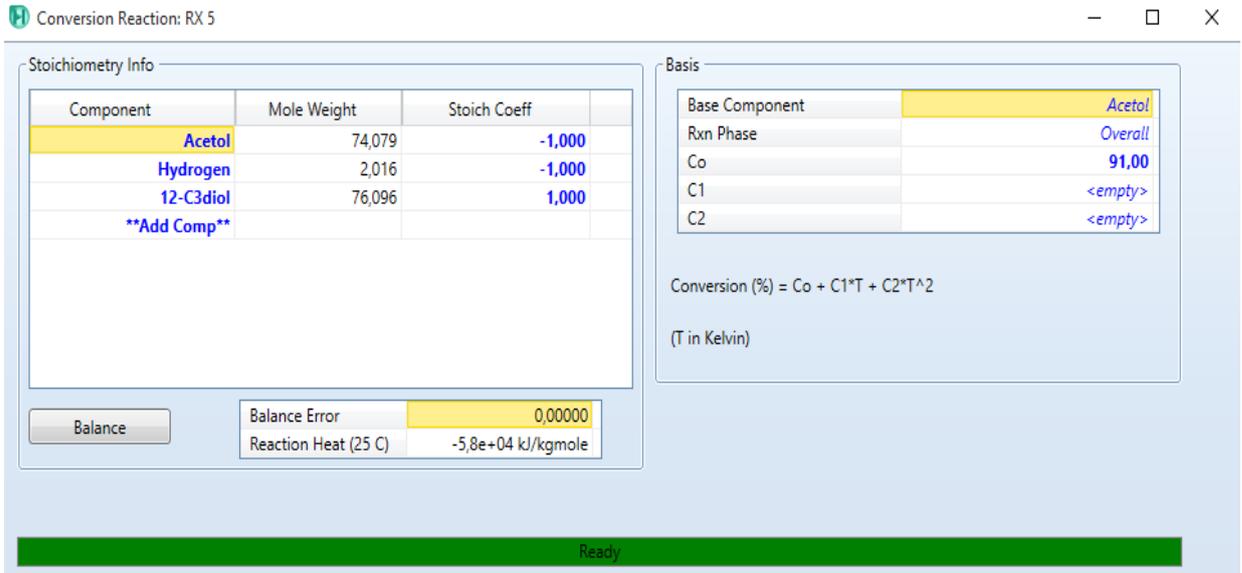
Conversion (%) =  $Co + C1 \cdot T + C2 \cdot T^2$   
(T in Kelvin)

Balance Error: 0,00000  
Reaction Heat (25 C): -2,3e+04 kJ/kgmole

*Ilustración 25 - Estequiometría y conversión de la reacción.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>108</b> de <b>615</b>

La segunda etapa de la reacción se muestra a continuación:



The screenshot shows the 'Conversion Reaction: RX 5' window. It is divided into two main sections: 'Stoichiometry Info' and 'Basis'.

**Stoichiometry Info:**

Component	Mole Weight	Stoich Coeff
Acetol	74,079	-1,000
Hydrogen	2,016	-1,000
12-C3diol	76,096	1,000
**Add Comp**		

Below the table, there is a 'Balance' button and a table showing 'Balance Error' as 0,00000 and 'Reaction Heat (25 C)' as -5,8e+04 kJ/kgmole.

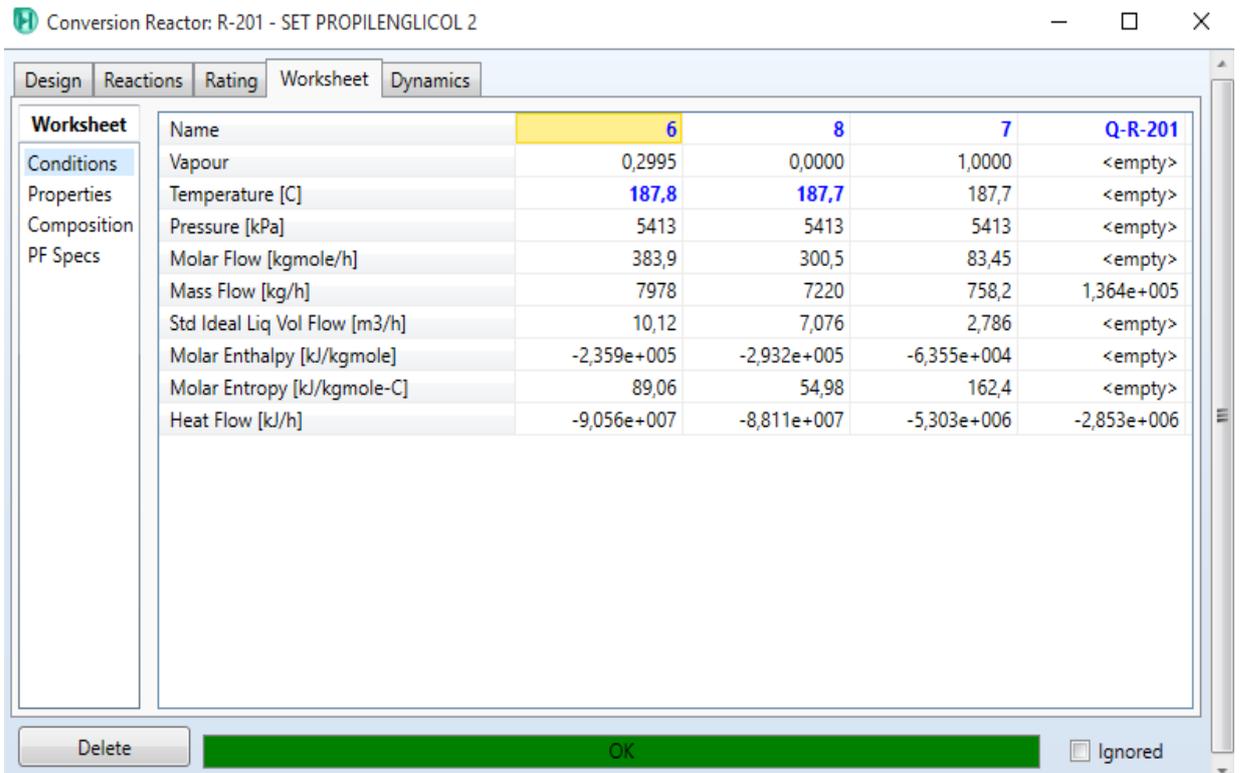
**Basis:**

Base Component	
Acetol	
Rxn Phase	Overall
Co	91,00
C1	<empty>
C2	<empty>

Below the basis table, the conversion formula is given as:  $Conversion (\%) = Co + C1*T + C2*T^2$ , where T is in Kelvin.

*Ilustración 26 - Estequiometría y conversión de la reacción (2).*

Las condiciones en el interior del reactor son las siguientes:



The screenshot shows the 'Conversion Reactor: R-201 - SET PROPYLENGLICOL 2' window. The 'Worksheet' tab is active, displaying a table of reactor conditions for four different cases (6, 8, 7, and Q-R-201).

Name	6	8	7	Q-R-201
Vapour	0,2995	0,0000	1,0000	<empty>
Temperature [C]	187,8	187,7	187,7	<empty>
Pressure [kPa]	5413	5413	5413	<empty>
Molar Flow [kgmole/h]	383,9	300,5	83,45	<empty>
Mass Flow [kg/h]	7978	7220	758,2	1,364e+005
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	10,12	7,076	2,786	<empty>
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2,359e+005	-2,932e+005	-6,355e+004	<empty>
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	89,06	54,98	162,4	<empty>
Heat Flow [kJ/h]	-9,056e+007	-8,811e+007	-5,303e+006	-2,853e+006

At the bottom of the window, there are 'Delete', 'OK', and 'Ignored' buttons.

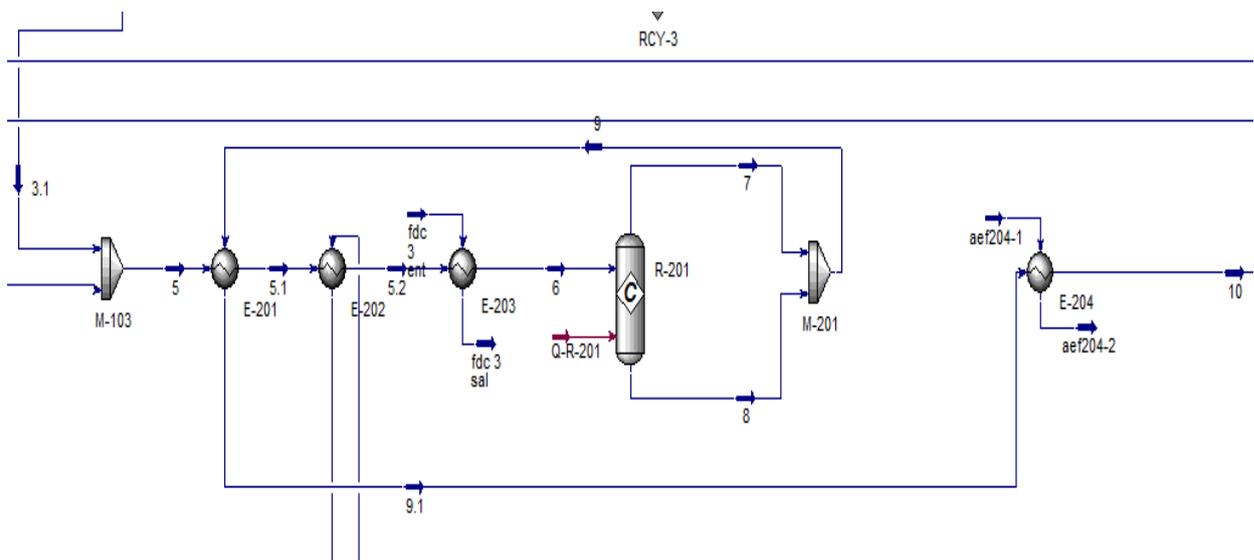
*Ilustración 27 - Condiciones en el interior del reactor.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 Quimax	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>109</b> de <b>615</b>

La corriente 9 “productos de reacción” compuesta por un 75% de agua y sólo un 6% de Propilenglicol, es enviada de retorno al E-201, intercambiando calor con la corriente 5 nombrada al principio de esta etapa.

Al pasar por el E-201, la corriente 9 cede calor y reduce su temperatura a 143,9°C y 5344 KPa, respectivamente. A continuación, reduce su temperatura una última vez a 52°C y 5275 KPa en el E-204, estando en condiciones de ingresar a la etapa de separación, la cual va a detallarse a continuación.

Se representa entonces, la etapa de reacción mediante la ilustración siguiente:



*Ilustración 28 - Etapa de reacción.*

#### 4.3.3 – SEPARACIÓN DE COMPUESTOS GASEOSOS

La corriente 10, proveniente de la etapa de reacción, está a 52°C y 5275 KPa, conteniendo además un 75% de Agua, 11% de Hidrógeno, 5,8% de Metano, trazas de glicerol sin reaccionar y apenas un 6% del producto principal Propilenglicol.

Por esta razón, dicha corriente es enviada a través de los separadores V-201 y V-202 para remover parcialmente los compuestos gaseosos como Hidrógeno sin reaccionar y Metano.

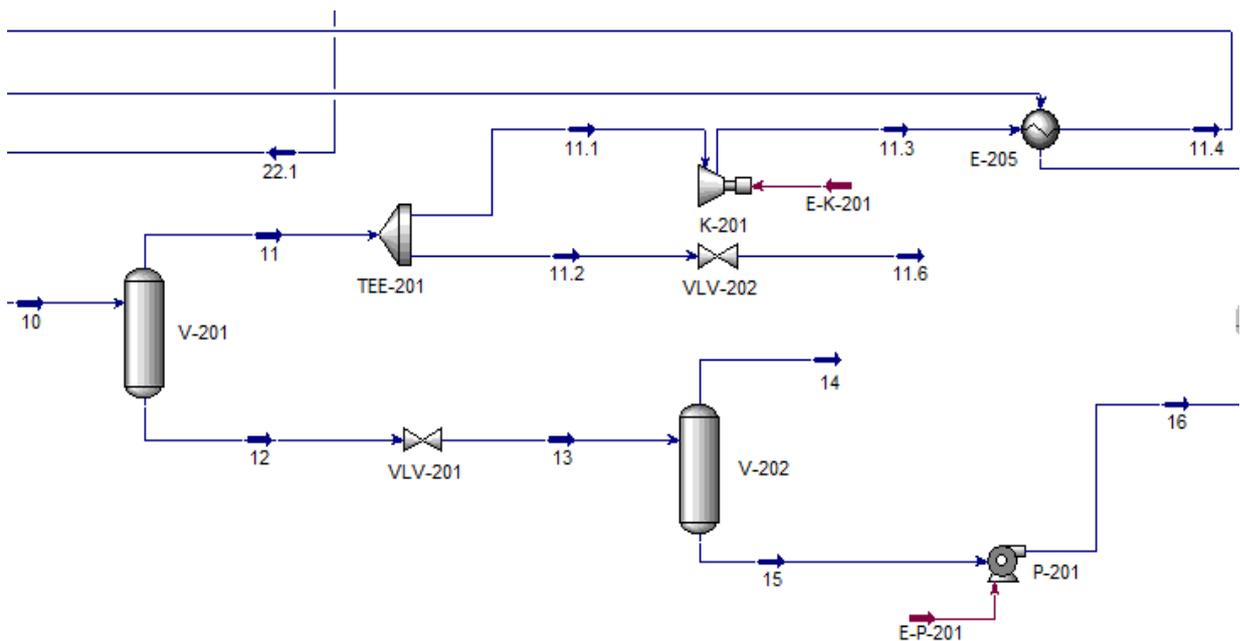
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>110</b> de <b>615</b>

En el V-201, la corriente 10 ingresa a 52°C y 5275 KPa. Por la cabeza del separador, egresa la corriente 11 compuesta en un 66% molar de Hidrógeno y el 33% restante de Metano.

Dicha corriente 11, al contener mayormente Hidrógeno, se acondiciona para retornar al proceso en una etapa anterior. Se comprime previamente a 5689 KPa en el compresor K-201 y aumenta su temperatura a 72,8°C en el E-205.

Por el fondo del separador, egresa la corriente 12 parcialmente libre de Hidrógeno y Metano. Dicha corriente atraviesa la válvula de expansión VLV-201, en la cual disminuye la presión a 100 KPa.

Con la disminución de presión, la corriente está ahora en condiciones de entrar al segundo separador, el V-202. En dicho separador, se remueve el remanente de Hidrógeno y Metano por la parte superior, y por el fondo del separador egresa la corriente libre de gases rumbo a la etapa de purificación en las torres de destilación, previo paso por la bomba P-201, la cual eleva la presión de dicha corriente a 150 KPa. La siguiente ilustración, muestra la etapa de separación y sus equipos relacionados:



*Ilustración 29 - Etapa de separación de compuestos gaseosos.*

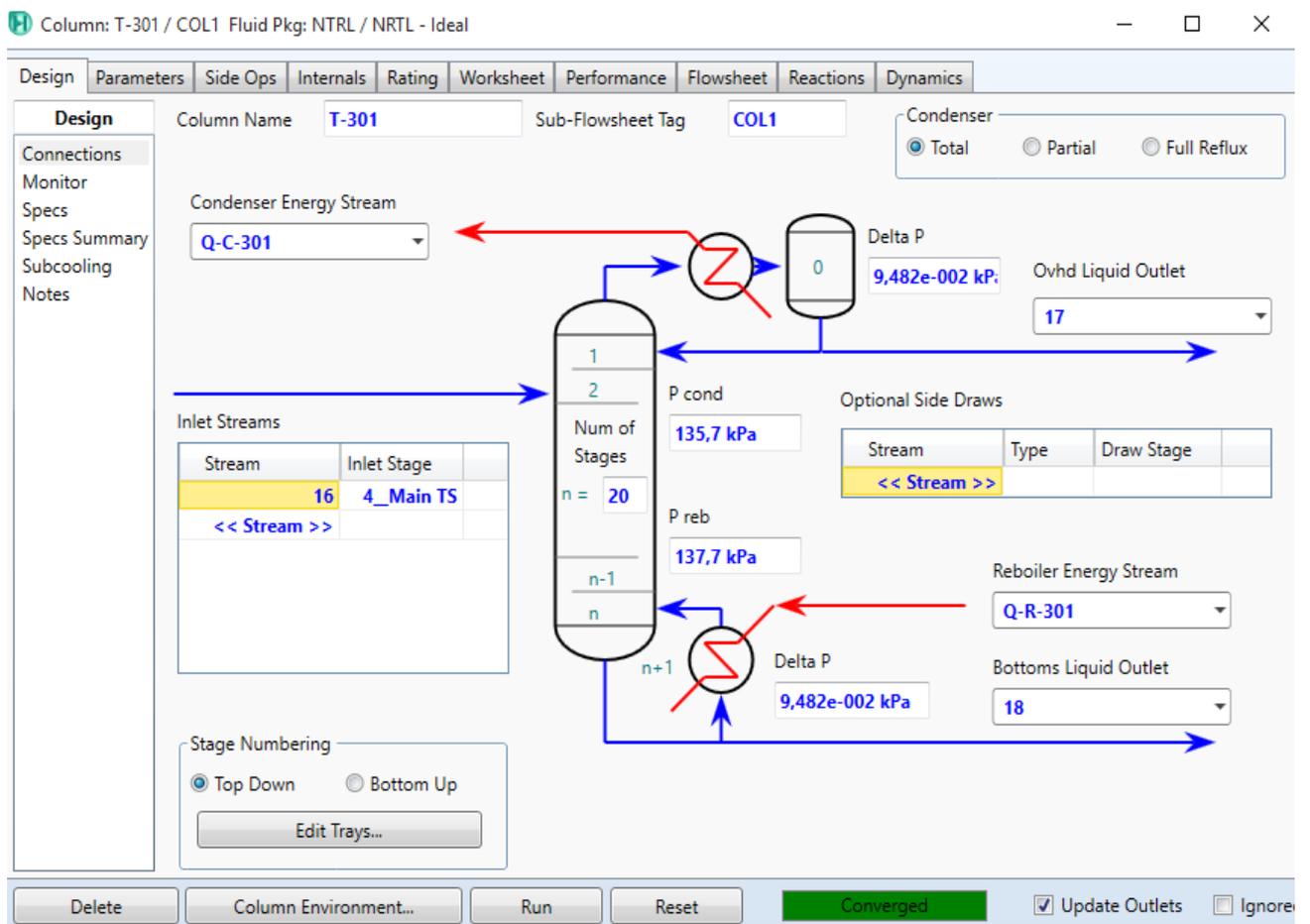
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>111</b> de <b>615</b>

#### 4.3.4 – SEPARACIÓN DE AGUA EN T-301

La corriente 16, proveniente de la bomba P-201 a 52,7°C y 150 KPa está ahora en condiciones de ingresar en la primera torre de destilación, la T-301.

Dicha torre, es la encargada de separar por cabeza el agua de la corriente 16, mientras que por el fondo egresa la corriente 18 libre de agua, pero compuesta por Propilenglicol en un 77%, Etilenglicol en un 7,6% y Glicerol sin reaccionar en un 15%.

Las siguientes ilustraciones, muestran en detalle el diseño de la torre T-301.



*Ilustración 30 - Diseño y conexiones de T-301.*

Como se observa en la ilustración 4.10, la T-301 cuenta con un total de 20 platos, siendo el plato de alimentación el N°4. También cuenta con condensador total,

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>112</b> de <b>615</b>

por lo que el agua saliente de la corriente 17 ya está en condiciones de ser reprocesada al M-101, no sin antes ser bombeada por la P-301 a 2845 KPa.

La presión en la cabeza de la torre es de 135,7 KPa, siendo la presión del fondo ligeramente superior con un valor de 137,7 KPa. Las pérdidas de carga tanto en cabeza como en el fondo de la torre tienen el valor de 0,09482 KPa.

Las especificaciones de la columna son 2: Relación de reflujo y fracción de recuperación del componente (en este caso agua).

La relación de reflujo seleccionada es 0,18 y la fracción de recuperación del componente es 1.

La siguiente ilustración, muestra las especificaciones de T-301.

Specifications						
	Specified Value	Current Value	Wt. Error	Active	Estimate	Current
Reflux Ratio	0,1800	0,1800	0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Distillate Rate	<empty>	286,3	<empty>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reflux Rate	<empty>	51,54	<empty>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Btms Prod Rate	<empty>	30,36	<empty>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comp Recovery	1,0000	1,0000	0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

View... Add Spec... Group Active Update Inactive Degrees of Freedom 0

Column Environment... Run Reset Converged  Update Outlets  Ignored

*Ilustración 31 - Especificaciones de T-301.*

En el rating de la torre, representado a continuación, puede observarse: diámetro interior, empaque, espaciado entre empaque, etc.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>113</b> de <b>615</b>

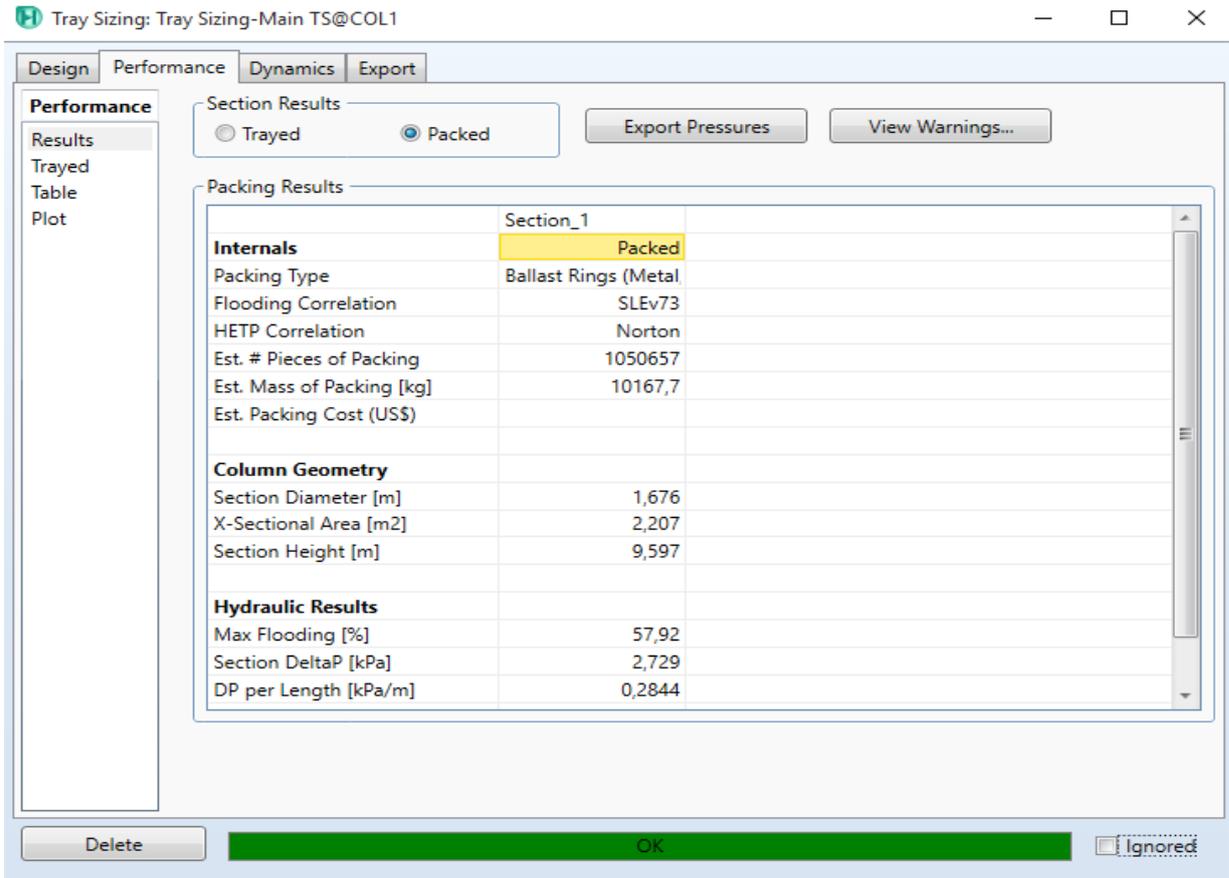
Rating	
Towers	
Vessels	
Equipment	
Pressure Drop	

Tower Sizing	
Tower	Main TS
Uniform Section	<input checked="" type="checkbox"/>
Internal Type	Sieve
Diameter [m]	1,500
Tray/Packed Space [m]	0,5500
Tray/Packed Volume [m3]	0,9719
Disable Heat Loss Calcs	<input type="checkbox"/>
Heat Model	None
Rating Calculations	<input type="checkbox"/>
Hold Up [m3]	8,836e-002
Weeping Factor	1,000
Tray Sizing Analysis for Costing	Internals-1@Main

Ilustración 32 - Rating de T-301.

La siguiente ilustración, muestra el Tray Sizing de T-301, indicando los datos geométricos, internos e hidráulicos totales.



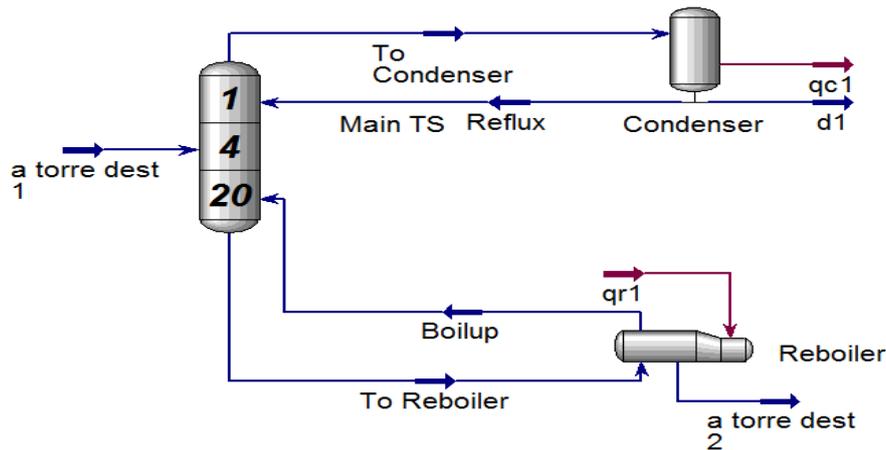
The screenshot shows the 'Performance' tab of the Tray Sizing software. The 'Section Results' are set to 'Packed'. The 'Packing Results' table is as follows:

Section_1	
<b>Internals</b>	Packed
Packing Type	Ballast Rings (Metal)
Flooding Correlation	SLEv73
HETP Correlation	Norton
Est. # Pieces of Packing	1050657
Est. Mass of Packing [kg]	10167,7
Est. Packing Cost (US\$)	
<b>Column Geometry</b>	
Section Diameter [m]	1,676
X-Sectional Area [m2]	2,207
Section Height [m]	9,597
<b>Hydraulic Results</b>	
Max Flooding [%]	57,92
Section DeltaP [kPa]	2,729
DP per Length [kPa/m]	0,2844

Ilustración 33 - Tray Sizing de T-301.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>114</b> de <b>615</b>

Por último, para finalizar con el análisis de T-301, resta representar a continuación el entorno de columna o, mejor conocido como column environment.



*Ilustración 34 - Column Environment de T-301.*

Los perfiles de temperatura y presión de la torre, así como sus condiciones de entrada y salida y su composición, serán detallados más adelante en “Capítulo V – Balance de Materia”.

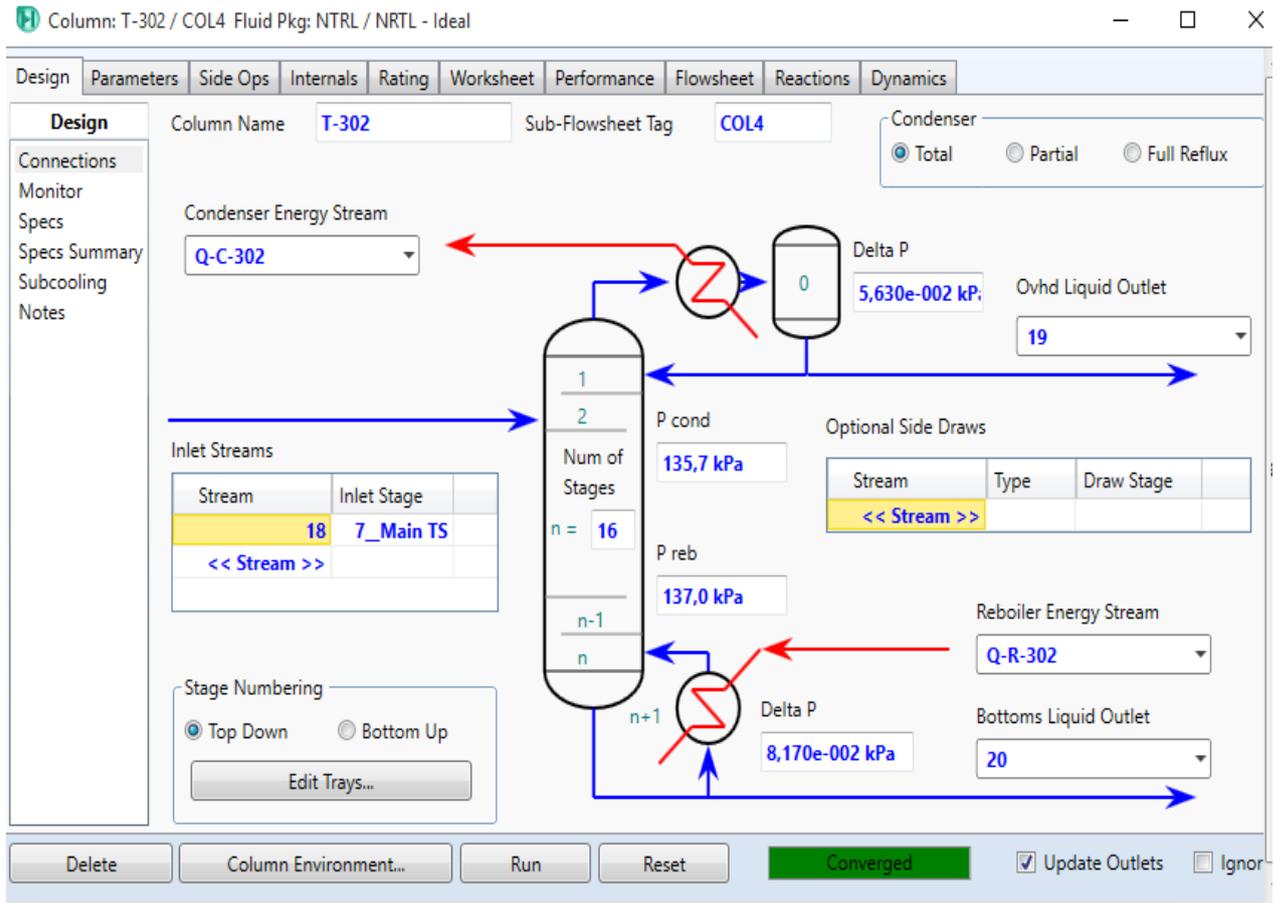
#### 4.3.5 – SEPARACIÓN DEL GLICEROL SIN REACCIONAR EN T-302

La corriente 18, saliente de la torre T-301, está en condiciones (203,7°C y 137,7 KPa) de ingresar a la siguiente torre, la T-302, para remover el glicerol que haya quedado sin reaccionar y enviarlo al mixer previo al reactor para reutilizarlo.

Dicha torre T-302, es la encargada de separar por el fondo el glicerol sin reaccionar a 298,9°C y 137 KPa, mientras que por la cabeza egresa la corriente 19 libre de éste, pero compuesta por Propilenglicol en un 91% y Etilenglicol en un 8,9%, estando a 197,9°C y 135,7 KPa.

Las siguientes ilustraciones, muestran en detalle el diseño de la torre T-301.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>115</b> de <b>615</b>

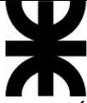


*Ilustración 35 - Diseño y conexiones de T-302.*

Como se observa en la ilustración 4.15, la T-302 cuenta con un total de 16 platos, siendo el plato de alimentación el N°7. Cuenta también, con un condensador total.

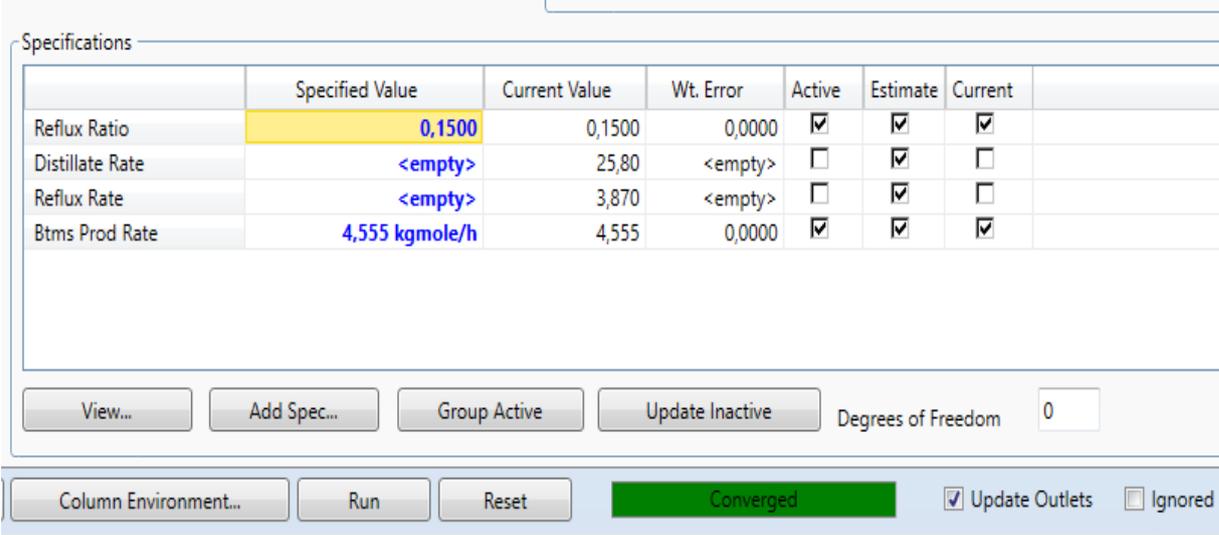
El glicerol saliente de la corriente 20 ya está en condiciones de ser reprocesado al M-101, no sin antes ser bombeado por la P-302 a 2845 KPa.

La presión en la cabeza de la torre es de 135,7 KPa, siendo la presión del fondo ligeramente superior con un valor de 137 KPa. Las pérdidas de carga en la cabeza de la torre son de 0,0563 KPa y en el fondo de la torre tienen el valor de 0,0817 KPa.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>116</b> de <b>615</b>

Las especificaciones de la columna son 2: Relación de reflujo y caudal molar del producto de fondo de torre. La relación de reflujo seleccionada es 0,15 y el caudal molar del producto de fondo de torre especificado es 4,555 Kmol/h.

La siguiente ilustración, muestra las especificaciones de T-301.



	Specified Value	Current Value	Wt. Error	Active	Estimate	Current
Reflux Ratio	0,1500	0,1500	0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Distillate Rate	<empty>	25,80	<empty>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reflux Rate	<empty>	3,870	<empty>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Btms Prod Rate	4,555 kgmole/h	4,555	0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

View... Add Spec... Group Active Update Inactive Degrees of Freedom 0

Column Environment... Run Reset Converged Update Outlets Ignored

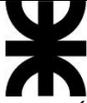
*Ilustración 36 - Especificaciones de T-302.*

A continuación, se presenta el rating de la torre, en el cual puede observarse: diámetro interior, empaque, espaciado entre empaque, etc.

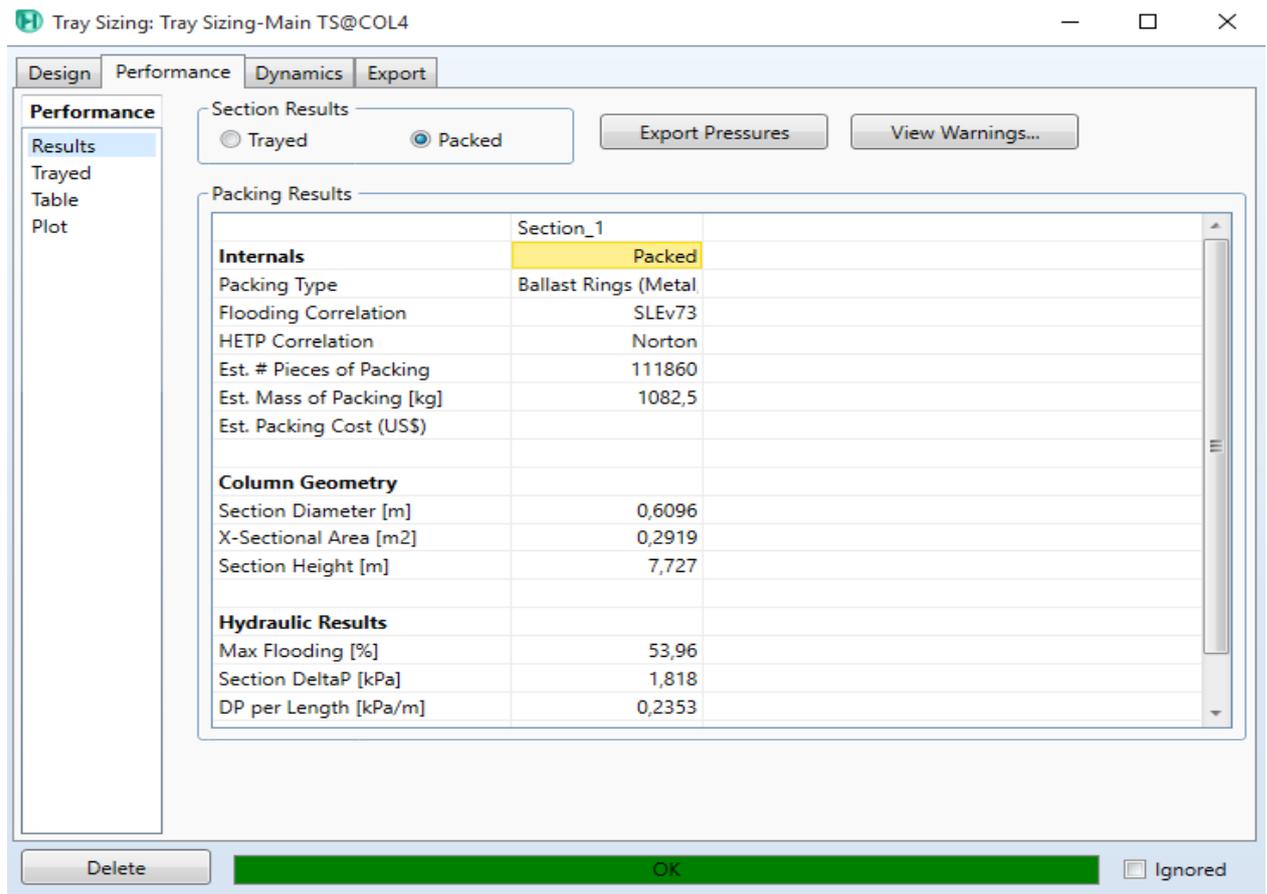
Column: T-302 / COL4 Fluid Pkg: NRTL / NRTL - Ideal

Design	Parameters	Side Ops	Internals	Rating	Worksheet	Performance	Flo
<b>Rating</b>							
Towers							
Vessels							
Equipment							
Pressure Drop							
<b>Tower Sizing</b>							
Tower				Main TS			
Uniform Section				<input checked="" type="checkbox"/>			
Internal Type				Sieve			
Diameter [m]				1,500			
Tray/Packed Space [m]				0,5500			
Tray/Packed Volume [m3]				0,9719			
Disable Heat Loss Calcs				<input type="checkbox"/>			
Heat Model				None			
Rating Calculations				<input type="checkbox"/>			
Hold Up [m3]				8,836e-002			
Weeping Factor				1,000			
Tray Sizing Analysis for Costing				Internals-1@Main			

*Ilustración 37 - Rating de T-302.*

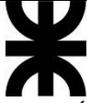
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>117</b> de <b>615</b>

La siguiente ilustración, muestra el Tray Sizing de T-302, indicando los datos geométricos, internos e hidráulicos totales.



*Ilustración 38 - Tray Sizing de T-302.*

Para finalizar con el análisis de T-302, resta representar a continuación el column environment.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>118</b> de <b>615</b>

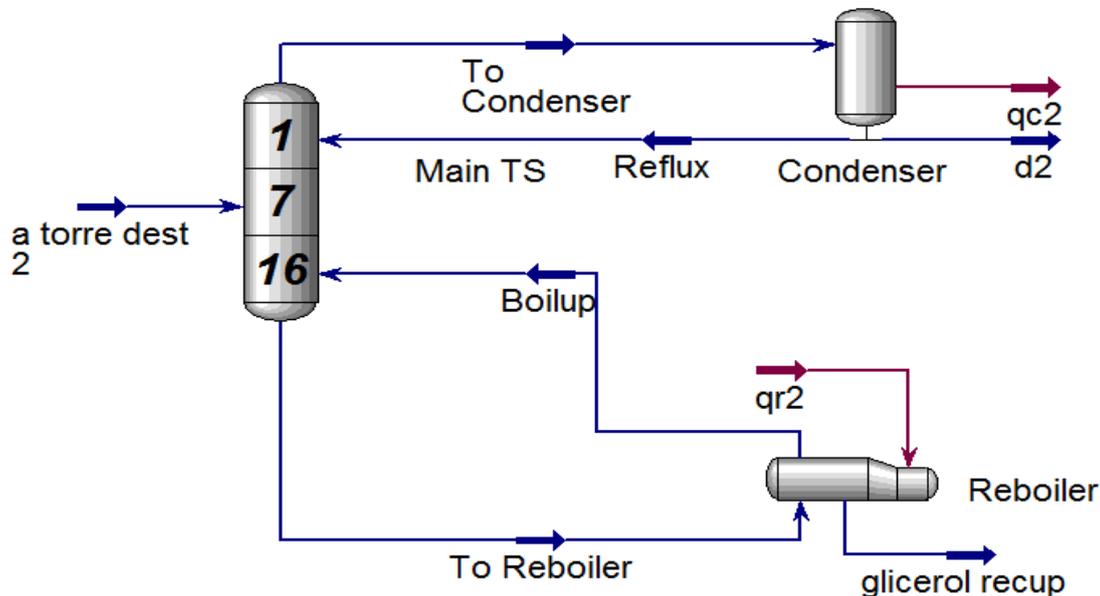


Ilustración 39 - Column Environment de T-302.

Los perfiles de presión y temperatura, como la composición de las corrientes son presentados en el Capítulo V, en el apartado “Balance de materia por equipos”.

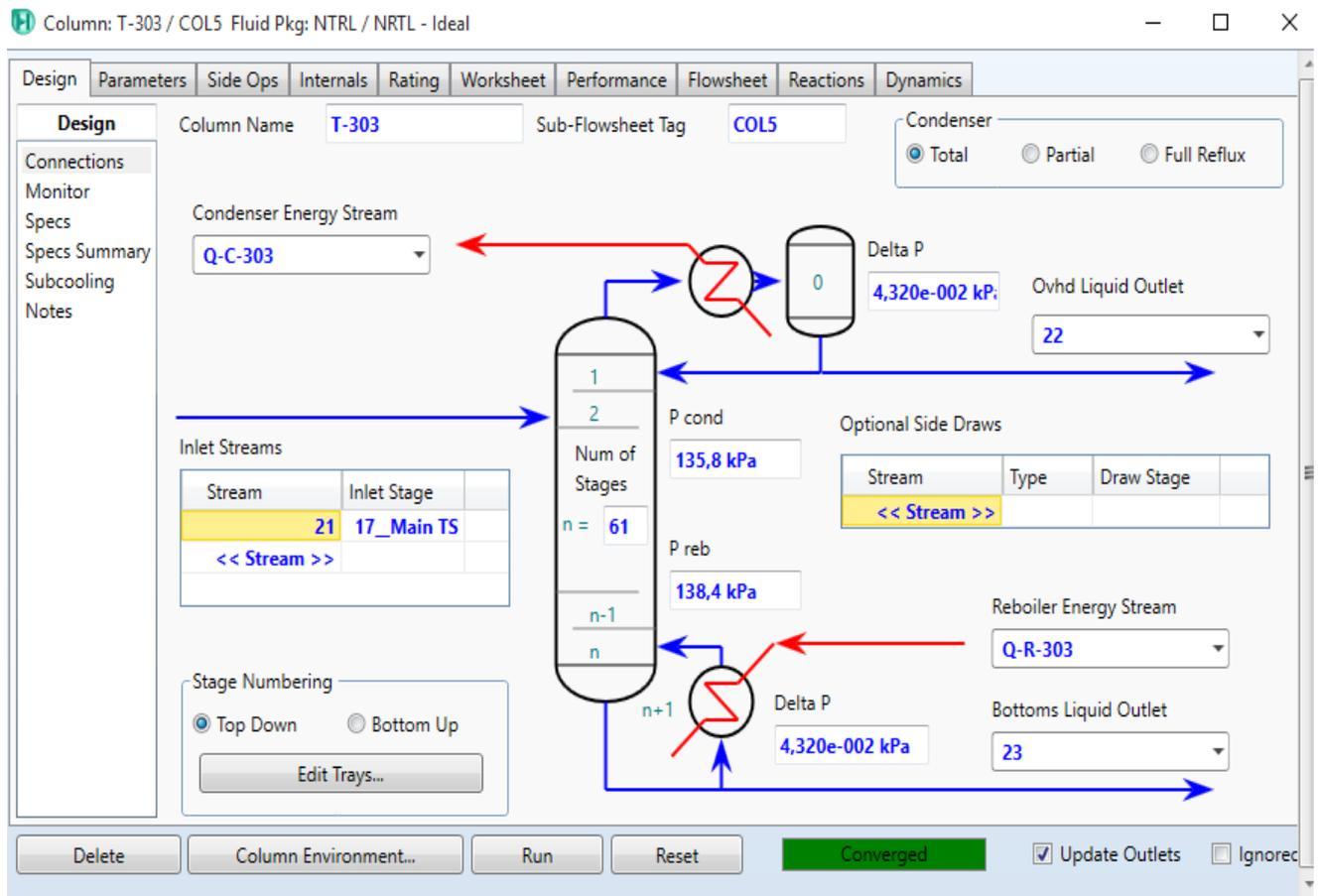
#### 4.3.6 – PURIFICACIÓN DEL PROPILENGLICOL EN T-303

La corriente 21, saliente de la torre T-302, está en condiciones (197,9°C y 152 KPa) de ingresar a la siguiente torre, la T-303, para finalmente purificar el producto deseado Propilenglicol y obtener por separado el producto secundario Etilenglicol. La columna opera en las condiciones mencionadas previamente, logrando una separación sumamente efectiva, obteniendo un Propilenglicol al 99,9% molar por cabeza de la torre y un Etilenglicol al 99,6% por el fondo de la misma.

Ambas corrientes de salida, son bombeadas por P-305 y P-306 respectivamente hacia intercambiadores de calor del Área 100, según lo indica el Análisis Pinch detallado en “Capítulo VI – Servicios Auxiliares” con el objetivo de optimizar energía aprovechando sus altas temperaturas.

Las siguientes ilustraciones, muestran en detalle el diseño de la torre T-303.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>119</b> de <b>615</b>



*Ilustración 40 - Diseño y conexiones de T-303.*

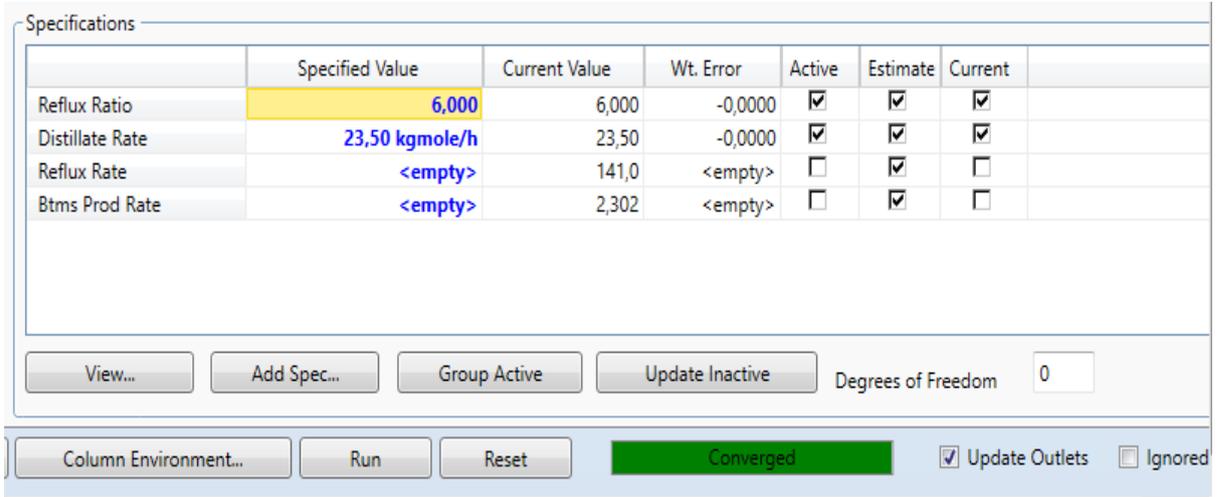
Como se observa en la ilustración 4.20, la T-303 cuenta con un total de 61 platos, siendo el plato de alimentación el N°17. Cuenta también, con un condensador total.

La presión en la cabeza de la torre es de 135,8 KPa, siendo la presión del fondo ligeramente superior con un valor de 138,4 KPa. Las pérdidas de carga en la cabeza de la torre son iguales a las pérdidas de carga en el fondo de la misma y tienen un valor de 0,0432 KPa.

Las especificaciones de la columna son 2: Relación de reflujo y caudal molar del destilado de la torre. La relación de reflujo seleccionada es 6 y el caudal molar del destilado de la torre especificado es 23,50 Kmol/h.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>120</b> de <b>615</b>

La siguiente ilustración, muestra las especificaciones de T-303.



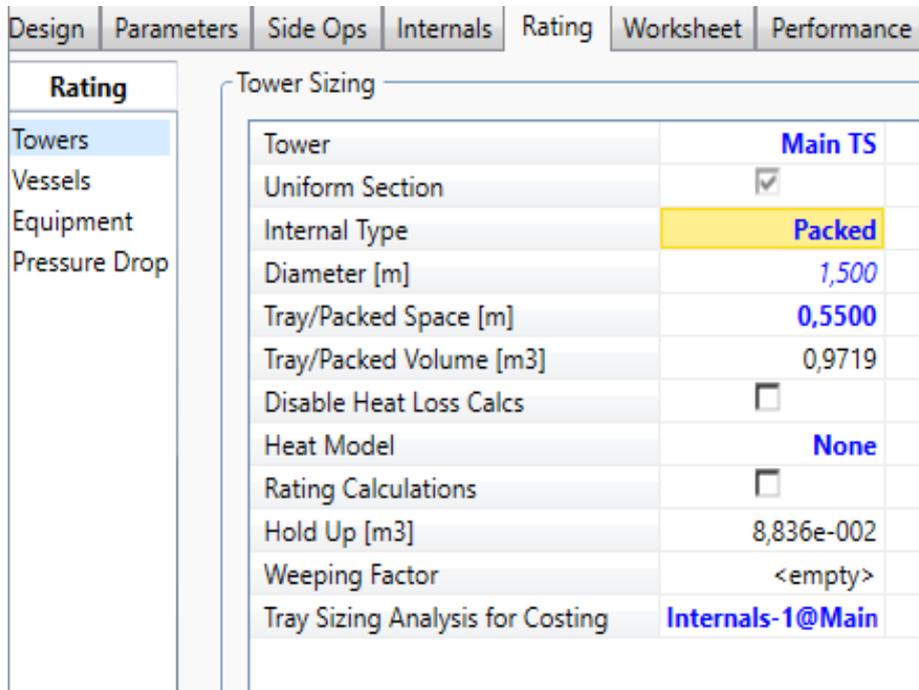
	Specified Value	Current Value	Wt. Error	Active	Estimate	Current
Reflux Ratio	6,000	6,000	-0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Distillate Rate	23,50 kgmole/h	23,50	-0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Reflux Rate	<empty>	141,0	<empty>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Btms Prod Rate	<empty>	2,302	<empty>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Buttons: View..., Add Spec..., Group Active, Update Inactive, Degrees of Freedom: 0

Buttons: Column Environment..., Run, Reset, Converged, Update Outlets, Ignored

*Ilustración 41 - Especificaciones de T-303.*

El rating de T-303 se representa con la siguiente ilustración.

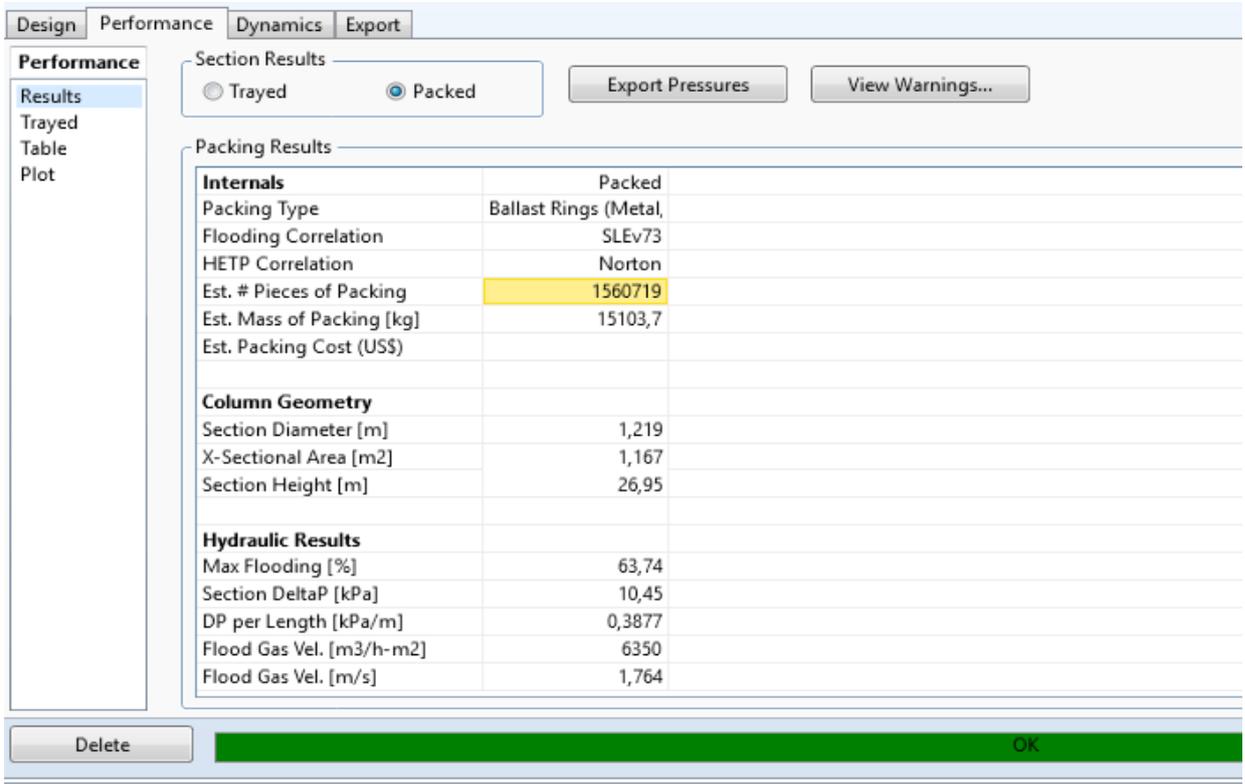


Design	Parameters	Side Ops	Internals	Rating	Worksheet	Performance
<b>Rating</b>						
Towers	Tower Sizing					
Vessels	Tower	Main TS				
Equipment	Uniform Section	<input checked="" type="checkbox"/>				
Pressure Drop	Internal Type	Packed				
	Diameter [m]	1,500				
	Tray/Packed Space [m]	0,5500				
	Tray/Packed Volume [m3]	0,9719				
	Disable Heat Loss Calcs	<input type="checkbox"/>				
	Heat Model	None				
	Rating Calculations	<input type="checkbox"/>				
	Hold Up [m3]	8,836e-002				
	Weeping Factor	<empty>				
	Tray Sizing Analysis for Costing	Internals-1@Main				

*Ilustración 42 - Rating de T-303.*

La siguiente ilustración, representa el Tray Sizing de la torre T-303.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>121</b> de <b>615</b>



Packing Results	
<b>Internals</b>	Packed
Packing Type	Ballast Rings (Metal)
Flooding Correlation	SLEv73
HETP Correlation	Norton
Est. # Pieces of Packing	1560719
Est. Mass of Packing [kg]	15103,7
Est. Packing Cost (US\$)	
<b>Column Geometry</b>	
Section Diameter [m]	1,219
X-Sectional Area [m2]	1,167
Section Height [m]	26,95
<b>Hydraulic Results</b>	
Max Flooding [%]	63,74
Section DeltaP [kPa]	10,45
DP per Length [kPa/m]	0,3877
Flood Gas Vel. [m3/h-m2]	6350
Flood Gas Vel. [m/s]	1,764

Ilustración 43 - Tray Sizing de T-303.

A continuación, se representa el column environment de la T-303, dando por concluido el análisis de la simulación de esta torre y por consiguiente, del proceso de nuestra Planta.

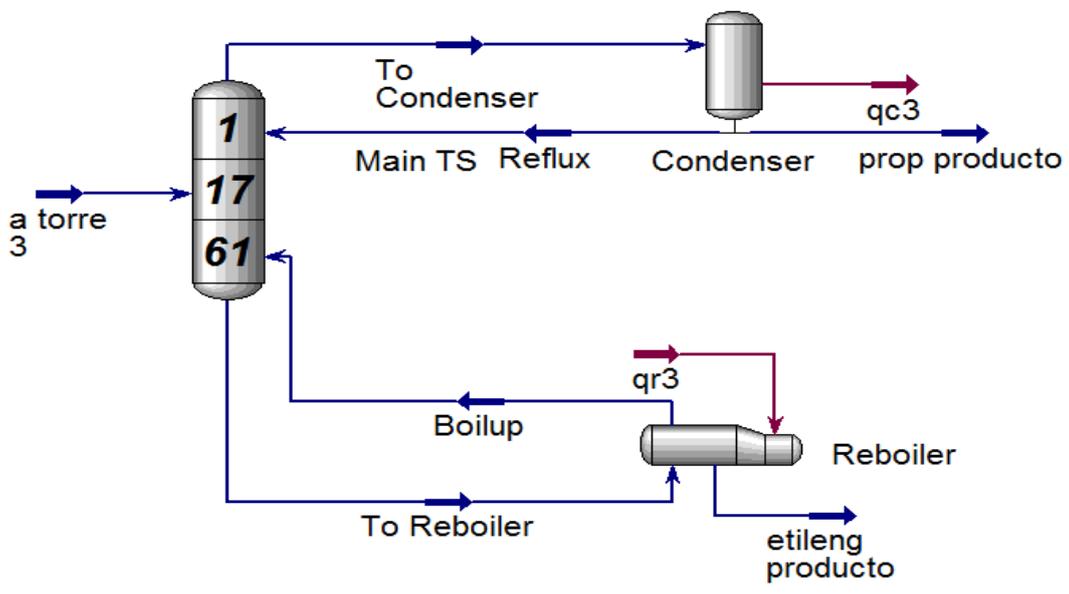


Ilustración 44 - Column Environment de T-303.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>122</b> de <b>615</b>

Así concluye la simulación del proceso de producción de Propilenglicol utilizando el Software ASPEN HYSYS V9. El producto obtenido contiene una pureza del 99,99%, lo cual está dentro de los márgenes requeridos.

Los parámetros operativos de todos los equipos de la Planta serán presentados en el capítulo siguiente, para determinar el balance de materia global y por equipos, respectivamente.

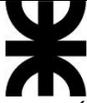
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>123</b> de <b>615</b>

## 4.4 – BIBLIOGRAFÍA

- *www.simulación en Hysys.hsc*
- Luque Rodríguez, S. (2005). *Simulación y Optimización avanzadas en la Industria Química y de procesos: HYSYS*. Oviedo: Universidad de Oviedo, España.
- Scenna, D. N. (s.f.). *Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos*. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Rosario.
- Tech, A. (2020). *Aspen Plus: Simulación de Proceso para la industria química*. Obtenido de file:///C:/Users/Jairo%20Quidel/Downloads/AT-05694-BRO-Aspen%20Plus\_SPA\_final%20(1).pdf

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>124</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO V - BALANCE DE MATERIA

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>125</b> de <b>615</b>

## 5.1 - BALANCE DE MATERIA

El balance de masa, puede definirse como una contabilidad de entradas y salidas de masa en un proceso o de una parte de éste. No es más que la aplicación de la ley de conservación de la masa que expresa “La masa no se crea ni se destruye”.

La realización del balance es importante para el cálculo del tamaño de los equipos de un proceso que se emplean y por ende para evaluar sus costos. Los cálculos de balance de masa son casi siempre un requisito previo para todos los demás cálculos, además, las habilidades que se adquieren al realizar los balances de masa se pueden transferir con facilidad a otros tipos de balances. (Deiana, 2018).

La ley de conservación de la materia enuncia lo siguiente:

$$\left[ \begin{array}{c} \text{Acumulación} \\ \text{dentro del} \\ \text{sistema} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{Entrada por} \\ \text{los límites} \\ \text{del sistema} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{Salida por} \\ \text{los límites} \\ \text{del sistema} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{Generación} \\ \text{dentro del} \\ \text{sistema} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{Consumo} \\ \text{dentro del} \\ \text{sistema} \end{array} \right]$$

*Ilustración 45 - Ley de conservación de la materia.*

Si no hay generación o consumo de materia dentro del sistema:

$$\text{Acumulación} = \text{Entradas} - \text{Salidas}$$

Si no existe acumulación o consumo de materia dentro del sistema, se dice que estamos en estado estacionario o uniforme:

$$\text{Entradas} = \text{Salidas}$$

### 5.1.1 – TIPOS DE PROCESOS

Los procesos se dividen en intermitentes, semi-intermitentes y continuos.

1. Procesos Intermitentes: Llamados también procesos batch, por lotes o por cochadas. En este tipo de proceso, una cantidad dada de materia prima se alimenta a un sistema casi instantáneamente, y por medios físicos o

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>126</b> de <b>615</b>

químicos se logra algún cambio o reacción; al final del cambio o al culminar la reacción se retiran los productos para iniciar una nueva operación. Se caracteriza porque la masa no atraviesa los límites del sistema entre el momento de la alimentación de los reactivos y el momento del vaciado de los productos. Es decir, no hay entrada ni salida de material al sistema mientras que ocurre el cambio.

2. Procesos Semi-intermitentes: También llamados procesos semibatch semicontinuos o semilotes. Aquí las entradas de materia prima son casi instantáneas, mientras que la salida de los productos es continua, ocurriendo el vaciado o evacuación de materia. También puede ocurrir el proceso contrario, es decir, hay entrada continua de materias primas, pero no hay salida de productos, por lo tanto, hay acumulación de materia en el proceso.
3. Procesos Continuos: Llamados también procesos no intermitentes. Aquí tanto las entradas de materias primas como las salidas de los productos fluyen continuamente durante el transcurso del cambio físico o químico de las materias primas. (González, 2012).

## 5.2 – PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL

A continuación, se comienza el estudio del balance de materia para nuestro proceso de producción de Propilenglicol.

La primera hipótesis al momento de iniciar un balance de materia es determinar el tiempo de operación de la Planta.

En nuestro caso, nuestra Planta estará operativa durante 340 días al año las 24 horas del día, dejando un margen de 25 días al año para paradas programadas de mantenimiento sobre equipos críticos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>127</b> de <b>615</b>

### 5.2.1 – CONVERSIÓN

Llamado también grado de finalización, es el porcentaje de la cantidad inicial del reactivo limitante que reacciona químicamente. Es el mismo grado de cumplimiento multiplicado por 100. Se la denomina con la letra X.

$$X = \frac{\text{Cantidad del reactivo que reacciona}}{\text{Cantidad total del reactivo agregado}} \times 100$$

Para nuestra reacción en cuestión, la conversión alcanza un 85% en las condiciones operativas.

### 5.2.2 – RENDIMIENTO

El rendimiento de un proceso químico establece la relación entre lo producido y lo invertido en dicho proceso, en términos de flujo o materiales.

Rendimiento basado en la alimentación Ra:

$$Ra = \frac{\text{Moles formados de producto deseado}}{\text{Moles alimentados del reactivo limitante}}$$

Rendimiento basado en el consumo de reactivo Rc:

$$Rc = \frac{\text{Moles formados de producto deseado}}{\text{Moles consumidos del reactivo limitante}}$$

### 5.2.3 – SELECTIVIDAD

La selectividad es el cociente entre los moles obtenidos de un producto determinado que usualmente es el producto deseado y los moles de otro producto, que por lo general es el producto secundario o no deseado. A la selectividad de la representa con la letra S. (González, 2012).

$$S = \frac{\text{Moles formados de producto deseado}}{\text{Moles formados de producto no deseado}}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>128</b> de <b>615</b>

Otra forma de representar la selectividad es con la siguiente relación:

$$S = \frac{\text{Moles del reactivo A convertidos en producto deseado}}{\text{Moles del reactivo A consumido}}$$

En nuestras condiciones de operación, la selectividad de la reacción de Hidrogenólisis es de 91% a propilenglicol.

#### 5.2.4 - MÓDULO DE PRODUCCIÓN ANUAL

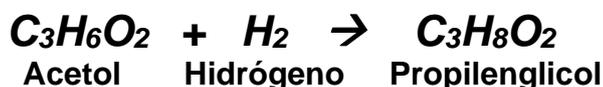
Basándonos en el Anuario IPA 2019, la producción anual debe ser la suficiente para cubrir la totalidad de la demanda nacional del Propilenglicol, que es de 10.138 ton/año ó 133.394 Kmol/año de producto final. ((IPA), 2019).

MÓDULO DE PRODUCCIÓN			
Producto	Ton/año	Kmol/año	Kmol/h
Propilenglicol	10.138	133.394	16,35

*Tabla 17 - Módulo de Producción anual.*

#### 5.2.5 – REACCIÓN DE HIDROGENÓLISIS

La reacción de Hidrogenólisis del Glicerol para producir Propilenglicol es la siguiente:



Teniendo en cuenta las reacciones escritas anteriormente, y que si por año se quiere producir 10.138 ton/año (133.394 kmol/año) de propilenglicol con una conversión del 85% se necesitaría de materia prima 156.934 kmol/año de glicol, o 19,23 kmol/h de glicerol aproximadamente a grandes rasgos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 129 de 615

La glicerina cruda que se usará para este proceso es la que proviene de procesos de metanólisis (biodiesel) el cual suele tener un 88% de glicerol, por lo que, dependiendo de la composición restante, se determina aproximadamente la cantidad total de glicerina que necesitamos.

El porcentaje del glicerol que no se transforma en propilenglicol formará otros productos, entre los que están: metanol, acetol, etilenglicol y el glicerol sin reaccionar.

### 5.2.6 – MATERIAS PRIMAS NECESARIAS

La siguiente tabla, indica la cantidad de materia prima necesaria para cumplir con la demanda de producción de Propilenglicol. Es importante destacar la relación 5:1 en masa, de Glicerol e Hidrógeno a la entrada del reactor de Hidrogenólisis. Los datos fueron obtenidos del Software de Simulación de Procesos ASPEN HYSYS.

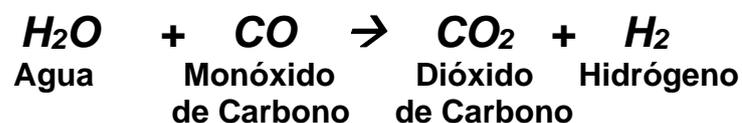
BALANCE DE MATERIAS PRIMAS		
Compuesto	m <sup>3</sup> /año	Ton/año
Glicerol	16.124,16	20.204,16
Hidrógeno	7.697,328	537,744

*Tabla 18 - Balance de materias primas.*

## 5.3 - PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

### 5.3.1 - REACCIONES PRINCIPALES DEL PROCESO

Las reacciones involucradas en el Proceso de Producción de Hidrógeno son las siguientes:



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>130</b> de <b>615</b>

Como fue detallado en el “*Capítulo III – Filosofía de operación*” la producción de Hidrógeno consta de dos etapas, la primera llevada a cabo en el horno reformador y la segunda etapa (reacción de monóxido de carbono sin reaccionar en la 1° etapa a Hidrógeno) sucede en el reactor shift (HTS–LTS). A continuación, se analiza cada una de estas etapas en detalle.

### 5.3.1.1 - HORNO REFORMADOR

Las reacciones involucradas en el interior del horno reformador son las siguientes.

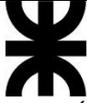


La siguiente tabla, muestra la conversión de cada una de las reacciones anteriormente mostradas, teniendo en cuenta que la reacción principal es aquella en la que el Metano reacciona con Agua para dar Monóxido de Carbono e Hidrógeno.

CONVERSIÓN DE LA REACCIÓN	
X CH <sub>4</sub>	0,884
X C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1
X C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1

*Tabla 19 - Conversión de la reacción de reformado.*

La siguiente tabla, muestra la selectividad de cada una de las reacciones anteriormente mostradas hacia el producto correspondiente.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>131</b> de <b>615</b>

SELECTIVIDAD DE LAS REACCIONES	
S CO	0,884
S H <sub>2</sub>	2,878
S CO <sub>2</sub>	0,239
S H <sub>2</sub> O	1,390

Tabla 20 - Selectividades de la reacción de reformado.

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, se realiza a continuación, el balance de materia en el Horno Reformador, indicando caudales másicos y molares de los reactivos y productos, como también de los reactivos que no reacciona.

COMP.	REACTIVOS		PRODUCTOS	
	Kg/h	Kmol/h	Kg/h	Kmol/h
CH <sub>4</sub>	100,4854	6,2635	0,0009	0,0001
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	26,7124	0,8883	0,0000	0,0000
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	7,4568	0,1691	0,0000	0,0000
CO	0,0021	0,0001	86,1926	3,0771
CO <sub>2</sub>	14,4799	0,3290	255,2313	5,7994
H <sub>2</sub>	0,0139	0,0069	60,2646	29,8932
H <sub>2</sub> O	9191,5396	510,21	8939,006	496,1952
SH <sub>2</sub>	-----	-----	-----	-----
<b>TOTAL</b>	<b>9340,7</b>	<b>517,87</b>	<b>9340,7</b>	<b>534,97</b>

Tabla 21 - Balance de materia en el Horno Reformador.

### 5.3.1.2 - REACTOR SHIFT LTS

En el reactor shift de baja temperatura, ocurre la segunda etapa de la formación de Hidrógeno. El Monóxido de Carbono sin reaccionar en el horno reformador, reacciona con vapor de agua, liberando Dióxido de Carbono e Hidrógeno. La reacción es la que se muestra a continuación:



CONVERSIÓN DE LA REACCIÓN	
X CO	0,91

Tabla 22 - Conversión en el Reactor Shift.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>132</b> de <b>615</b>

A continuación, se presenta el balance de materia en el Reactor Shift LTS, indicando reactivos, productos finales y reactivos sin reaccionar.

COMP.	REACTIVOS		PRODUCTOS	
	Kg/h	Kmol/h	Kg/h	Kmol/h
CH <sub>4</sub>	0,0009	0,0001	0,0009	0,0001
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-----	-----	-----	-----
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-----	-----	-----	-----
CO	86,1926	3,0771	7,7573	0,2769
CO <sub>2</sub>	255,2313	5,7994	378,4659	8,5996
H <sub>2</sub>	60,2646	29,8932	65,9098	32,6933
H <sub>2</sub> O	8939,006	496,1952	8888,56	493,3950
SH <sub>2</sub>	-----	-----	-----	-----
<b>TOTAL</b>	<b>9340,7</b>	<b>534,97</b>	<b>9340,7</b>	<b>534,96</b>

*Tabla 23 - Balance de materia en el Reactor Shift.*

### 5.3.2 – CONCLUSIONES DEL BALANCE DE MATERIA

Finalizado el balance de materia, se pueden obtener los caudales másicos y molares de las materias primas necesarias para cumplir con la demanda de producto.

La siguiente tabla expresa las conclusiones finales.

CONCLUSIONES FINALES		
MATERIAS PRIMAS		
Componente	Ton/año	m <sup>3</sup> /año
Metano	20.204,16	16.124,16
PRODUCTOS		
Hidrógeno	537,744	7.697,328
CO <sub>2</sub>	3.088,2817	3.512,064

*Tabla 24 - Conclusiones del balance de materia.*

### 5.3.3 – CORRIENTES TOTALES DEL PROCESO

La siguiente tabla, lista las corrientes del proceso de producción de propilenglicol, el componente mayoritario de las mismas y un detalle acerca del equipo que egresan/ingresan.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>133</b> de <b>615</b>

CORRIENTES GENERALES DEL PROCESO		
Corriente	Comp. Mayoritario	Detalle
1	Glicerol	Glicerol de alimentación
1.1	Agua	Glicerol de alimentación
1.2	Hidrógeno	Glicerol de alimentación
1.3	Glicerol	Glicerol de alimentación
2	Hidrógeno	Hidrógeno de alimentación
2.1	Hidrógeno	Hidrógeno de alimentación
2.2	Hidrógeno	Hidrógeno de alimentación
2.3	Hidrógeno	Hidrógeno de alimentación
2.4	Hidrógeno	Hidrógeno de alimentación
2.5	Hidrógeno	Hidrógeno de alimentación
2.6	Hidrógeno	Hidrógeno de alimentación
2.7	Hidrógeno	Hidrógeno de alimentación
3	Agua	Egreso de M-101
3.1	Agua	Ingreso a M-102
4	Agua	Egreso de M-102
5	Agua	Egreso de M-103
5.1	Agua	Ingreso al reactor R-201
5.2	Agua	Ingreso al reactor R-201
6	Agua	Ingreso al reactor R-201
7	Glicerol	Productos de reacción
8	Glicerol	Productos de reacción
9	Propilenglicol	Productos de reacción
9.1	Agua	Productos sobrecalentados
10	Agua	Productos subenfriados
11	Hidrógeno	Hidrógeno retirado
11.1	Hidrógeno	Hidrógeno de recirculación
11.2	Hidrógeno	Hidrógeno de purga
11.3	Hidrógeno	Hidrógeno de recirculación
11.4	Hidrógeno	Hidrógeno de recirculación
11.5	Hidrógeno	Hidrógeno de recirculación
11.6	Hidrógeno	Hidrógeno de purga
12	Agua	Egreso del separador V-201
13	Agua	Ingreso al separador V-202
14	Metano	Purga de gases
15	Agua	Egreso del separador V-202
16	Agua	Ingreso a T-301
17	Agua	Agua retirada
17.1	Agua	Agua de purga
17.2	Agua	Agua de recirculación
17.3	Agua	Agua de recirculación

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>134</b> de <b>615</b>

17.4	Agua	Agua de recirculación
18	Propilenglicol	Ingreso a T-302
19	Propilenglicol	Propilenglicol al 91%
20	Glicerol	Glicerol sin reaccionar
20.1	Glicerol	Glicerol de recirculación
20.2	Glicerol	Glicerol de almacenamiento
20.3	Glicerol	Glicerol de almacenamiento
20.4	Glicerol	Glicerol de almacenamiento
20.5	Glicerol	Glicerol de almacenamiento
20.6	Glicerol	Glicerol de recirculación
20.7	Glicerol	Glicerol de recirculación
21	Propilenglicol	Ingreso a T-303
22	Propilenglicol	Propilenglicol al 99%
22.1	Propilenglicol	Propilenglicol al 99%
22.2	Propilenglicol	Propilenglicol al 99%
22.3	Propilenglicol	Propilenglicol al 99%
23	Etilenglicol	Etilenglicol al 99%
23.1	Etilenglicol	Etilenglicol al 99%
23.2	Etilenglicol	Etilenglicol al 99%
23.3	Etilenglicol	Etilenglicol al 99%
23.4	Etilenglicol	Etilenglicol al 99%

*Tabla 25 - Corrientes generales del proceso.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>135</b> de <b>615</b>

## 5.4 - BALANCE DE MATERIA POR EQUIPOS

### 5.4.1 - EQUIPOS ÁREA 100

#### 5.4.1.1 - COMPRESOR K-101

COMPRESOR K-101			
Conexiones		Parámetros Críticos	
Entradas	2.1	Eficiencia adiabática	75%
	E-K-101	Eficiencia politróp.	77,11%
Salidas	2.2	Duty (KW)	21,51

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	2.1	2.2
Fracción vapor	1	1
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	16,99	31,65
Temperatura (°C)	40	122,9
Flujo molar (Kmol/h)	32,7	32,7
Flujo másico (Kg/h)	65,92	65,92
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,9437	0,9437
Entalpía molar (Kj/kgmol)	426,6	2795
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	139,5	141,1
Flujo de calor (Kj/h)	1,40E+04	9,14E+04

COMPOSICIONES		
Componentes	2.1	2.2
Acetol	0	0
Agua	0	0
Etilenglicol	0	0
Glicerol	0	0
Hidrógeno	1	1
Metano	0	0
Metanol	0	0
Propilenglicol	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>136</b> de <b>615</b>

#### 5.4.1.2 - COMPRESOR K-102

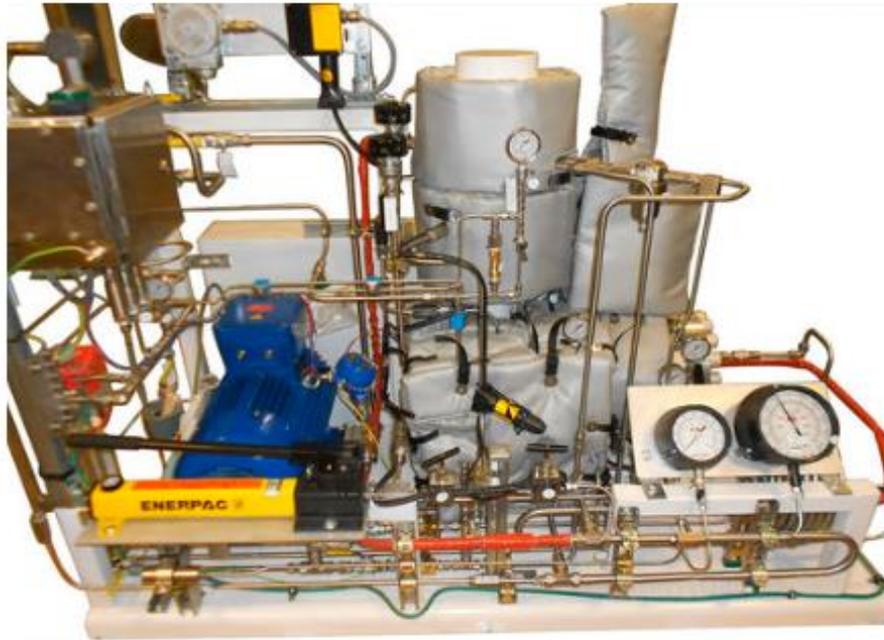
COMPRESOR K-102					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	2.3	E-K-102	Eficiencia adiabática	75%	
			Eficiencia politróp.	77,13%	
Salidas	2.4		Duty (KW)	21,76	

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	2.3	2.4
Fracción vapor	1	1
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	31,31	58,71
Temperatura (°C)	40	123,9
Flujo molar (Kmol/h)	32,7	32,7
Flujo másico (Kg/h)	65,92	65,92
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,9437	0,9437
Entalpía molar (Kj/kgmol)	426,6	2822
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	134,4	136
Flujo de calor (Kj/h)	1,40E+04	9,23E+04

COMPOSICIONES		
Componentes	2.3	2.4
Acetol	0	0
Agua	0	0
Etilenglicol	0	0
Glicerol	0	0
Hidrógeno	1	1
Metano	0	0
Metanol	0	0
Propilenglicol	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>137</b> de <b>615</b>

- **ESQUEMA DE UN COMPRESOR**



*Ilustración 46 - Esquema de un compresor de Hidrógeno.*

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Tipo	De hidrógeno
Fabricante	Pdc Machines
Instalación / movilidad	Estacionario
Accionamiento	Con motor eléctrico
Tecnología	De membrana
Lubricación	Lubricado
Uso previsto	Industrial
Presión máxima	7.500 psi
Caudal	Máx: 280 m <sup>3</sup> /h (9.888,11 ft <sup>3</sup> /h) Mín: 50 m <sup>3</sup> /h (1.765,73 ft <sup>3</sup> /h)

*Tabla 26 - Características constructivas de compresores.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>138</b> de <b>615</b>

### 5.4.1.3 - BOMBA P-101 A/B

BOMBA P-101 A/B			
Conexiones		Parámetros Críticos	
Entradas	1	Eficiencia adiabática	75%
	E-P-101	$\Delta P$ (KPa)	2744
Salidas	1.1	Duty (KW)	12,13

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	1	1.1
Fracción vapor	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,033	29,01
Temperatura (°C)	25	26.17
Flujo molar (Kmol/h)	29,24	29,24
Flujo másico (Kg/h)	2476	2476
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	1,976	1,976
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-6,38E+05	-6,38E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	-41,84	-14,89
Flujo de calor (Kj/h)	-1,87E+07	-1,87E+07

COMPOSICIONES		
Componentes	1	1.1
Acetol	0	0
Agua	0,0984	0,0984
Etilenglicol	0	0
Glicerol	0,8995	0,8995
Hidrógeno	0	0
Metano	0	0
Metanol	0,0021	0,0021
Propilenglicol	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>139</b> de <b>615</b>

#### 5.4.1.4 - BOMBA P-102 A/B

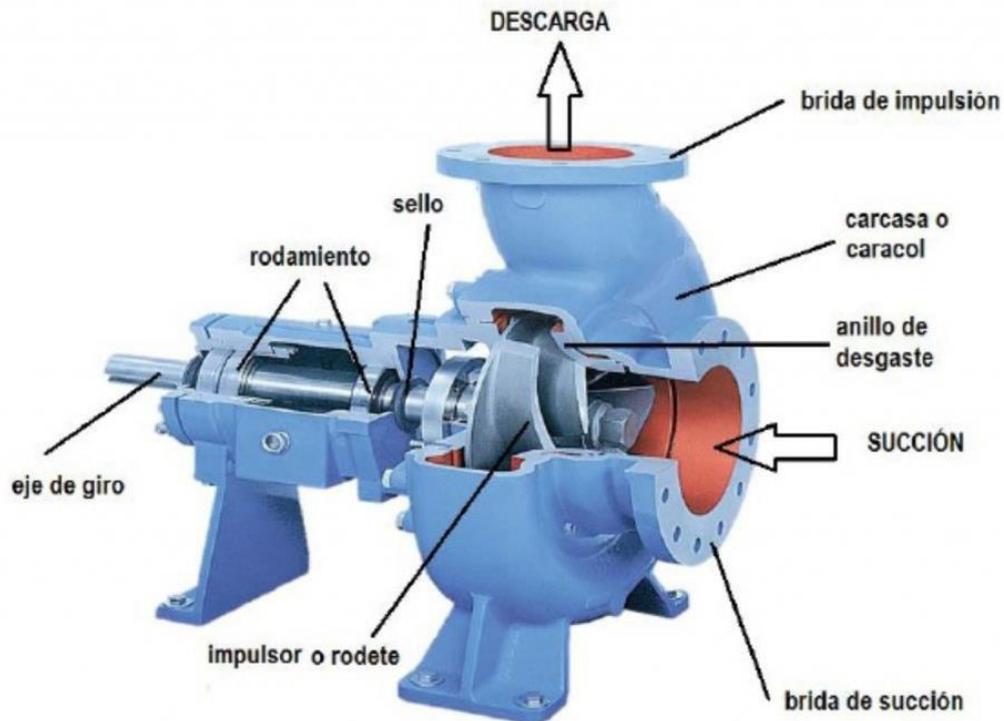
BOMBA P-102 A/B					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	3	E-P-102	Eficiencia adiabática	75%	
			$\Delta P$ (KPa)	2946	
Salidas	3.1		Duty (KW)	9,28	

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	3		3.1
Fracción vapor	0		0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	27,96		58
Temperatura (°C)	90,31		91,15
Flujo molar (Kmol/h)	290,9		290,9
Flujo másico (Kg/h)	7505		7505
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	6,941		6,941
Entalpía molar (Kj/kgmol)	3,20E+05		3,20E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	30,58		31,46
Flujo de calor (Kj/h)	-9,30E+07		-9,30E+07

COMPOSICIONES		
Componentes	3	3.1
Acetol	0	0
Agua	0,8931	0,8931
Etilenglicol	0	0
Glicerol	0,1044	0,1044
Hidrógeno	0	0
Metano	0	0
Metanol	0,0021	0,0021
Propilenglicol	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 140 de 615

- **ESQUEMA DE UNA BOMBA**



*Ilustración 47 - Esquema de una bomba centrífuga.*

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Tipo	Centrífuga
Fabricante	Fábrica argentina de bombas centrífugas
Normas de diseño	ANSI
Accionamiento	Con motor eléctrico
Material de construcción	Acero inoxidable Aleaciones espec. como el titanio, hastelloy-C o CD4MCU
Aplicación	Fluidos viscosos
Uso previsto	Industrial

*Tabla 27 - Características constructivas de bombas centrífugas.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 141 de 615

#### 5.4.1.5 - MEZCLADOR M-101

MEZCLADOR M-101	
Conexiones	
Entradas	17.4
	1.3
Salidas	20.7
	3

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	17.4	1.3	20.7	3
Fracción vapor	0	0	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	29,01	27,96	29,01	27,96
Temperatura (°C)	57,35	148,9	300,2	90,31
Flujo molar (Kmol/h)	257,6	29,24	4,068	290,9
Flujo másico (Kg/h)	4655	2476	374,6	7505
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	4,668	1,976	0,2972	6,941
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,82E+05	-6,09E+05	-6,04E+05	-3,20E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	14,63	139,2	278	30,58
Flujo de calor (Kj/h)	-7,28E+07	-1,78E+07	-2,46E+06	-9,30E+07

COMPOSICIONES				
Componentes	17.4	1.3	20.7	3
Acetol	0	0	0	0
Agua	0,9974	0,0984	0	0,8931
Etilenglicol	0,0005	0	0	0,0005
Glicerol	0	0,8995	1	0,1044
Hidrógeno	0	0	0	0
Metano	0	0	0	0
Metanol	0,0021	0,0021	0	0,0021
Propilenglicol	0	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 142 de 615

#### 5.4.1.6 - MEZCLADOR M-102

MEZCLADOR M-102	
Conexiones	
Entradas	2.7
	11.5
Salidas	4

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	2.7	11.5	4
Fracción vapor	1	1	1
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	57,65	57,31	57,31
Temperatura (°C)	187,8	72,8	110,4
Flujo molar (Kmol/h)	32,7	60,25	92,98
Flujo másico (Kg/h)	65,92	405,9	472,5
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,9437	2,234	3,18
Entalpía molar (Kj/kgmol)	4659	-2,41E+04	-1,40E+04
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	140,4	158,3	153
Flujo de calor (Kj/h)	1,52E+05	-1,45E+06	-1,30E+06

COMPOSICIONES			
Componentes	17.4	1.3	20.7
Acetol	2.7	11.5	4
Agua	0	0	0
Etilenglicol	0	0,0023	0,0015
Glicerol	0	0	0,0005
Hidrógeno	0	0	0
Metano	1	0,6638	0,7816
Metanol	0	0,3338	0,2168
Propilenglicol	0	0	0,000028

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 143 de 615

#### 5.4.1.7 - MEZCLADOR M-103

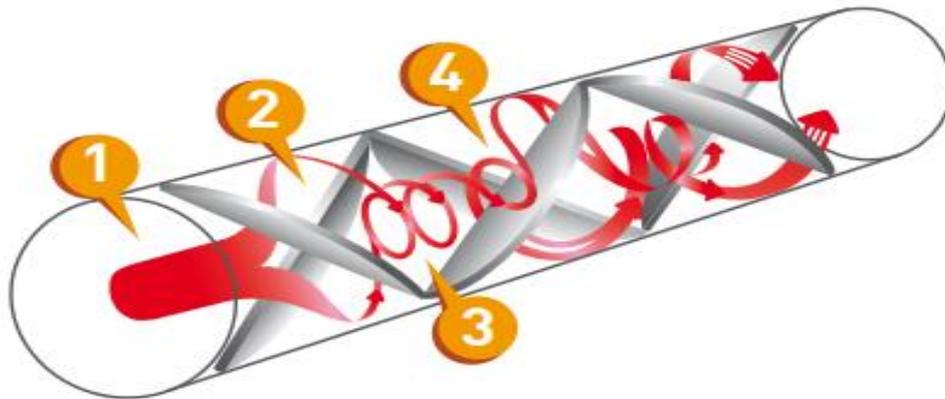
MEZCLADOR M-103	
Conexiones	
Entradas	3.1
	4
Salidas	5

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	3.1	4	5
Fracción vapor	0	1	0,2439
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	58	57,31	57,31
Temperatura (°C)	91,15	110,4	91,68
Flujo molar (Kmol/h)	290,9	92,98	383,9
Flujo másico (Kg/h)	7505	472,5	7978
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	6,941	3,18	10,12
Entalpía molar (Kj/kgmol)	3,20E+05	-1,40E+04	-2,47E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	31,46	153,3	61,21
Flujo de calor (Kj/h)	-9,30E+07	-1,30E+06	-9,43E+07

COMPOSICIONES			
Componentes	3.1	4	5
Acetol	0	0	0
Agua	0,8931	0,0015	0,6771
Etilenglicol	0	0,0005	0,0003
Glicerol	0,1044	0	0,0791
Hidrógeno	0	0,7816	0,1893
Metano	0	0,2168	0,0525
Metanol	0,0021	0,000028	0,0016
Propilenglicol	0	0,000001	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 144 de 615

- **ESQUEMA DE UN MEZCLADOR ESTÁTICO**



*Ilustración 48 - Esquema de un mezclador estático.*

- **FUNCIONAMIENTO**

1. La bomba empuja el líquido dentro del mezclador.
2. El flujo es cortado y forzado a dirigirse contra las paredes opuestas de la tubería.
3. Un vórtice es creado axialmente en la línea central de la tubería.
4. El vórtice es cortado de nuevo y el proceso ocurre, pero en rotación contraria. Esos cambios de rotación, aseguran un producto final homogéneo.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Tipo	Estático
Fabricante	Flow control & Handling
Material de fabricación	Acero inoxidable o PVC.
Acoplamiento	Bridado o roscado
Instalación	Fácil
Uso previsto	Para evitar sub-mezclado y ensuciamiento de tuberías
Objetivo	Soportar grandes cambios de presión con pequeños diámetros

*Tabla 28 - Características constructivas de mezcladores.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 145 de 615

#### 5.4.1.8 - INTERCAMBIADOR E-101

INTERCAMBIADOR E-101					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	1.1	ΔP tubos	70 KPa		
	22.2	ΔP coraza	70 KPa		
Salidas	1.2	UA	6802 KJ/°c.h		
	22.3	Factor FT	0,839		

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	1.1	1.2	22.2	22.3
Fracción vapor	0	0	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	29.01	28.31	9.297	8.594
Temperatura (°C)	26.17	100	190.8	107.1
Flujo molar (Kmol/h)	29.24	29.24	23.50	23.50
Flujo másico (Kg/h)	2476	2476	1788	1788
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	1.976	1.976	1.719	1.719
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-6,38E+05	-6,21E+05	-457.600	-478.500
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	-14,89	87,37	148,7	70,56
Flujo de calor (Kj/h)	-1,87E+07	-1,82E+07	-1,08E+07	-1,12E+07

COMPOSICIONES				
Componentes	1.1	1.2	22.2	22.3
Acetol	0	0	0	0
Agua	0,0984	0,0984	0,0001	0,0001
Etilenglicol	0	0	0,0006	0,0006
Glicerol	0,8995	0,8995	0	0
Hidrógeno	0	0	0	0
Metano	0	0	0	0
Metanol	0,0021	0,0021	0	0
Propilenglicol	0	0	0,9992	0,9992

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 146 de 615

#### 5.4.1.9 - INTERCAMBIADOR E-102

INTERCAMBIADOR E-102					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	1.2		$\Delta P$ tubos	70 KPa	
	fdc-102-ent		$\Delta P$ coraza	70 KPa	
Salidas	1.3		UA	1667 KJ/°c.h	
	fdc-102-sal		Factor FT	0,996	

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	1.2	1.3	fdc-102-ent	fdc-102-sal
Fracción vapor	0	0	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	28,31	27,96	2,039	1,326
Temperatura (°C)	100	148,9	340	320
Flujo molar (Kmol/h)	29,24	29,24	16,96	16,96
Flujo másico (Kg/h)	2476	2476	5393	5393
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	1,976	1,976	6,103	6,103
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-6,21E+05	-6,09E+05	2,36E+05	2,15E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	87,37	139,2	1294	1253
Flujo de calor (Kj/h)	-1,82E+07	-1,78E+07	3,99E+06	3,65E+06

COMPOSICIONES				
Componentes	1.2	1.3	fdc-102-ent	fdc-102-sal
Acetol	0	0	0	0
Agua	0,0984	0,0984	0	0
Etilenglicol	0	0	0	0
Glicerol	0,8995	0,8995	0	0
Hidrógeno	0	0	0	0
Metano	0	0	0	0
Metanol	0,0021	0,0021	0	0
Propilenglicol	0	0	0	0
THEOL-55	0	0	1	1

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 147 de 615

#### 5.4.1.10 - INTERCAMBIADOR E-103

INTERCAMBIADOR E-103					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	2		$\Delta P$ tubos	70 KPa	
	aef-103-ent		$\Delta P$ coraza	70 KPa	
Salidas	2.1		UA	2548 KJ/°c.h	
	aef-103-sal		Factor FT	0,775	

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	2	2.1	aef-103-ent	aef-103-sal
Fracción vapor	1	1	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	17,7	16,99	1,734	1,031
Temperatura (°C)	90	40	30	42
Flujo molar (Kmol/h)	32,7	32,7	51,09	51,09
Flujo másico (Kg/h)	65,92	65,92	320,3	320,3
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,9437	0,9437	0,9222	0,9222
Entalpía molar (Kj/kgmol)	1852	426,6	-2,85E+05	-2,84E+05
Entropía molar (Kj/Kg mol°C)	143,4	139,5	7,822	10,78
Flujo de calor (Kj/h)	6,06E+04	1,40E+04	-1,45E+07	-1,44E+07

COMPOSICIONES				
Componentes	2	2.1	aef-103-ent	aef-103-sal
Acetol	0	0	0	0
Agua	0	0	1	1
Etilenglicol	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0
Hidrógeno	1	1	0	0
Metano	0	0	0	0
Metanol	0	0	0	0
Propilenglicol	0	0	0	0
THEOL-55	0	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 148 de 615

#### 5.4.1.11 - INTERCAMBIADOR E-104

INTERCAMBIADOR E-104					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	2.2		$\Delta P$ tubos	70 KPa	
	aef-104-ent		$\Delta P$ coraza	70 KPa	
Salidas	2.3		UA	2952 KJ/°c.h	
	aef-104-sal		Factor FT	0,772	

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	2.2	2.3	aef-104-ent	aef-104-sal
Fracción vapor	1	1	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	31,65	31,31	1,734	1,031
Temperatura (°C)	122,9	40	30	42
Flujo molar (Kmol/h)	32,7	32,7	84,87	84,87
Flujo másico (Kg/h)	65,92	65,92	1529	1529
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,9437	0,9437	1,532	1,532
Entalpía molar (Kj/kgmol)	2795	426,6	-2,85E+05	-2,84E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	141,1	134,4	7,822	10,78
Flujo de calor (Kj/h)	9,14E+04	1,39E+04	-2,42E+07	-2,41E+07

COMPOSICIONES				
Componentes	2.2	2.3	aef-104-ent	aef-104-sal
Acetol	0	0	0	0
Agua	0	0	1	1
Etilenglicol	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0
Hidrógeno	1	1	0	0
Metano	0	0	0	0
Metanol	0	0	0	0
Propilenglicol	0	0	0	0
THEOL-55	0	0	0	0

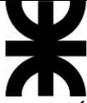
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 149 de 615

#### 5.4.1.12 - INTERCAMBIADOR E-105

INTERCAMBIADOR E-105			
Conexiones		Parámetros Críticos	
Entradas	2.4	$\Delta P$ tubos	70 KPa
	22.1	$\Delta P$ coraza	70 KPa
Salidas	2.5	UA	923 KJ/°c.h
	22.2	Factor FT	0,976

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	2.4	2.5	22.1	22.2
Fracción vapor	1	1	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	58,71	58,36	10	9,297
Temperatura (°C)	123,9	167,8	197,4	190,8
Flujo molar (Kmol/h)	32,7	32,7	23,5	23,5
Flujo másico (Kg/h)	65,92	62,92	1788	1788
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,9437	0,9437	1,719	1,719
Entalpía molar (Kj/kgmol)	2822	4083	-4,56E+05	-4,58E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	136	139,1	154,7	148,7
Flujo de calor (Kj/h)	9,23E+04	1,33E+05	-1,07E+07	-1,08E+07

COMPOSICIONES				
Componentes	2.4	2.5	22.1	22.2
Acetol	0	0	0	0
Agua	0	0	0,0001	0,0001
Etilenglicol	0	0	0,0006	0,0006
Glicerol	0	0	0	0
Hidrógeno	1	1	0	0
Metano	0	0	0	0
Metanol	0	0	0	0
Propilenglicol	0	0	0,9992	0,9992
THEOL-55	0	0	0	0

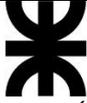
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>150</b> de <b>615</b>

### 5.4.1.13 - INTERCAMBIADOR E-106

INTERCAMBIADOR E-106			
Conexiones		Parámetros Críticos	
Entradas	2.5	$\Delta P$ tubos	70 KPa
	23.1	$\Delta P$ coraza	70 KPa
Salidas	2.6	UA	154 KJ/°c.h
	23.2	Factor FT	0,992

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	2.5	2.6	23.1	23.2
Fracción vapor	1	1	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	58,36	58	3,059	2,356
Temperatura (°C)	167,8	173,1	207,8	198,2
Flujo molar (Kmol/h)	32,7	32,7	2,302	2,302
Flujo másico (Kg/h)	65,92	65,92	143	143
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,9437	0,9437	0,1288	0,1288
Entalpía molar (Kj/kgmol)	4083	4236	-4,20E+05	-4,22E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	139,1	139,4	-31,02	-39,89
Flujo de calor (Kj/h)	1,34E+05	1,39E+05	-9,67E+05	-9,72E+05

COMPOSICIONES				
Componentes	2.5	2.6	23.1	23.2
Acetol	0	0	0	0
Agua	0	0	0	0
Etilenglicol	0	0	0,9961	0,9961
Glicerol	0	0	0,0002	0,0002
Hidrógeno	1	1	0	0
Metano	0	0	0	0
Metanol	0	0	0	0
Propilenglicol	0	0	0,0037	0,0037
THEOL-55	0	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 151 de 615

#### 5.4.1.14 - INTERCAMBIADOR E-107

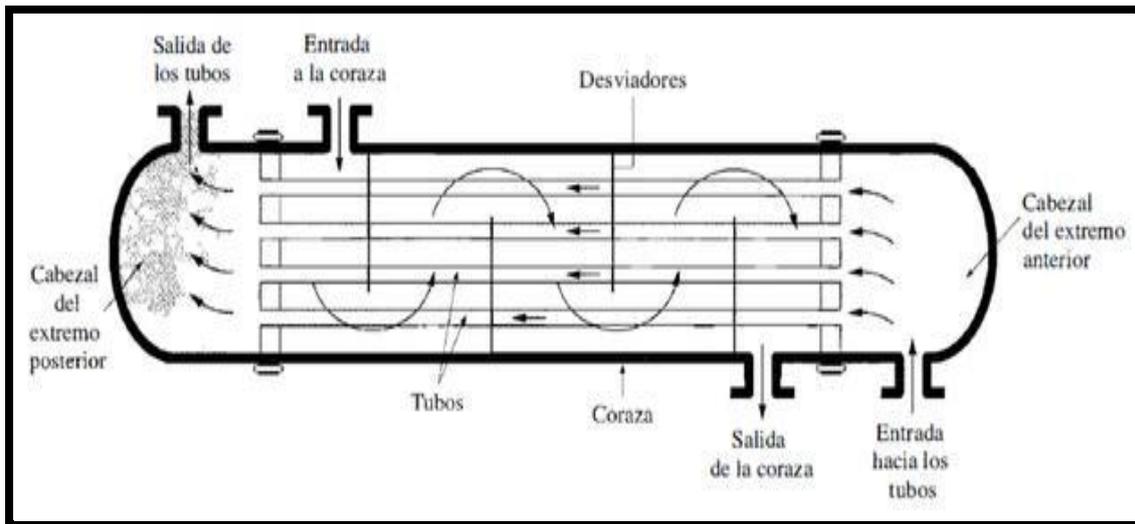
INTERCAMBIADOR E-107					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	2.6	$\Delta P$ tubos	70 KPa		
	fdc-107-ent	$\Delta P$ coraza	70 KPa		
Salidas	2.7	UA	92 KJ/°c.h		
	fdc-107-sal	Factor FT	0,999		

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	2.6	2.7	fdc-107-ent	fdc-107-sal
Fracción vapor	1	1	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	58	57,65	2,039	1,336
Temperatura (°C)	173,1	187,8	340	320
Flujo molar (Kmol/h)	32,7	32,7	0,6891	0,6891
Flujo másico (Kg/h)	65,92	65,92	219,1	219,1
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,9437	0,9437	0,248	0,248
Entalpía molar (Kj/kgmol)	4236	4659	2,35E+05	2,15E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	139,4	140,4	1294	1253
Flujo de calor (Kj/h)	1,39E+05	1,52E+05	1,62E+05	1,48E+05

COMPOSICIONES				
Componentes	2.6	2.7	fdc-107-ent	fdc-107-sal
Acetol	0	0	0	0
Agua	0	0	0	0
Etilenglicol	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0
Hidrógeno	1	1	0	0
Metano	0	0	0	0
Metanol	0	0	0	0
Propilenglicol	0	0	0	0
THEOL-55	0	0	1	1

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 152 de 615

- **ESQUEMA DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBO Y CORAZA**



*Ilustración 49 - Esquema de un intercambiador de calor de tubo y coraza.*

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Tipo	De tubo y coraza
Fabricante	Funke
Materiales de construcción	Acero al carbono Acero inoxidable
Instalación / movilidad	Estacionario
Rendimiento	De 1 KW a 30 MW
Normas de diseño	PED, ASME, TEMA, API
Diámetro de carcasa	60mm hasta 2000mm
Temperatura de servicio	-20°C hasta 500°C
Presión de servicio	Máx. 600 bar
Superficie de intercambio	0,11 m <sup>2</sup> hasta 2000 m <sup>2</sup>

*Tabla 29 - Características constructivas de intercambiadores de tubo y coraza.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 153 de 615

## 5.4.2 - EQUIPOS ÁREA 200

### 5.4.2.1 - REACTOR R-201

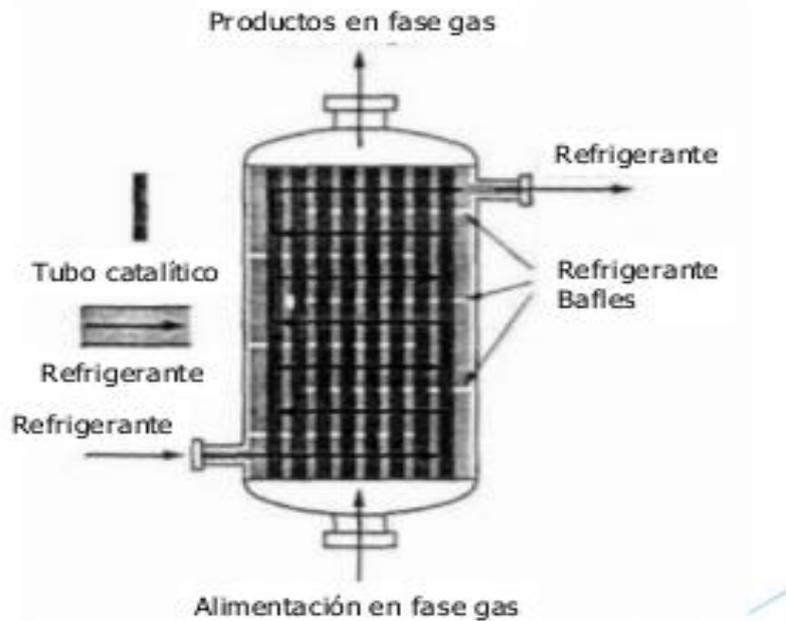
REACTOR R-201			
Conexiones		Parámetros Críticos	
Entradas	6	$\Delta P$ (KPa)	68,95
	Q-R-201		
Salidas	7	Duty (KW)	-2,82E+06
	8		

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	6	8	7
Fracción vapor	0,2995	1	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	55,2	54,5	54,5
Temperatura (°C)	187,7	187,7	187,7
Flujo molar (Kmol/h)	383,9	300,5	83,45
Flujo másico (Kg/h)	7978	7220	758
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	10,12	7,076	2,786
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,36E+05	-2,93E+05	-6,35E+04
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	89,06	54,98	162
Flujo de calor (Kj/h)	-9,06E+07	-8,81E+07	-5,30E+06

COMPOSICIONES			
Componentes	6	8	7
Acetol	0	0	0
Agua	0,6771	0,8961	0,1981
Etilenglicol	0,0003	0,008	0,0005
Glicerol	0,0791	0,0152	0
Hidrógeno	0,1893	0,0004	0,5324
Metano	0,0525	0,0009	0,2663
Metanol	0,0016	0,0016	0,0015
Propilenglicol	0,0037	0,0778	0,0012
THEOL-55	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 154 de 615

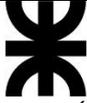
- **ESQUEMA DE UN REACTOR CATALÍTICO DE LECHO FIJO**



*Ilustración 50 - Esquema de un reactor de lecho fijo.*

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Tipo	Catalítico de lecho fijo
Materiales de construcción	Acero al carbono
Diámetro	0,762 m
Altura	4,191 m
Grosor de carcasa	25,40 mm
Eficiencia de juntas	1
Temperatura de servicio	Entre 150°C y 240°C
Presión de servicio	Entre 20 y 80 atm
Catalizador	Co/Pd/Re sobre NORIT 0,8 mm Co: 2,5%, Pd: 0,4%, Re: 2,4%
Conversión	85% de glicerol
Selectividad	91% a propilenglicol 9% a etilenglicol

*Tabla 30 - Características constructivas del reactor R-201.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 155 de 615

#### 5.4.2.2 - MEZCLADOR M-201

MEZCLADOR M-102	
Conexiones	
Entradas	7
	8
Salidas	9

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	7	8	9
Fracción vapor	0	1	0,2174
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	54,5	54,5	55,2
Temperatura (°C)	187,7	187,7	187,7
Flujo molar (Kmol/h)	83,45	300,5	383,9
Flujo másico (Kg/h)	758	7220	7978
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	2,786	7,076	9,862
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-6,35E+04	-2,93E+05	-2,43E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	162	54,98	78,34
Flujo de calor (Kj/h)	-5,30E+06	-8,81E+07	-9,34E+07

COMPOSICIONES			
Componentes	7	8	9
Acetol	0	0	0
Agua	0,1981	0,8961	0,7444
Etilenglicol	0,0005	0,008	0,0064
Glicerol	0	0,0152	0,0119
Hidrógeno	0,5324	0,0004	0,116
Metano	0,2663	0,0009	0,0586
Metanol	0,0015	0,0016	0,0016
Propilenglicol	0,0012	0,0778	0,0612

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 156 de 615

### 5.4.2.3 - TEE-201

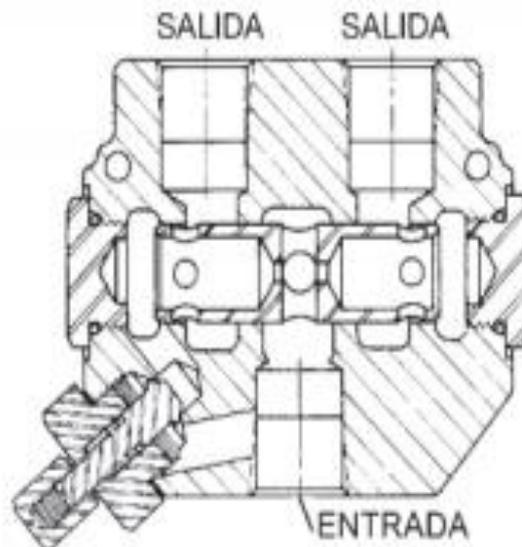
TEE-201					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	11		Splits	Relación de flujos	
Salidas	11.1		11.1	0,9	
	11.2		11.2	0,1	

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	11	11.1	11.2	
Fracción vapor	1	1	1	
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	53,79	53,79	53,79	
Temperatura (°C)	52	52	52	
Flujo molar (Kmol/h)	66,94	60,25	6,694	
Flujo másico (Kg/h)	451	405,9	45,1	
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	2,483	2,234	0,2483	
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,47E+04	-2,47E+04	-2,47E+04	
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	156,9	156,9	156,9	
Flujo de calor (Kj/h)	-1,66E+06	-1,49E+06	-1,66E+05	

COMPOSICIONES				
Componentes	11	11.1	11.2	
Acetol	0	0	0	
Agua	0,0023	0,0023	0,0023	
Etilenglicol	0	0	0,000001	
Glicerol	0	0	0	
Hidrógeno	0,6638	0,6638	0,664	
Metano	0,3338	0,3338	0,338	
Metanol	0	0	0,000044	
Propilenglicol	0	0	0,000002	
THEOL-55	0	0	0	

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 157 de 615

- **ESQUEMA DE TEE (DIVISOR DE FLUJO)**



*Ilustración 51 - Esquema de un divisor de flujo.*

La válvula Prince RD-500P, observada en la ilustración 5.7 es una divisora de caudal proporcional compensada en presión. La misma dispone de un orificio fijo y otro variable. Esta válvula provee la misma función de la RD-300 salvo las retenciones y que la relación puede ser cambiada a voluntad.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Tipo	Prince RD-500P
Fabricante	Verion
Materiales de construcción	Acero inoxidable
Instalación	Un orificio fijo y otro ajustable
Capacidad máxima	120 lts/min
Presión máxima	210 bar
Peso	3,5 kg

*Tabla 31 - Características constructivas de divisores de flujo.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 158 de 615

#### 5.4.2.4 - VÁLVULA DE EXPANSIÓN VLV-201

VLV-201			
Conexiones		Parámetros Críticos	
Entradas	12	$\Delta P$ (KPa)	5173
Salidas	13		

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	12	13
Fracción vapor	0	0,0009
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	53,79	1,02
Temperatura (°C)	52	52,73
Flujo molar (Kmol/h)	317	317
Flujo másico (Kg/h)	7527	7527
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	7,379	7,379
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-3,05E+05	-3,05E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	16,34	13,34
Flujo de calor (Kj/h)	-9,66E+07	-9,66E+07

COMPOSICIONES		
Componentes	12	13
Acetol	0	0
Agua	0,9011	0,9011
Etilenglicol	0,0077	0,0077
Glicerol	0,0144	0,0144
Hidrógeno	0,0003	0,0003
Metano	0,0004	0,0004
Metanol	0,0019	0,0019
Propilenglicol	0,0741	0,0741
THEOL-55	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 159 de 615

#### 5.4.2.5 - VÁLVULA DE EXPANSIÓN VLV-202

VLV-202			
Conexiones		Parámetros Críticos	
Entradas	11.2	$\Delta P$ (KPa)	5174,01
Salidas	11.6		

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	11.2	11.6
Fracción vapor	1	1
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	53,79	1,033
Temperatura (°C)	52	52
Flujo molar (Kmol/h)	6,694	6,694
Flujo másico (Kg/h)	45,1	45,1
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,2483	0,2483
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,47E+04	-2,47E+04
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	156,9	189,8
Flujo de calor (Kj/h)	-1,66E+05	-1,66E+05

COMPOSICIONES		
Componentes	11.2	11.6
Acetol	0	0
Agua	0,0023	0,0023
Etilenglicol	0,000001	0,000001
Glicerol	0	0
Hidrógeno	0,664	0,664
Metano	0,338	0,338
Metanol	0,000044	0,000044
Propilenglicol	0,000002	0,000002
THEOL-55	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 160 de 615

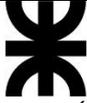
- **ESQUEMA DE UNA VÁLVULA DE EXPANSIÓN**



*Ilustración 52 - Esquema de una válvula de expansión.*

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Tipo	Reguladora
Fabricante	Tecval
Materiales de construcción	Acero inoxidable Acero inoxidable AISI 304
Normas de diseño	AWWA NTC811-C550

*Tabla 32 - Características constructivas de la válvula de expansión.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 161 de 615

#### 5.4.2.6 - SEPARADOR FLASH V-201

V-201					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	10		$\Delta P$ Inlet (kg/cm <sup>2</sup> )		0
Salidas	11		$\Delta P$ vapor Outlet (kg/cm <sup>2</sup> )		0
	12				

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	10	11	12
Fracción vapor	0,1744	1	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	53,79	53,79	53,79
Temperatura (°C)	52	52	52
Flujo molar (Kmol/h)	383,9	66,94	317
Flujo másico (Kg/h)	7978	451	7527
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	9,862	2,483	7,379
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,56E+05	-2,47E+04	-3,05E+05
Entropía molar (Kj/Kg <sup>mol</sup> °C)	40,85	156,9	16,34
Flujo de calor (Kj/h)	-9,83E+07	-1,66E+06	-9,66E+07

COMPOSICIONES			
Componentes	10	11	12
Acetol	0	0	0
Agua	0,7444	0,0023	0,9011
Etilenglicol	0,0064	0	0,0077
Glicerol	0,0119	0	0,0144
Hidrógeno	0,116	0,6638	0,0003
Metano	0,0586	0,3338	0,0004
Metanol	0,0016	0	0,0019
Propilenglicol	0,0612	0	0,0741
THEOL-55	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 162 de 615

#### 5.4.2.7 - SEPARADOR FLASH V-202

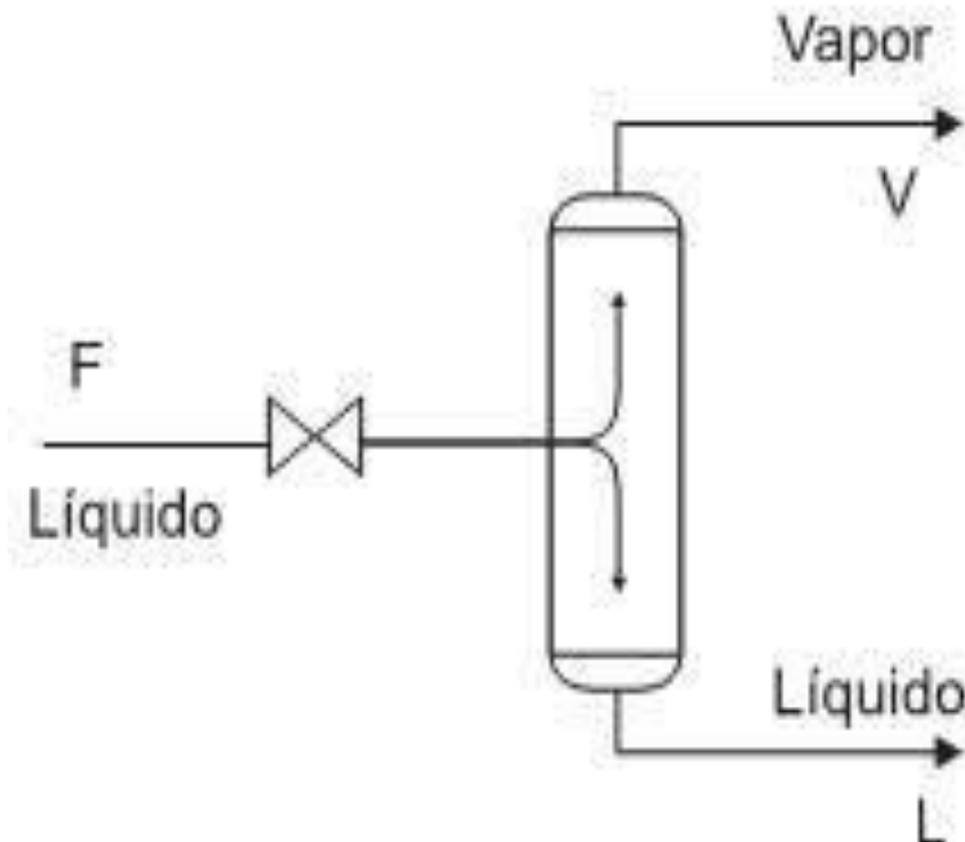
V-202					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	13		$\Delta P$ Inlet (kg/cm <sup>2</sup> )	0	
Salidas	14		$\Delta P$ vapor Outlet (kg/cm <sup>2</sup> )	0	
	15				

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	13	14	15
Fracción vapor	0,0009	1	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,02	1,02	1,02
Temperatura (°C)	52,73	52,73	52,73
Flujo molar (Kmol/h)	317	0,2806	316,7
Flujo másico (Kg/h)	7527	3,102	7524
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	7,379	1,11E-2	7,368
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-3,05E+5	-6,73E+4	-3,05E+5
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	13,34	200,2	13,17
Flujo de calor (Kj/h)	-9,66E+7	-1,89E+4	-9,66E+7

COMPOSICIONES			
Componentes	13	14	15
Acetol	0	0	0
Agua	0,9011	0,1278	0,9018
Etilenglicol	0,0077	0	0,0078
Glicerol	0,0144	0	0,0144
Hidrógeno	0,0003	0,3768	0
Metano	0,0004	0,4929	0
Metanol	0,0019	0,0024	0,0019
Propilenglicol	0,0741	0,0001	0,0742
THEOL-55	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 163 de 615

- **ESQUEMA DE UN SEPARADOR FLASH**



*Ilustración 53 - Esquema de un separador flash.*

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Tipo	Bifásico
Fabricante	ARMK
Material de construcción	Acero inoxidable
Norma de diseño	ASME
Geometría	Vertical
Diámetro	1,3 m
Altura	4,55 m
Relación L/D	3,5
Presión de operación	De baja presión

*Tabla 33 - Características constructivas de separadores flash verticales.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 164 de 615

#### 5.4.2.8 - COMPRESOR K-201

COMPRESOR K-201					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	11.1	E-K-201	Eficiencia adiabática	75%	
			$\Delta P$ (KPa)	75,25%	
Salidas	11.3		Duty (KW)	4,60	

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	11.1	11.3
Fracción vapor	1	1
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	53,79	58,01
Temperatura (°C)	52	60,75
Flujo molar (Kmol/h)	60,25	60,25
Flujo másico (Kg/h)	405,9	405,9
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	2,234	2,234
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,47E+04	-2,45E+04
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	156,9	157,1
Flujo de calor (Kj/h)	-1,49E+06	-1,47E+06

COMPOSICIONES		
Componentes	11.1	11.3
Acetol	0	0
Agua	0,0023	0,0023
Etilenglicol	0	0
Glicerol	0	0
Hidrógeno	0,6638	0,6638
Metano	0,3338	0,3338
Metanol	0	0
Propilenglicol	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 165 de 615

#### 5.4.2.9 - BOMBA P-201 A/B

BOMBA P-201 A/B					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	15	E-P-201	Eficiencia adiabática	75%	
			$\Delta P$ (KPa)	50%	
Salidas	16		Duty (KW)	0,147	

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	15	16	
Fracción vapor	0	0	
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,02	1,53	
Temperatura (°C)	52,73	52,74	
Flujo molar (Kmol/h)	316,7	316,7	
Flujo másico (Kg/h)	7524	7524	
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	7,368	7,368	
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-3,05E+05	-3,05E+05	
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	13,17	13,51	
Flujo de calor (Kj/h)	-9,66E+07	-9,66E+07	

COMPOSICIONES		
Componentes	15	16
Acetol	0	0
Agua	0,9018	0,9018
Etilenglicol	0,0078	0,0078
Glicerol	0,0144	0,0144
Hidrógeno	0	0
Metano	0	0
Metanol	0,0019	0,0019
Propilenglicol	0,0742	0,0742

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 166 de 615

#### 5.4.2.10 - INTERCAMBIADOR E-201

INTERCAMBIADOR E-201					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	5		$\Delta P$ tubos	70 KPa	
	9		$\Delta P$ coraza	70 KPa	
Salidas	5.1		UA	4,8 E+4 KJ/°c.h	
	9.1		Factor FT	0,79	

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	5	5.1	9	9.1
Fracción vapor	0,2439	0,2582	0,2174	0,1867
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	57,31	56,61	55,2	54,5
Temperatura (°C)	91,68	145	187,7	143,9
Flujo molar (Kmol/h)	383,9	383,9	383,9	383,9
Flujo másico (Kg/h)	7978	7978	7978	7978
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	10,12	10,12	9,862	9,862
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,47E+05	-2,41E+05	-2,43E+05	-2,48E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	61,21	75,99	78,34	66,09
Flujo de calor (Kj/h)	-9,43E+07	-9,25E+07	-9,34E+07	-9,52E+07

COMPOSICIONES				
Componentes	5	5.1	9	9.1
Acetol	0	0	0	0
Agua	0,6771	0,6771	0,7444	0,7444
Etilenglicol	0,0003	0,0003	0,0064	0,0064
Glicerol	0,0791	0,0791	0,0119	0,0119
Hidrógeno	0,1893	0,1893	0,116	0,116
Metano	0,0525	0,0525	0,0586	0,0586
Metanol	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016
Propilenglicol	0	0	0,0612	0,0612
THEOL-55	0	0	0	0

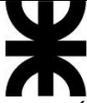
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 167 de 615

#### 5.4.2.11 - INTERCAMBIADOR E-202

INTERCAMBIADOR E-202					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	5.1	$\Delta P$ tubos	70 KPa		
	20.3	$\Delta P$ coraza	70 KPa		
Salidas	5.2	UA	100 KJ/°c.h		
	20.4	Factor FT	0,992		

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	5.1	5.2	20.3	20.4
Fracción vapor	0,2582	0,2586	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	56,61	55,9	2,345	1,642
Temperatura (°C)	145	145,2	299	217,9
Flujo molar (Kmol/h)	383,9	383,9	0,4555	0,4555
Flujo másico (Kg/h)	7978	7978	41,95	41,95
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	10,12	10,12	3,33E-02	3,33E-02
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,41E+05	-2,41E+05	-6,04E+05	-6,28E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	75,99	76,09	256,5	189,7
Flujo de calor (Kj/h)	-9,25E+07	-9,25E+07	-2,75E+05	-2,86E+05

COMPOSICIONES				
Componentes	5.1	5.2	20.3	20.4
Acetol	0	0	0	0
Agua	0,6771	0,6771	0	0
Etilenglicol	0,0003	0,0003	0	0
Glicerol	0,0791	0,0791	1	1
Hidrógeno	0,1893	0,1893	0	0
Metano	0,0525	0,0525	0	0
Metanol	0,0016	0,0016	0	0
Propilenglicol	0	0	0	0
THEOL-55	0	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 168 de 615

#### 5.4.2.12 - INTERCAMBIADOR E-203

INTERCAMBIADOR E-203					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	5.2	$\Delta P$ tubos	70 KPa		
	fdc-203-ent	$\Delta P$ coraza	70 KPa		
Salidas	6	UA	1,1 E+4 KJ/°c.h		
	fdc-203-sal	Factor FT	0,995		

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	5.2	6	fdc-203-ent	fdc-203-sal
Fracción vapor	0,2586	0,2995	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	55,9	55,2	2,039	1,326
Temperatura (°C)	145,2	187,8	340	320
Flujo molar (Kmol/h)	383,9	383,9	94,2	94,2
Flujo másico (Kg/h)	7978	7978	2,99E+04	2,99E+04
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	10,12	10,12	33,9	33,9
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,41E+05	-2,36E+05	2,36E+05	2,15E+05
Entropía molar (Kj/Kg <sup>mol</sup> °C)	76,09	89,06	1294	1253
Flujo de calor (Kj/h)	-9,25E+07	-9,06E+07	2,22E+07	2,03E+07

COMPOSICIONES				
Componentes	5.2	6	fdc-203-ent	fdc-203-sal
Acetol	0	0	0	0
Agua	0,6771	0,6771	0	0
Etilenglicol	0,0003	0,0003	0	0
Glicerol	0,0791	0,0791	0	0
Hidrógeno	0,1893	0,1893	0	0
Metano	0,0525	0,0525	0	0
Metanol	0,0016	0,0016	0	0
Propilenglicol	0	0	0	0
THEOL-55	0	0	1	1

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 169 de 615

#### 5.4.2.13 - INTERCAMBIADOR E-204

INTERCAMBIADOR E-204					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	9.1		$\Delta P$ tubos	70 KPa	
	aef-204-ent		$\Delta P$ coraza	70 KPa	
Salidas	10		UA	6,3 E+4 KJ/°c.h	
	aef-204-sal		Factor FT	0,918	

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	9.1	10	aef-204-ent	aef-204-sal
Fracción vapor	0,1867	0,1744	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	54,5	53,79	1,734	1,02
Temperatura (°C)	143,9	52	30	42
Flujo molar (Kmol/h)	383,9	383,9	3322	3322
Flujo másico (Kg/h)	7978	7978	5,98E+04	5,98E+04
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	9,862	9,862	59,97	59,97
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,48E+05	-2,56E+05	-2,85E+05	-2,84E+05
Entropía molar (Kj/Kg mol°C)	66,09	40,85	7,822	10,78
Flujo de calor (Kj/h)	-9,52E+07	-9,83E+07	-9,45E+08	-9,42E+08

COMPOSICIONES				
Componentes	9.1	10	aef-204-ent	aef-204-sal
Acetol	0	0	0	0
Agua	0,7444	0,7444	1	1
Etilenglicol	0,0064	0,0064	0	0
Glicerol	0,0119	0,0119	0	0
Hidrógeno	0,116	0,116	0	0
Metano	0,0586	0,0586	0	0
Metanol	0,0016	0,0016	0	0
Propilenglicol	0,0612	0,0612	0	0
THEOL-55	0	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>170</b> de <b>615</b>

#### 5.4.2.14 - INTERCAMBIADOR E-205

INTERCAMBIADOR E-205					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	11.3		$\Delta P$ tubos	70 KPa	
	23.2		$\Delta P$ coraza	70 KPa	
Salidas	11.4		UA	215 KJ/°c.h	
	23.3		Factor FT	0,992	

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	11.3	11.4	23.2	23.3
Fracción vapor	1	1	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	58,01	57,31	2,356	1,653
Temperatura (°C)	60,75	72,8	198,2	151,8
Flujo molar (Kmol/h)	60,25	60,25	2,302	2,302
Flujo másico (Kg/h)	405,9	405,9	143	143
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	2,234	2,234	0,1288	0,1288
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,45E+04	-2,41E+04	-4,22E+05	-4,32E+05
Entropía molar (Kj/Kg <sup>mol</sup> °C)	157,1	158,3	-39,89	-77,47
Flujo de calor (Kj/h)	-1,47E+06	-1,45E+06	-9,72E+05	-9,95E+05

COMPOSICIONES				
Componentes	11.3	11.4	23.2	23.3
Acetol	0	0	0	0
Agua	0,0023	0,0023	0	0
Etilenglicol	0	0	0,9961	0,9961
Glicerol	0	0	0,0002	0,0002
Hidrógeno	0,6638	0,6638	0	0
Metano	0,3338	0,3338	0	0
Metanol	0	0	0	0
Propilenglicol	0	0	0,0037	0,0037
THEOL-55	0	0	0	0

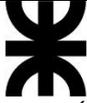
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>171</b> de <b>615</b>

#### 5.4.2.15 - INTERCAMBIADOR E-206

INTERCAMBIADOR E-206					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	23.3		$\Delta P$ tubos	70 KPa	
	aef-206-ent		$\Delta P$ coraza	70 KPa	
Salidas	23.4		UA	859 KJ/°c.h	
	aef-206-sal		Factor FT	0,918	

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	23.3	23.4	aef-206-ent	aef-206-sal
Fracción vapor	0	0	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,653	0,9499	1,734	1,03
Temperatura (°C)	151,8	52	30	42
Flujo molar (Kmol/h)	2,302	2,302	47,23	47,23
Flujo másico (Kg/h)	143	143	850,9	850,9
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,1288	0,1288	0,8526	0,8526
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-4,32E+05	-4,51E+05	-2,85E+05	-2,84E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	-77,47	-175,2	8	10,78
Flujo de calor (Kj/h)	-9,95E+05	-1,04E+06	-1,34E+07	-1,34E+07

COMPOSICIONES				
Componentes	23.3	23.4	aef-206-ent	aef-206-sal
Acetol	0	0	0	0
Agua	0	0	1	1
Etilenglicol	0,9961	0,9961	0	0
Glicerol	0,0002	0,0002	0	0
Hidrógeno	0	0	0	0
Metano	0	0	0	0
Metanol	0	0	0	0
Propilenglicol	0,0037	0,0037	0	0
THEOL-55	0	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>172</b> de <b>615</b>

#### 5.4.2.16 - INTERCAMBIADOR E-207

INTERCAMBIADOR E-207					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	20.4		$\Delta P$ tubos	70 KPa	
	aef-207-ent		$\Delta P$ coraza	70 KPa	
Salidas	20.5		UA	287,7 KJ/°c.h	
	aef-207-sal		Factor FT	0,919	

HOJA DE DATOS				
Nombre corriente	20.4	20.5	aef-207-ent	aef-207-sal
Fracción vapor	0	0	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,642	0,9392	1,734	1,02
Temperatura (°C)	217,9	52	30	42
Flujo molar (Kmol/h)	0,4555	0,4555	21,47	21,47
Flujo másico (Kg/h)	41,95	41,95	386,8	386,8
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	3,33E-02	3,33E-02	0,3875	0,3875
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-6,28E+05	-6,71E+05	-2,84E+05	-2,84E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	189,7	-5,253	7,822	10,78
Flujo de calor (Kj/h)	-2,86E+05	-3,06E+05	-6,11E+06	-6,09E+06

COMPOSICIONES				
Componentes	20.4	20.5	aef-207-ent	aef-207-sal
Acetol	0	0	0	0
Agua	0	0	1	1
Etilenglicol	0	0	0	0
Glicerol	1	1	0	0
Hidrógeno	0	0	0	0
Metano	0	0	0	0
Metanol	0	0	0	0
Propilenglicol	0	0	0	0
THEOL-55	0	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>173</b> de <b>615</b>

### 5.4.3 - ÁREA 300

#### 5.4.3.1 - TORRE DE DESTILACIÓN T-301

TORRE DE DESTILACIÓN T-301		
Conexiones		
Entradas	Materia	Energía
		16
Salidas	17	Q-C-301
	18	

PARÁMETROS CRÍTICOS		
Número de etapas		20
Número de platos		20
Plato de alimentación		4
$\Delta P$ (Kpa)	Condensador	9,50E-02
	Reboiler	9,50E-02

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS		
	Valor especificado	Valor Calculado
Relación de reflujo	0,18	0,18
Recup. de componente	0,999	0,999

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 174 de 615

CARACTERÍSTICAS DEL INTERIOR DE LA TORRE	
Tipo de platos	Perforados
Diámetro de torre	1,524 m.
Altura de torre	12,19 m.
Espaciado entre platos	0,6096 m.
Máx. flooding	71,77%

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	16	17	18
Fracción vapor	0	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,53	1,384	1,404
Temperatura (°C)	52,74	57,11	203,7
Flujo molar (Kmol/h)	316,7	286,3	30,36
Flujo másico (Kg/h)	7524	5173	2350
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	7,368	5,188	2,18
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-3,05E+05	-2,82E+05	-4,78E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	13,51	14,53	139,9
Flujo de calor (Kj/h)	-9,66E+07	-8,09E+07	-1,45E+07

COMPOSICIONES			
Componentes	16	17	18
Acetol	0	0	0
Agua	0,9018	0,9974	0,0001
Etilenglicol	0,0078	0,0005	0,076
Glicerol	0,0144	0	0,1501
Hidrógeno	0	0	0
Metano	0	0	0
Metanol	0,0019	0,0021	0
Propilenglicol	0,0742	0	0,7738

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 175 de 615

PERFILES					
Platos	Etapas	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Temperatura (°C)	Liq. Neto (kmol/h)	Vap. Neto (kmol/h)
Condensador	0	1,384	57,1	55,54	1,01E-02
1	1	1,385	108,4	56,44	337,9
2	2	1,386	108,5	56,3	342,8
3	3	1,387	108,8	55,41	342,6
4	4	1,388	110,6	413,4	341,7
5	5	1,389	110,7	413,4	383,1
6	6	1,39	110,7	413,5	383,1
7	7	1,391	110,7	413,5	383,1
8	8	1,392	110,7	413,5	383,1
9	9	1,393	110,8	413,5	383,1
10	10	1,394	110,8	413,5	383,1
11	11	1,394	110,8	413,5	383,1
12	12	1,395	110,8	413,5	383,2
13	13	1,396	110,8	413,5	383,2
14	14	1,397	110,9	413,5	383,2
15	15	1,398	110,9	412,6	383,2
16	16	1,399	112,7	394,7	383,2
17	17	1,4	134,7	320	364,4
18	18	1,401	179,4	315,6	289,6
19	19	1,402	195,9	331,3	285,2
20	20	1,403	198,5	330,3	301
Reboiler	21	1,404	203,7	30,36	299,9

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>176</b> de <b>615</b>

### 5.4.3.2 - TORRE DE DESTILACIÓN T-302

TORRE DE DESTILACIÓN T-302		
Conexiones		
Entradas	Materia	Energía
		18
Salidas	19	Q-C-302
	20	

PARÁMETROS CRÍTICOS		
Número de etapas		16
Número de platos		16
Plato de alimentación		7
$\Delta P$ (Kpa)	Condensador	5,63E-02
	Reboiler	8,20E-02

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS		
	Valor especificado	Valor Calculado
Relación de reflujo	0,15	0,15
Recup. de componente	4,55	4,556

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 177 de 615

CARACTERÍSTICAS DEL INTERIOR DE LA TORRE	
Tipo de platos	Perforados
Diámetro de torre	0,6096 m.
Altura de torre	9,754 m.
Espaciado entre platos	0,6096 m.
Máx. flooding	46,99%

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	18	19	20
Fracción vapor	0	0	1
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,404	1,384	1,397
Temperatura (°C)	203,7	197,9	298,9
Flujo molar (Kmol/h)	30,36	25,8	4,55
Flujo másico (Kg/h)	2350	1931	419,5
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	2,18	1,848	0,3327
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-4,78E+05	-4,52E+05	-6,04E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	139,9	124,7	252,1
Flujo de calor (Kj/h)	-1,45E+07	-1,16E+07	-2,75E+06

COMPOSICIONES			
Componentes	18	19	20
Acetol	0	0	0
Agua	0,0001	0,0001	0
Etilenglicol	0,076	0,0895	0
Glicerol	0,1501	0	1
Hidrógeno	0	0	0
Metano	0	0	0
Metanol	0	0	0
Propilenglicol	0,7738	0,9104	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>178</b> de <b>615</b>

PERFILES					
Platos	Etapas	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Temperatura (°C)	Liq. Neto (kmol/h)	Vap. Neto (kmol/h)
Condensador	0	1,384	197,9	3,87	7,46E-02
1	1	1,385	198,3	3,871	29,67
2	2	1,385	198,5	3,853	29,67
3	3	1,386	198,7	3,792	29,66
4	4	1,387	199,4	3,606	29,59
5	5	1,388	201,6	3,213	29,41
6	6	1,389	206,1	2,745	29,02
7	7	1,389	211,6	29,69	28,55
8	8	1,39	251,8	28,14	25,14
9	9	1,391	289,7	31,14	23,58
10	10	1,392	297,7	32,11	26,58
11	11	1,392	298,7	32,23	27,55
12	12	1,393	298,8	32,25	27,68
13	13	1,394	298,8	32,25	27,69
14	14	1,395	298,9	32,25	27,69
15	15	1,395	298,9	32,25	27,7
16	16	1,396	298,9	32,25	27,7
Reboiler	17	1,397	298,9	4,55	27,7

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>179</b> de <b>615</b>

### 5.4.3.3 - TORRE DE DESTILACIÓN T-303

TORRE DE DESTILACIÓN T-303		
Conexiones		
Entradas	Materia	Energía
	21	Q-R-303
Salidas	22	Q-C-303
	23	

PARÁMETROS CRÍTICOS		
Número de etapas		61
Número de platos		61
Plato de alimentación		17
$\Delta P$ (Kpa)	Condensador	4,30E-02
	Reboiler	4,30E-02

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS		
	Valor especificado	Valor Calculado
Relación de reflujo	6	6
Caudal de destilado	23,5	23,5

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>180</b> de <b>615</b>

CARACTERÍSTICAS DEL INTERIOR DE LA TORRE	
Tipo de platos	Perforados
Diámetro de torre	1,219 m.
Altura de torre	37,19 m.
Espaciado entre platos	0,6096 m.
Máx. flooding	59,17 %

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	21	22	23
Fracción vapor	0	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,55	1,384	1,412
Temperatura (°C)	197,9	197	207,7
Flujo molar (Kmol/h)	25,8	23,5	2,302
Flujo másico (Kg/h)	1931	1788	143
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	1,848	1,719	0,1288
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-4,53E+05	-4,56E+05	-4,20E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	125,7	137,9	-37,49
Flujo de calor (Kj/h)	-1,16E+07	-1,07E+07	-9,67E+05

COMPOSICIONES			
Componentes	21	22	23
Acetol	0	0	0
Agua	0,0001	0,0001	0
Etilenglicol	0,0895	0,0006	0,9961
Glicerol	0	0	0,0002
Hidrógeno	0	0	0
Metano	0	0	0
Metanol	0	0	0
Propilenglicol	0,9104	0,9992	0,0037

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>181</b> de <b>615</b>

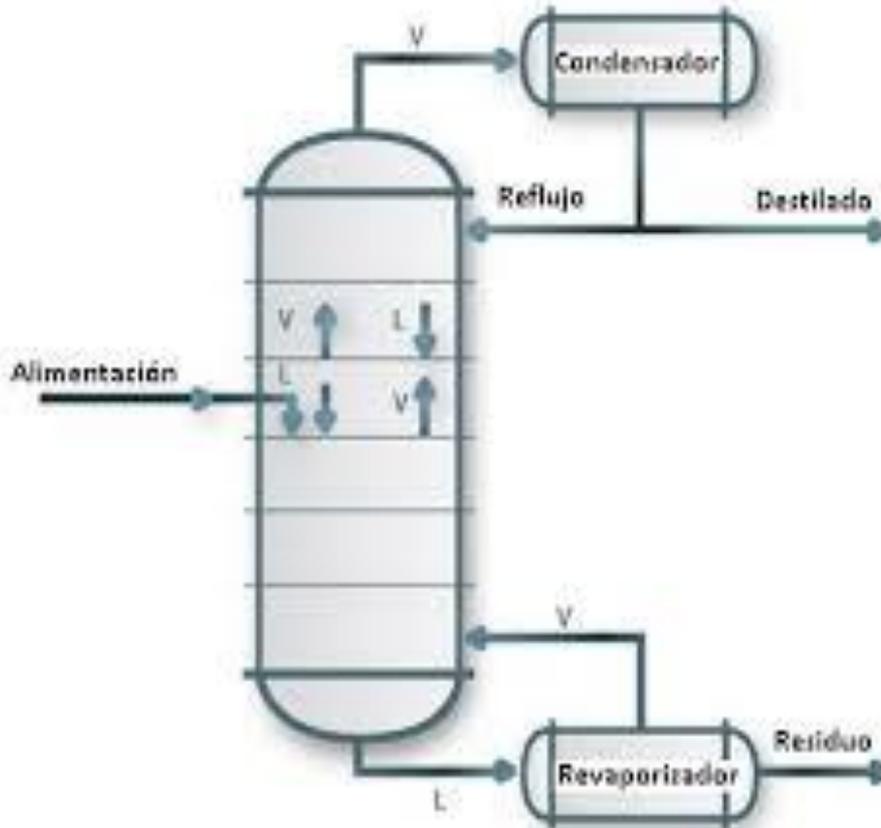
PERFILES					
Platos	Etapas	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Temperatura (°C)	Liq. Neto (kmol/h)	Vap. Neto (kmol/h)
Condensador	0	1,384	197,02	141,00	0,00
1	1	1,385	197,06	141,02	164,50
2	2	1,385	197,08	141,03	164,52
3	3	1,386	197,09	141,03	164,53
4	4	1,386	197,11	141,04	164,53
5	5	1,387	197,13	141,04	164,54
6	6	1,387	197,15	141,05	164,54
7	7	1,387	197,17	141,06	164,55
8	8	1,388	197,19	141,07	164,56
9	9	1,388	197,22	141,08	164,57
10	10	1,389	197,25	141,10	164,58
11	11	1,389	197,29	141,12	164,60
12	12	1,39	197,33	141,14	164,62
13	13	1,39	197,38	141,16	164,64
14	14	1,391	197,44	141,19	164,66
15	15	1,391	197,51	141,23	164,69
16	16	1,391	197,60	141,27	164,73
17	17	1,392	197,69	167,10	164,77
18	18	1,392	197,71	167,11	164,80
19	19	1,393	197,73	167,12	164,81
20	20	1,393	197,75	167,13	164,82
21	21	1,394	197,77	167,15	164,83
22	22	1,394	197,80	167,16	164,84
23	23	1,394	197,84	167,19	164,86
24	24	1,395	197,89	167,22	164,89
25	25	1,395	197,96	167,26	164,92
26	26	1,396	198,05	167,32	164,96
27	27	1,396	198,17	167,40	165,02
28	28	1,397	198,33	167,50	165,10
29	29	1,398	198,55	167,65	165,20
30	30	1,398	198,82	167,84	165,35
31	31	1,398	199,18	168,09	165,54
32	32	1,399	199,63	168,40	165,79
33	33	1,399	200,17	168,79	166,10
34	34	1,4	200,79	169,25	166,49
35	35	1,4	201,47	169,76	166,95
36	36	1,401	202,19	170,30	167,46
37	37	1,401	202,90	170,85	168,00

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>182</b> de <b>615</b>

38	38	1,401	203,59	171,38	168,55
39	39	1,402	204,21	171,87	169,08
40	40	1,402	204,77	172,31	169,57
41	41	1,403	205,26	172,68	170,00
42	42	1,403	205,67	173,01	170,38
43	43	1,404	206,01	173,28	170,71
44	44	1,404	206,30	173,51	170,98
45	45	1,405	206,54	173,69	171,20
46	46	1,405	206,74	173,85	171,39
47	47	1,405	206,90	173,97	171,55
48	48	1,406	207,04	174,08	171,67
49	49	1,406	207,15	174,16	171,78
50	50	1,407	207,24	174,23	171,86
51	51	1,407	207,32	174,29	171,93
52	52	1,408	207,39	174,34	171,99
53	53	1,408	207,44	174,38	172,04
54	54	1,409	207,49	174,41	172,08
55	55	1,409	207,53	174,44	172,11
56	56	1,409	207,57	174,46	172,14
57	57	1,41	207,60	174,48	172,16
58	58	1,41	207,62	174,50	172,18
59	59	1,411	207,65	174,51	172,20
60	60	1,411	207,67	174,52	172,21
61	61	1,412	207,69	174,53	172,22
Reboiler	62	1,412	207,71	2,30	172,23

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>183</b> de <b>615</b>

- **ESQUEMA DE UNA TORRE DE DESTILACIÓN**



*Ilustración 54 - Esquema de una columna de destilación.*

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Normas de diseño	Código ASME
Material de construcción	Aceros especiales Acero inoxidable Otras aleaciones
Fabricante	Astra Evangelista S.A
Aislación	Térmica

*Tabla 34 - Características constructivas de una columna de destilación.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>184</b> de <b>615</b>

#### 5.4.3.4 - TEE 301

TEE-301			
Conexiones		Parámetros Críticos	
Entradas	17	Splits	Relación de flujos
Salidas	17.2	17.2	0,9
	17.1	17.1	0,1

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	17	17.2	17.1
Fracción vapor	0	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,384	1,384	1,384
Temperatura (°C)	57,11	57,11	57,11
Flujo molar (Kmol/h)	286,3	257,7	28,6
Flujo másico (Kg/h)	5173	4656	517
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	5,188	4,669	0,519
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,82E+05	-2,82E+05	-2,82E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	14,53	14,53	14,53
Flujo de calor (Kj/h)	-8,09E+07	-7,28E+07	-8,08E+06

COMPOSICIONES			
Componentes	17	17.2	17.1
Acetol	0	0	0
Agua	0,9974	0,9974	0,9974
Etilenglicol	0,0005	0,0005	0,0005
Glicerol	0	0	0
Hidrógeno	0,000004	0,000004	0,000004
Metano	0,000014	0,000014	0,000014
Metanol	0,0021	0,0021	0,0021
Propilenglicol	0,000005	0,000005	0,000005
THEOL-55	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>185</b> de <b>615</b>

### 5.4.3.5 - TEE 302

TEE-302					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	20		Splits	Relación de flujos	
Salidas	20.1		20.1	0,9	
	20.2		20.2	0,1	

HOJA DE DATOS			
Nombre corriente	20	20.1	20.2
Fracción vapor	1	1	1
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,397	1,397	1,397
Temperatura (°C)	298,9	298,9	298,9
Flujo molar (Kmol/h)	4,55	4,1	0,455
Flujo másico (Kg/h)	419,5	377,55	41,95
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,3327	0,2995	0,0332
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-6,04E+05	-6,04E+05	-6,04E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	252,1	252,1	252,1
Flujo de calor (Kj/h)	-2,75E+06	-2,75E+05	-2,47E+06

COMPOSICIONES			
Componentes	20	20.1	20.2
Acetol	0	0	0
Agua	0	0	0
Etilenglicol	0	0	0
Glicerol	1	1	1
Hidrógeno	0	0	0
Metano	0	0	0
Metanol	0	0	0
Propilenglicol	0	0	0
THEOL-55	0	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>186</b> de <b>615</b>

#### 5.4.3.6 - BOMBA P-301 A/B

BOMBA P-301 A/B			
Conexiones		Parámetros Críticos	
Entradas	17.2	Eficiencia adiabática	75%
	E-P-301	$\Delta P$ (KPa)	2709
Salidas	17.3	Duty (KW)	4,76

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	17.2	17.3
Fracción vapor	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,384	29,01
Temperatura (°C)	57,11	57,44
Flujo molar (Kmol/h)	257,7	257,7
Flujo másico (Kg/h)	4656	4656
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	4,669	4,669
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-2,82E+05	-2,82E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	14,53	14,65
Flujo de calor (Kj/h)	-7,28E+07	-7,27E+07

COMPOSICIONES		
Componentes	17.2	17.3
Acetol	0	0
Agua	0,9974	0,9974
Etilenglicol	0,0005	0,0005
Glicerol	0	0
Hidrógeno	0	0
Metano	0	0
Metanol	0	0
Propilenglicol	0,0021	0,0021

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>187</b> de <b>615</b>

#### 5.4.3.7 - BOMBA P-302 A/B

BOMBA P-302 A/B					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	20.1	E-P-302	Eficiencia adiabática	75%	
			$\Delta P$ (KPa)	2708	
Salidas	20.6		Duty (KW)	0,47	

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	20.1	20.6
Fracción vapor	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,397	29,01
Temperatura (°C)	298,9	300,2
Flujo molar (Kmol/h)	4,1	4,1
Flujo másico (Kg/h)	377,5	377,5
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,2995	0,2995
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-6,04E+05	-6,04E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	252,1	278,3
Flujo de calor (Kj/h)	-2,47E+06	-2,47E+06

COMPOSICIONES		
Componentes	20.1	20.3
Acetol	0	0
Agua	0	0
Etilenglicol	0	0
Glicerol	1	1
Hidrógeno	0	0
Metano	0	0
Metanol	0	0
Propilenglicol	0	0

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>188</b> de <b>615</b>

#### 5.4.3.8 - BOMBA P-303 A/B

BOMBA P-303 A/B					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	19	E-P-303	Eficiencia adiabática	75%	
			$\Delta P$ (KPa)	16,26	
Salidas	21		Duty (KW)	1,48E-02	

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	19	21
Fracción vapor	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,384	1,55
Temperatura (°C)	197,9	197,9
Flujo molar (Kmol/h)	25,8	25,8
Flujo másico (Kg/h)	1931	1931
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	1,848	1,848
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-4,52E+05	-4,53E+05
Entropía molar (Kj/Kg <sup>mol</sup> °C)	124,7	125,7
Flujo de calor (Kj/h)	-1,16E+07	-1,16E+07

COMPOSICIONES		
Componentes	19	21
Acetol	0	0
Agua	0,0001	0,0001
Etilenglicol	0,0895	0,0895
Glicerol	0	0
Hidrógeno	0	0
Metano	0	0
Metanol	0	0
Propilenglicol	0,9104	0,9104

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>189</b> de <b>615</b>

#### 5.4.3.9 - BOMBA P-304 A/B

BOMBA P-304 A/B					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	20.2	E-P-304	Eficiencia adiabática	75%	
			$\Delta P$ (KPa)	93,01	
Salidas	20.3		Duty (KW)	1,8E-03	

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	20.2	20.3
Fracción vapor	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,397	2,345
Temperatura (°C)	298,9	299
Flujo molar (Kmol/h)	0,4555	0,4555
Flujo másico (Kg/h)	41,95	41,95
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	3,32E-02	3,32E-02
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-6,04E+05	-6,04E+05
Entropía molar (Kj/Kg <sup>mol</sup> °C)	252,1	256,5
Flujo de calor (Kj/h)	-2,75E+05	-2,75E+05

COMPOSICIONES		
Componentes	20.2	20.3
Acetol	0	0
Agua	0	0
Etilenglicol	0	0
Glicerol	1	1
Hidrógeno	0	0
Metano	0	0
Metanol	0	0
Propilenglicol	0	0

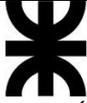
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>190</b> de <b>615</b>

#### 5.4.3.10 - BOMBA P-305 A/B

BOMBA P-305 A/B					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	22	E-P-305	Eficiencia adiabática	75%	
			$\Delta P$ (KPa)	844,9	
Salidas	22.1		Duty (KW)	0,7	

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	22	22.1
Fracción vapor	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,384	10
Temperatura (°C)	197	197,4
Flujo molar (Kmol/h)	23,5	23,5
Flujo másico (Kg/h)	1788	1788
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	1,719	1,719
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-4,56E+05	-4,56E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	137,9	154,7
Flujo de calor (Kj/h)	-1,07E+07	-1,07E+07

COMPOSICIONES		
Componentes	22	22.1
Acetol	0	0
Agua	0,0001	0,0001
Etilenglicol	0,0006	0,0006
Glicerol	0	0
Hidrógeno	0	0
Metano	0	0
Metanol	0	0
Propilenglicol	0,9992	0,9992

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>191</b> de <b>615</b>

#### 5.4.3.11 - BOMBA P-306 A/B

BOMBA P-306 A/B					
Conexiones			Parámetros Críticos		
Entradas	23	E-P-306	Eficiencia adiabática	75%	
			$\Delta P$ (KPa)	161,6	
Salidas	23.1		Duty (KW)	8,9E-03	

HOJA DE DATOS		
Nombre corriente	23	23.1
Fracción vapor	0	0
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	1,412	3,059
Temperatura (°C)	207,7	207,8
Flujo molar (Kmol/h)	2,302	2,302
Flujo másico (Kg/h)	143	143
Flujo vol. Std (m <sup>3</sup> /h)	0,1288	0,1288
Entalpía molar (Kj/kgmol)	-4,20E+05	-4,20E+05
Entropía molar (Kj/Kgmol°C)	-37,49	-31,02
Flujo de calor (Kj/h)	-9,67E+05	-9,67E+05

COMPOSICIONES		
Componentes	23	23.1
Acetol	0	0
Agua	0	0
Etilenglicol	0,9961	0,9961
Glicerol	0,0002	0,0002
Hidrógeno	0	0
Metano	0	0
Metanol	0	0
Propilenglicol	0,0037	0,0037

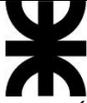
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>192</b> de <b>615</b>

## 5.5 - BIBLIOGRAFÍA

- (IPA), I. d. (2019). Anuario IPA.
- AESA. (s.f.). *Columnas y torres de proceso*. Obtenido de [http://www.aesa.com.ar/fabricacion\\_columnas\\_torres\\_proceso.html](http://www.aesa.com.ar/fabricacion_columnas_torres_proceso.html)
- Autor. (2018). *Simulación Proyecto HYSYS*.
- Cabaniss, S. (s.f.). *Desing 2*. Obtenido de [https://processdesign.mccormick.northwestern.edu/index.php/Design\\_2](https://processdesign.mccormick.northwestern.edu/index.php/Design_2)
- centrifugas, F. A. (s.f.). *Catálogo de diseño de bombas centrífugas*. Obtenido de <http://www.fabc.com.ar/>
- Deiana, I. A. (2018). *Balance de masa*. Obtenido de <http://www.fi.unsj.edu.ar/asignaturas/introing/BalanceDeMasa.pdf>
- FUNKE. (s.f.). *Intercambiadores de calor*. Obtenido de [https://www.funke.de/pdf/es/funke\\_image\\_es.pdf](https://www.funke.de/pdf/es/funke_image_es.pdf)
- González, A. F. (2012). *Fundamentos de procesos químicos*. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/51518/7/9789587610321.pdf>
- Handling, F. c. (s.f.). *Diseño de mezcladores estáticos*. Obtenido de [https://issuu.com/flowcontrolh/docs/catalogo\\_productos](https://issuu.com/flowcontrolh/docs/catalogo_productos)
- Machines, P. (s.f.). *Compresor de Hidrógeno*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/prod/pdc-machines-inc/product-67254-1536975.html>
- S.A, T. A. (s.f.). *Separadores bifásicos y trifásicos*. Obtenido de <http://www.armk.com.ar/separadoresbifytrif.php>
- TECVAL. (s.f.). *Válvulas de control hidráulico*. Obtenido de <http://www.tecvalonline.com/documents/catalogos/AGUA.pdf>
- VERION. (s.f.). *Válvulas divisoras de caudal proporcionales compensadas en presión*. Obtenido de [http://www.verion.com.ar/images/productos/valvulas/valvulas-en-linea/valvulas\\_divisoras\\_de\\_caudal\\_proporcionales\\_cpmpensadas\\_en\\_presion.pdf](http://www.verion.com.ar/images/productos/valvulas/valvulas-en-linea/valvulas_divisoras_de_caudal_proporcionales_cpmpensadas_en_presion.pdf)

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>193</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO VI - SERVICIOS AUXILIARES

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>194</b> de <b>615</b>

## 6.1 - INTRODUCCIÓN

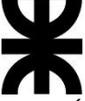
Los servicios auxiliares se definen como los servicios indispensables para el funcionamiento de los equipos y el proceso, estos no forman parte directa de los mismos, pero sin ellos llevar a cabo el proceso resultaría imposible. Es una de las áreas claves para mantener la operación óptima y continua de la planta.

Los servicios auxiliares comprenden distintas funciones, entre ellas podemos destacar:

Servicio Auxiliar	Funciones
Agua	Agua de enfriamiento Agua de procesos Agua de incendios Agua potable y de servicios Agua para riego Agua de lavado
Aire	Aire para combustión Aire para instrumentos Aire para enfriamiento Aire comprimido
Vapor	Intercambio iónico Inertización Movimiento de fluidos
Nitrógeno	Inertización Enfriamiento Blanketing
Aceite Térmico	Intercambio calórico
Energía Eléctrica	Iluminación Motores Control
Gas Natural	Fuel gas Blanketing Piloto de antorchas

*Tabla 35 - Servicios auxiliares en la Industria.*

Para esta Planta de Producción de Propilenglicol, los servicios auxiliares necesarios son:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>195</b> de <b>615</b>

- Aire:

El cual tiene diversos usos, como por ejemplo aire de enfriamiento, aire para instrumentos y controladores neumáticos y aire comprimido, para usos diversos.

- Electricidad:

El consumo principal de electricidad es el que tienen todas las máquinas estáticas que funcionan con motores eléctricos de potencias y tipos muy diversos. Asimismo, es importante dotar a los centros de trabajo de la suficiente iluminación eléctrica cuando no sea posible la iluminación natural para prevenir que se produzca fatiga visual en los trabajadores. Ésta se ocasiona si los lugares de trabajo y las vías de circulación no disponen de suficiente iluminación adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural.

- Antorcha:

El sistema de antorcha es un dispositivo de seguridad de la Planta instalado en las afueras de la misma, utilizada para quemar allí gases combustibles en exceso y purgas de plantas químicas que no pueden ser procesados.

Se elige la opción de quemar estos gases por sobre la opción de ventearlos directamente a la atmósfera, previniendo así la formación de nubes inflamables.

- Torres de enfriamiento:

Tienen la función de suministrar el agua de enfriamiento requerida por el proceso. La temperatura mínima que puede lograrse depende de las condiciones climáticas del medio. Existen de dos tipos: de tiro natural y de tiro forzado.

- Agua de incendios:

La planta debe contar con un tanque que abastezca agua ante un eventual incendio.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>196</b> de <b>615</b>

- Aceite Térmico:

El aceite térmico es un fluido que cumple la función de calentar una corriente, por medio de un intercambiador de calor. El aceite térmico se calienta por medio de una caldera.

- Agua de Red:

La red de agua potable debe abastecer la planta en zonas como: vestuarios, baños, sala de control y comedores. Como así también debe abastecer a la Torre de enfriamiento.

- Gas de blanketing:

Los sistemas de blanketing son ampliamente utilizados en la industria en diferentes segmentos para extender la vida útil, integridad y conservación de los productos almacenados, extender la vida del tanque de almacenamiento y evitar posibles accidentes contra fuego y explosión. (Beltrán, 2014).

Son sistemas que consisten básicamente en la retirada de oxígeno del interior del tanque inyectando gas inerte que, en la gran parte de los casos es el Nitrógeno. El proceso proporciona una serie de ventajas como:

1. Evita la pérdida de materiales por evaporación, una vez que la presión de inertización es superior la presión de los vapores del producto.
2. La oxidación (o contaminación) del producto, ya que no hay contacto con oxígeno.
3. Protege la pared interna del tanque contra corrosión.
4. Evita la formación de atmósferas explosivas alrededor del tanque, principalmente en la parte superior externa, cuando el producto almacenado es inflamable.
5. Reduce los costos con seguro.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>197</b> de <b>615</b>

## 6.2 - ANÁLISIS PINCH DE LA RED DE INTERCAMBIO DE CALOR

### 6.2.1 - INTRODUCCIÓN

El aumento del costo de la energía y una conciencia cada vez mayor puesta al cuidado del medio ambiente y a la sustentabilidad, llevan a la inquietud por parte de las industrias por aplicar métodos eficientes para reducir el consumo de energía en las operaciones. Muchos algoritmos han sido desarrollados con el objetivo de disminuir los consumos de servicios auxiliares dentro de una línea de procesos productivos.

Uno de estos métodos, es el denominado Análisis Pinch, el cual consiste en primera instancia en, diseñar redes de intercambio de energía de tal manera que las corrientes del proceso que se desean enfriar lo hagan mediante las corrientes del mismo proceso que deben ser calentadas y viceversa.

El Análisis Pinch de procesos tiene su fundamento en la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica y constituye una etapa fundamental en el diseño de una nueva planta o en la optimización de una ya existente, haciendo énfasis en el uso eficiente de la energía y la reducción de los efectos medioambientales.

Dicho Análisis se utiliza para identificar los costos energéticos, los objetivos de costo de capital de una red de intercambio de calor y para reconocer el “punto pinch”.

El procedimiento primero predice, antes que el diseño, los requerimientos mínimos de energía externa, área de la red y número de unidades para un proceso dado en el punto “pinch”. Posteriormente se diseña una red de intercambio que satisfaga esos objetivos. Finalmente, la red se optimiza mediante la comparación de costos energéticos y los costos fijos de las redes de tal manera que el costo total anual sea mínimo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>198</b> de <b>615</b>

Por lo tanto, el objetivo primordial de un Análisis Pinch es lograr ahorros financieros mediante la integración de calor en el proceso (maximizar la recuperación de calor del proceso y reducir las cargas de los servicios auxiliares).

### 6.2.2 - IDENTIFICACIÓN DE LAS CORRIENTES CALIENTES, FRÍAS Y DE SERVICIO EN EL PROCESO

El punto de partida para un análisis de integración energética es el cálculo de los requerimientos mínimos de calentamiento y enfriamiento para una red de intercambio de calor. Este cálculo se puede realizar sin tener que especificar la red de intercambiadores de calor.

Para realiza el análisis de una red de intercambio de calor primero se deben identificar las fuentes de calor (corrientes calientes) y los sumideros (corrientes frías) en el proceso.

De los balances de materia y energía, por su parte, se obtienen, la temperatura inicial, la temperatura final y el cambio de entalpía de las corrientes.

Las corrientes frías del proceso son aquellas a las cuales se les debe suministrar calor y las corrientes calientes son las cuales deben ser enfriadas.

Asimismo, las corrientes de servicio son aquellas utilizadas para calentar o enfriar corrientes de proceso. Dentro de las corrientes de servicio comúnmente utilizadas en la industria son: vapor, agua caliente, gas de flama, agua de enfriamiento, aire, refrigerante.

De los balances de materia y energía, por su parte, se obtienen, la temperatura inicial, la temperatura final y el cambio de entalpía de las corrientes.

En este proceso las corrientes de servicio a emplear son:

- Aceite térmico.
- Agua de Enfriamiento.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>199</b> de <b>615</b>

Las corrientes calientes, que requieren ser enfriadas, están presentadas en color rojo y las corrientes frías, que necesitan ser calentadas, están presentadas en color azul.

### 6.2.3 - CORRIENTES DEL PROCESO

Nombre de Corriente	T° entrada	T° salida
(5)	91,06	187,8
(2.4)	123,9	187,8
(11.1)	57,77	72,8
(1.1)	26,17	148,9
(9)	187,8	52
(17.1)	56,97	30
(20.3)	299	30
(22.1)	197	30
(23.1)	207,7	30

*Tabla 36 - Corrientes del proceso.*

### 6.2.4 - DATOS TÉRMICOS DE LAS CORRIENTES DEL PROCESO

Una vez definidas las corrientes, se extraen los datos térmicos para realizar el correspondiente balance de calor:

Temperatura de entrada (T<sup>e</sup>): Es la temperatura a la cual la corriente se encuentra disponible.

Temperatura de salida (T<sup>s</sup>): Es la temperatura a la cual se desea llevar dicha corriente.

Capacidad calorífica de flujo (FC<sub>p</sub>): Es el producto entre el flujo másico y el calor específico.

Cambio de Entalpía H: FC<sub>p</sub> x (T<sup>e</sup> – T<sup>s</sup>)

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>200</b> de <b>615</b>

Nombre de Corriente	T° entrada	T° salida	Flujo másico (Kg/h)	Flujo másico (Kg/h)	Calor esp. (KJ/Kg°C)	ΔT (°C)	Fcp (KW/°C)	Entalpía (KW)
(5)	91,06	187,8	7977	2,22	3,769	96,74	8,35	807,92
(2.4)	123,9	187,8	65,92	0,02	14,22	63,9	0,26	16,64
(11.1)	57,77	72,8	406,6	0,11	4,663	15,03	0,53	7,92
(1.1)	26,17	148,9	2476	0,69	2,602	122,73	1,79	219,64
(9)	187,8	52	7977	0,22	4,096	135,8	9,08	1232,53
(17.1)	56,97	30	517,2	0,14	4,209	26,97	0,60	16,31
(20.3)	299	30	41,95	0,01	3,394	269	0,04	10,64
(22.1)	197	30	1788	0,50	3,514	167	1,75	291,46
(23.1)	207,7	30	143,1	0,04	3,673	177,7	0,15	25,94

Tabla 37 - Datos térmicos de las corrientes.

### 6.2.5 - ELECCIÓN DEL VALOR INICIAL DE $\Delta T_{min}$

El diseño de cualquier equipo de transferencia de calor debe cumplir siempre la 2° Ley de la Termodinámica que prohíbe cualquier cruce de temperaturas entre la corriente fría y la corriente caliente.

De esta manera la temperatura de la corriente caliente y fría en cualquier punto del intercambiador de calor, debe tener una diferencia mínima de temperatura ( $\Delta T_{min}$ ).

Este valor representa el cuello de botella en la recuperación de calor.

Es decir, en cualquier punto del intercambiador de calor:

$$\text{Temperatura de la corriente caliente} - \text{Temperatura de la corriente fría} = \Delta T_{min}$$

El valor de  $\Delta T_{min}$  está determinado por el coeficiente global de transferencia de calor U y la geometría del intercambiador, para fines prácticos nos hemos basado en la tabla de Linnhoff.

Dicha tabla contiene los valores de  $\Delta T_{min}$  típicos tabulados para un intercambiador de coraza y tubos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>201</b> de <b>615</b>

Elección del $\Delta T_{min}$		
N°	Sector Industrial	$\Delta T_{min}$
1	Refinería de Petróleo	20-40 °C
2	Petroquímica	10-20 °C
3	Química	10-20 °C
4	Procesos a baja temp.	3-5 °C

*Tabla 38 -  $\Delta T_{min}$  recomendado.*

Se tomó un  $\Delta T_{min} = 20$  para nuestro caso, de acuerdo con la tabla de Linnhoff.

### 6.2.6 - EL PUNTO PINCH

El  $\Delta T_{min}$  se observa normalmente en un solo punto entre las corrientes calientes y frías y se llama punto "pinch". Por lo tanto, el punto pinch es único para cada proceso.

Si se considera que cada intercambiador de calor por separado no debe tener una diferencia de temperaturas menor al valor de  $\Delta T_{min}$ , se puede hacer una separación del proceso en el punto pinch.

Arriba de éste, en términos de temperatura, el proceso está en equilibrio con la mínima cantidad de servicios auxiliares calientes. El calor se recibe por medio de un servicio auxiliar caliente, no se desecha y el proceso actúa como un sumidero de calor.

Abajo del punto pinch, el proceso se encuentra en equilibrio con la mínima cantidad de servicios auxiliares fríos. No se recibe calor, sino que se desecha a un servicio auxiliar frío y el proceso actúa como una fuente de calor.

En resumen, arriba del pinch, el proceso sólo necesita servicios auxiliares calientes, y abajo del pinch sólo se necesitan servicios auxiliares fríos. Por lo tanto, para un diseño óptimo, no se debe transferir calor a través del punto pinch.

Existen tres reglas básicas para el diseño de una red de intercambio de calor:

- No debe haber calentamiento externo abajo del punto pinch.
- No debe haber enfriamiento externo arriba del punto pinch.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>202</b> de <b>615</b>

- No debe transferirse calor a través del punto pinch.

### 6.2.6.1 - DETERMINACIÓN DEL PUNTO PINCH

Los valores de  $\Delta T_{min}$  determinan qué tan cerca pueden colocarse las curvas frías y calientes del proceso, sin violar la 2da Ley de la Termodinámica.

Este determinado valor de  $\Delta T_{min}$  indica el máximo alcance posible para la recuperación de calor dentro del proceso.

Los excesos de calor y frío indican los requerimientos mínimos de servicios caliente (aceite térmico) y frío (agua de enfriamiento) del proceso para el  $\Delta T_{min}$  elegido.

Una vez seleccionado el  $\Delta T_{min}$  se ajustan las temperaturas de las corrientes calientes y frías según las siguientes ecuaciones:

A las corrientes calientes se les resta la mitad del  $\Delta T_{min}$ :

$$T'_{caliente} = T_{caliente} - \Delta t_{min}/2$$

A las corrientes frías se les suma la mitad del  $\Delta T_{min}$ :

$$T'_{fría} = T_{fría} + \Delta t_{min}/2$$

A continuación, se muestra una tabla con los resultados obtenidos.

Nombre de Corriente	T° entrada	T° salida
(5)	101,06	197,8
(2.4)	133,9	197,8
(11.1)	67,77	82,8
(1.1)	36,17	158,9
(9)	177,8	42
(17.1)	46,97	20
(20.3)	289	20
(22.1)	187	20
(23.1)	197,7	20

Tabla 39 - Determinación del punto Pinch.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>203</b> de <b>615</b>

Luego se procede a ordenar las temperaturas obtenidas de manera decreciente:

Temperatura de intervalos	$\Delta T$ (°C)	Fk	Suma	$\Delta H$	Cascada de calor $Q_i$	$Q_i$ corregida
289	0	0,04	0,04	0	0	148,67
197,8	91,2	-8,61	-8,57	3,65	3,65	152,32
197,8	0,1	0,15	-8,42	-0,86	2,79	151,46
187	10,7	1,75	-6,67	-90,09	-87,30	61,36
177,8	9,2	9,08	2,41	-61,36	-148,67	0
158,9	18,9	-1,79	0,62	45,55	-103,12	45,55
133,9	25	0,26	0,88	15,50	-87,62	61,05
101,06	32,84	8,35	9,23	28,90	-58,72	89,95
82,8	18,26	-0,53	8,7	168,54	109,82	258,49
67,77	15,03	0,53	9,23	130,76	240,58	389,25
46,97	20,8	0,6	9,83	191,98	432,57	581,23
42	4,97	-9,08	0,75	48,86	481,42	630,09
36,17	5,83	1,79	2,54	4,37	485,79	634,46
20	16,17	-2,54	0	41,07	526,87	675,53

Tabla 40 - Determinación del punto Pinch (cont).

Q de cal mín	Q de enf mín	Punto Pinch
148,67	675,53	0

En la tabla mostrada anteriormente se procedió de la siguiente manera:

- Se calculan los  $\Delta T$ , Fk, suma, cascada de calor  $Q_i$  y cascada de calor corregida  $Q_i$ .
- La primera columna muestra las temperaturas ordenadas de manera decreciente.
- La segunda columna muestra los  $\Delta T$  también de forma decreciente.
- La tercera columna muestra los Fk (producto del flujo másico por el calor específico de cada corriente).
- La cuarta columna representa la suma acumulativa de estos Fk.
- La quinta columna nos muestra los  $\Delta H$  en (Kw).
- La sexta columna comienza con la cascada de calor por cada intervalo comenzando con  $Q_i=0$  para  $\Delta T=0$ .

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>204</b> de <b>615</b>

- La séptima y última columna, corrige esta cascada de calor introduciendo como valor principal al valor más negativo de la cascada anterior (-148,67).

Se puede concluir que el punto pinch se obtiene en el punto de cascada de calor  $Q_i=0$ , lo cual corresponde con la regla fundamental de que a través de este punto no se transfiere calor.

Este punto corresponde con la temperatura de 177,8°C.

Se obtienen, a su vez, los calores requeridos mínimos de enfriamiento y calentamiento:

- Q calentamiento mínimo: 148,67.
- Q enfriamiento mínimo: 675,53.

En este punto se pueden calcular las temperaturas pinch de las corrientes frías y calientes.

$$T_{\text{pinch calientes}} = T_{\text{pinch}} + \Delta T_{\text{min}}/2 = 177,8 + 20/2$$

$$T_{\text{pinch calientes}} = \mathbf{187,8.}$$

$$T_{\text{pinch frías}} = T_{\text{pinch}} - \Delta T_{\text{min}}/2 = 177,8 - 20/2$$

$$T_{\text{pinch frías}} = \mathbf{167,8.}$$

#### 6.2.6.2 - DIAGRAMA DE REJA DE LAS CORRIENTES DE PROCESO

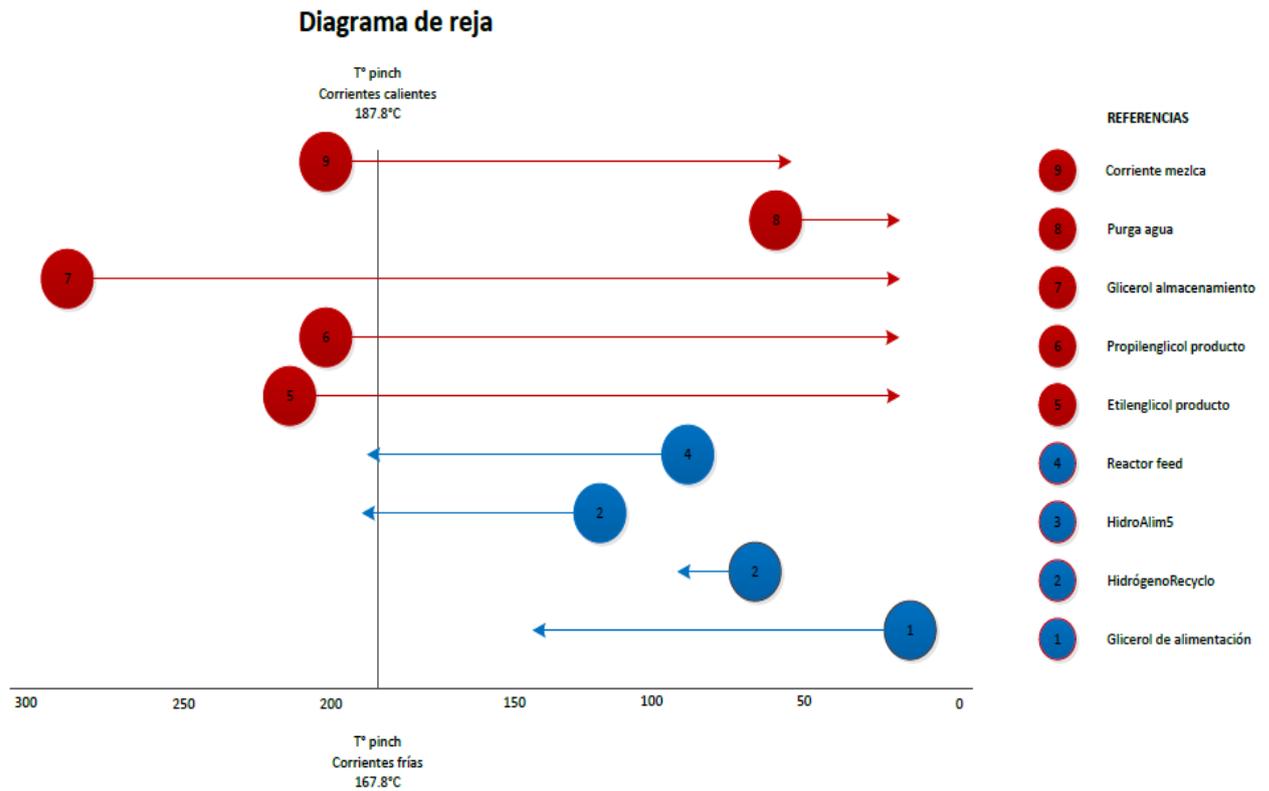
Se construye el diagrama de reja de las corrientes del proceso, señalando a su vez la temperatura pinch de las corrientes calientes y la temperatura pinch de las corrientes frías.

Este diagrama, nos sirve para observar las corrientes y su desempeño alrededor del cuello de botella del proceso, que es el punto pinch. Es decir, nos da una

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>205</b> de <b>615</b>

primera aproximación acerca de cuáles corrientes pueden transferir calor con otras o cuáles necesitan requerimientos de servicios auxiliares.

En el siguiente diagrama, las corrientes en color rojo y que apuntan a la derecha, representan a las corrientes calientes, mientras que las corrientes pintadas de azul que apuntan a la izquierda, representan a las corrientes frías.



A partir de este diagrama, se realizan dos diseños: un arriba y otra abajo del punto pinch.

### 6.2.6.3 - DISEÑO ARRIBA DEL PUNTO PINCH

Se procede a realizar el cálculo de las entalpías para las corrientes calientes y frías que se encuentran por encima del punto pinch.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>206</b> de <b>615</b>

Corrientes Calientes	T1	T2	Fcp	$\Delta T$	$\Delta H$ arriba	T1 nuevo	T2 nuevo	Q remanente	T1 nuevo	T2 nuevo	Q remanente
9	187,8	187,8	9,08	0	0,00						SE AGOTA
20.3	299	187,8	0,04	111,2	4,40						SE AGOTA
23.1	207,7	187,8	0,15	19,9	2,91						SE AGOTA
22.1	197	187,8	1,75	9,2	16,06						SE AGOTA
Corrientes Frías	T1	T2	Fcp	$\Delta T$	$\Delta H$ arriba	T1 nuevo	T2 nuevo	Q remanente	T1 nuevo	T2 nuevo	Q remanente
5	167,8	187,8	8,35	20	167	167,8	169,72	150,94	169,72	179,24	146,54
2.4	167,8	187,8	0,26	20	5,2	167,8	178,99	2,29			
<b>Q CALENTAMIENTO REQUERIDO</b>				<b>148,83</b>							

Tabla 41 - Diseño aguas arriba del punto Pinch.

En este momento estamos en condiciones de plantear posibles combinaciones de temperaturas, siempre y cuando se respete la siguiente regla:

Regla del cp:

<b>SE DEBE CUMPLIR QUE</b>
$F_{cp\ sale} > F_{cp\ entra}$
$F_{cp\ cold} > F_{cp\ hot}$

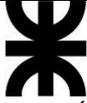
Tabla 42 - Regla del cp.

Si más de una combinación fuera posible, se llevará a cabo aquella en la que el calor transferido sea mayor.

Combinaciones	Fcp Entra	Fcp Sale	VIABILIDAD	Calor transferido (KW)	Calor remanente (KW)
20.3 – 5	0,04	8,35	SI	4,40	146,54
20.3 – 2.4	0,04	0,26	SI	4,40	0,80
23.1 – 5	0,15	8,35	SI	2,91	164,09
23.1 – 2.4	0,15	0,26	SI	2,91	2,29
22.1 – 5	1,75	8,35	SI	16,06	150,94
22.1 – 2.4	1,75	0,26	NO		

Tabla 43 - Combinaciones.

Se cumple que el calor requerido es igual a 148,83.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>207</b> de <b>615</b>

#### 6.2.6.4 - DISEÑO ABAJO DEL PUNTO PINCH

Se procede a realizar el cálculo de las entalpías para las corrientes calientes y frías de la misma manera, de las corrientes que se encuentran por encima del punto pinch.

Corrientes Calientes	T1	T2	Fcp	$\Delta T$	$\Delta H$ arriba	T1 nuevo	T2 nuevo	Q remanente	T1 nuevo	T2 nuevo	Q remanente
9	187,8	52	9,08	135,8	1233,0	187,8	117,21	592,17			
17.1	56,97	30	0,6	26,97	16,18						
20.3	187,8	30	0,04	157,8	6,31						
22.1	187,8	30	1,75	157,8	276,15	187,8	181,26	264,72	181,26	55,75	45,08
23.1	187,8	30	0,15	157,8	23,67	187,8	135,02	15,75			
Corrientes Frías	T1	T2	Fcp	$\Delta T$	$\Delta H$ arriba	T1 nuevo	T2 nuevo	Q remanente	T1 nuevo	T2 nuevo	Q remanente
5	91,06	167,8	8,35	76,74	640,89			SE AGOTA			
2.4	123,9	167,8	0,26	43,9	11,43			SE AGOTA			
11.1	57,77	72,8	0,53	15,03	7,92			SE AGOTA			
1.1	26,17	148,9	1,79	122,7	219,64						
<b>Q ENFRIAMIENTO REQUERIDO</b>				<b>675,50</b>							

Tabla 44 - Diseño aguas abajo del punto Pinch.

Para las corrientes que no salen ni entran del punto pinch (11.1 y 20.3) no es necesario que se cumpla la regla del cp.

De la misma manera, se procede a plantear posibles combinaciones abajo del punto pinch.

También, se cumple que el calor requerido mínimo de enfriamiento es 675,50, valor que coincide con el calculado.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>208</b> de <b>615</b>

## 6.2.7 - RESULTADOS FINALES Y CONCLUSIÓN

Combinaciones	Fcp entra	Fcp sale	VIABILIDAD	Calor transferido (KW)	Calor remanente (KW)
9 – 5	8,35	9,08	SI	640,89	592,17
9 – 2.4	0,26	9,08	SI	11,43	1221,64
9 – 11.1	0,53	9,08	SI	7,92	1225,15
9 – 1.1	1,79	9,08	SI	219,64	1013,43
17.1 – 5	8,35	0,6	NO		
17.1 – 2.4	0,26	0,6	SI	11,43	4,75
17.1 – 11.1	0,53	0,6	SI	7,92	8,27
17.1 – 1.1	1,79	0,6	NO		
20.3 – 5	8,35	0,04	NO		
20.3 – 2.4	0,26	0,04	NO		
20.3 – 11.1	0,53	0,04	NO		
20.3 – 1.1	1,79	0,04	NO		
22.1 – 5	8,35	1,75	NO		
22.1 – 2.4	0,26	1,75	SI	11,43	264,72
22.1 – 11.1	0,35	1,75	SI	7,92	268,23
22.1 – 1.1	REGLA DEL CP			219,64	45,08
23.1 – 5	8,35	0,15	NO		
23.1 – 2.4	0,26	0,15	NO		
23.1 – 11.1	REGLA DEL CP			7,92	15,75
23.1 – 1.1	1,79	0,15	NO		

Tabla 45 - Combinaciones (2).

De esta manera se da por concluido el análisis pinch de las redes de intercambio de calor, obteniendo resultados positivos para maximizar el intercambio energético y minimizar el consumo de servicios auxiliares.

En color celeste, se observan los cruces de corrientes seleccionados. Cuatro cruces de corrientes corresponden al diseño abajo del punto pinch, y dos cruces de corrientes corresponden al diseño arriba del punto pinch.

Todos los procesos de calentamiento y enfriamiento ajenos a estos 6 intercambiadores, se realizarán con servicios auxiliares (agua de enfriamiento, aceite térmico).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>209</b> de <b>615</b>

A continuación, se muestra una tabla final, indicando el cruce de temperaturas y el número del intercambiador en el que éste se realiza.

Corrientes	TAG equipo
20.3 – 5	E-202
23.1 – 2.4	E-106
9 – 5	E-201
22.1 – 2.4	E-105
22.1 – 1.1	E-101
23.1 – 11.1	E-205

*Tabla 46 - Resultados finales del análisis Pinch.*

## 6.3 - SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

### 6.3.1 - TORRES DE ENFRIAMIENTO

Las torres de enfriamiento son columnas de un gran diámetro con tipos de empaque especiales diseñados para ofrecer un buen contacto líquido-gas con una baja caída de presión.

Las torres de enfriamiento pueden ser definidas como intercambiadores de calor, los cuales, aprovechando el principio de evaporación, reducen la temperatura del agua desde la entrada de la torre a la salida de ésta, por medio del contacto directo del agua con el aire.

### 6.3.2 - CLASIFICACIÓN DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO

Existen dos formas de enfriar un fluido:

- 1. ENFRIAMIENTO DIRECTO:** En el cual el fluido de enfriamiento, en este caso el agua fría, va directamente al proceso y regresa como agua caliente a la parte superior, de la torre de enfriamiento.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>210</b> de <b>615</b>

**2. ENFRIAMIENTO INDIRECTO:** en este caso el agua fría intercambia calor con un equipo (intercambiador de calor) y regresa como agua caliente a la parte superior de la torre, en el intercambiador de calor el fluido frío pasa por el proceso intercambia calor y regresa al intercambiador como fluido caliente.

Otra clasificación es según como sea la recirculación:

- 1. SISTEMA DE RECIRCULACIÓN CERRADO:** El agua circula dentro del sistema y no hay contacto con la atmósfera, en este tipo de sistema no hay pérdidas por evaporación, ni por purgado.
- 2. SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ABIERTO:** En este tipo de sistema existe contacto con la atmósfera, por lo que existen pérdidas por evaporación y por purgado.

Y según el tipo de tiro, se clasifican en:

- 1. TORRES DE TIRO MECÁNICO:** En la actualidad se emplean dos tipos de torre de tiro mecánico, el de tiro inducido. En la Torre de tipo forzado el ventilador se monta en la base y se hace entrar aire en la base de la misma y se descarga con baja velocidad por la parte superior.

A su vez esta clase general se subdivide en diseños de contraflujo o flujo transversal, dependiendo de las direcciones relativas de flujo del agua y el aire.

- 1.1. TORRES ATMOSFÉRICAS:** La torre atmosférica de enfriamiento es aquella en que la pérdida de calor se logra primordialmente gracias al movimiento natural del aire a través de la estructura.
- 2. TORRES DE TIRO NATURAL:** Las torres de tiro natural o de tiro hiperbólico son apropiadas para cantidades muy grandes de enfriamiento y las estructuras de concreto reforzado que acostumbra usar llegan a tener diámetros del orden de 80.5 metros y alturas de 340 pies.

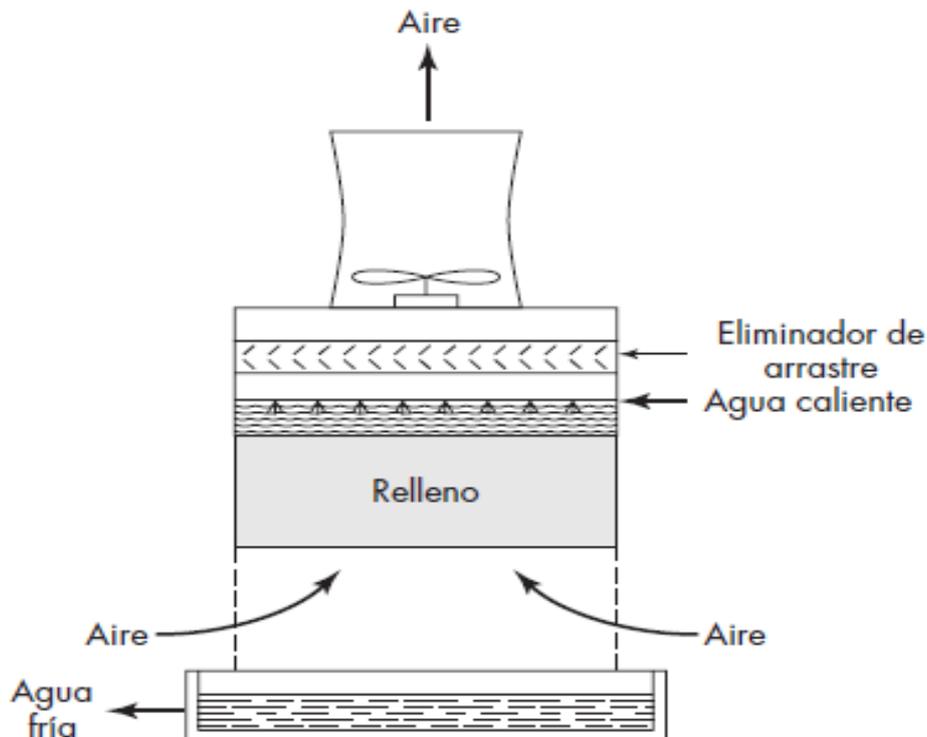
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>211</b> de <b>615</b>

Este proyecto contará con un sistema de enfriamiento directo y de recirculación cerrado, ya que, al estar ubicado en el Parque Industrial de Plaza Huincul, no tiene la disponibilidad a un suministro de agua dulce para su reposición.

Asimismo, se escogerá una Torre de tiro inducido y flujo a contracorriente, ya que esta disposición cuenta con las siguientes ventajas:

1. Mayor rendimiento que las Torres de tiro forzado.
2. Fácil mantenimiento.
3. Fácil control del aire ingresado y la temperatura de salida.
4. Buen rendimiento en invierno.

### 6.3.3 - ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO



*Ilustración 56 - Esquema de una Torre de enfriamiento.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>212</b> de <b>615</b>

### Problemas que se presentan en el sistema de enfriamiento

- Crecimiento Microbiano:

Agua a temperaturas próximas a 35°C, altas concentraciones de O<sub>2</sub>, luz UV, constituyen un microclima adecuado para crecimiento de microorganismos (algas, bacterias, hongos). Uno de los efectos que se producen es la obstrucción de tuberías, relleno, etc., disminuyendo la eficiencia del sistema. (Quiprocalt, s.f.)

No es viable un control mecánico de los microorganismos que se desarrollan, por lo que se impone un tratamiento químico de los mismos. Agentes desinfectantes:

- Cloro
- Bromo
- Dióxido de cloro

La solución propuesta es la dosificación de biocidas específicos para cada tipo de microorganismo, de forma tal de que la concentración del biocida sea adecuada.

- Incrustaciones:

El agua utilizada para enfriamiento es un agua de origen natural, que se verá sometida a calentamiento, aún, cuando sea mucho menor al que se da en un generador de vapor.

Por lo tanto, se encuentran formaciones de incrustaciones, principalmente CaCO<sub>3</sub> (también Mg(OH)<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>).

### Las condiciones óptimas de circulación del agua deben ser:

- pH entre 6 y 8.
- Contenido de cloruro (como NaCl) por debajo de 750 ppm.
- Contenido de sulfato (SO<sub>4</sub>) por debajo de 1200 ppm.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>213</b> de <b>615</b>

- Contenido de bicarbonato de sodio por debajo de 200 ppm.

#### 6.3.4 - BALANCE DE MATERIA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO

BALANCE DE MATERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO		
TAG	Caudal Másico (kg/h)	Caudal Vol. (m <sup>3</sup> /h)
E-103	920,3	0,9222
E-104	1529	1,532
E-204	59.800	59,97
E-206	850,9	0,8526
E-207	386,8	0,387
Q-C-301	712.000	712
Q-C-302	74.900	74,9
Q-C-303	417.000	417
R-201	136.000	136
<b>Total</b>	<b>1.400.000</b>	<b>1.400</b>

*Tabla 47 - Balance de materia del agua de enfriamiento.*

Recirculación (R): Es el caudal de agua que circula por el circuito, dando el servicio de enfriamiento esperado.

Reposición (M): Es el caudal de agua nueva que se debe agregar al circuito para reponer las salidas del mismo (evaporación, arrastre y purga).

Arrastre (A): Varía según el diseño de la torre. Depende del ventilador, toberas, relleno. Varía entre 0.05 a 0.3 % para torres de tiro forzado. No se puede determinar teóricamente.

Purga (P): Es función de los ciclos de concentración.

Ciclos de Concentración (c): Se llaman ciclos de concentración a la relación entre la concentración de sólidos en el sistema y la concentración de dichos sólidos en el agua de reposición. Es decir, el número de veces que se ha concentrado el agua recirculada (no necesariamente es un número entero).

El número de ciclos de concentración suele estar entre 3 y 8.

En las Torres de Enfriamiento se producen pérdidas de agua por:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>214</b> de <b>615</b>

- Arrastre (A).
- Evaporación (E).
- Fugas en el sistema.

Para realizar los cálculos del balance de materia de los servicios auxiliares, se adoptan los siguientes valores:

- Ciclos de concentración: 8.
- Evaporación: Las pérdidas por evaporación se adoptan del 2% del total del agua que circula por la torre de enfriamiento. (Mc Cabe, 2007).
- Arrastre: Las pérdidas por arrastre se adoptan del 0,2% del total del agua que circula por la torre. (Mc Cabe, 2007).

La purga se puede establecer como:

$$Purga = Evaporación / (ciclos - 1)$$

Definidos estos valores, se puede calcular el agua de reposición, que resulta de la suma de:

$$Reposición (M) = Arrastre (A) + Purga (P) + Evaporación (E)$$

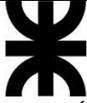
De esta manera se obtienen los siguientes datos:

Corrientes	Caudal másico (kg/h)	Caudal vol. (m <sup>3</sup> /h)
Evaporación (E)	28.000	28
Arrastre (A)	2.800	2,8
Purga (P)	4.000	4
Reposición (M)	34.800	34,8

*Tabla 48 - Pérdidas del sistema de enfriamiento.*

### 6.3.5 - SISTEMA DE CAPTACIÓN Y CANON

El agua requerida para los servicios auxiliares será provista por el E.P.A.S mediante la red pública.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>215</b> de <b>615</b>

El decreto Provincial N°1671/01 adopta una metodología para el cálculo del canon de uso industrial de las aguas públicas en el ámbito provincial que consiste en la siguiente fórmula:

$$C = \gamma \cdot \alpha \cdot \eta \cdot Fd \cdot V \cdot K$$

Siendo:

- $\gamma$  : Coeficiente adimensional que tiene en cuenta el tipo de industria.  
(Industria química -  $\gamma = 0,6$ ).
- $\alpha$ : Coeficiente adimensional que tiene en cuenta la aptitud para el uso de las aguas captadas ( $\alpha = 0,9$ ).
- $\eta$ : Coeficiente adimensional que tiene en cuenta la eficiencia en el aprovechamiento de las aguas captadas considerando la tecnología aplicada ( $\eta = 1$ ).
- **Fd**: Coeficiente adimensional que tiene en cuenta la disponibilidad del recurso hídrico, variable entre 0 y 10. ( $Fd = 1$ ).
- **V**: Volumen mensual conseguido, otorgado o captado en  $m^3$ .
- **K**: Es el valor del canon básico en  $\$/m^3$ . ( $\$4,90$  – Valor actualizado en el Boletín Oficial de la Provincia del Neuquén a partir del 1 de noviembre de 2019).

Reemplazando estos valores en la expresión anterior nos queda un canon final de:

$$C = \$2.733.466,18$$

En el mismo canon se contempla el consumo total de agua de enfriamiento + su respectiva reposición mensual.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>216</b> de <b>615</b>

### 6.3.6 - BALANCE DE ENERGÍA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO

El balance de energía de una torre de enfriamiento se diseña teniendo en cuenta las distintas estaciones del año. Esto es, se diseña con las condiciones de verano, lo cual implica temperaturas mayores y un caudal de evaporación del agua también superior en gran medida.

Con esto, el sistema cumplirá las expectativas en cualquier época del año.

Para comenzar el balance de energía del agua de enfriamiento, es necesario primero definir algunos conceptos importantes:

- Temperatura del bulbo seco:

La temperatura del bulbo seco es aquella que se mide por un termómetro de mercurio normal, el cual no tiene en cuenta ni la humedad relativa ni la velocidad del aire. La temperatura inicial del aire al entrar a la torre de enfriamiento viene dada por la temperatura del bulbo seco.

Se toma la temperatura máxima promedio del mes más cálido para realizar los cálculos.

- Temperatura del bulbo húmedo:

La temperatura húmeda es la que se mide con un termómetro cuyo bulbo está cubierto con una gasa o un paño de algodón humedecido con agua (termómetro de bulbo húmedo). La temperatura de bulbo húmedo condiciona la refrigeración del sistema, es el límite debajo del cual no se puede enfriar.

La temperatura seca y húmeda será la misma cuando el aire esté saturado de vapor, pero cuanto menor sea la humedad relativa del aire menor será la temperatura húmeda.

- Humedad relativa:

La humedad relativa es la cantidad de humedad en el aire, comparado con la que el aire puede "mantener" a esa temperatura. Cuando el aire no puede "mantener" toda la humedad, entonces se condensa como rocío.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>217</b> de <b>615</b>

Valores de acuerdo a nuestra planta de producción de propilenglicol

Variables	Valor
Temperatura de bulbo seco (°C)	31,4
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	20,5
Humedad relativa del aire (%)	37,3
Presión (milibar)	1010

*Tabla 49 - Variables operativas.*

- Temperatura de descarga del agua:

La temperatura de descarga del agua es de 3 a 8 °C por encima de la temperatura del bulbo húmedo, y esta diferencia se conoce como aproximación. (Mc Cabe 7ed).

- Temperatura de retorno del agua:

El cambio en la temperatura del agua desde la entrada hasta la salida se la conoce como el intervalo, y éste es generalmente de 6 a 17°C. (Mc Cabe 7ed).

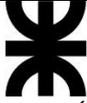
Condiciones del Agua	
Temperatura de entrada (°C)	42
Temperatura de salida (°C)	30

*Tabla 50 - Condiciones de operación del agua.*

Para seleccionar la torre de enfriamiento es necesario conocer ciertos valores:

- El flujo de agua.
- El flujo de aire.
- Temperaturas de entrada y salida del agua.
- Temperaturas de entrada y salida del aire.

En la tabla mostrada a continuación, se observa lo calculado hasta este momento:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>218</b> de <b>615</b>

Corrientes	Caudal (kg/h)	Temp. Entrada (°C)	Temp. Salida (°C)
Aire		31,4	
Agua	1,40E06	42	30

*Tabla 51 - Resultados parciales.*

Para realizar el cálculo de flujo de aire se recurre al método de la línea de operación mínima.

### 6.3.6.1 - ECUACIONES PARA EL ANÁLISIS DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

El balance global de energía para la torre es:

$$G'y (H_a - H_b) = G_x C_L (T_{xa} - T_{xb})$$

La ecuación anterior es la línea de operación para la torre, y se representa como una línea recta de pendiente  $G_x C_L / G'y$  en una gráfica de la entalpía del aire versus la temperatura del agua.

En esta ecuación:

- $G_x$  = Flujo másico de agua a través de la torre.
- $G'y$  = Velocidad másica de gas libre de vapor.
- $C_L$  = Calor específico del agua.
- $T_{xa}$  = Temperatura del agua en la parte superior de la torre.
- $T_{xb}$  = Temperatura del agua en la parte inferior de la torre.

La línea de equilibrio proporciona la entalpía de aire saturado con vapor de agua como una función de la temperatura. El diagrama de entalpía-temperatura para la torre de enfriamiento es similar al de la columna de desorción, pero se transfiere energía, en lugar de un soluto, desde el agua hacia el aire.

Para temperaturas de agua dadas y las condiciones del aire a la entrada, hay una velocidad mínima de aire que corresponde a la línea de operación que exactamente toca la línea de equilibrio.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>219</b> de <b>615</b>

A causa de la curvatura de la línea de equilibrio, la velocidad mínima de aire a veces se determina por una línea tangente a la curva. Por lo general se escoge la velocidad del aire de 1.2 a 2.0 veces el valor mínimo. Se utiliza una carta psicrométrica para obtener el valor de la entalpía al valor de la temperatura de entrada del agua 30°C (86 °F).

Temperatura (T)		Entalpía (H)	
°C	°F	kJ/kg	Btu/lb
30	86	50	21,5
42	107,6		

*Tabla 52 - Entalpía del sistema.*

Se traza una tangente a la curva de equilibrio y que pase por el punto (86;21,5).

Para este gráfico se usan las unidades inglesas adoptadas por Mc Cabe, Smith & Harriot 7ed.

La recta tangente a la curva de equilibrio es la línea de operación mínima de la torre y la pendiente de esta recta representa al valor de  $(G_x C_L / G' y)_{\text{mín}}$ .

Entonces: 
$$2,0714 = (G_x C_L / G' y)_{\text{mín}}$$

Siendo:

$G_x = 1,4E06.$

$C_L = 4,191.$

Despejando se obtiene: 
$$G' y_{\text{mín}} = 2832577 \text{ kg/h.}$$

Se escoge la velocidad de operación 1,2 veces el valor mínimo, por lo tanto:

$$G' y_{\text{op}} = 3399092,4 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>220</b> de <b>615</b>

Con el valor de la velocidad másica del gas de operación se busca la pendiente de la línea de operación con la siguiente fórmula:

$$G'y (H_a - H_b) = G_x Cl (T_{xa} - T_{xb})$$

Obteniéndose una pendiente de 1,726. Con este valor se traza la curva de operación y gracias a esta curva, podemos conocer el valor de la entalpía del aire para la temperatura de salida del agua, es decir 42°C (107,6 °F).

La entalpía resulta ser:

$$H_b = 72,42 \text{ Btu/lb.}$$

Con el valor de la entalpía se calcula la temperatura de salida del aire, mediante interpolación lineal.

$$\text{Temp salida del aire} = 33,11 \text{ °C (91,6)}$$

### 6.3.6.2 - RESULTADOS FINALES DEL BALANCE DE ENERGÍA

La siguiente tabla, resume los caudales y temperaturas obtenidas del balance de energía del sistema de enfriamiento.

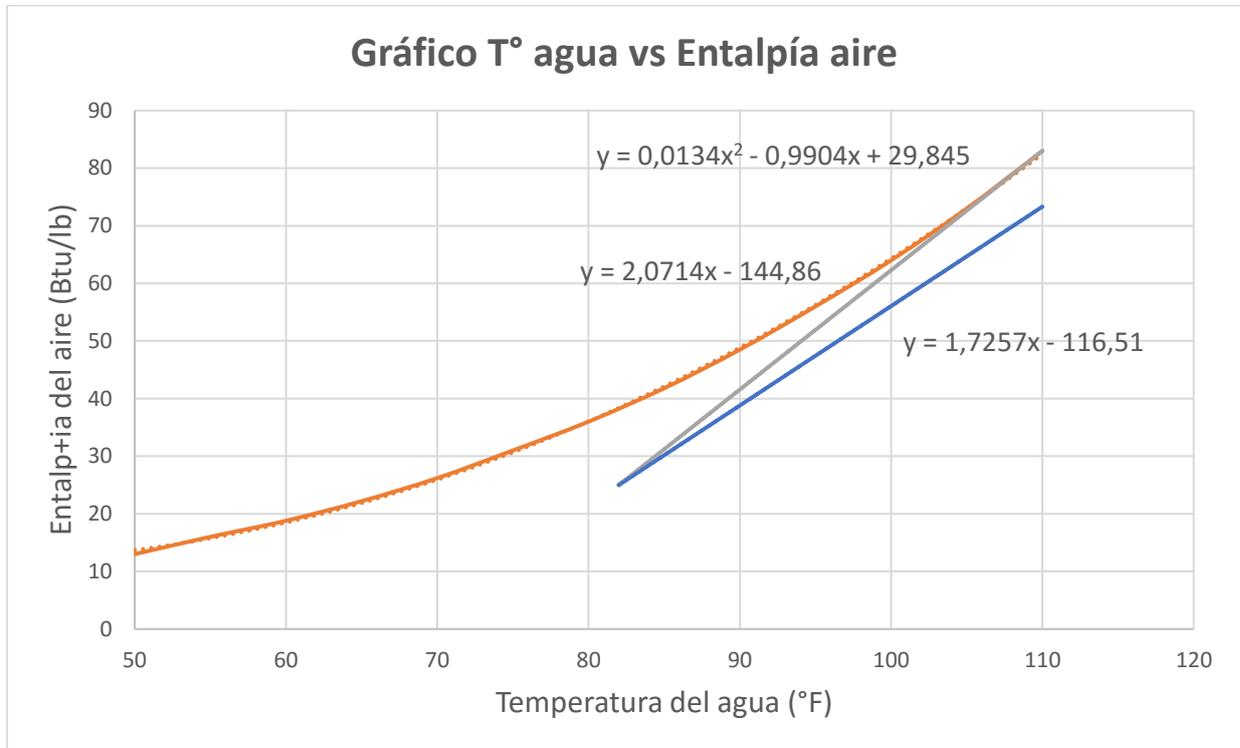
Corrientes	Caudal másico (kg/h)	Temp. entrada del aire (°C)	Temp. salida del aire (°C)
Agua	1.400.000	30	42
Aire	3.400.000	31,4	33,11

*Tabla 53 - Resultados finales del balance de energía.*

### 6.3.6.3 - GRÁFICO DEL MÉTODO EMPLEADO

A continuación, se presenta el método gráfico empleado para obtener el caudal másico necesario y la temperatura de salida del mismo. Los datos correspondientes a la curva de equilibrio del aire son tomados de Mc Cabe 7 ed.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>221</b> de <b>615</b>



*Ilustración 57 - Método gráfico empleado.*

Del gráfico se puede observar:

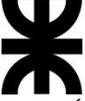
- Curva de equilibrio del aire.
- Curva de operación mínima.
- Curva de operación.

(Mc Cabe, 2007).

## 6.4 - SISTEMA DE ACEITE TÉRMICO

El calentamiento por fluido térmico es un tipo de calentamiento indirecto en el que se calienta un fluido de transferencia de calor, y es bombeado a uno o varios usuarios de dicha energía térmica dentro de un sistema de circuito cerrado.

Una sustancia que deba ser usada como portadora de calor, deberá satisfacer inicialmente las siguientes condiciones:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>222</b> de <b>615</b>

1. Ser barata y de fácil obtención.
2. Buena estabilidad térmica.
3. No debe atacar a los materiales de construcción del sistema.
4. Baja volatilidad.
5. Buenas propiedades de transferencia de calor.
6. Bajo punto de solidificación y baja viscosidad.

El agente transmisor de calor con las propiedades caloríficas más favorables es el agua, ya que permite transmitir grandes cantidades de calor hasta 100°C sin presión y el precio del producto en sí no es elevado y de fácil obtención.

Sin embargo, el aumento de temperaturas impone condiciones considerables a las instalaciones y a los materiales. A 180°C, el agua desarrolla una presión de vapor de 10 bar, alcanzando 50 bar para una temperatura de 260°C. Ello implica una serie de exigencias (obra civil, conductor de caldera) y riesgos inevitables. Por otro lado, los problemas de corrosión, mantenimiento y tratamiento de agua, son conocidos. Todo ello hace que el sistema de calefacción indirecto por vapor se encuentre hoy en día en franca regresión.

#### 6.4.1 - VENTAJAS DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO CON ACEITE TÉRMICO

Los usos industriales de un sistema de aceite térmico aportan una multitud de ventajas:

1. Permiten sistemas de control del calor avanzados.
2. Mejor rendimiento energético.
3. Ahorro económico.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>223</b> de <b>615</b>

4. Mayor flexibilidad y adaptación a las necesidades específicas y concretas de cada actividad industrial.
5. La tecnología del fluido térmico es capaz de funcionar con temperaturas muy elevadas, sin que ello requiera que necesiten altas presiones de trabajo para mantener estas temperaturas.
6. El aceite térmico evita los riesgos de incrustaciones y corrosión, respecto a otros sistemas térmicos, proporcionando diferentes opciones de operaciones automáticas que pueden ayudar a conseguir la eficiencia óptima del sistema de calefacción, con un coste mínimo y unos elevados niveles de seguridad para la empresa.

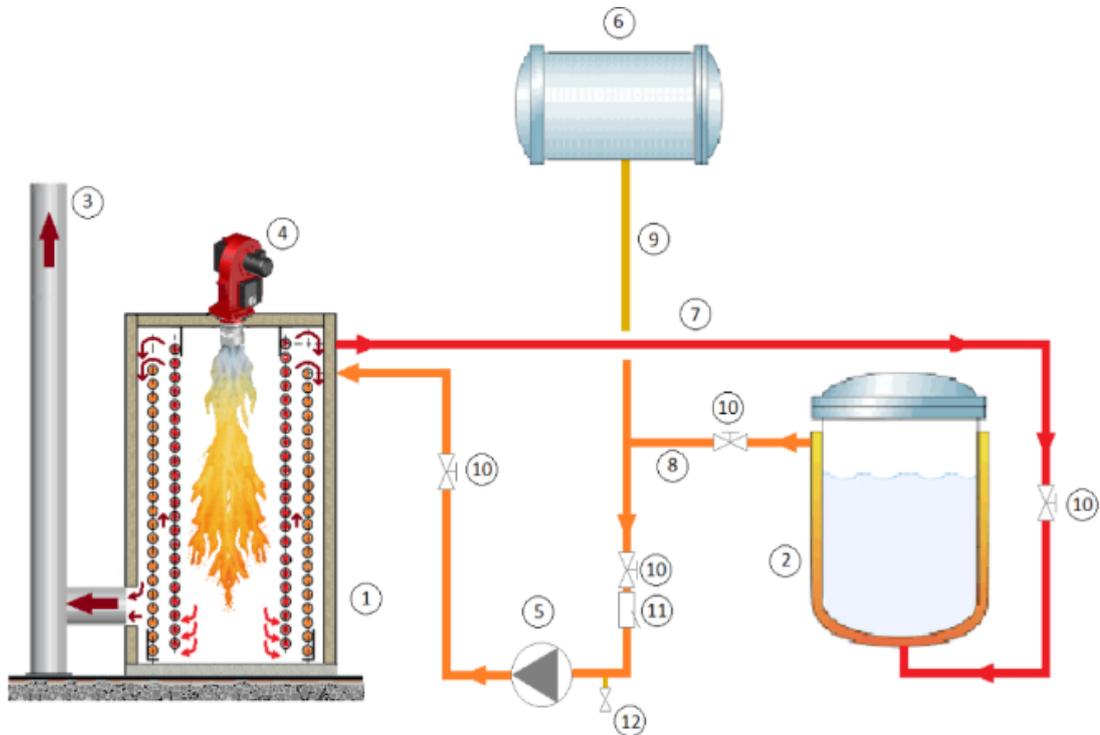
Esto significa que el aceite térmico tiene muchas ventajas y beneficios, en cuanto a la eficacia y la seguridad respecto a otros sistemas de calentamiento de procesos.

#### 6.4.2 - PARTES DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO

El sistema de aceite térmico está compuesto por:

1. Caldera de aceite térmico (1).
2. Aparato consumidor (2).
3. Chimenea (3).
4. Quemador (4).
5. Bomba de recirculación (5).
6. Depósito de expansión (6).
7. Tuberías (7), (8), (9).
8. Valvulería (10), (11), (12).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>224</b> de <b>615</b>



*Ilustración 58 - Caldera PIROBLOC seleccionada.*

### 6.4.3 - PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Las calderas PIROBLOC son de envolvente cilíndrica, dispuestas para elevar la temperatura del fluido térmico que circula por dos serpentines concéntricos, mediante la combustión de combustible líquido o gaseoso en un quemador fijado en la tapa delantera.

Entre ambas envolventes se dispone de aislamiento a base de lana de roca de alta densidad, que permite tener bajas temperaturas (del orden de 30 a 40°C superiores a la temperatura ambiente), en la envolvente exterior, consiguiendo, por lo tanto, pérdidas estructurales mínimas y evitando quemaduras por contacto involuntario con la caldera.

La llama del quemador se proyecta desde el mismo hasta la cámara de combustión, la cual ha sido dimensionada adecuadamente en función de la geometría de la llama. El cierre del hogar se realiza mediante refractario,

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>225</b> de <b>615</b>

cambiando entonces de sentido y circulando los gases de combustión a gran velocidad y turbulencia, entre los dos serpentines hasta la tapa delantera, donde cambian nuevamente de sentido hasta su evacuación por la chimenea situada en el extremo opuesto de las envolventes.

Los serpentines se componen de dos, tres, cuatro pasos, o incluso más, siendo imprescindible una alta velocidad de circulación del fluido térmico a fin y efecto de lograr una buena transmisión de calor y evitar el “cracking” de dicho fluido.

La circulación del fluido térmico es inicialmente por el serpentín exterior (en donde el calor se transmite prácticamente sólo por convección) para pasar posteriormente al serpentín interior (en donde el calor se transmite casi exclusivamente por radiación) consiguiendo unos rendimientos energéticos excelentes.

La tapa delantera sirve en su parte interior de cierre a los pasos de humos entre serpentines y dispone de los orificios para el paso de los tubos de serpentines que se conectan a los colectores generales, enlazando con el circuito por medio de bridas.

También cierra la cámara de combustión, y es donde va fijado el quemador. Dispone de una boca de hombre para poder acceder a la cámara de combustión en caso de necesidad.

#### 6.4.4 - ELECCIÓN DEL ACEITE TÉRMICO

Existen tres tipos de aceites térmicos:

1. Para bajas temperaturas (250°C).
2. Para temperaturas medias (310°C).
3. Para altas temperaturas (360°C).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>226</b> de <b>615</b>

La selección del aceite térmico correcto depende de la temperatura máxima del film, que es la temperatura a la cual está expuesto el aceite en las paredes de los tubos dentro del calentador, donde se forma una pequeña capa de aceite térmico.

El aceite térmico seleccionado es el THEOL-55, el cual cumple con las condiciones de temperaturas descritas anteriormente. La temperatura máxima de trabajo del aceite es de 340°C y la temperatura mínima es de 320°C.

El software simulador de procesos HYSYS tiene en su base de datos a este aceite térmico, por lo tanto, sus propiedades térmicas serán obtenidas de dicho software.

#### 6.4.5 - BALANCE DE MATERIA DEL ACEITE TÉRMICO

A continuación, se presenta el consumo requerido de aceite térmico por el proceso. En base a este consumo y a la potencia requerida, se elegirá la caldera óptima para realizar este trabajo.

Tag del Equipo	Caudal Másico (kg/h)	Caudal Vol. (m <sup>3</sup> /h)	T° ent.	T° sal.	duty	Pérdidas	Calor total (KW)	Capacidad calorífica	Densidad
E-102	5393	6,10	340	320	3,41E+5	8,52E+4	94,4	3,153	649,3
E-107	219,1	0,25	340	320	1,39E+4	3,46E+3	3,84	3,153	649,3
E-203	2,99E+4	33,9	340	320	1,89E+6	4,73E+5	523,7	3,153	649,3
Q-R-301	1,79E+4	27,56	340	320	1,61E+7	4,03E+6	313,5	3,153	649,3
Q-R-302	1,84E+4	20,80	340	320	1,65E+6	4,13E+5	321,9	3,153	649,3
Q-R-303	9,69E+4	109,6	340	320	8,72E+6	2,18E+6	1697	3,153	649,3
<b>Suma</b>	<b>329792,1</b>	<b>373,1</b>					<b>2954,9</b>		

*Tabla 54 - Resultados finales del balance de materia del aceite térmico.*

#### 6.4.6 - ELECCIÓN DE LA CALDERA

El equipo más importante en el sistema de calentamiento es la caldera. PIROBLOC es una empresa pionera en la fabricación de calderas de fluido térmico. Esta empresa ofrece distintas calderas que cada una de ellas es

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>227</b> de <b>615</b>

eficiente para un rango de potencia requerido. De la tabla anterior se obtiene la potencia total requerida por el sistema de calentamiento y de la tabla siguiente se selecciona la caldera que cumpla con los requerimientos de proceso.

Tipo de caldera	Potencia (KW)
GFT – 010	116 – 175
GFT – 020	233 – 350
GFT – 030	350 – 465
GFT – 040	465 – 640
GFT – 060	756 – 990
GFT – 090	1.047 – 1.512
GFT – 130	1.625 – 2.039
GFT – 170	2.325 – 2.674
<b>GFT – 200</b>	<b>2.905 – 3.258</b>
GFT – 300	3.488 – 4.070

*Tabla 55 - Potencia de calderas PIROBLOC.*

La caldera seleccionada es GFT – 200, la cual cumple con entregar la potencia requerida por el sistema de 2.954,92 KW. En el capítulo IX, se adjuntan los planos de dicha caldera, con su instrumentación correspondiente.

## 6.5 - ENERGÍA ELÉCTRICA

### 6.5.1 - CONSUMO ENERGÉTICO

Para determinar el consumo de energía eléctrica de la Planta se comienza por listar a aquellos equipos de consumo de la misma, como bombas y compresores. A continuación, se presentan dichos equipos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>228</b> de <b>615</b>

TAG del equipo	Consumo (KW/año)
P-101	18.685,08
P-102	82.362,88
P-201	1.288,59
P-301	41.680,08
P-302	4.144,35
P-303	129,21
P-304	15,768
P-305	6.176,67
P-306	77,96
K-101	188.515,2
K-102	190.617,6
K-201	40.296
<b>TOTAL</b>	<b>572.982,84</b>

*Tabla 56 - Consumo energético de equipos.*

El gasto energético debido al consumo humano, ya sea para oficinas, sala de control o alumbrados se contabiliza aparte de la energía necesaria para el proceso.

Los costos energéticos debidos a alumbrados y oficinas se detallan a continuación.

Consumo energético (KW/año)	
Alumbrado	17.189
Oficinas	11.460
<b>TOTAL</b>	<b>28.649</b>

*Tabla 57 - Consumo energético total de la Planta.*

### 6.5.2 - ESTACIÓN TRANSFORMADORA

Una Planta de gran tamaño como la nuestra conlleva un gasto energético importante. Por esta razón se instala una estación transformadora.

Debido a que las pérdidas de potencia son menores cuando el transporte de energía se realiza a mayor tensión, las estaciones y subestaciones transformadoras se encargan de elevar y reducir los niveles de tensión, adecuándolos a su función de transporte o distribución.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>229</b> de <b>615</b>

La planta cuenta con un suministro de energía eléctrica, abastecido por la línea de 13,2 kV, luego en el interior de la estación transformadora se reduce esta tensión a 660 V.

Para determinar el diseño de la estación transformadora, primero se debe conocer el consumo total energético de la Planta, es decir, el consumo de los equipos eléctricos tanto como el consumo debido a alumbrados y oficinas.

El consumo total energético de nuestra Planta es de 601.632 KW/año ó 1.648 KW/día. En base a este consumo (equivalente a 1.939 kVA, considerando un factor de potencia de 0,85), para cubrir la demanda de potencia, se elige un transformador hermético de llenado integral sumergido en dieléctrico líquido.

Para nuestra Planta se elige un transformador de marca ORMAZÁBAL, los cuales están certificados por la norma ISO 9001.



*Ilustración 59 - Transformador eléctrico ORMAZÁBAL seleccionado.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>230</b> de <b>615</b>

### 6.5.3 - GENERADOR DE PLANTA

Un grupo electrógeno o generador eléctrico, es una máquina que por intermedio de un motor de combustión interna mueve un alternador capaz de producir energía eléctrica. Este tipo de maquinarias son utilizadas frecuentemente para reemplazar la energía de red ante cortes en el suministro eléctrico.

Existen generadores de diversos tipos, catalogados por combustible (nafta, diesel, gas), tipo de aplicación (uso de emergencia o continuo), ubicación (intemperie o protegido), régimen de vueltas (1.500 RPM o 3.000 RPM).

Nuestra Planta posee un generador de emergencia. En caso de que falle el suministro eléctrico de la línea de 13,2 kV, se deberá realizar el arranque del generador de forma automática para suministrar la energía de modo que la Planta continúe en operación.

Para nuestro proceso se elige un generador a gasoil, ya que es un combustible apto para generadores de gran porte, destinados mayormente a uso comercial en donde se requiere su funcionamiento por largas jornadas y con un menor costo de combustible y mantenimiento.

El generador de Planta no debe ofrecer exceso de tensión ni debe utilizarse por debajo de un umbral crítico que corresponde al tercio de su potencia ya que, caso contrario, no sería garantía de seguridad pudiendo provocar un desgaste prematuro de sus componentes. (Cummins, s.f.).

El generador de Planta será como el mostrado a continuación.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>231</b> de <b>615</b>



*Ilustración 60 - Generador eléctrico CUMMINS seleccionado.*

## 6.6 - GAS NATURAL

### 6.6.1 - CARACTERÍSTICAS DEL GAS NATURAL

El combustible seleccionado para la caldera es el gas natural. Es una mezcla de gases más ligera que el agua, no tóxico, incoloro y en principio inodoro. La composición química del gas natural varía sensiblemente según su procedencia geográfica y geológica.

Nuestra zona geográfica posee un gas natural con una composición promedio como la detallada a continuación.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>232</b> de <b>615</b>

Compuesto	Porcentaje (%)
Metano	91,46
Etano	3,58
Propano	1,45
n-Butano	0,23
i- Butano	0,42
n- Pentano	0,09
i- Pentano	0,10
Hexano	0,06
Heptano	0,05
CO <sub>2</sub>	1,76
N <sub>2</sub>	0,8

*Tabla 58 - Composición del gas natural.*

### 6.6.2 - CONSUMO DE GAS NATURAL

El consumo de gas natural necesario para abastecer el circuito de calentamiento por medio de aceite térmico se obtiene mediante la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{P}{P_c}$$

Donde:

- Q = Flujo de gas requerido (m<sup>3</sup>/h).
- P = Potencia calorífica del aceite térmico (Kcal/h).
- P<sub>c</sub> = Poder calorífico del gas natural (Kcal/m<sup>3</sup>).

El poder calorífico del gas natural se obtuvo del CEARE (Centro de estudios de la Actividad Regulatoria Energética) y es 9.300 Kcal/m<sup>3</sup>.

La potencia calorífica se detalló anteriormente, y es el parámetro de elección de la caldera, 2.954,92 KW. Realizando el cambio de unidades correspondiente nos queda que la potencia calorífica es igual a 2.542.415,9 Kcal/h.

El flujo de gas natural necesario es entonces.

$$Q = 273,38 \frac{m^3}{h}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>233</b> de <b>615</b>

### 6.6.3 - SKID DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE GAS NATURAL

Los skids de medición de gas natural son capaces de mejorar la calidad del gas combustible, eliminar el condensado, filtrar partículas, regular la presión y controlar la temperatura. Para eliminar las gotas de líquido y los contaminantes sólidos del gas, se pueden utilizar varios estilos de elementos de filtro en los recipientes a presión.

Los skids de medición de gas natural están diseñados para cumplir con los requisitos establecidos para servicios auxiliares y convertir el gas en un producto manejable. Están compuestos por:

- Líneas reductoras de presión: Están compuestas por un regulador de presión principal que reduce el valor de entrada de presión a un valor fijo y otro equipo para garantizar protecciones de sobrepresión: monitor, reguladores, válvulas de alivio, válvulas de cierre rápido.

Generalmente, estas líneas reductoras de presión incluyen filtros e intercambiadores de calor que mejoran las características del mismo y eliminan polvo, partículas e hidratos que podrían dañar los equipos aguas abajo.

- Medidores de flujo: El medidor ultrasónico es el dispositivo de medición de flujo más utilizado en este momento por la industria, pero como alternativa también podemos usar un orificio con un transmisor de presión diferencial. Existen muchas tecnologías en la medición de flujo de hidrocarburos para transferencia de custodia con los skids de medición de gas natural.

Sin embargo, para seleccionar la más adecuada se deben considerar diversos factores: Presión, temperatura, caudal y rango, composición y calidad del gas, precisión y redundancia deseadas, componente y costes de instalación, mantenimiento, huella requerida y así sucesivamente.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>234</b> de <b>615</b>

- Detectores de gas con sensores: Son dispositivos que realizan el monitoreo de combustibles y H<sub>2</sub>S ya que los skids de medición de gas natural son susceptibles a fugas durante el proceso de medición.
- Transmisores de presión y temperatura. Generalmente se instalan en la línea descendente del medidor de flujo ultrasónico para compensar la lectura del flujo. Todos los datos de medición de la fila se enviarán al ordenador de flujo para determinar el flujo real de gas en relación con la variación de presión y temperatura.
- Paneles de acondicionamiento de muestra. Son sistemas de control que se construyen utilizando controladores lógicos programables (PLC), ordenadores de flujo e interfaces hombre-máquina (HMI) contemporáneos, basados en PC de escritorio o industriales.
- Ordenadores de flujo. Miden, monitorean y pueden proporcionar control de flujo de gas para todo tipo de medidores. El ordenador de flujo recibe datos de medición de flujo volumétrico y calcula el flujo de energía con datos reales a través de los componentes del skids de medición de gas natural.

Como se mencionó anteriormente, existen diversos tipos de medidores de flujo. Los mismos se detallarán a continuación:

#### 6.6.3.1 - MEDIDORES DE FLUJO VOLUMÉTRICO (MFV)

Los medidores de gas natural de flujo volumétrico son los más usados en la industria, comercio y domicilios, por su combinación única de especificaciones técnicas, precio y duración. Entre sus características tenemos:

- Utilizan un principio de medición volumétrica para determinar el caudal de gas natural que pasa el medidor
- Se pueden dividir en tres grandes grupos:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>235</b> de <b>615</b>

o Desplazamiento Positivo (Rotativo) o Velocidad (Turbina) o Inferenciales (Diafragma) - El error de la medición es menor al 0.5% durante operación normal - Clasificados bajo criterio G-Rating en Europa y XX-A-PSI (USA).

- FACTOR DE CORRECCION Y CORRECTORES ELECTRONICOS DE VOLUMEN:

Debido a que las condiciones volumétricas en el gas natural cambian permanentemente con base en factores de presión, temperatura, densidad, composición del fluido, entre otros, se hace necesaria la instalación de equipos auxiliares conocidos como correctores electrónicos de volumen. Este equipo, recibe una señal de pulsos de Alta frecuencia (HF) o Baja frecuencia (LF) proveniente del medidor, una señal de presión proveniente de un transductor de presión, una señal de temperatura proveniente de una termocupla, la información del gas natural (Cromatografía), y aplica un modelo de cálculo tomado de la ley de gases reales para convertir en “tiempo real” el volumen bruto que pasa por la tubería en el volumen corregido.

#### 6.6.3.2 - MEDIDORES DE FLUJO MASICO (MFM)

Al hablar de flujos volumétricos de gas natural, o de cualquier corriente de gases, siempre debemos referirnos a las condiciones de presión, de temperatura y atmosféricas que determinan la medición. Sin embargo, si se miden los flujos de masa, se logra una independencia de los factores externos mencionados. Por esta razón, los más desarrollados son los medidores de flujo másico. Sus características son:

- Son utilizados generalmente en balances de masa.
- Existen dos grandes tipos de medidores másicos: Medición directa y compensación de la medida volumétrica.
- Los medidores másicos más comunes son: Coriolis y Vortex.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>236</b> de <b>615</b>

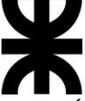
- Primer medidor de flujo másico: Micromotion Coriolis.
- Errores de medición < 0.1%.

#### 6.6.4 - CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MEDIDORES

Con el fin de seleccionar de manera adecuada el medidor correcto para cada aplicación, debemos tener en cuenta los siguientes criterios de selección:

1. Tipo de aplicación: Fiscal, No fiscal, Transferencia en Custodia, etc.
2. Tipo de Caudal a medir: Másico y/o Volumétrico.
3. Cantidad y Característica del flujo a medir.
4. Presión y Temperatura de operación.
5. Composición del Gas Natural: Impurezas, coexistencia de estados, etc.
6. Facturación ó cobro: Factor fijo, telemedida, descarga de datos, etc.
7. Unidad de medida.
8. Condiciones de instalación (vertical, horizontal, tensiones, etc.).
9. Rangeabilidad.
10. Precisión.
11. Capacidad de re-calibración.
12. Programas de mantenimiento particulares (inspección visual, lubricación, desmontaje, etc.).
13. Aspectos legales y normatividad.

Para el diseño de nuestro skid se seleccionará (de acuerdo a los factores detallados anteriormente) un medidor de flujo másico tipo Coriolis fabricado por la marca estadounidense Micro Motion. Dicho medidor se representa a continuación:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>237</b> de <b>615</b>



*Ilustración 61 - Medidor de flujo másico tipo coriolis.*

### 6.6.5 - NORMAS APLICABLES AL DISEÑO DE INSTALACIONES

Las normas aplicables para el diseño de skid de gas natural son:

- NAG-100: Normas Argentinas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas Natural y otros gases por cañerías.
- ASME B31.8. Gas transmission and distribution piping system.
- ASME B31.4. Liquid transportation system for hydrocarbon, liquid petroleum gas, anhydrous ammonia, and alcohols.
- ASME VIII Division 1. Rules for Construction of pressure Vessels.
- API STD 5L. Specification for line pipe.
- API STD 521. Guide for Pressure-Relieving and Despressuring System.
- ASTM A 105. Specification for carbon steel Forgings for piping application.

### 6.6.6 – ESQUEMA FINAL DEL SKID

La siguiente ilustración representa como se vería en Planta dicho skid de gas natural. Cabe destacar que el mismo se divide en dos líneas la cual una va a estar operativa y la restante en stand by.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>238</b> de <b>615</b>



*Ilustración 62 - Esquema de un skid de gas natural.*

## 6.7 - GAS DE BLANKETING

Los sistemas de blanketing son ampliamente utilizados en la industria en diferentes segmentos para extender la vida útil, integridad y conservación de los productos almacenados, extender la vida del tanque de almacenamiento y evitar posibles accidentes contra fuego y explosión.

Son sistemas que consisten básicamente en la retirada de oxígeno de dentro del tanque inyectando gas inerte que, en la gran parte de los casos es el Nitrógeno. El proceso proporciona una serie de ventajas como:

1. Evita la pérdida de materiales por evaporación, una vez que la presión de inertización es superior a la presión de los vapores de producto.
2. No hay oxidación (o contaminación) del producto, ya que no hay contacto con oxígeno.
3. Protege la pared interna del tanque contra corrosión.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>239</b> de <b>615</b>

4. Evita la formación de atmósfera explosiva alrededor del tanque, principalmente en la parte superior externa, cuando el producto almacenado es inflamable.
5. Aumento de la seguridad de la operación

### 6.7.1 - SISTEMAS PAD - DEPAD

Inertizar un tanque es el proceso de mantener una presión ligeramente positiva en el tanque cerrado con un gas inerte durante la descarga del mismo o durante eventos de contracciones térmicas por efectos de temperatura, mediante la apertura de la válvula PAD.

El venteo, por su parte, es el proceso de mantener la presión de operación ligeramente alta en el espacio vacío de un tanque durante el llenado o durante eventos de expansiones térmicas por efectos de temperatura, mediante la apertura de la válvula DEPAD.

Tanto inertizar un tanque como ventearlo, son procesos que se dan en operación normal. Sin embargo, existe también lo que se denomina venteo de emergencia y esto sucede en una operación fuera de lo normal, ocasionado mayormente por incidentes como puede ser fuego externo. Si se diera esta situación el calor proveniente del exterior del tanque aumentaría súbitamente la presión del interior, lo que ocasiona la apertura de la válvula DEPAD liberando gas de blanketing y vapor. Si la presión interior sigue en aumento se abre la válvula de venteo de emergencia, la cual es un refuerzo de la válvula DEPAD, hasta lograr una presión interior estable.

### 6.7.2 - CONSUMO DE GAS DE BLANKETING

Para calcular el consumo de gas de blanketing existen dos métodos muy conocidos:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>240</b> de <b>615</b>

1. Desplazamiento positivo: Este método debe usarse con suma precaución, ya que considera que el volumen de gas de blanketing es igual al volumen desplazado por la bomba de descarga:

$$V_{pad} = Q_{bomba}$$

No hace ninguna consideración de los efectos de los descensos de la temperatura ambiente.

Este método es típicamente aplicado a tanques que operan a temperatura constante y que almacenan productos no volátiles o no combustibles.

2. API 2000: El API 2000 es un estándar que cubre los requerimientos de operación de tanques y recipientes de almacenamiento.

Estos tanques son operados normalmente operados a muy bajas presiones, pero están diseñados a una presión máxima de trabajo permisible (MAWP) de 15 psig.

Los requerimientos de construcción pueden ser encontrados en los estándares API 620 y API 650.

Los tanques y recipientes cubiertos con este estándar son inertizados con un gas (comúnmente nitrógeno) a muy bajas presiones (tan bajas como 0,5 pulg. columna de agua).

El dimensionamiento por API 2000 hace consideraciones donde el enfriamiento o calentamiento del medio ambiente puede tener sobre el tanque.

Introduce el concepto de "Thermal Inbreathing" el cual es el movimiento de aire o gas de blanketing dentro del tanque, cuando el vapor del producto contenido en el tanque se contrae o se condensa por un descenso de la temperatura del medio ambiente.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>241</b> de <b>615</b>

### 6.7.2.1 - CÁLCULO DE VOLUMEN PAD

Para calcular el volumen PAD, primeramente, se calculan dos volúmenes independientes. V1 que está referido a la descarga de la bomba y V2 que hace referencia al flujo de gas por inbreathing.

La fórmula principal es:

$$V_{pad} = V1 + V2$$

$$V1 = Q \times 8$$

$$V2 = C \times 0,0238$$

Siendo:

- V1: Flujo de gas de blanketing (scfh).
- Q: Capacidad máxima de la bomba de descarga (gpm).
- 8: Factor de corrección.
- V2: Flujo de gas de blanketing (scfh).
- C: Volumen del tanque (gal).
- 0,0238: Factor de corrección.

Se realiza en la siguiente tabla, el cálculo de Vpad para el TK-501 de almacenamiento de Propilenglicol y para el TK-503 de almacenamiento de Etilenglicol.

TAG Tanque	Q (gpm)	C (gal)	V1 (scfh)	V2 (scfh)	V pad
TK-501	100	132000	800	3141,6	3941,6
TK-503	50	13200	400	314,16	714,16

*Tabla 59 - Consumo de gas de blanketing.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>242</b> de <b>615</b>

### 6.7.2.2 - CÁLCULO DE VOLUMEN DEPAD

Para el cálculo del volumen depad, la norma API 2000 hace las mismas consideraciones de operación y térmicas que para el cálculo del volumen de blanketing.

“Thermal Outbreathing” es el movimiento del Aire o Gas de Blanketing dentro del tanque, cuando el producto contenido en el tanque se evapora por un aumento de la temperatura del medio ambiente.

La norma API 2000 plantea dos cálculos diferentes dependiendo del punto de ebullición del líquido.

Bajo punto flasheo/ebullición		Alto punto flasheo/ebullición	
Punto de flasheo	< 100 °F	Punto de flasheo	> 100 °F
Punto de ebullición	< 300 °F	Punto de ebullición	> 300 °F

*Tabla 60 - Consideraciones de Norma API 2000.*

El punto de ebullición del propilenglicol es de 188,2 °C ó 370 °F. Se utiliza el cálculo para alto punto de flasheo/ebullición.

$$V_{depad} = V1 + V2$$

$$V1 = Q \times 8,6$$

$$V2 = C \times 0,0143$$

Siendo:

V1: Flujo de gas de a ventear (scfh).

Q: Capacidad máxima de la bomba de carga (gpm).

8,6: Factor de corrección.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>243</b> de <b>615</b>

V2: Flujo de gas a ventear por outbreathing (scfh).

C: Volumen del tanque (gal).

0,0143: Factor de corrección.

En la siguiente tabla, se muestran los resultados del cálculo de Vdepad para el TK-501 de almacenamiento de Propilenglicol y para el TK-503 de almacenamiento de Etilenglicol.

El punto de ebullición del etilenglicol es de 386,6 °F. Utiliza la misma fórmula de cálculo que el propilenglicol.

TAG Tanque	Q (gpm)	C (gal)	V1 (scfh)	V2 (scfh)	V depad
TK-501	100	132000	860	1887,6	2747,6
TK-503	50	13200	430	188,76	618,8

*Tabla 61 - Consumo de gas de venteo.*

El criterio de selección indica que el equipo seleccionado deberá estar entre 20% y 80% de uso.

### 6.7.3 – RESULTADOS FINALES Y SELECCIÓN DE VÁLVULAS

En la siguiente tabla, se muestran los resultados finales del cálculo de gas de blanketing y venteo.

TAG de tanque	Vpad	Vdepad
TK – 501	3941,6	2747,6
TK – 503	714,16	618,8

*Tabla 62 - Resultados finales.*

Con el volumen PAD calculado, se acude al boletín de Reguladores Fisher para Tank Blanketing, teniendo a su vez la presión de nitrógeno disponible la cual se sugiere sea un mínimo de 50 psig. Se procede a realizar la selección del equipo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>244</b> de <b>615</b>

INLET PRESSURE				CAPACITIES IN SCFH / Nm <sup>3</sup> /h OF NITROGEN									
				C <sub>v</sub> = 1		C <sub>v</sub> = 2		C <sub>v</sub> = 4		C <sub>v</sub> = 7.5		C <sub>v</sub> = 10	
psig	bar	kg/cm <sup>2</sup>	kPa	SCFH	Nm <sup>3</sup> /h	SCFH	Nm <sup>3</sup> /h	SCFH	Nm <sup>3</sup> /h	SCFH	Nm <sup>3</sup> /h	SCFH	Nm <sup>3</sup> /h
25	1.7	1.76	172	1130	30.3	2300	61.6	4440	119	9900	265	11,200	300
30	2.1	2.11	207	1280	34.3	2670	71.6	5020	135	11,200	300	13,000	348
40	2.8	2.81	276	1680	45.0	3440	92.2	6780	182	13,500	362	16,400	440
50	3.5	3.52	345	2050	54.9	4090	110	8140	218	17,800	477	20,200	541
60	4.1	4.22	414	2330	62.4	4800	129	9370	251	18,200	488	22,700	608
70	4.8	4.92	483	2670	71.6	5450	146	10,600	284	23,600	632	26,600	713
80	5.5	5.62	552	3010	80.7	6160	165	12,000	322	27,400	734	30,800	825
90	6.2	6.33	621	3410	91.4	6840	183	13,200	354	30,800	825	34,100	914

*Ilustración 63 - Boletín de reguladores Fisher para Tank Blanketing.*

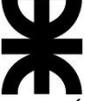
Se divide el V<sub>pad</sub> calculado entre el flujo máximo encontrado en la tabla:

$$\% U_{so} = \left( \frac{714,16}{2050} \right) \times 100 = 35\%$$

El equipo seleccionado deberá estar entre 20 – 70 % de uso. A continuación, se muestran algunas de las que pueden ser válvulas aptas para el gas de blanketing y el gas de venteo.



*Ilustración 64 - Válvula PAD para gas de Blanketing.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>245</b> de <b>615</b>



*Ilustración 65 - Válvula DEPAD para gas de venteo.*

## 6.8 - AIRE PARA INSTRUMENTOS

El sistema de Aire suministra el fluido para asistir a todos los instrumentos neumáticos de la Planta, es decir, válvulas de control, actuadores neumáticos de válvulas de shutdown, etc.

El sistema de aire de instrumentos está compuesto por:

1. Compresores que toman el aire del ambiente y lo comprimen a una presión suficiente como para alimentar a los instrumentos de la Planta con el objetivo de que los mismos operen correctamente.
2. Filtros de aire que tienen el objetivo de retener partículas sólidas y las pequeñas gotas de aceite que pueden llegar a provenir de los compresores.
3. Secador de aire para eliminar la humedad del aire y así poder evitar el congelamiento y corrosión de las líneas de proceso.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 246 de 615

4. Pulmón de aire, cuyo tamaño permita abastecer, en caso de que se pararan los compresores, el aire de instrumentos necesario un tiempo a especificar que dependerá de las normativas del cliente, locación, procedencia y seguridad del suministro eléctrico. Un tiempo común varía entre 15 y 30 minutos.

La presión normal de suministro de aire para instrumentos está entre 8 y 10 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la presión mínima de 4 kg/cm<sup>2</sup>.

### 6.8.1 - ESQUEMA DE UN SKID DE AIRE DE INSTRUMENTOS

Skid de Inyección de Aire Comprimido



*Ilustración 66 - Esquema de un skid de aire para instrumentos.*

- Compresores: La unidad de compresión de aire de instrumentos está compuesta por dos electrocompresores (siempre uno en stand by), un filtro de succión que retiene partículas, un postenfriador de aire y un separador aire/aceite.
- Secador: Son secadores de aire comprimido que trabajan utilizando el principio de absorción y utilizan alúmina activada o tamices moleculares

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>247</b> de <b>615</b>

como agente deshidratante. La especificación común de aire es ajustar su punto de rocío hasta  $-40\text{ }^{\circ}\text{F}$ . Consisten en dos lechos: cuando el lecho activo se satura se utiliza el otro, y el primero se regenera. A su vez, estas unidades cuentan con una etapa de pre-filtrado de partículas de sólidos y gotas de aceite; y también cuenta con un post-filtro que retiene sólidos con el fin de evitar el arrastre de agente deshidratante al sistema.

- Pulmón: El aire comprimido seco se almacena en el Pulmón de aire de Instrumentos y de allí el aire es distribuido previa regulación de presión.

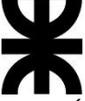
## 6.9 - ANTORCHA

Un sistema de antorcha proporciona a cualquier planta de procesos químicos tener una segura y eficiente gestión de los gases o líquidos liberados. Los fluidos son reunidos en el colector de la antorcha y conducidos a la misma.

Es fundamental en la vida de una planta, tener en cuenta una situación de emergencia como un incendio o un fallo energético. Una antorcha es el sistema crítico que puede evitar que una interrupción en la planta, acabe convirtiéndose en un desastre. Toda antorcha, en principio, está pensada para funcionar las 24 horas del día, y dar un servicio durante varios años sin tener la necesidad de hacer una parada. Estará siempre disponible para quemar los gases de alivio de una instalación industrial, aunque haya una parada o interrupción de la misma durante su normal funcionamiento.

Un sistema de antorcha eficiente, debe satisfacer las siguientes funciones:

- Reducir a nivel de suelo las concentraciones de sustancias peligrosas (Sistema de Inertización de Gases).
- Proporcionar seguridad en la gestión y el transporte de sustancias inflamables (Sistema de Seguridad).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>248</b> de <b>615</b>

- Reducir los compuestos volátiles orgánicos, así como las emisiones de hidrocarburos (Medida Medioambiental).

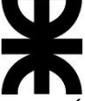
### 6.9.1 - DISEÑO DE ANTORCHAS

Las condiciones que debe tener una antorcha para su diseño y emplazamiento son:

- La antorcha deberá tener estabilidad y anclaje suficiente y ser de altura conveniente para quemar los gases a distancia suficiente para no constituir peligro. En su base deberá tener un depósito de purga con cierre hidráulico para evitar arrastres de líquidos y retornos de llama, y en su extremo superior un mechero piloto de funcionamiento continuo. Asimismo, llevará un dispositivo de encendido eficaz de mantenimiento simple y construcción robusta, y de un sistema que asegure una presión positiva en el interior del tubo, u otro que impida la entrada de aire que diera lugar a posible atmósfera explosiva.
- Las antorchas recogerán la posible emisión de vapores y gases de proceso, evacuados por los sistemas de alivio de presión y evacuación, en especial los no condensables más pesados que el aire y los tóxicos que se descompongan por el calor. Para su diseño y proyecto, se supondrá una emergencia de los siguientes tipos: fallo de corriente eléctrica en toda la planta, fallo de aire de instrumentación, o una evacuación urgente por siniestro en una unidad. Su cálculo, en cuanto al caudal de gases y altura de la llama y el de la capacidad del depósito separador, se hará con estas suposiciones de emergencia, y debido a las limitaciones del tipo de antorcha elegido, se obtendrá así el número de antorchas a instalar.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>249</b> de <b>615</b>

- El sistema de antorcha deberá tener un separador de líquidos próximo a la unidad, con el objetivo de retener los arrastres que se produzcan. Las pendientes deberán ser como mínimo del 0,5 % hacia este depósito.
- Cuando la tubería hasta la antorcha requiera la existencia de puntos bajos, para la eliminación del condensado producido, deberán existir depósitos de purga, automática y vigilada, o de capacidad suficiente para retener el máximo condensado producido para la autonomía requerida.
- La altura de la antorcha será función de la cantidad máxima de gases a quemar, y de la altura máxima de llama para la que esté prevista, de modo que, en estas condiciones extremas, la intensidad calorífica de radiación percibida al pie de la antorcha, esté de acuerdo con los valores recomendados. Cuando existan dos o más antorchas, la distancia entre ellas vendrá dada por la combustión normal, no de emergencia, y la intensidad calorífica máxima de radiación percibida a pie de antorcha.
- El diseño del quemador de la antorcha se hará de modo que la combustión de los gases sea total, y la emisión de humos la menor posible para el caso de quemar el tipo de gases más desfavorable. En el cálculo de la altura se tendrá en cuenta la emisión de contaminantes del aire, de modo que, en condiciones de funcionamiento normal, cumpla con las normas vigentes sobre contaminación atmosférica.
- Las antorchas se instalarán preferentemente en un punto alto del terreno, también se tendrá en cuenta la dirección de los vientos dominantes, y la topografía de dicho terreno, con el fin de que, en el caso accidental de apagado de la llama, evitar que los gases afluentes más densos que el aire, queden acumulados en las hondonadas, favoreciendo que se dispersen lo más rápidamente posible.
- Los materiales que entren en la construcción de la antorcha serán de la resistencia requerida para soportar altas temperaturas, especialmente en

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>250</b> de <b>615</b>

los tramos superiores, y la zona de combustión se diseñará con este objeto específico.

## 6.9.2 - TIPOS DE ANTORCHAS

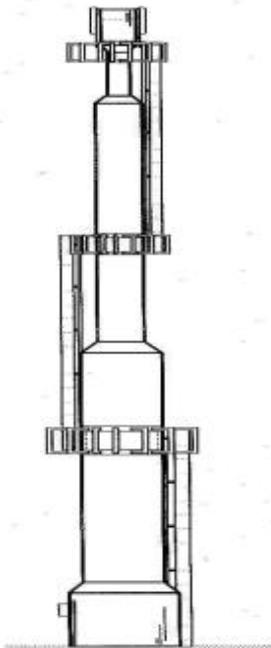
Las antorchas pueden ser divididas en las siguientes categorías principales:

### 6.9.2.1 – ANTORCHAS VERTICALES

Las antorchas verticales, tal como su propio nombre lo indica, conducen verticalmente el gas hasta el punto de descarga, que se encuentra en una posición elevada en relación con el nivel del suelo circundante y/o próximo al equipo.

Hay varios tipos de sustentación para las antorchas verticales.

1. Autoportante: Básicamente un fuste diseñado mecánica y estructuralmente que soporta el quemador.

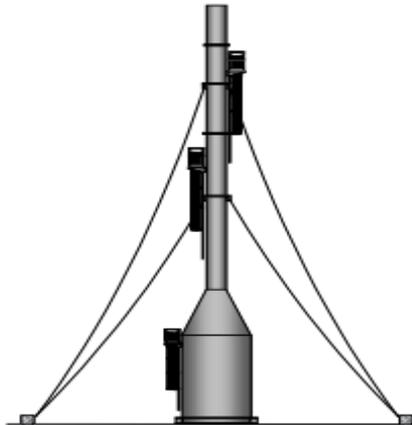


*Ilustración 67 - Esquema de una antorcha autoportante.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>251</b> de <b>615</b>

2. Con vientos: Una antorcha elevada con el fuste sustentado por cables, estos están sujetos al fuste de la antorcha en una o más altitudes (niveles de vientos) para limitar la desviación de la estructura. Los cables (vientos), están típicamente colocados en un plano triangular con un desfase de 120° para proporcionar una fuerte sustentación.

Los vientos cuentan con un anillo de fijación al fuste por nivel, tensores que facilitan el ajuste de tensiones, y con ello la correcta alineación y verticalidad de la antorcha, y los muertos de anclaje a nivel de suelo.

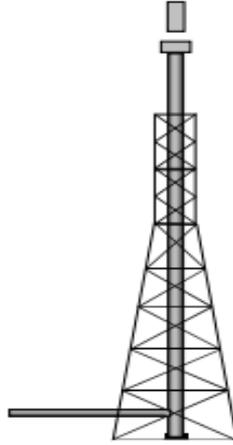


*Ilustración 68 - Esquema de una antorcha con vientos.*

3. Con Derrick o estructura: Es una estructura de acero acoplada que soporta uno o más fustes de antorcha. Normalmente fabricada en perfiles de acero estructural o tubo, y que puede ser de base cuadrangular o triangular.

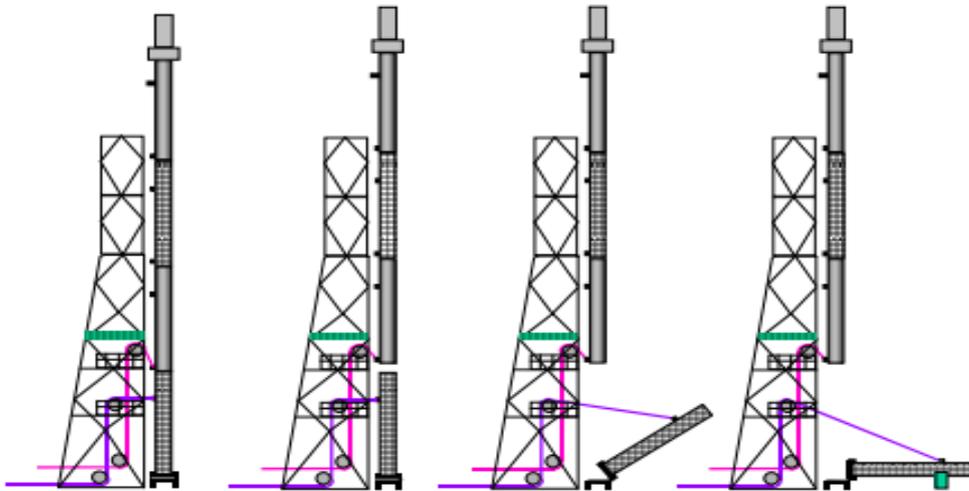
- a) Con Derrick fijo:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>252</b> de <b>615</b>



*Ilustración 69 - Esquema de una antorcha con Derrick fijo.*

b) Con Derrick desmontable:

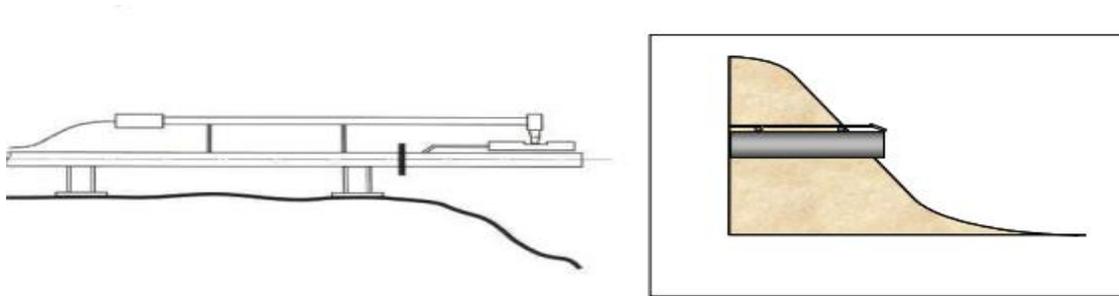


*Ilustración 70 - Esquema de una antorcha con Derrick desmontable.*

### 6.9.2.2 – ANTORCHAS HORIZONTALES

En las antorchas horizontales, los líquidos y gases son transportados mediante la misma hacia su correspondiente quemador descargando a una excavación u hoyo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>253</b> de <b>615</b>

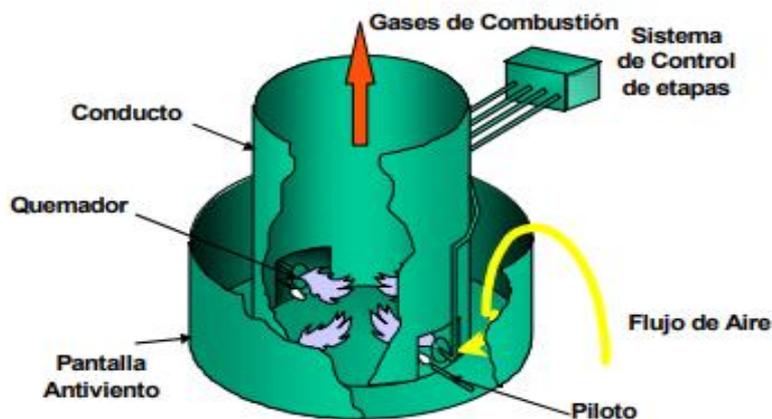


*Ilustración 71 - Esquema de una antorcha horizontal.*

### 6.9.2.3 – ANTORCHAS DE LLAMA OCULTA

Las antorchas encapsuladas o de llama oculta, se construyen para que no se vea la llama de una manera directa. Además, reducen el ruido y la radiación. Estas antorchas cuentan con una elevada disponibilidad ante importantes variaciones de carga, durante las operaciones de arranque, parada y operación normal de la planta. Las antorchas de llama oculta tienen las siguientes ventajas:

1. Alta T° de combustión, que garantiza la inertización completa de los gases. Gas de antorcha típico, el biogás.
2. Requiere pequeña zona estéril, en ocasiones nula.
3. La ausencia de llama visible implica nulo impacto visual y por tanto baja alarma social.



*Ilustración 72 - Esquema de una antorcha de llama oculta.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>254</b> de <b>615</b>

#### 6.9.2.4 - ANTORCHAS SIN HUMO Y CON HUMO

1. Antorchas sin humo: Los sistemas con antorchas sin humos eliminan cualquier humo evidente por encima de un rango estipulado de flujo. La combustión sin humo se consigue mediante la utilización de aire, vapor, presión o cualquier otro medio que pueda originar turbulencia y entrada de aire dentro de la corriente de gas de la antorcha.  
  
Las antorchas sin humos pueden contar con sistemas de supresión de humos, bien asistidas por Aire, o bien asistidas por Vapor para mejorar la combustión.
2. Antorchas con humo: Estas antorchas no están asistidas por sistemas que emplean aire o vapor, o cualquier otro método ajeno a ellas para mejorar la combustión. Esto a veces da lugar a la presencia de humos en determinadas condiciones de funcionamiento. Este tipo de antorchas suelen ser de tipo monopunto, pero no exclusivamente. Las antorchas con humo suelen utilizarse también para suplir a las de sin humo, cuando la capacidad de estas últimas es excedida.

#### 6.9.3 – SELECCIÓN DE TIPO DE ANTORCHA

Las consideraciones importantes al seleccionar el tipo de antorcha son:

1. Los requisitos de seguridad y las normativas medioambientales deben cumplirse en el diseño y selección de la antorcha.
2. Costes de capital y de funcionamiento. Coste de capital inicial y los gastos de operación y mantenimiento.
3. Caudales del flujo característicos (composición, presión y temperatura) que están en función del diseño del proceso.
4. Relaciones vecinales, alarma social, disponibilidad y coste de utilidades, disponibilidad de espacio.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>255</b> de <b>615</b>

5. Función del diseño general de la planta y su ubicación, Esta información es generada normalmente durante el diseño del proceso

La antorcha elegida para nuestra planta será una antorcha de tipo vertical sin humos, auxiliada con vapor.

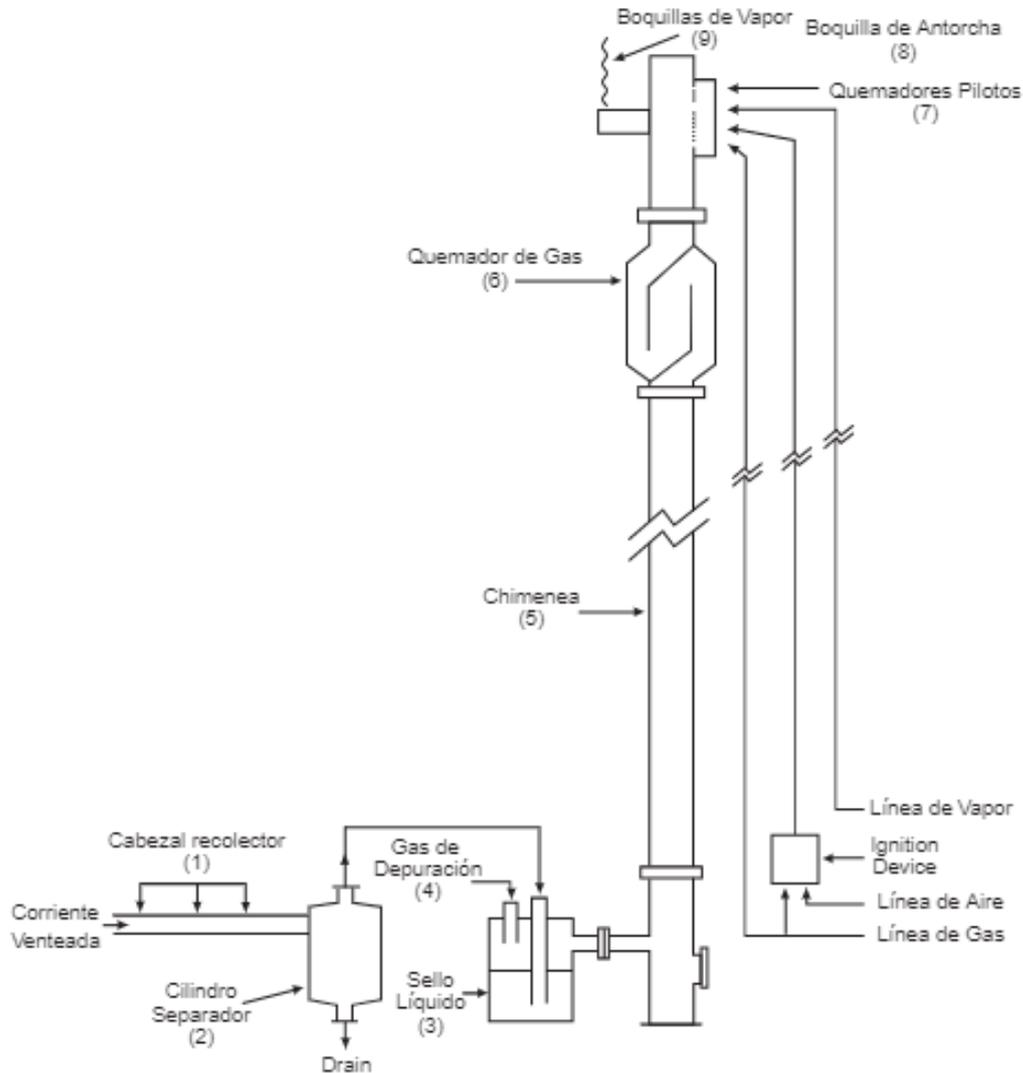
#### 6.9.4 – PARTES DE UNA ANTORCHA

Una antorcha vertical auxiliada con vapor, como la seleccionada para nuestra planta, está compuesta por las siguientes partes:

1. Tubería de recolección del gas venteado.
2. Cilindro separador.
3. Sello del líquido.
4. Chimenea.
5. Sello de gas.
6. Boquilla del quemador.
7. Quemador piloto.
8. Chorros de vapor.
9. Sistemas de encendido y controles.

La siguiente figura presentada a continuación, muestra una antorcha vertical auxiliada con vapor y sus componentes correspondientes.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>256</b> de <b>615</b>



*Ilustración 73 - Esquema de una antorcha vertical auxiliada con vapor.*

## 6.9.5 – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación, se dará una descripción en detalle de cada componente de la antorcha y su función correspondiente.

### 6.9.5.1 – TUBERÍA DE TRANSPORTE DE GAS

Las corrientes de venteo del proceso son enviadas desde el punto de emisión de la instalación hasta la localidad de la antorcha a través del cabezal recolector de

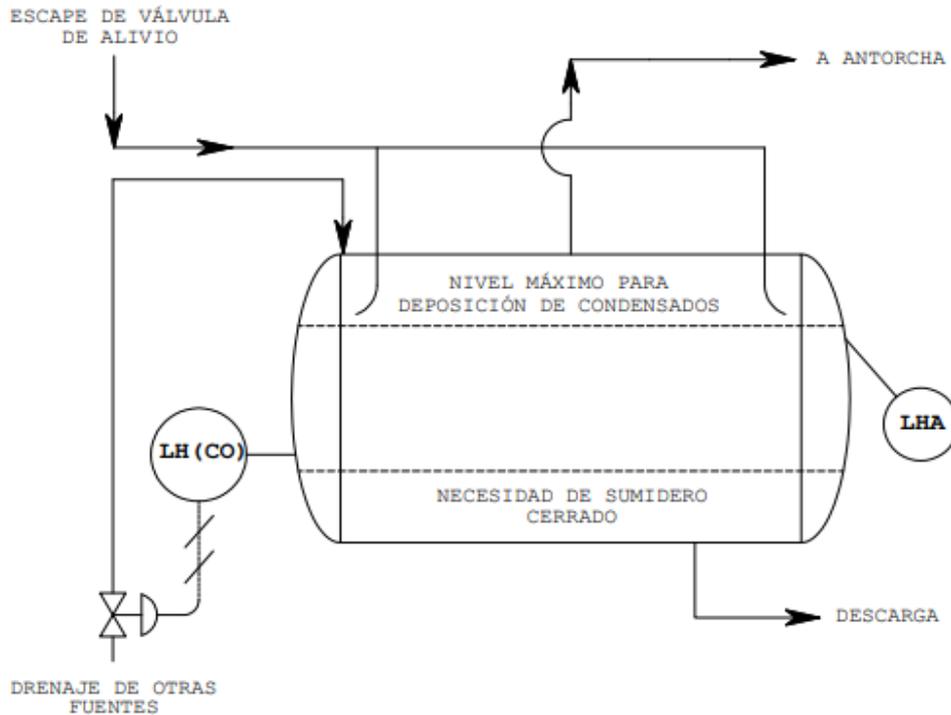
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>257</b> de <b>615</b>

gas. La tubería (generalmente acero al carbón cédula 40), se diseña para minimizar la caída de presión. Los conductos no son muy utilizados por ser más propensos a fugas de aire. La tubería está equipada para las purgas, de modo que no ocurran mezclas explosivas en el sistema de la antorcha durante el encendido o durante la operación.

#### 6.9.5.2 – CILINDRO SEPARADOR

Los líquidos que pueden estar en la corriente del gas venteado o que se puedan condensar en el cabezal recolector y en las líneas de transferencia, son removidas por un cilindro separador (knock out drum). El tambor separador, es un recipiente típicamente horizontal localizado en la base de la antorcha o cerca de ella. El líquido en la corriente venteada puede extinguir la flama o causar una combustión irregular y humo. Además, el quemar líquidos en antorcha puede generar un rocío de sustancias químicas ardiendo calcinantes que puede llegar a nivel del suelo y crear un riesgo de seguridad. Por esta razón, se diseña el KOD para las condiciones del peor caso, y así estar apto ante cualquier emergencia.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>258</b> de <b>615</b>



*Ilustración 74 - Knock Out Drum de la antorcha.*

### 6.9.5.3 - SELLO DEL LÍQUIDO

Las corrientes venteadas del proceso son generalmente pasadas a través de un sello de líquido antes de ir a la chimenea de la antorcha. El sello de líquido puede estar corriente abajo del cilindro separador o incorporado en el mismo recipiente. Esto previene posibles retornos de flama, causados cuando el aire es introducido inadvertidamente en el sistema de la antorcha y el frente de la flama es succionado hacia adentro de la chimenea. El sello de líquido también sirve para mantener una presión positiva en la corriente hacia arriba en el sistema y actúa como una mampara mecánica con cualquier onda de choque explosiva en la chimenea. Otros dispositivos, tales como el arrestador de flama y las válvulas de retención (check valves), pueden a veces reemplazar un sello de líquido o ser utilizados conjuntamente. El gas de purga, también ayuda a prevenir el retorno

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>259</b> de <b>615</b>

de flama en la chimenea de la antorcha, causado por un flujo bajo del gas venteado.

#### 6.9.5.4 – CHIMENEA DE LA ANTORCHA

Por razones de seguridad, se utiliza una chimenea para elevar la antorcha. La antorcha debe ser localizada de tal manera que no presente riesgos para las instalaciones circundantes ni al personal. Las antorchas elevadas pueden ser auto-sostenidas (erguida libremente), sostenidas por retenidas o sostenidas estructuralmente por una torre (como se clasificó anteriormente).

Las antorchas auto-sostenidas son generalmente utilizadas para torres de antorcha de baja altura (30-100 pies), pero pueden ser diseñadas hasta para 250 pies.

Las antorchas erguidas libremente proporcionan un apoyo estructural ideal. Sin embargo, para unidades muy altas, el costo aumenta rápidamente. Adicionalmente, deben tomarse en cuenta los cimientos requeridos y la naturaleza del suelo.

Las antorchas sostenidas por torres deben construirse tan altas como sean requeridas, ya que la carga se distribuye sobre la estructura de la torre. Este diseño toma en cuenta las expansiones diferenciales entre la chimenea, la tubería y la torre.

#### 6.9.5.5 – SELLO DE GAS

El aire puede tender a regresarse hacia dentro de la chimenea debido al viento o a la contracción térmica de los gases de chimenea, creando el potencial de una explosión. Para prevenir esto, típicamente se instala un sello de gas en la chimenea. Un tipo de sello de gas (también referido como sello de antorcha, sello de chimenea, sello de laberinto o barrera de gas), se localiza por debajo de la boquilla de la antorcha para impedir que el flujo del aire se regrese hacia la

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>260</b> de <b>615</b>

red de gases de la antorcha. También hay “sellos” que actúan como orificios en la parte superior de la chimenea para reducir el volumen del gas de purga a una velocidad dada e interferir también con el paso del aire a través de la chimenea desde el borde superior. Estos son conocidos con los nombres de “sellos de gas internos, sello fluídico, y sello arrestador”.

#### 6.9.5.6 – BOQUILLA DEL QUEMADOR

La boquilla del quemador está diseñada para proporcionar una combustión del gas venteado ambientalmente aceptable en todo el rango de capacidad del sistema de la antorcha. Su diseño está generalmente patentado. Se toman en consideración la estabilidad de la flama, la confiabilidad del encendido y la supresión del ruido. La capacidad mínima y máxima de una antorcha para quemar un gas con una flama estable (no necesariamente sin humo), es una función del diseño de la boquilla. La estabilidad de la flama puede mejorarse por dispositivos de retención de flama incorporados en la circunferencia interior de la boquilla. Las boquillas con diseños modernos de retención de flama, pueden tener una flama estable en todo un rango de velocidad de salida de gas de la antorcha de 1 a 600 pies/seg. La capacidad máxima actual de una boquilla está limitada por la presión disponible de la corriente venteada para vencer la caída de presión. Los diámetros de las antorchas elevadas se diseñan normalmente para proporcionar velocidades de vapor a rendimiento máximo de aproximadamente 50 % de la velocidad sónica del gas sujeto a las restricciones del CFR.

#### 6.9.5.7 – QUEMADORES PILOTOS

Las regulaciones de EPA requieren la presencia de una flama continua. Se obtiene un encendido confiable por quemadores pilotos continuos diseñados para la estabilidad y localizados alrededor del perímetro exterior de la boquilla de la antorcha. Los quemadores pilotos son encendidos por un sistema de

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>261</b> de <b>615</b>

fuelle de encendido, el cual puede ser diseñado para activación manual o automática. Los sistemas automáticos son generalmente activados por un dispositivo de detección de flama utilizando un termopar, un sensor infrarrojo ó, más raramente (para aplicaciones de antorcha a nivel del suelo), un sensor ultravioleta.

#### 6.9.5.8 – CHORROS DE VAPOR

Una flama de difusión recibe su oxígeno de combustión por difusión de aire de la atmósfera circundante hacia adentro de la flama. El alto volumen del flujo de combustible en una antorcha puede requerir más aire de combustión a una velocidad más rápida que la que una simple difusión de gas pueda suministrar. Los inyectores de vapor de alta velocidad, localizados alrededor del perímetro exterior de la boquilla, aumentan la turbulencia del gas en la zona límite de la flama, jalando más aire de combustión y mejorando la eficiencia de combustión. Para las antorchas más grandes, el vapor también puede ser inyectado concéntricamente en la punta de la antorcha.

#### 6.9.5.9 - CONTROLES

El sistema de control de la antorcha puede ser completamente automatizado ó completamente manual. Los componentes de un sistema de antorchas que puede ser controlada automáticamente incluyen al gas auxiliar, los inyectores de vapor y al sistema de encendido. El consumo de gas combustible puede ser minimizado midiendo continuamente la razón del flujo de gas venteado y el valor calorífico (Btu/ft<sup>3</sup>) y ajustando automáticamente la cantidad de combustible auxiliar requerido para mantener el requisito mínimo de 300 Btu/ft<sup>3</sup> para antorchas auxiliadas con vapor. El consumo de vapor puede también minimizarse controlando el flujo en base a la razón de flujo del gas venteado. El vapor también puede ser controlado utilizando monitores visuales de humo. Los tableros automáticos de encendido perciben la presencia de la flama con

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>262</b> de <b>615</b>

sensores visuales o térmicos y vuelven a encender los pilotos cuando la flama se apaga.

### 6.9.6 – DISEÑO MECÁNICO DE LA ANTORCHA

Para efectuar el diseño mecánico de la antorcha, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Temperatura, presión y composición del gas de la antorcha (las consideraciones criogénicas deben ser tenidas en cuenta).
2. La naturaleza corrosiva del gas de la antorcha.
3. Condiciones ambientales (máxima y mínima).
4. Las cargas del viento, la nieve y el hielo.
5. Carga sísmica.
6. Condiciones del emplazamiento.
7. La proximidad al equipo de las estructuras, pasos y lindes del lugar.
8. Criterios de inspección y mantenimiento.
9. Dilataciones y contracciones debidas a los cambios térmicos medioambientales, u originados por el mismo proceso de la antorcha.
10. Presión de diseño en caso de flashback o retorno de llama.

### 6.9.7 – CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño del sistema antorcha, debe abordarse desde el punto de vista de los diferentes subsistemas que lo integran. Cada uno de los criterios de diseño debe ser evaluado por su impacto en otros criterios, y de conformidad con las funciones más básicas que ha de cumplir una antorcha. Los principales criterios de diseño para un sistema de antorcha se enumeran a continuación:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>263</b> de <b>615</b>

- Combustión Eficiente y Fiable: Es necesaria una combustión eficaz para reducir las emisiones dentro de los niveles permitidos.
- Pérdida de Carga: La pérdida de carga deberá ser suficiente como para lanzar la totalidad de los gases residuales y combustibles auxiliares, además del aire y el vapor al quemador con la suficiente velocidad de salida.
- Eliminación de líquidos: Los líquidos serán eliminados para prevenir una combustión pobre, la combustión de gotas de líquido, y la saturación de los quemadores.
- Infiltración de aire: La infiltración de aire dentro del sistema puede ocasionar una combustión en el interior del mismo fuste. También podría causar retorno de llama o flashback.
- Radiación de la llama: La radiación de la llama puede producir daños al equipamiento, a las estructuras, y al personal colindante.
- Eliminación de humos: Puede ser requerida una supresión de humos en ciertos ambientes, o para garantizar ciertas condiciones de seguridad.
- Recuperación de los gases de la antorcha: Una parte de los gases de la antorcha pueden ser recuperados a la planta después de haber vuelto a ser comprimidos.
- Ruidos y luz visible: Los ruidos y la luz deben ser reducidos a los niveles permitidos, para así evitar molestias al vecindario.

#### 6.9.8 – FUNCIONAMIENTO DE LA ANTORCHA ANTE UNA PARADA DE PLANTA

Las instalaciones de regasificación, refinerías, y resto de plantas de proceso, consideran la descarga a antorcha como un mecanismo de seguridad, con el objetivo de eliminar el exceso de gas, y con ello evitar una sobrepresión excesiva e incontrolada que genere finalmente una explosión. El sistema de antorcha

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>264</b> de <b>615</b>

permite la recogida y eliminación de forma segura de los vapores de los hidrocarburos procedentes de las válvulas de control, venteos, y mecanismos de alivio de seguridad. Además, las plantas de regasificación, se diseñan de acuerdo con la filosofía de mínimo venteo. El único exceso de vapores producido durante la operación normal de la planta, es un caudal pequeño de purga con nitrógeno para prevenir el ingreso de aire dentro del sistema de venteo, previniendo así la posibilidad de flashback.

El sistema de antorcha se dimensiona para la eliminación de los vapores de los hidrocarburos originados en condiciones de operación anormales y de emergencia. Este sistema no se diseña para emergencias coincidentes sin relación. En el caso de un fallo total de energía, la planta se lleva a situación de paro, y cualquier operación de descarga se detiene, de modo que sólo el mínimo vapor de boil-off de los tanques de almacenamiento es dirigido al venteo para su eliminación. En el caso de un fallo parcial de energía que afecte sólo a los compresores de boil-off, el gas de boil-off nuevamente se dirige al colector de venteo, y cualquier operación de descarga deberá realizarse con un caudal reducido.

Muchas situaciones de descarga a antorcha, tienen que ver con fallos en el suministro de energía eléctrica a planta, es por ello que las plantas de proceso, deben buscar fuentes de suministro alternativas, o sistemas de seguridad que garanticen la no interrupción del suministro de energía eléctrica a planta. Las situaciones de emergencia en planta pueden ser debidas a:

- Fallo de los equipos.
- Infraestructura vieja.
- Mantenimiento deficiente.
- Error humano.
- Desviación de los procedimientos operacionales.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 265 de 615

- Fallos en el suministro eléctrico.
- Operación por encima de la capacidad de diseño.

### 6.9.9 – DISEÑO DE LA ANTORCHA

La definición de una Antorcha como terminal de un Sistema de Alivio e Inertización de gases, viene dada por la determinación de 2 parámetros fundamentales:

- Altura H
- Diámetro d

A continuación, se enumeran las propiedades del gas de antorcha:

Propiedad	Símbolo	Valor
Peso molecular del gas	Mw	6.911 g/mol
Poder Calorífico Inferior	q	56,6 kcal/kg
Temperatura del gas de antorcha	T	325,19 K
Presión de alimentación de gas a antorcha	Po	100 KPa
Densidad (C.N.)	$\rho$	0,2556 kg/m <sup>3</sup>
Viscosidad Dinámica	$\mu$	0,01022 cp
Caudal Másico de diseño para radiación	m	48200 kg/h
Coefficiente Isentrópico	$\gamma$ (Cp/Cv)	1,36
Factor de Compresibilidad	z	1

*Tabla 63 - Propiedades del gas de antorcha.*

La siguiente tabla, muestra las condiciones de emplazamiento en el diseño de la antorcha.

Variable	Símbolo	Valor
Presión de quemador (atm)	P <sub>2</sub>	101,3 KPa
Vel. viento a 10 m. de altura	U <sub>∞</sub>	14 m/s
Radiación admisible a nivel del suelo	K	6 Kw /m <sup>2</sup>
Altura del rack de tuberías (colector de antorcha)	h <sub>RACK</sub>	5,8 m

*Tabla 64 - Condiciones de emplazamiento.*

La siguiente tabla, por su parte, indica propiedades de la llama del gas de antorcha y el medio.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 266 de 615

Variable	Símbolo	Valor
Emisividad	F	0,19
Transmitividad del medio	T	1

*Tabla 65 - Propiedades de la llama del gas de antorcha y el medio*

### 6.9.10 – UBICACIÓN DE LA ANTORCHA

La implantación en una planta sigue siendo más un arte que una ciencia. Todo ello con el objeto de que la disposición de los equipos permita minimizar:

- Los costes de construcción.
- El daño a las personas y equipos en caso de escape o explosión.
- Los costes operacionales.
- Los costes de mantenimiento.
- El nº de operadores de planta.
- La posible modificación o expansión de la planta.

El primero de los factores a considerar es la dirección predominante del viento. La dirección del viento definirá cuál es, por lo general, el emplazamiento de muchos equipos e instalaciones. Todos aquellos equipos que puedan derramar sustancias inflamables deberían localizarse a sotavento (viento abajo). De este modo, si un derrame o descarga tiene lugar, los vientos no serán capaces de llevar vapores sobre la planta, donde estos podrían ser encendidos por una superficie caliente, o alguna llama presente como, por ejemplo, la antorcha.

Este estudio será abordado con más detalle en el *Capítulo X – Layout*.

### 6.9.11 – CÁLCULO DE DIMENSIONES DE LA ANTORCHA

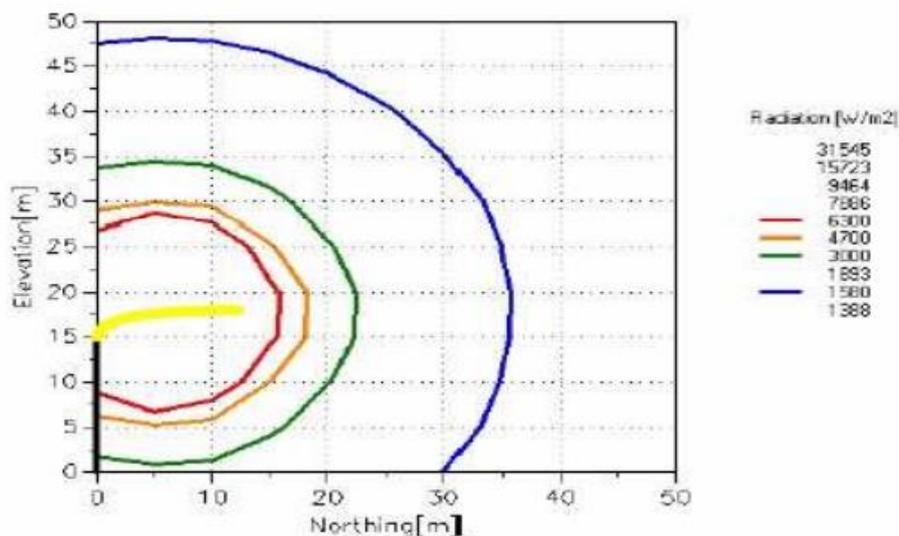
Para determinar el diámetro y la altura de la antorcha, se utiliza un proceso iterativo de 2 fases.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>267</b> de <b>615</b>

Es necesario, entonces, partir de 2 premisas básicas. Una de ellas está relacionada con la presión de alimentación, dado que el diámetro y la altura deberán ser tales, que permitan llevar el caudal de diseño al punto terminal de la antorcha para su combustión, es decir, al quemador. El otro condicionante es el nivel de radiación en el punto de referencia seleccionado, habitualmente a pie de antorcha, y que ha sido la opción seleccionada para el diseño. De haber seleccionado un punto a nivel de suelo, pero alejado del fuste, implicaría definir un área estéril, que debería ser vallado para evitar el acceso del personal de planta, salvo para mantenimiento, y obviamente con la antorcha fuera de servicio.

Hay que tener en cuenta que, dentro de dicho perímetro, tendríamos un nivel de radiación superior a lo admisible para una persona de forma continuada.

La siguiente figura ilustra lo mencionado en los párrafos anteriores.



*Ilustración 75 - Esferas con el mismo nivel de radiación.*

La curva correspondiente a 1,58 kW/m<sup>2</sup> y en su corte con el suelo, define el área segura a 30 m, fuera de dicha zona, un operario podría trabajar con ropas de

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>268</b> de <b>615</b>

protección adecuadas continuamente expuesto. De realizar trabajos dentro del área estéril, con la ropa adecuada y continuamente expuesto, sólo podría permanecer unos minutos.

El condicionante de la presión de alimentación afecta a efectos de diseño en que se ha de determinar un diámetro que implique unas pérdidas de carga a lo largo de la línea, no superiores a la presión disponible a la entrada de antorcha.

Sin embargo, la altura de la antorcha es una incógnita, y es aquí donde se emplea el cálculo de radiación, que supuesto dicho diámetro, permite obtener una altura de antorcha. Dado que se conocen, la longitud del resto de singularidades, por diferencia se puede estimar la longitud del fuste, y comprobar que la pérdida de carga final es inferior al límite ya definido.

De no ser válido el diámetro seleccionado, habría que seleccionar otro y proceder a una nueva iteración. Así se procede hasta ajustar un diámetro y altura de antorcha que permite conducir la corriente de gases hasta el quemador, cumpliendo también, el nivel óptimo de radiación a nivel del suelo.

Para el cálculo de la pérdida de carga, se han tomado las correlaciones dadas por CRANE “Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías”. El dimensionamiento de antorchas, por su parte, se rige por el estándar A.P.I R.P 521, 4th Edition, March 1997”.

La antorcha está constituida por: fuste, sello molecular y quemador. Por lo tanto, los cálculos se dividen en estos 3 ítems.

En las fórmulas utilizadas para este cálculo, se pueden distinguir:

$K_i$ : Coeficiente de pérdida de carga propio de cada accesorio o restricción. (Apéndice A-49 CRANE).

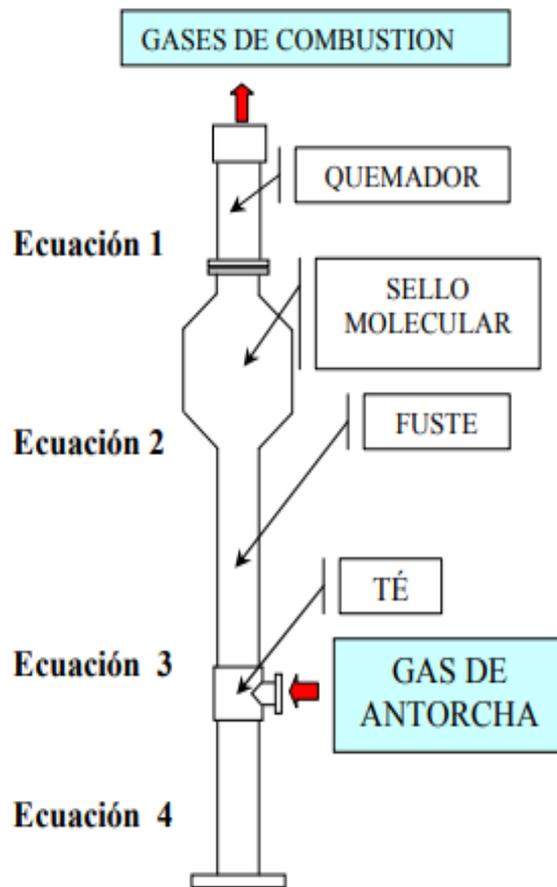
$\epsilon$ : Rugosidad absoluta de tubería de Acero Inoxidable comercial. Se ha tomado un valor típico de 0,05 mm.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 269 de 615

$\epsilon/d$ : Rugosidad relativa.

$f_T$ : Factor de fricción. Es función de la rugosidad.

Para una mejor comprensión de los cálculos de cada componente de la antorcha, se presenta la siguiente figura y posteriormente, su correlación correspondiente.



*Ilustración 76 - Modelización de la antorcha en partes para cálculo de pérdida de carga.*

- $TÉ$ :

$$\Delta P_{te} = K_{te} \times \rho \times \frac{U_j^2}{2}$$

Donde para flujo desviado a 90°

$$K_{te} = 60 \times f_T$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>270</b> de <b>615</b>

- FUSTE:

$$\Delta P_{fuste} = K_{fuste} \times \rho \times \frac{U_j^2}{2}$$

$$K_{fuste} = Ft \times \frac{L_{fuste}}{d}$$

- SELLO MOLECULAR: Para la determinación de la pérdida de carga en el sello molecular, se parte del N° de Reynolds y del diámetro seleccionado, y a través del ábaco del diagrama de Moody, se obtiene la pérdida de carga correspondiente a este elemento.
- QUEMADOR: El quemador, es un elemento constituido por una tubería de 3 m. de longitud, bridada al sello molecular con el objeto de facilitar así el mantenimiento del mismo. La pérdida de carga en él, se define mediante las siguientes correlaciones:

$$\Delta P_{quemador} = K_{quemador} \times \rho \times \frac{U_j^2}{2}$$

$$K_{quemador} = Ft \times \frac{L_{quemador}}{d}$$

- DESCARGA: El quemador es un elemento constituido por dos restricciones, por un lado, una tubería de 3 m. de longitud, y por otro una descarga a la atmósfera, cuya pérdida de carga se define mediante las siguientes correlaciones.

$$\Delta P_{descarga} = K_{descarga} \times \rho \times \frac{U_j^2}{2}$$

$$K_{descarga} = 1$$

El proceso iterativo comienza definiendo el rango de diámetros de estudio, el cual está en función del N° de Mach en la descarga.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>271</b> de <b>615</b>

Se definen los rangos óptimos de N° de Mach siendo el límite inferior 0,2 (ya que otorga un flujo de gas estable y permanente en la descarga del quemador) y el límite superior 0,5 (en el cual comienzan a aparecer vibraciones en el equipo, niveles de ruido excesivos, combustión no ideal).

La determinación del N° de Mach se realiza con la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} Mach = 3,23 \times 10^{-5} \times \left( \frac{m}{P_2 \times d^2} \right) \times \left( \frac{z \times T}{\gamma \times M_W} \right)^{0,5}$$

Se comienza la elección del N° de Mach mediante prueba y error, obteniendo un diámetro en pulgadas que se asemeje a algún diámetro comercial.

Se inicia con N° Mach 0,25, conocidas todas las variables se procede a calcular el diámetro:

$$d = \sqrt{\frac{3,23 \times 10^{-5}}{0,25} \times \left( \frac{48200 \text{ kg/h}}{101,3 \text{ KPa}} \right) \times \left( \frac{1 \times 325,19 \text{ K}}{1,36 \times 6,911 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \right)^{0,5}}$$

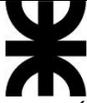
$$d = 0,601 \text{ m} = 23,7 \text{ in.}$$

Para un Mach = 0,5

$$d = 0,425 \text{ m} = 16,7 \text{ in.}$$

Se ha seleccionado como diámetro de inicio del proceso iterativo un diámetro comercial de 16 in, dado que el calculado no existe a nivel comercial para tuberías, bridas y demás accesorios, como puede observarse según la norma ANSI B36.10. "Welded and Seamless Wrought Steel Pipe".

Teniendo en cuenta que el dato de la presión disponible en la brida de alimentación a antorcha es conocido, y considerando un diámetro exterior de 16 in (406,4 mm, diámetro interior), se puede comprobar si éste es a priori

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>272</b> de <b>615</b>

adecuado, para permitir trasegar el caudal de diseño a través de la antorcha hasta su punto de descarga, el quemador. Tanto la conexión de alimentación, como el fuste, el sello molecular y el quemador, se han considerado del mismo diámetro.

Previamente a la determinación de la altura del equipo, se requiere la determinación del coeficiente de fricción. Se procede a estimar en un primer paso, el N° de Reynolds, para lo cual utilizamos la siguiente correlación:

$$Re = \frac{\rho \times V \times d}{\mu}$$

Es necesario primero, evaluar la densidad del gas de antorcha a la temperatura de diseño, mediante la expresión:

$$\rho = \frac{P_{\text{diseño}} \times M_w}{z \times 0,08205 \times (T_{\text{diseño}} + 273,15)}$$

$$\rho = 0,515 \text{ kg/m}^3$$

Conocidas todas las propiedades del gas de antorcha, queda pendiente la determinación de la velocidad del fluido, que podrá estimarse una vez conocidos el caudal volumétrico y la sección interior de la antorcha:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{48200 \text{ kg/h}}{0,515 \text{ kg/m}^3} = 93645,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Con la sección interior de la antorcha:

$$A = \pi \times \frac{d^2}{4} = \pi \times \frac{(0,4064)^2}{4} = 0,130 \text{ m}^2$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>273</b> de <b>615</b>

De ello resulta la velocidad de propagación del fluido:

$$U_j = \frac{V}{A} \quad \text{donde } v = U_j$$

$$U_j = \frac{93645,6 \text{ m}^3/\text{h}}{3600 \text{ s/h} \times 0,130 \text{ m}^2} = 200,53 \text{ m/s.}$$

A partir de estos datos se puede conocer el N° de Reynolds:

$$Re = \frac{0,515 \text{ kg/m}^3 \times 200,53 \text{ m/s} \times 0,4046 \text{ m}}{0,00001022 \text{ Pa} \cdot \text{s}} = 4,1 \times 10^6 \text{ (6)}$$

Con este dato, se ingresa al Diagrama de Moody, con el N° de Reynolds en abscisas y tomando la curva correspondiente de Rugosidad relativa de la tubería, se obtiene el valor del coeficiente de fricción Ft, necesario para la evaluación de la pérdida de carga:

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,05 \text{ mm}}{406,4 \text{ mm}} = 0,00012.$$

Se obtiene un Ft = 0,0150. Una vez obtenido el coeficiente de fricción, se puede calcular la pérdida de carga para cada componente de la antorcha.

- TÉ:

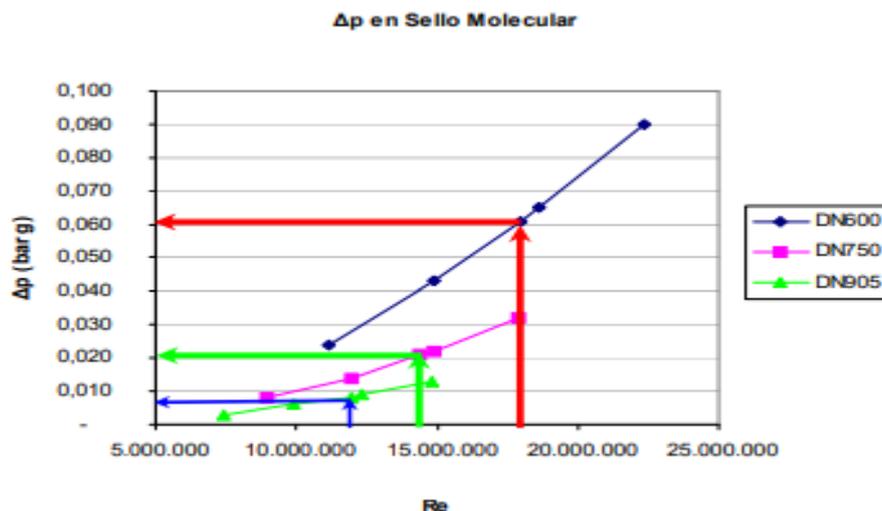
$$\Delta P_{te} = 60 \times 0,0150 \times 0,515 \text{ kg/m}^3 \times \frac{\left(200,53 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} = 9,314 \text{ KPa.}$$

Con este resultado, se observa que la presión disponible para el resto de la antorcha se ha reducido en un 9,3%.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>274</b> de <b>615</b>

- SELLO MOLECULAR:

Conocido el N° de Reynolds correspondiente a  $4,1 \times 10^6$  (6) y el diámetro de la antorcha, y entrando sobre el eje de abscisas en la siguiente figura, se obtiene el  $\Delta P$  del sello molecular.



*Ilustración 77 - Ábaco del sello molecular.*

Se obtiene una pérdida de carga de 1,2 KPa, que representa el 1,2% de la presión disponible en la entrada de la antorcha.

- QUEMADOR:

Es necesario comenzar con calcular la velocidad del gas de antorcha en la descarga del quemador.

$$\rho = \frac{1 \text{ Atm} \times 6,911 \text{ g/Mol}}{1 \times 0,08205 \frac{\text{Atm} \times \text{L}}{\text{mol} \times \text{K}} \times (52,19 \text{ }^\circ\text{C} + 273,15)} = 0,258 \text{ Kg/m}^3$$

$$V = \frac{48200 \text{ kg/h}}{0,258 \text{ kg/m}^3} = 186821,70 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$U_j = \frac{186821,70 \text{ m}^3/\text{h}}{3600 \text{ s/h} \times 0,130 \text{ m}^2} = 399,2 \text{ m/s}.$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>275</b> de <b>615</b>

$$\Delta P_{quemador} = 0,11 \times \frac{3 \text{ m}}{0,4064 \text{ m}} \times 0,258 \text{ kg/m}^3 \times \frac{\left(397,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2}$$

$$= 2,27 \text{ KPa.}$$

Correspondiente al 2,2% de la presión disponible en la entrada de la antorcha.

- DESCARGA:

Conocidas la densidad y la velocidad del gas de la antorcha en la descarga, se calcula la pérdida de carga:

$$\Delta P_{descarga} = 1 \times 0,258 \text{ kg/m}^3 \times \frac{\left(399,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} = 20,55 \text{ KPa}$$

Lo que supone el 20,55 %.

A continuación, se mencionan algunos datos conocidos para el dimensionamiento del equipo, para un diámetro de 16 in.

✓ Altura del rack	h RACK	5,8 m
✓ Longitud del quemador	L TIP	3 m
✓ Longitud del sello molecular	L SM	4,8 m

El rack es una estructura elevada que soporta tuberías (vapor y gases, agua, aire de instrumentación, aire de servicios, líneas de inertes, bandejas de cables de señales y de potencia, etc.), y que permite llevarlas de una zona a otra en la planta. Es por ello que se parte de dicha cota sobre el total de la antorcha, dado que el gas accede a la misma a esa elevación, empezando así su recorrido a través de la antorcha.

Se calcula a continuación, la pérdida de carga total de la antorcha.

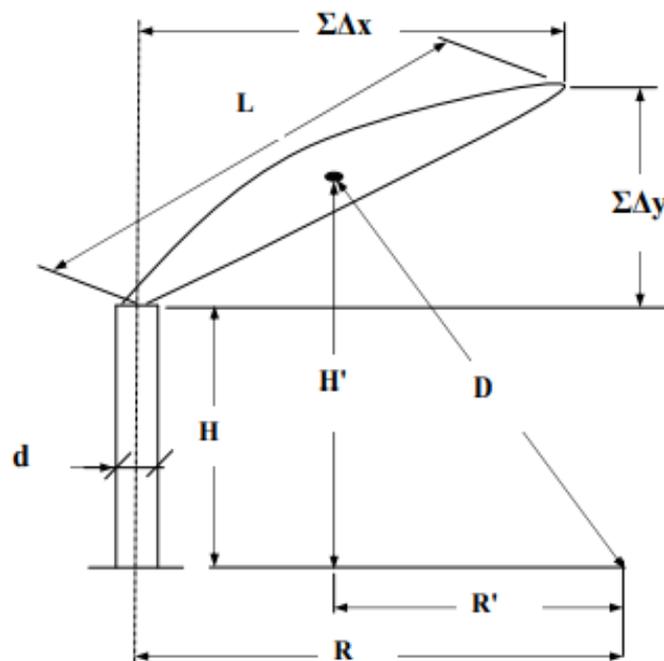
$$\Delta P_{fuste} = \Delta P_{antorcha} - \Delta P_{te} - \Delta P_{s.molecular} - \Delta P_{quemador} - \Delta P_{descarga}$$

$$\Delta P_{fuste} = 66,7 \text{ KPa.}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>276</b> de <b>615</b>

A continuación, se procederá a determinar la altura de antorcha global que, junto con ese diámetro de antorcha, cumple con la radiación requerida por diseño a nivel de suelo de 6 KW/m<sup>2</sup>.

Para la determinación de la altura de la antorcha, se emplea el procedimiento y recomendaciones del estándar de la American Petroleum Institute, API Recommended Practise 521, 4<sup>TH</sup> edition (1997).



*Ilustración 78 - Referencias geométricas para el dimensionamiento de una antorcha.*

Se comienza el proceso con el cálculo de la liberación de calor, debido a la combustión del caudal de diseño del gas con su correspondiente poder calorífico inferior.

$$Q = q \times m \times 0,001163$$

$$Q = 56,6 \text{ Kcal/Kg} \times 48200 \text{ Kg/h} \times 0,001163 = 3172,80 \text{ KW}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>277</b> de <b>615</b>

Esta liberación de calor, permite evaluar la longitud de la llama a partir de la correlación:

$$L = 0,00636 \times (Q \times 1000)^{0,444} = 4,898 \text{ m.}$$

A continuación, se evalúa en N° de Mach:

$$N^\circ \text{ Mach} = 3,23 \times 10^{-5} \times \left( \frac{m}{P_2 \times d^2} \right) \times \left( \frac{z \times T}{\gamma \times M_w} \right)^{0,5} = 0,55$$

La velocidad del sonido, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$U_s = 91,2 \times \sqrt{\frac{z \times \left( \frac{C_p}{C_v} \right) \times (273,15 + T^\circ C)}{M_w}} = 729,56 \text{ m/s.}$$

La velocidad de salida del quemador queda:

$$U_j = N^\circ \text{ Mach} \times U_s$$

$$U_j = 0,55 \times 729,56 = 401,25 \text{ m/s.}$$

A continuación, se evalúa la distorsión de la llama por efecto del viento conocida la velocidad del mismo como dato de diseño:

$$\frac{U_\infty}{U_j} = \frac{14 \text{ m/s}}{404,5 \text{ m/s}} = 0,0346$$

Llegado a este punto, las componentes vertical y horizontal de la llama, en relación a la longitud de la misma, resultan de las siguientes expresiones, dependiendo de la distorsión de la llama evaluada:

$$\text{si } \frac{U_\infty}{U_j} < 0,05 \rightarrow \frac{\Sigma \Delta x}{L} = 13 \times \frac{U_\infty}{U_j}$$

$$\text{si } \frac{U_\infty}{U_j} > 0,05 \rightarrow \frac{\Sigma \Delta x}{L} = 0,1671 \times \ln\left(20 \times \frac{U_\infty}{U_j}\right) + 0,6535$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>278</b> de <b>615</b>

Como la distorsión de la llama es inferior a 0,05, se utiliza la primera correlación.

$$\frac{\Sigma \Delta x}{L} = 13 \times \frac{U_{\infty}}{U_j} = 0,4499.$$

Siendo la componente vertical de la llama en relación a la longitud de la llama:

$$\frac{\Sigma \Delta y}{L} = 0,9699 \times \left( 20 \times \frac{U_{\infty}}{U_j} + 1 \right)^{(-0,705)} = 0,67.$$

Conocida la longitud de la llama, es directa la determinación de las componentes horizontal y vertical de la misma:

$$\Sigma \Delta x = \frac{\Sigma \Delta x}{L} \times L = 0,4499 \times 4,898 \text{ m.} = 2,204 \text{ m.}$$

$$\Sigma \Delta y = \frac{\Sigma \Delta y}{L} \times L = 0,67 \times 4,898 \text{ m.} = 3,28 \text{ m.}$$

Se procede a continuación a determinar la distancia en horizontal del centro geométrico de la llama al punto de referencia. Dado que dicho punto de referencia se encuentra en la base de la antorcha, con una radiación límite de 6 KW/m<sup>2</sup>, y teniendo en cuenta la siguiente expresión:

$$R' = R + \frac{\Sigma \Delta x}{2} = 0 + \frac{4,1633}{2} = 2,08165 \text{ m.}$$

Siendo la mínima distancia del centro de llama al punto de referencia la dada por:

$$D = \sqrt{\frac{\tau \times F \times Q}{4 \times \pi \times K}} = 82,98 \text{ m.}$$

Con ello puede determinarse, la distancia vertical del centro de la llama al punto de referencia:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>279</b> de <b>615</b>

$$H' = \sqrt{(D^2 - R'^2)} = \sqrt{((82,98m)^2 - (2,08165m)^2)} = 82,97 m.$$

De este modo resulta una altura de la antorcha, conocida la distancia vertical del centro de la llama al punto de referencia y la componente vertical de la llama:

$$H = H' - \frac{\Sigma \Delta y}{2} = 82,95 - \frac{3,23}{2} = 81,33 m.$$

De este modo se obtiene la altura de la antorcha, la cual es de 81,33 m. A continuación, se obtiene la altura del fuste, la cual se logra restando la altura de los demás componentes del total.

$$L_{fuste} = L_{antorcha} - L_{rack} - L_{quemador} - L_{s.molecular}$$

$$L_{fuste} = 81,33 m - 5,8 m - 3 m - 4,8 m = 67,73 m.$$

Llegado a este punto se calcula la pérdida de carga del fuste:

$$\begin{aligned} \Delta P_{fuste} &= 0,015 \times \frac{67,73 m}{0,4064 m} \times 0,515 kg/m^3 \times \frac{\left(200,53 \frac{m}{s}\right)^2}{2} \\ &= 25,8 KPa. \end{aligned}$$

De acuerdo con el cálculo de radiación y la pérdida de carga resultante en el fuste, la pérdida de carga global en la antorcha corresponde a:

$$\Delta P_{antorcha} = \Delta P_{te} + \Delta P_{s.mol.} + \Delta P_{fuste} + \Delta P_{quemador} + \Delta P_{desc.}$$

$$\Delta P_{antorcha}$$

$$\begin{aligned} &= 9,314 KPa + 1,2 KPa + 25,8 KPa + 2,27 KPa \\ &+ 20,55 KPa. \end{aligned}$$

$$\Delta P_{antorcha} = 59,14 KPa.$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>280</b> de <b>615</b>

## 6.10 - BIBLIOGRAFÍA

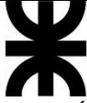
- Armentero, A. d. (s.f.). *El análisis Pinch: Integración y Optimización en una planta de obtención de biodiesel*. Obtenido de [http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/3838/1/An%C3%A1lisis%20pinch\\_Antonio%20de%20la%20Rosa\\_2014.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/3838/1/An%C3%A1lisis%20pinch_Antonio%20de%20la%20Rosa_2014.pdf)
- Beltrán, I. A. (Julio de 2014). Tank Blanketing. *EMERSON*.
- Cummins. (s.f.). *Generadores diesel CUMMINS*. Obtenido de <https://www.grupokva.com.ar/generador-electrico>
- Fernandez, D. G. (Julio de 2010). *Diseño de una antocha en instalaciones de regasificación de GNL*. Obtenido de [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/10817/PFC\\_David\\_Gomez\\_Fernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/10817/PFC_David_Gomez_Fernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- González, A. A. (2013). El análisis de pliegue, una técnica de integración energética de proceso.
- Hernández, A. B. (Enero de 2007). *Tecnología Pinch: una introducción a la integración energética*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/283076891\\_Tecnologia\\_pinch\\_una\\_introduccion\\_a\\_la\\_integracion\\_energetica](https://www.researchgate.net/publication/283076891_Tecnologia_pinch_una_introduccion_a_la_integracion_energetica)
- Jiménez, A. (2003). *Diseño de Procesos en Ingeniería Química*. Celaya, México.: REVERTÉ S.A.
- Julieta Martínez, O. D. (s.f.). DISEÑO DE REDES DE INTERCAMBIO DE ENERGÍA, SU ENSEÑANZA EN DISEÑO DE PROCESOS DE INGENIERÍA QUÍMICA.
- Lopez, M. F. (2019). *Boletín Oficial de la Provincia del Neuquén*. Neuquén.
- Maldonado, R. (2016). Optimización energética. Sartenejas.
- Mc Cabe, W. (2007). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. 7 ed. Mc Graw-Hill.
- ORMAZÁBAL. (s.f.). *Transformadores eléctricos de distribución*. Obtenido de <https://docplayer.es/31288694-Transformadores-hermeticos-de-llenado-integral-sumergidos-en-dielectrico-liquido-hasta-36-kv.html>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>281</b> de <b>615</b>

- Padin Goodall, A. C. (Junio de 2015). *El Canon de agua en Argentina*.  
Obtenido de  
[https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/265/500886\\_Padin%20Goodall\\_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/265/500886_Padin%20Goodall_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Quiprocalt. (s.f.). *Circuitos cerrados*. Obtenido de  
<http://www.quiprocalt.com/circuitos-cerrados/>
- *Servicios Auxiliares*. (s.f.). Obtenido de  
<https://es.scribd.com/document/237536621/8-Servicios-Auxiliares>
- Velázquez, M. (2005). *Análisis Pinch de Redes*. Texas.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>282</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO VII - INGENIERÍA DE DETALLE – TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK-403.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>283</b> de <b>615</b>

## 7.1 - INGENIERÍA DE DETALLE

De todos los tipos de contenedores, los tanques de almacenamiento son los más usados. Los distintos tipos de tanques son utilizados para almacenar gran variedad de productos como: petróleo crudo y sus derivados, butano, propano, gas licuado de petróleo, solventes, agua, etc.

Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización.

Los tanques cilíndricos verticales de fondo plano nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un coste bajo, con el único límite de que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.

Cuando es necesario almacenar sustancias para tenerlas disponibles en un futuro cercano, su almacenamiento se realiza según el estado de agregación de producto. (Tirenti).

- Para gases y líquidos a elevadas presiones se utilizan recipientes sometidos a presión.
- Para sólidos, se utilizan silos.
- Para líquidos con presiones bajas se utilizan tanques de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento son muy importantes en los procesos petroquímicos, ya que permiten definir la flexibilidad en las operaciones. Esto es, debido a su capacidad de almacenar producto permite realizar paradas de planta no programadas o almacenar producto fuera de especificación.

### 7.1.1 - DEFINICIONES GENERALES

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>284</b> de <b>615</b>

Se definen a continuación, algunos conceptos asociados al diseño y fabricación de tanques de almacenamiento, con la finalidad de facilitar su comprensión en el desarrollo del presente capítulo.

- **BOQUILLA**: Orificio practicado en un tanque para la entrada y/o salida de la instalación de un instrumento de medición, generalmente son bridas o roscadas.
- **BRIDA**: Accesorio para acoplamiento de tuberías, que facilita el armado y desarmado de las mismas.
- **CARGA HIDROSTÁTICA**: La presión ejercida por un líquido en reposo.
- **CARGA MUERTA**: La fuerza ejercida debida al peso propio de los elementos a considerar.
- **CARGA VIVA**: La fuerza ejercida por cuerpos externos, tales como: nieve, lluvia, viento, personas y/o objetos en tránsito, etc.
- **CÓDIGO**: Conjunto de mandatos dictados por una autoridad competente.
- **CORROSIÓN**: Desgaste no deseado, originado por la reacción química entre el fluido contenido y/o procesado y el material de construcción del equipo en contacto con el mismo.
- **EFICIENCIA DE JUNTAS SOLDADAS**: Valor numérico dado por el código o Estándar correspondiente (Grado de confiabilidad).
- **ESTÁNDAR**: Sugerencias para la fabricación y diseño, originadas por la experiencia.
- **NORMA**: Conjunto de reglas para el dimensionamiento y cálculo de accesorios.
- **PRESIÓN ATMOSFÉRICA**: Es la producida por el peso del aire y su valor depende de la altura del sitio indicado sobre el nivel del Mar.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>285</b> de <b>615</b>

- PRESIÓN DE DISEÑO: Es la presión manométrica considerada para efectuar los cálculos.
- PRESIÓN DE OPERACIÓN: Presión manométrica a la cual estará sometido el tanque en condiciones normales de trabajo.
- PRESIÓN DE PRUEBA: Valor de la presión manométrica que sirva para realizar la prueba hidrostática o neumática.
- RECIPIENTE: Depósito cerrado que aloja un fluido a una presión manométrica diferente a la atmosférica, ya sea positiva o negativa.
- TANQUE: Depósito diseñado para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión internas relativamente bajas. (Carhuancho, 2010).

## 7.2 - TIPOS DE TANQUES

De acuerdo a lo expresado en el Manual de diseño y cálculo de tanques de almacenamiento inglesa, los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización. Los tanques de almacenamiento se clasifican en:

- Cilíndricos Horizontales.
- Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

En la industria, los tanques más utilizados son los tanques cilíndricos verticales y de fondo plano. Debido a su gran uso y su bajo costo, sumado a la capacidad de almacenar volúmenes grandes, será el tipo de tanque utilizado en la construcción del TK-403 de nuestro proyecto.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>286</b> de <b>615</b>

Los primeros, en cambio, quedan restringidos a volúmenes pequeños, además de experimentar fallas en corte y flexión.

Cuando hablamos de almacenar un líquido, hay que tener en cuenta la presión a la que éste debe almacenarse. De esto surge una nueva clasificación de tanques.

A continuación, se detalla cuál es la función de cada tanque de almacenamiento, nombrando ventajas y desventajas de cada tipo:

**7.2.1 - TANQUE ATMOSFÉRICO:** Ha sido fabricado para operar a presiones desde la atmosférica hasta presiones de 1 psig (de 760 mm Hg hasta de 812 mm Hg) medidos en el tope del tanque, los tanques atmosféricos no podrán ser utilizados para el almacenamiento de líquidos a temperaturas iguales o mayores a su punto de ebullición. Los tanques atmosféricos deben ser usados para líquidos que tienen hasta una máxima presión de vapor de 0,914 kg/cm<sup>2</sup> abs (13 psia) a nivel del mar y por cada 300 metros de elevación la máxima presión de vapor deberá ser reducida en 0,035 kg/cm<sup>2</sup> abs (0,5 psia), entre los principales tanques atmosféricos están los de techo flotante y de techo fijo. A su vez este tipo de tanques se puede subdividir en:

- **TANQUE ATMOSFÉRICO DE TECHO FIJO:** Son los tanques que pueden tener techo auto soportado o por columnas, la superficie del techo que tiene la forma de un cono, el tanque opera con un espacio para los vapores, el cual cambia cuando varía el nivel de los líquidos.

Es utilizado generalmente para almacenar líquidos, posee ventilaciones en su techo el cual permite la emisión de vapores y que el interior se mantenga aproximadamente igual a la presión atmosférica, pero produciéndose pérdidas de respiración.

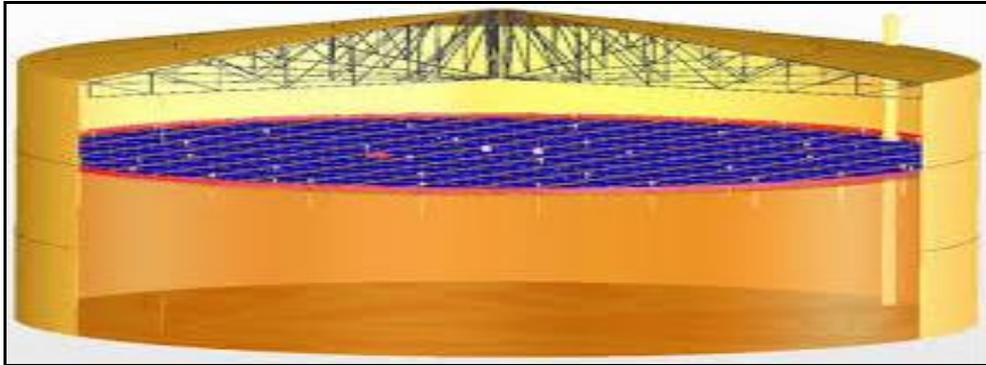
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>287</b> de <b>615</b>



*Ilustración 79 - Tanque atmosférico de techo fijo.*

- **TANQUE ATMOSFÉRICO DE TECHO FLOTANTE:** Estos tanques reducen las pérdidas por llenado y vaciado, lo cual se logra eliminando o manteniendo constante el espacio destinado a vapores, arriba del nivel del líquido. La pared y el techo están contruidos de acero y es semejante a los tanques ya mencionados. En estos tanques el techo flota sobre el líquido eliminándose el espacio para los vapores, los tanques de pontones anulares y el techo de doble capa, son algunas variantes de este tipo de tanques. El sello entre la pared y el techo móvil se logra por medio de zapatas que están presionadas contra la pared por medio de resortes o contrapesos con una membrana flexible atada entre la zapata y la cubierta del techo, cabe destacar que existen otros tipos de tanques de techo flotantes, pero son menos empleados en esta gran industria.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>288</b> de <b>615</b>



*Ilustración 80 - Tanque atmosférico de techo flotante.*

**7.2.2 - TANQUES A PRESIÓN:** Son utilizados para líquidos con presión de vapor mayor o igual a  $0,914 \text{ kg/cm}^2$  abs (13 psia) a nivel del mar, los principales tipos de tanques a presión son los recipientes cilíndricos y de esferas. Dentro de este tipo de tanques podemos encontrar:

- **Recipientes cilíndricos:** Se usan para almacenar cualquier gas licuado a su temperatura crítica y presión requerida, el montaje en posición horizontal se hace sobre dos o más apoyos y si es en posición vertical se hace sobre un fuste. Son considerados almacenamientos económicos con dimensiones de hasta 50 metros de diámetro y capacidades de agua de hasta  $800 \text{ m}^3$ .
- **Recipientes de esferas:** Son otra forma de almacenar líquidos similares. Un recipiente esférico está formado por gruesas paredes de acero, con 6 o más soportes o columnas. Se consideran económicas porque tienen una capacidad de agua a partir de los  $800 \text{ m}^3$ , igual que los cilíndricos.

**7.2.3 - TANQUES DE BAJA PRESIÓN:** Este almacenamiento está diseñado para mantener una presión interna mayor a  $0,035 \text{ kg/cm}^2$ , pero menos a  $1,055 \text{ kg/cm}^2$  medidos en la parte superior del tanque. Estos tanques de baja presión deben construirse de acuerdo a normas de diseño reconocidas, pueden construirse con el API 620.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>289</b> de <b>615</b>

**7.2.4 - TANQUES REFRIGERADOS:** Son utilizados para almacenar gases licuados en rangos del etileno al butano. Los recipientes a presión refrigerados se utilizan para almacenar gases a alta presión como GLN u otros gases criogénicos para los que el almacenamiento a presión, a temperatura ambiente, no es factible. Los límites máximos de estos recipientes son de 4,5 metros de diámetro. Los principales tipos de tanques de refrigeración son recipientes a presión, esferas a presión y tanques cilíndricos verticales. (Tipos de tanques de almacenamiento de Hidrocarburos, 2013).

Según su material de fabricación:

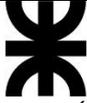
Los tanques construidos de diferentes materiales se basan en el costo del material, la facilidad de fabricación, la resistencia a la corrosión y la compatibilidad con el fluido almacenado.

**7.2.5 - TANQUES DE ACERO:** El acero es el material más común, por su facilidad de construcción, formas y soldadura, además de su bajo costo.

**7.2.6 - TANQUES EN FIBRAS DE VIDRIO:** Estos tanques tienen mayor resistencia a los químicos más que los otros tanques construidos en aluminio o acero. Sus técnicas de fabricación son más especializadas, debido a la alta resistencia al fuego. Son utilizados para almacenar líquidos inflamables o combustibles, agua, agua tratada químicamente, espumas anti - fuego, basuras, lubricantes y productos no inflamables y corrosivos.

**7.2.7 - TANQUE CONSTRUIDO EN CONCRETO:** Son utilizados en el tratamiento de agua y alcantarillado para larga duración, por su alto costo, no son muy empleados actualmente.

En nuestro proyecto, el tanque TK-403 será de tipo atmosférico de techo fijo (auto soportado) debido a que son los más utilizados en la industria y se conoce

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>290</b> de <b>615</b>

mucha información acerca del diseño y construcción de los mismos, siendo todo lo contrario para los tanques de techo flotante, para el cual los sistemas de flotación están patentados y el acceso a dicha información de diseño es muy restringido.

## 7.3 - PARTES DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Los tanques de almacenamiento están equipados con accesorios estandarizados para su normal funcionamiento. Poseen, además, equipos suplementarios para condiciones especiales. A continuación, se describe una lista de los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento:

7.3.1 - VÁLVULAS DE VENTEO: Estas permiten la salida del aire cuando el tanque comienza a llenarse cerrándose en el momento en que el fluido alcanza un determinado nivel. Si se produce una sobrepresión interior por evaporación debido a cambios de temperatura, se abren permitiendo que parte de la mezcla aire-vapor salga hasta alcanzar el equilibrio de presiones dentro y fuera del techo.

7.3.2 - SHELL MANHOLES: Permiten la entrada del hombre para la inspección o limpieza, debiendo permanecer cerradas en operación normal. Estas entradas no deben generar esfuerzos residuales considerables que, puedan afectar en la estructura del tanque. Los Shell Manholes se diseñan en base a la norma API 650 sección 3.7.5.

7.3.3 - DISCO CENTRAL Y COLUMNA CENTRAL: Sobre el disco se apoyan las correas, este se encuentra diseñado para soportar las cargas que generan las mismas. Mientras que la función de la columna central es soportar la carga muerta de los elementos más una carga uniforme (no menos a 1,2 KPa) en un área proyectada. Las columnas deben ser diseñadas en base a la norma API 650 sección 3.10.3.4.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>291</b> de <b>615</b>

**7.3.4 - BOCA DE SONDEO (MANHOLES DE TECHO):** Facilita el mantenimiento, la medición manual de nivel y temperatura, y la extracción de muestras.

**7.3.5 - BOCAS DE LIMPIEZA:** Son diseñadas a partir de la norma API 650 sección 3.3.7 permiten el ingreso de personal para la realización de tareas de mantenimiento en el interior de un tanque.

**7.3.6 - BASE DE HORMIGÓN:** Se construye un aro perimetral de hormigón sobre el que, se debe apoyar el tanque para evitar hundimiento en el terreno y corrosión de la chapa.

**7.3.7 - INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS:** Deben contar con sistemas que suministren espuma dentro del recipiente, y con un sistema que sea capaz de suministrar el caudal de agua mínimo que exige la ley.

**7.3.8 - SALIDAS DE FLUJO DE AGUA:** Son redes que permiten la evacuación de aguas y granizo ocasionalmente acumulados.

**7.3.9 - SHELL NOZZLES:** Estas aberturas permiten el ingreso o la salida del producto del tanque de almacenamiento son diseñadas en base a la norma API 650 sección 3.6.

**7.3.10 - DRENAJES:** Su construcción se debe a que, debe evacuarse de alguna manera el agua depositada sobre el techo de un tanque y evitar así, que se generen esfuerzos en el techo del mismo. Los sumideros pueden ser de tipo sifón, mangueras flexibles o hacia un drenaje abierto o cerrado.

**7.3.11 - TECHO:** El techo constituye una estructura de soporte que está diseñada para soportar una carga muerta más de una carga uniforme equivalente a 1,2 KPa en un área proyectada. Las láminas del techo tienen un espesor mínimo de 5 mm (3/16 in). El techo de un tanque está compuesto por un disco circular, cartelas, correas, láminas, los venteos, y el manhole de techo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>292</b> de <b>615</b>

**7.3.12 - COLUMNAS EXTERIORES:** Son diseñados a fuerza axial compresiva y el espesor de cualquier elemento estructural no debe ser menor a 6mm (0,250 in) incluyendo estos a vigas, columnas correas y refuerzos.

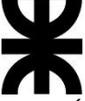
**7.3.13 - ANILLOS DE SOPORTE:** Son rigidizadores de la estructura del tanque, permiten que este conserve su forma en el transcurso del tiempo.

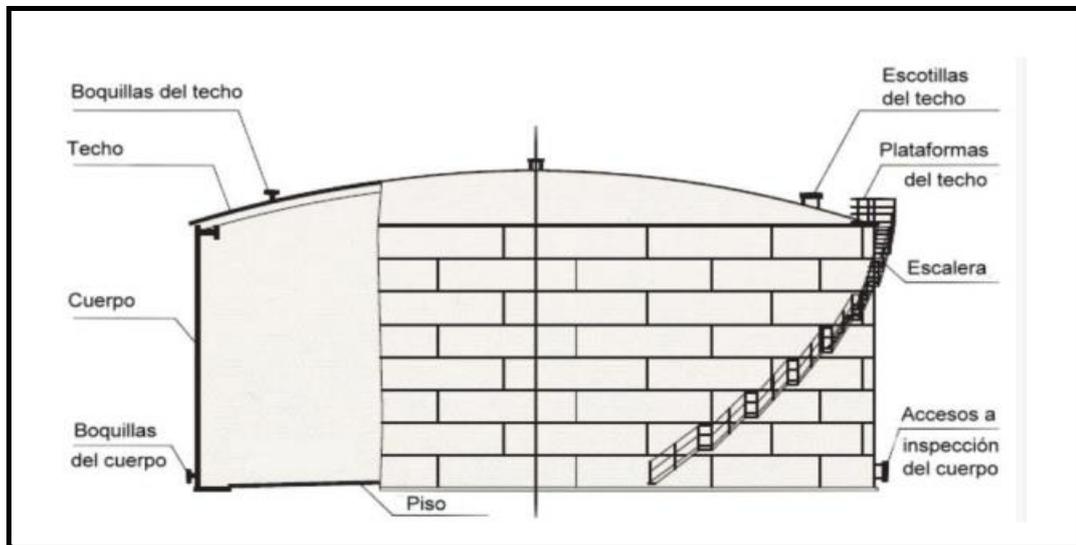
**7.3.14 - PANTALLAS DE SOPORTE Y REFUERZOS PARA EL VIENTO:** Son refuerzos del sistema, que se colocan para mantener la forma circular del tanque, los refuerzos para el viento deben ser ubicados en la parte externa y sobre el anillo superior del cuerpo del tanque, estos serán construidos por secciones estructurales o por diferentes combinaciones de soldaduras de placas. Las pantallas de soporte se usan generalmente como protección para la baranda a un lado al final de la sección.

**7.3.15 - PLATAFORMAS, PASADIZOS Y ESCALINATAS:** Permiten el acceso a la parte superior o techo del equipo para funciones de limpieza, mantenimiento o inspección.

**7.3.16 - OREJAS DE IZAJE:** Permiten el levantamiento o izaje del tanque para desplazamiento o para la inspección de mantenimiento de la base.

**7.3.17 - CARTELAS:** Son los elementos de conexión entre las correas exteriores de estructura y el cuerpo o pared del tanque, estas son placas diseñadas para soportar las cargas generadas por las correas.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>293</b> de <b>615</b>



*Ilustración 81 - Partes de un tanque de almacenamiento.*

## 7.4 - CÓDIGOS DE DISEÑO

Existen distintos códigos de diseño de tanques de almacenamiento. Antes de realizar cualquier proyecto, se deberá establecer el código de aplicación para el diseño del tanque. A continuación, se describen los códigos de diseño más habitualmente usados para recipientes de almacenamientos.

- API Standard 620 (1990): es aplicable a grandes tanques horizontales o verticales soldados en el campo, son aéreos que operan a presiones de vapor menores a 2.5 psig y a temperaturas no superiores a 93°C.
- API Standard 650 (1998): es aplicable a grandes tanques horizontales o verticales soldados en el campo, son aéreos que operan a presiones de vapor menores a 1.5 psig y a temperaturas no superiores a 121°C.
- API Specification 12D: es aplicable a tanques horizontales o verticales soldados en el campo para almacenaje de líquidos de producción y con capacidades estandarizadas entre 75 y 1500 m<sup>3</sup>.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>294</b> de <b>615</b>

- API Specification 12F: es aplicable a tanques horizontales o verticales soldados en taller para almacenaje de líquidos de producción y con capacidades estandarizadas entre 13.5 y 75 m<sup>3</sup>.
- API Standard 653 (1991): es aplicable a la inspección, reparación, alteración desmontaje y reconstrucción de tanques horizontales o verticales, basándose en las recomendaciones del STD API 650.
- ASME ANSI B96.1: Requerimientos similares a los del API 650, pero para tanques fabricados en aluminio.
- AWWA 1000: “American Water Works Association”, “Standard for Welded Steel Elevated Tanks, Stand Pipes and Reservoirs for Water Storage”. Esta normativa no establece ecuaciones particulares para determinar el diseño de los distintos componentes, por el contrario, establece requisitos generales asociados con cargas de diseño, esfuerzos admisibles, exámenes radiográficos, etc.

En E.E.U.U y en muchos otros países del mundo (incluido Argentina), el diseño y cálculo de los tanques de almacenamiento, se basa en la publicación que realiza A.P.I (American Petroleum Institute). API designa normas para tanques de almacenamiento a presión atmosférica “STANDARD A.P.I 650” y para tanques de almacenamiento sometidos a presiones internas cercanas a 1 kg/cm<sup>2</sup> “STANDARD A.P.I 620”.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>295</b> de <b>615</b>

	A.P.I 650			A.P.I 620			ANSI	AWWA
	Basico	Apend. A	Apend. F	Basico	Apend. R	Apend. Q	E96.1	
Presión interna máxima	Atm	Atm	0,17 kg/cm <sup>2</sup>	1 kg/cm <sup>2</sup>	1 kg/cm <sup>2</sup>	1 kg/cm <sup>2</sup>	Atm	Atm
Tmínima	NS	-29°C	NS	-45°C	-54°C	-167°C	-28,8°C	-48,3°C
Tmáxima	93,3°C	93,3°C	93,3°C	93,3°C	-40°C	93,3°C	204°C	RT
Espesor máximo del cuerpo	44,4 cm	12,7 cm	44,4 cm	NS	NS	NS	NS	50,8mm
Espesor máximo del cuerpo								
D<15,2m	4,76 mm			4,76 mm			4,76 mm	
15,2m<D<36,5m	6,35mm			6,35mm			6,35mm	
36,5m<D<60,9m	7,93mm			7,93mm			7,93mm	
D>60,9m	9,52mm			9,52mm				9,52mm
Espesor mínimo del techo	4,76mm			NS			4,76mm	4,76mm
Espesor máximo del techo	6,35mm + CA			NS			6,35mm	NS
D<10,6m	50,8mm x50,8mm x4,76mm			NS	63,5mm x63,5mm x6,35mm			NS
10,6m<D<18,2m	50,8mm x50,8mm x6,35mm			NS	63,5mm x63,5mm x7,93mm			NS
D>18,2m	76,2mm x76,2mm x9,52mm			NS	76,2mm x76,2mm x9,52mm			NS

*Tabla 66 - Códigos de diseño.*

NS = Sin especificación.

CA = Corrosión Permisible.

RT = Temperatura Ambiente.

- La temperatura puede ser elevada hasta 260°C cuando se cumplen ciertas especificaciones del material y requerimientos de diseño adicionales.
- Este espesor aplica para tanques con diámetros menores a 6,096 m.
- Este espesor aplica para tanques con diámetros entre 6,096 m y 36,57 m.
- El espesor mínimo de cualquier placa es 4,76 mm x corrosión.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>296</b> de <b>615</b>

- e) Para espesores mayores de 50,8 mm se deben cumplir algunos requerimientos especiales.
- f) Para techos cónicos, el espesor de placa puede ser calibre N°7.

#### 7.4.1 - MATERIALES A EMPLEAR EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Para el mejor diseño, cálculo y manufactura de tanques de almacenamiento, es importante seleccionar el material adecuado dentro de la variedad de aceros que existen en el mercado, por lo que a continuación se listan los materiales más utilizados junto con su aplicación.

- A-36 ACERO ESTRUCTURAL:

Sólo para espesores iguales o menores de 38mm. (1 ½ in). Este material es aceptable y usado en los perfiles, ya sean comerciales o ensamblados de los elementos estructurales del tanque.

- A-131 ACERO ESTRUCTURAL:

GRADO A para espesor menor o igual a 12,7 mm (1/2 in).

GRADO B para espesor menor o igual a 25,4 mm (1 in).

GRADO C para espesores iguales o menores a 38 mm (1 1/2 in).

GRADO EH36 para espesores iguales o menores a 44,5 mm (1 3/4 in).

- A-283 PLACAS DE ACERO AL CARBÓN CON MEDIO Y BAJO ESFUERZO A LA TENSIÓN:

GRADO C para espesores iguales o menores a 25 mm (1 in).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>297</b> de <b>615</b>

Este material es el más socorrido, porque se puede emplear tanto para perfiles estructurales como para la pared, techo, fondo y accesorios del tanque.

- A-285 PLACA DE ACERO AL CARBÓN CON MEDIO Y BAJO ESFUERZO A LA TENSIÓN:

GRADO C para espesores iguales o menores a 25,4 mm (1 in). Es el material recomendable para la construcción del tanque (cuerpo, fondo, techo y accesorios principales), el cual no es recomendable para elementos estructurales debido a que tiene un costo relativamente alto comparado con los anteriores.

- A-516 PLACA DE ACERO AL CARBÓN PARA TEMPERATURAS DE SERVICIO MODERADO.

GRADOS 55, 60, 65 y 70. Para espesores iguales o menores a 38mm. (1 1/2 in). Este material es de alta calidad y, consecuentemente, de un costo elevado, por lo que se recomienda su uso en que se requiera de un esfuerzo a la tensión alta, que justifique el costo.

- A-53 GRADOS A y B.

Para tubería en general.

- A-106 GRADOS A Y B.

Tubos de acero al carbón sin costura para servicios de alta temperatura. En el mercado nacional, es fácil la adquisición de cualquiera de estos dos materiales, por lo que puede usarse indistintamente, ya que ambos cumplen satisfactoriamente con los requerimientos exigidos por el estándar y la diferencia no es significativa en sus propiedades y costos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>298</b> de <b>615</b>

- A-105 FORJA DE ACERO AL CARBÓN PARA ACCESORIOS DE ACOPLAMIENTO DE TUBERÍAS.
- A-181 FORJA DE ACERO AL CARBÓN PARA USOS EN GENERAL.
- A-193 GRADO B7.

Material para tornillos sometidos a alta temperatura y de alta resistencia, menores a 64mm (2 1/2 in) de diámetro.

- A-194 GRADO 2H.

Material para tuercas a alta temperatura y de alta resistencia.

- A-307 GRADO B.

Material de tornillos y tuercas para usos generales.

	Agua	Petróleo y derivados	Material de minería	Gases y químicos	Alimentos
Acero	C	C	C	C	C
Aluminio	E	E	----	E	E
Plástico	C	----	E	----	C
Concreto	C	E	----	----	E

*Tabla 67 - Materiales de fabricación.*

Siendo:

Uso común: C

Uso especial: E

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 299 de 615

## 7.5 - DISEÑO DEL TK-403

### 7.5.1 - CONDICIONES AMBIENTALES Y DEL RECINTO

Parámetros		Datos
Elevación		541 m
Temperaturas Medias	Máxima	32°C
	Mínima	-1°C
Temperaturas Extremas	Máxima	43°C
	Mínima	-12°C
Precipitación media		25 mm
Precipitación extrema		230 mm
Vientos	Promedio	18 Km/h
	Ráfagas	130 Km/h
Humedad Relativa	Máxima	100%
	Mínima	45%
	Media	73%
Carga de nieve		2,3 KN/m <sup>2</sup>

*Tabla 68 - Condiciones de emplazamiento.*

Con respecto a la localización del tanque TK-403 (Tanque de almacenamiento de agua de proceso) este posee los siguientes datos:

TANQUE TK-403	
PARÁMETROS	DATOS
Diámetro (m)	8,92
Altura (m)	7,66
Volumen (m <sup>3</sup> )	350
Volumen del tanque + recinto (m <sup>3</sup> )	385
Área tanque (m <sup>2</sup> )	62,49
Área recinto (m <sup>2</sup> )	213,88
Área tanque + recinto (m <sup>2</sup> )	276,37
Largo del recinto (m)	16,62

*Tabla 69 - Datos geométricos del tanque.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>300</b> de <b>615</b>

### Datos operativos del tanque TK-403:

TANQUE TK-403	
PARÁMETROS	DATOS
Fluido a almacenar	Agua de proceso
Caudal volumétrico (l/min)	7,82
Caudal másico (kg/h)	464,13
Temperatura (°C)	25
Presión (bar)	1
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	989,21

*Tabla 70 - Datos operativos del tanque.*

Para completar un diseño preliminar del TK-403 se conocerán:

- Capacidad del tanque.
- Diámetro.
- Altura.
- Relación H/Di.
- Presión hidrostática en el tanque en condiciones normales.

### 7.5.2 - CÁLCULO DE CAPACIDAD

Para el cálculo de la capacidad del tanque se comienza por conocer el caudal de operación, el cual es:

$$Q = 7,82 \frac{l}{min} \times \frac{60min}{1h} \times \frac{1 m^3}{1000 l} = 0,4693 m^3/h.$$

Al multiplicar el caudal por el tiempo de operación en horas, se obtiene la capacidad del tanque de almacenamiento.

$$Q = 0,4693 \frac{m^3}{h} \times 720 h = 337,896 m^3 = 350 m^3.$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>301</b> de <b>615</b>

Se determina un máximo de llenado de 75% por razones de seguridad.

Se toma como referencia la expresión siguiente:

$$VD = VT \times 1,75$$

$$VD = 350 \text{ m}^3 \times 1,75 = 612,5 \text{ m}^3 = 650 \text{ m}^3.$$

### 7.5.3 - CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL TANQUE

Para calcular el diámetro del tanque se utiliza la siguiente expresión.

$$VD \times 0,75 = \pi \times r^2 \times h$$

Siendo:

r: Radio del tanque.

h: Altura del tanque.

La relación adoptada para la altura y el radio del tanque es:

$$h > 1,75 \times r$$

Reemplazando:

$$650 \times 0,75 = \pi \times 1,75 \times r^3$$

$$r = 4,46 \text{ m.}$$

El diámetro interno del tanque se calcula como:

$$Di = 2 \times r = 2 \times 4,46 \text{ m} = 8,92 \text{ m} = 9 \text{ m.}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>302</b> de <b>615</b>

#### 7.5.4 - CÁLCULO DE LA ALTURA

La altura de diseño del tanque se calcula como:

$$VD \times 0,75 = \pi \times \frac{D^2}{4} \times h$$

$$h = 7,66 \text{ m} = 8 \text{ m.}$$

#### 7.5.5 - RELACIÓN h/D

Llegado este punto estamos en condiciones de conocer la relación altura/diámetro del tanque, la cual queda igual a 0,858.

Las relaciones h/D inferior a 1 son mucho más estables que con los de relación mayor a 1 para tanques atmosféricos con el mismo volumen y condiciones de servicio.

La capacidad del tanque se comienza a medir a 0,5 m del fondo y a 0,5 m por debajo del final de la virola superior.

Por lo tanto, al considerar el metro extra la altura total del tanque resulta = 8,66 m = 9 m.

Se verifica el volumen del cilindro para seguridad de diseño:

$$Vc = \pi \times \frac{D^2}{4} \times h$$

$$Vc = \pi \times \frac{(9 \text{ m})^2}{4} \times 7,66 \text{ m}$$

$$Vc = 487,3 \text{ m.}$$

Siendo el porcentaje del volumen ocupado igual a:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>303</b> de <b>615</b>

$$\% \text{Vocupado} = \frac{V_c}{V_t} \times 100$$

$$\% \text{Vocupado} = \frac{487,3 \text{ m}^3}{650 \text{ m}^3} \times 100$$

$$\% \text{Vocupado} = 75 \%$$

Este resultado concuerda con el margen de seguridad previamente mencionado.

### 7.5.6 - CÁLCULO DE LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA

A continuación, se calcula la presión hidrostática, la cual es ejercida por la columna de fluido. Esta presión servirá para calcular la presión de diseño del tanque.

- CÁLCULO DE LA ALTURA DE FLUIDO

$$hL = \frac{VT}{\pi \times \left(\frac{Di}{2}\right)^2}$$

$$hL = \frac{350}{\pi \times \left(\frac{9}{2}\right)^2} = 5,50 \text{ m.}$$

Siendo la presión hidrostática igual a:

$$\Delta P = \rho \times g \times hL$$

$$\Delta P = 989,12 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 5,50 \text{ m}$$

$$\Delta P = 53313,568 \text{ Pa} = 0,526 \text{ atm.}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>304</b> de <b>615</b>

### 7.5.7 - CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE DISEÑO

La presión de diseño teórica será igual a la suma de la presión hidrostática  $\Delta P$ , la presión atmosférica  $P_{atm}$  y la presión de operación  $P_{op}$ .

$$P_{diseño} = \Delta P + P_{atm} + P_{op}.$$

$$P_{diseño} = 0,526 \text{ atm} + 1 \text{ atm} + 1$$

$$P_{diseño} = 2,526 \text{ atm}.$$

Dándole un sobredimensionamiento del 15% obtenemos la presión de diseño final:

$$P_d = P_{diseño} \times 1,15$$

$$P_d = 2,526 \times 1,15 = 2,90 \text{ atm}.$$

### 7.5.8 - CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE DISEÑO

El cálculo de la temperatura de diseño consiste en tomar un margen de seguridad de 20° C por sobre la temperatura de operación del líquido a almacenar.

$$T_d = T_{op} + 20^\circ C$$

$$T_d = 45^\circ C.$$

Se resume en la siguiente tabla, los datos obtenidos hasta este punto. A continuación, comienza un cálculo detallado de los complementos del tanque, tomando como base la norma A.P.I 650.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>305</b> de <b>615</b>

Tanque TK-403		
Detalles de diseño		
Parámetros	Simbología	Valor
Volumen	Vd	650
Diámetro interno	Di	9
Altura teórica	h	8
Altura real	H	7,66
Presión	Po	2,90
Temperatura	To	45

*Tabla 71 - Parámetros de diseño.*

## 7.6 - DISEÑO DETALLADO DEL TK-403

Para este apartado, se busca conocer datos más específicos que permitan realizar la construcción del tanque por completo. Este diseño se dará por concluido al conocer:

1. Espesor del tanque.
2. Espesor del techo.
3. Espesor del fondo.
4. Peso del tanque.
5. N° de paneles y su respectiva soldadura.
6. Cuerpo del tanque.
7. Techo del tanque.
8. Fondo del tanque.
9. Anillos rigidizadores.
10. Esfuerzos.
11. Accesorios (boquillas, plataformas, escaleras).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>306</b> de <b>615</b>

### 7.6.1 - CÁLCULO DE ESPESORES

Para el cálculo de los espesores del TK-403, se basa en la norma A.P.I 650. Esta norma indica según el diámetro nominal del tanque, los siguientes espesores:

		A.P.I 650		
		Básico	Apéndice A	Apéndice F
Espesor mínimo del cuerpo (mm)	D < 15,2 m	4,76 mm		
	15,2m < D < 36,5m	6,35 mm		
	36,5m < D < 60,9m	7,93 mm		
	D > 60,9m	9,52 mm		
Espesor del techo	Mínimo	4,76 mm		
	Máximo	6,35 mm + CA		

*Tabla 72 - Espesores de tanque según API 650.*

Nuestro TK-403 posee 9 m de diámetro, por lo tanto, los espesores serán de 4,76 mm para el cuerpo y un valor acotado entre 4,76 mm y 6,35 mm para el espesor del techo del tanque.

El cálculo del espesor del cuerpo se determina mediante la ecuación indicada a continuación.

$$T_d = \left( \frac{4,9 \times D \times (H - 0,3) \times G}{S_d \times E} \right) + CA$$

Siendo:

- Td = Espesores por condiciones de diseño (mm).
- D = Diámetro nominal (m).
- H = Altura de nivel del líquido de diseño (m), altura desde la parte baja del primer anillo considerando el perfil de coronamiento, o cualquier nivel indicado por el nivel usuario, restringido por techos flotantes internos o cálculo por acción del sismo.
- G = Densidad relativa del líquido a almacenar o del agua para cálculo por prueba hidrostática.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>307</b> de <b>615</b>

- $S_d$  = Esfuerzo permisible por condiciones de diseño (MPa).
- $E$  = Eficiencia de la junta (0,85 ó 0,70).
- $CA$  = Corrosión permisible (mm).

En los tanques de acero para almacenamiento hay dos alternativas en cuanto a la elección del material:

- Acero inoxidable.
- Acero al carbono con imprimación.

El empleo de acero inoxidable supone el ahorro de la imprimación, la posibilidad de no tener que vaciar el tanque para su inspección durante la vida útil del tanque y la no consideración de espesores de sobrecorrosión. Tres aspectos que inciden directamente en el coste de fabricación del tanque y explotación de la planta.

Por el contrario, el acero inoxidable requiere un mayor espesor de pared para soportar la misma presión y, lo que es más importante, su precio es sensiblemente más caro que el acero al carbono.

El empleo de acero al carbono con imprimación en el 100% de su superficie interior supone el tener que vaciar el tanque y acceder a su interior cada 10-12 años de operación.

La norma A.P.I 650 establece un material adecuado para la construcción del cuerpo del tanque y es el acero al carbono A-285 C. Este material cual cumple con las siguientes especificaciones ASME:

- Mínimo esfuerzo de fluencia ( $S_y$ ) de 205 MPa.
- Máximo esfuerzo de tensión ( $S_t$ ) de 380 MPa.
- Esfuerzo de diseño ( $S_d$ ) 137 MPa.
- Esfuerzo de prueba hidrostática ( $S_t$ ) de 154 MPa.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>308</b> de <b>615</b>

- Corrosión permisible para aceros es de 1,6 mm como máximo.

Se calcula a continuación la altura y la densidad relativa del fluido, para luego introducir estos datos en la expresión:

$$G = \frac{\rho_{AGUA DE PROCESO}}{\rho_{AGUA}}$$

$$G = \frac{989,21 \text{ Kg/m}^3}{997 \text{ Kg/m}^3} = 0,9922$$

$$H = \frac{Vt \times 4}{\pi \times D^2}$$

$$H = \frac{337,896 \text{ m}^3 \times 4}{\pi \times (9 \text{ m})^2} = 5,311 \text{ m}$$

Esta altura obtenida se reemplaza en la ecuación principal, obteniendo:

$$Td = \left( \frac{4,9 \times 9 \text{ m} \times (5,311 \text{ m} - 0,3) \times 0,9922}{137 \text{ MPa} \times 0,85} \right) + 1,6 \text{ mm}$$

$$Td = 3,483 \text{ mm}$$

Mientras que el espesor por prueba hidrostática es:

$$Tt = \left( \frac{4,9 \times D \times (H - 0,3)}{Sd \times E} \right)$$

Tt es el espesor por prueba hidrostática (mm) y St el esfuerzo permisible por condiciones de prueba hidrostática (MPa).

$$Tt = \left( \frac{4,9 \times 9 \text{ m} \times (5,311 - 0,3)}{154 \text{ MPa} \times E} \right)$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>309</b> de <b>615</b>

$$Tt = 1,68 \text{ mm}$$

Luego se comprueba este resultado con la presión de diseño. Esta presión, de 5,15 bares se comprueba con la siguiente expresión:

$$Tt = \left( \frac{4,9 \times D \times (H + 5,15) \times G}{Sd \times E} \right) + CA$$

$$Tt = \left( \frac{4,9 \times 9 \text{ m} \times (5,311 + 5,15) \times 0,9922}{137 \text{ MPa} \times 0,85} \right) + 1,6 \text{ mm}$$

$$Tt = 5,5307 \text{ mm}$$

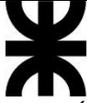
Al obtener tres resultados diferentes, se escoge el más desfavorable, es decir, el espesor mayor. El espesor elegido queda entonces de 5,5307 mm.

### 7.6.1.1 - CÁLCULO POR NIVEL DE CADA VIROLA

A continuación, se presenta la siguiente tabla, la cual indica el cálculo por nivel de cada virola, teniendo en cuenta que cada una de éstas presenta una altura de 2 metros.

Espesor de diseño de los anillos				
Anillo	Altura del anillo (m)	Altura sobre el nivel del suelo	Espesor calculado (mm)	Espesor comercial (mm)
1	2	8	4,493270537	6
2	2	6	3,741771696	6
3	2	4	2,990272855	6
4	2	2	2,238774015	6

Tabla 73 - Espesor de diseño de anillos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>310</b> de <b>615</b>

Espesor de anillos para prueba hidrostática				
Anillo	Altura del anillo (m)	Altura sobre el nivel del suelo	Espesor calculado (mm)	Espesor comercial (mm)
1	2	8	2,916015457	6
2	2	6	2,158608845	6
3	2	4	1,401202233	6
4	2	2	0,64379562	6

*Tabla 74 - Espesor de anillos para prueba hidrostática.*

Espesor de anillos para comprobación a presión externa				
Anillo	Altura del anillo (m)	Altura sobre el nivel del suelo	Espesor calculado (mm)	Espesor comercial (mm)
1	2	8	6,541104878	8
2	2	6	5,789606037	6
3	2	4	5,038107196	6
4	2	2	4,286608356	6

*Tabla 75 - Espesor de anillos por presión externa.*

### 7.6.1.2 - CÁLCULO DEL ESPESOR DEL TECHO

El techo elegido para nuestro TK-403 es el techo fijo cónico auto soportado.

Estos techos son diseñados para soportar una carga viva de por lo menos 1,76 kg/cm<sup>2</sup> (ó 25 lb/ft<sup>2</sup>), más la carga muerta ocasionado por el mismo, cuando se combinan con el espesor mínimo requerido (5mm).

Los techos cónicos auto soportados tendrán como máximo una pendiente de 37°, y como mínimo 9,5°, con respecto a la horizontal.

El espesor no deberá ser menor de 4,75 mm (3/16") y no mayor de 12,7 mm (1/2").

A continuación, se calculará el área mínima:

$$A_{\text{mín}} = 2 \times \pi \times r \times td4$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>311</b> de <b>615</b>

Siendo:

- A min= Área mínima requerida. (cm<sup>2</sup>).
- r = Radio del tanque (cm).
- td4 = espesor de la última virola (cm).

$$A_{\min} = 2 \times \pi \times 450 \text{ cm} \times 0,6 \text{ cm}$$

$$A_{\min} = 1696,46 \text{ cm}^2.$$

El área de la sección transversal para el perfil sobre el cual descansa un techo cónico auto soportado se determina por la siguiente ecuación:

$$A = \frac{D^2}{4320 \times \sin \theta}$$

Despejado desde la ecuación obtenemos el ángulo mínimo del techo:

$$\theta = \sin^{-1} \frac{D^2}{A \times 4320}$$

$$\theta = \sin^{-1} \frac{(900 \text{ cm})^2}{1696,46 \text{ cm}^2 \times 4320}$$

$$\theta = 9,066^\circ = 9^\circ.$$

Debido a las cargas generadas por las condiciones climáticas de la zona (nieve, lluvia, etc.) el ángulo seleccionado será de 38°.

Recordando que el espesor no deberá ser menor de 4,75 mm (3/16") y no mayor de 12,7 mm (1/2 "), se calcula mediante la siguiente expresión:

$$t_{\min} = \frac{D}{4800 \times \sin \theta}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>312</b> de <b>615</b>

$$t_{min} = \frac{9000 \text{ mm}}{4800 \times \text{sen } 38^\circ}$$

$$t_{min} = 6,3265 \text{ mm.}$$

Se cumple la condición dada por la norma. Debido al que es techo debe ser ligero se eligió un espesor del tanque de 8mm.

### 7.6.1.3 - CÁLCULO DEL ESPESOR DEL FONDO

El diseño del fondo de los tanques de almacenamiento depende de las siguientes consideraciones:

1. Los cimientos usados para soportar el tanque.
2. El método que se utilizará para desalojar el producto almacenado.
3. El grado de sedimentación de sólidos en suspensión.
4. La corrosión del fondo.
5. El tamaño del tanque.

El fondo que le permite una resistencia permisible de al menos 1,465 kg/cm<sup>2</sup> es el tanque de fondo plano.

El fondo tendrá que ser de un diámetro mayor que el diámetro exterior del tanque, por lo menos, 51 mm (2 pulg) más en el ancho del filete de soldadura de la unión entre cuerpo y el fondo. Las placas con las que se habilite el fondo deberán tener preferentemente un ancho de 1829 mm (72 pulg.) con una longitud comercial que el fabricante obtenga en el mercado, la cual pueda manejar sin problemas. El espesor de la placa utilizada para construir el fondo será de 6mm según la norma API 650.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>313</b> de <b>615</b>

La norma A.P.I 650 nos indica en el apéndice I que el material que constituye el fondo tiene otras características específicas respecto al material elegido en el techo y en el cuerpo.

El material utilizado para la construcción es el acero A285 GRADO C que contiene un contenido máximo de carbono de 0,28%.

El fondo debe estar en pendiente, para propiciar la salida de agua drenada por las tuberías de purga. Además, debe estar sobre una bancada de hormigón armado, y su base debe estar situada en un punto más alto que el suelo.

### 7.6.2 - CÁLCULO DEL PESO DEL TANQUE

Para el cálculo del peso del tanque se debe contemplar cada parte del tanque en específico y luego sumar estos datos. Es decir, calcular el peso del fondo, el techo y del cuerpo, y luego sumarlos, pero no se incluyen escaleras, plataformas, o instrumentos que puede contener el tanque una vez construido.

Como ya se ha descrito anteriormente, el material que se utiliza para la construcción del tanque es el acero A-285 g °C, que tiene una densidad de 7850 kg/m<sup>3</sup>. A continuación, se calcula el peso de cada parte del tanque.

- PESO DEL CUERPO DEL TANQUE:

El cálculo del peso del cuerpo del tanque se realiza calculando por separado el peso de cada virola, contemplando el espesor y volumen de cada una de ellas, luego sumando estos valores y obteniendo el valor final del peso del cuerpo.

La siguiente tabla representa el cálculo del peso del cuerpo del tanque.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>314</b> de <b>615</b>

Peso del cuerpo del tanque							
Anillo	Altura del anillo (m)	Longitud (m)	Espesor (mm)	Area (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
1	2	28,27	6	56,54	0,33924	7850	2663,034
2	2	28,27	6	56,54	0,33924	7850	2663,034
3	2	28,27	6	56,54	0,33924	7850	2663,034
4	2	28,27	6	56,54	0,33924	7850	2663,034
<b>VALORES TOTALES</b>				<b>226,16</b>	<b>1,35696</b>	<b>7850</b>	<b>10652,136</b>

*Tabla 76 - Peso del cuerpo del tanque.*

- PESO DEL TECHO DEL TANQUE:

Se realiza este cálculo teniendo en cuenta el tipo de techo a utilizar, es decir de tipo cónico auto soportado. Mediante la geometría del mismo, se obtienen valores como ángulo, radio, longitud de la generatriz.

Estos datos nos permiten calcular mediante geometría un volumen de techo, el cual, multiplicado por la densidad del material a construir, nos otorga el peso del mismo.

Peso del techo del tanque							
Angulo del cono (°)	Radio del tanque (m)	Longitud de la generatriz (m)	Espesor (mm)	Area (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
32	4,5	5,394	8	76,256	0,61	7850	4788,87

*Tabla 77 - Peso del techo del tanque.*

- PESO DEL FONDO DEL TANQUE:

El cálculo del fondo de tanque es similar al cálculo del techo, con la distinción de que éste no es cónico. Por lo tanto, la relación geométrica para obtener el peso, es más sencilla. Se presenta la siguiente tabla con los resultados obtenidos:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>315</b> de <b>615</b>

Peso del fondo del tanque					
Espesor (mm)	Radio del tanque (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
6	4,5	63,617	0,3817	7850	2996,36

*Tabla 78 - Peso del fondo del tanque.*

Realizando la sumatoria de los pesos previamente calculados obtenemos el peso total del tanque:

	Valor (Kg)
Peso del cuerpo	10652,136
Peso del techo	4788,87
Peso de fondo	2996,36
<b>Peso total del tanque</b>	<b>18437,6</b>

*Tabla 79 - Peso total del tanque.*

### 7.6.3 - NÚMERO DE PANELES Y SOLDADURA

Para calcular la cantidad de paneles necesarios para que el tanque sea construido y los metros de soldadura necesarios para los mismos se debe dividir al tanque en sus tres partes principales: techo, cuerpo y fondo.

- CUERPO DEL TANQUE:

Para calcular la cantidad de paneles a emplear para la construcción del cuerpo del tanque se debe tener en cuenta primeramente que, cada panel debe tener una longitud entre 6 y 8 m.

Con el objetivo de reducir costos de soldadura, se desea que los paneles sean de la mayor longitud posible, es decir, de 8 m de longitud.

El cálculo de la cantidad de paneles se obtiene de la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{2 \times \pi \times r}{8 \text{ m}}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>316</b> de <b>615</b>

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{2 \times \pi \times 4,5 \text{ m}}{8 \text{ m}}$$

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = 3,5343 \cong 4$$

Luego de obtener el número de paneles, se obtiene la longitud de los mismos. Se debe adaptar este resultado a la longitud comercial más cercana. Estas pueden ser: 6; 6,5; 7; 7,5 y 8 m.

$$\text{Longitud} = \frac{2 \times \pi \times r}{N^{\circ} \text{ de paneles}}$$

$$\text{Longitud} = \frac{2 \times \pi \times 4,5 \text{ m}}{4}$$

$$\text{Longitud} = 7,068 \text{ m} \cong 7,5 \text{ m}$$

La longitud final de cada panel es ligeramente inferior a la comercial estándar (7,5 m). Por lo tanto, este panel comercial será modificado a la longitud real al momento de ser montado en el tanque.

La siguiente tabla resume los resultados ya expuestos, junto con las dimensiones finales de cada panel.

Especificaciones de los paneles del cuerpo					
N° de paneles	N° de pisos	N° total de paneles	Longitud (m)	Altura (m)	Dimensiones del panel (m x m)
4	4	16	7,5	2	7,5 x 2

*Tabla 80 - Dimensiones de paneles para soldadura.*

Para determinar los metros de soldadura a emplear, se debe tener en cuenta la forma de los paneles y la cantidad de los mismos, como así también la cantidad de pisos de paneles.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>317</b> de <b>615</b>

Como los paneles a soldar superan los 10 mm de espesor, se requiere dos soldadores trabajando simultáneamente, uno a cada lado del panel, lo que nos permite que el cordón de soldadura sea lo más efectivo posible. Por tanto, se consideran estos casos como el doble de metros a soldar.

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos de metros de soldadura.

Soldadura del cuerpo	
Paneles por piso	4
Altura del panel (m)	2
N° de pisos	4
Total (m)	32
Longitud de la circunferencia (m)	28,27433388
N° de uniones	5
Total (m)	141,3716694
<b>Total del conjunto (m)</b>	<b>173,3716694</b>

*Tabla 81 - Metros totales de soldadura.*

- TECHO DEL TANQUE:

Para determinar la longitud de los paneles y los metros de soldadura correspondientes al techo del tanque, se debe tener en cuenta la forma del mismo, que es la de un trapecoide.

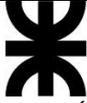
Se estima que serán utilizados 20 paneles para nuestro tanque. A continuación, se muestra el cálculo para determinar los metros de soldadura correspondientes.

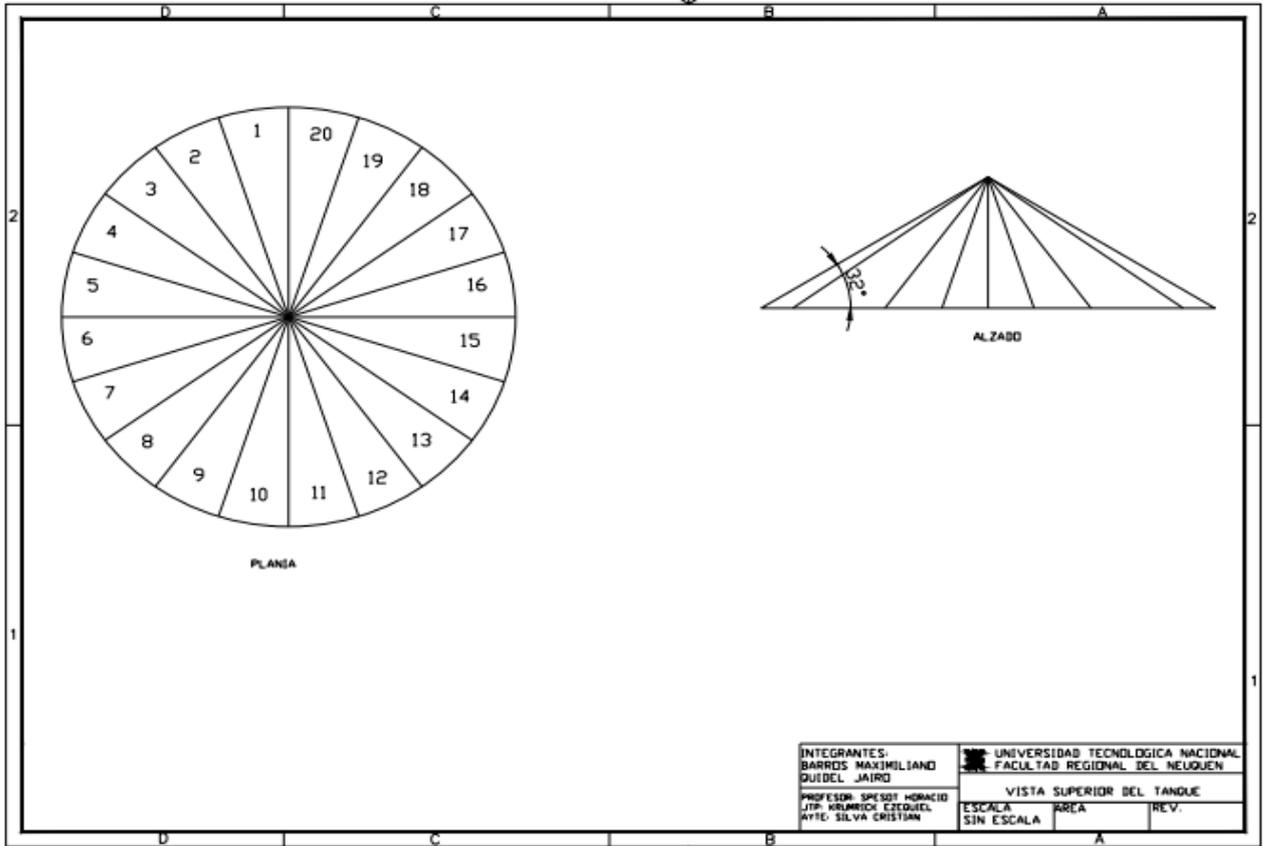
$$\text{Longitud de soldadura} = 20 \times r + 2 \times \pi$$

$$\text{Longitud de soldadura} = 20 \times 4,5 + 2 \times \pi$$

$$\text{Longitud de soldadura} = 96,283 \text{ m.}$$

La siguiente ilustración, detalla la vista superior del tanque, en el cual se observan la cantidad de paneles que conforman el techo cónico.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>318</b> de <b>615</b>



*Ilustración 82 - Vista superior del TK-403.*

- FONDO DEL TANQUE:

Para calcular los paneles necesarios para construir el fondo del tanque, se toman las mismas dimensiones de los paneles del cuerpo del tanque.

Como la forma de los paneles es rectangular y el fondo del tanque es circular, es de suponer que van a existir paneles completos, semicompletos e incompletos. Es por ello que en la siguiente figura se especifica el número de:

- Paneles completos, denominados con la letra "A".
- Paneles semicompletos con la letra "B".
- Paneles incompletos, con la letra "C".

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>319</b> de <b>615</b>

- Longitudes transversales y longitudinales para el cálculo de metros de soldadura.

Para poder realizar un recuento de los paneles se considera a los semicompletos como si se tratara de un panel completo, y para aquellos incompletos se toma como si se tratara de la mitad de un panel completo.

Para el cálculo de la longitud de soldadura para el fondo del tanque se debe hacer una división entre soldadura longitudinal y soldadura transversal, de acuerdo al número de paneles necesarios.

Cordones transversales		Cordones longitudinales	
Numero de cordón	Metros de soldadura	Numero de cordón	Metros de soldadura
1	16	1	8
2	14,2	2	10
3	12,2	3	8
4	7,8	4	6
5	16		
6	14,2		
7	12,2		
8	7,8		
		<b>Total</b>	32
		<b>Longitud total de la soldadura</b>	132,4
<b>Total</b>	100,4		

*Ilustración 83 - Cordones de soldadura.*

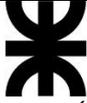
Finalmente se resumen los metros de soldadura totales para cada sector del tanque:

Longitud total de soldadura (m)	
Cuerpo	173,3716694
Techo	96,28318531
Fondo	132,4
<b>Total</b>	<b>402,054855</b>

*Tabla 82 - Longitud de soldadura.*

La siguiente ilustración, muestra la vista inferior del tanque, en el cual se observan los paneles completos e incompletos.



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>321</b> de <b>615</b>

Para determinar la altura máxima de separación entre anillos se usa la siguiente fórmula:

$$H1 = 9,47 \times t \times \sqrt{\left(\frac{t}{d}\right)^3} \times \left(\frac{V_{viento}}{160 \frac{km}{h}}\right)^2$$

Donde:

1. H<sub>1</sub>: La altura máxima en metros a la que debe colocarse el anillo rigidizador.
2. t: El espesor de la última virola.
3. V<sub>viento</sub>: La velocidad de viento de diseño, que se considera en 160 km/h.

$$H1 = 9,47 \times 6 \times \sqrt{\left(\frac{6}{9}\right)^3} \times \left(\frac{130}{160 \frac{km}{h}}\right)^2$$

$$H1 = 20,418 \text{ m.}$$

La altura transformada se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$W \text{ transformada} = W \times \sqrt{\left(\frac{t_{uniforme}}{t_{actual}}\right)^5}$$

Siendo:

1. W transformada: Altura transformada en cada virola.
2. t<sub>uniforme</sub>: Espesor mínimo de la virola del tanque.
3. t<sub>actual</sub>: espesor real de la virola.

Anillos rigidizadores por viento				
Virola	Altura real (m)	Espesor real (mm)	Espesor uniforme (mm)	Altura transformada (m)
1	2	8	6	0,97427858
2	2	6	6	2
3	2	6	6	2
4	2	6	6	2
Altura total transformada del tanque				6,97427858

Tabla 83 - Anillos rigidizadores externos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>322</b> de <b>615</b>

Como conclusión se puede observar que la altura transformada del tanque es menor que la máxima altura de envolvente sin rigidizar, por esta razón no se requiere la instalación de ningún anillo rigidizador intermedio.

### 7.6.5 - ESTRUCTURA EXTERNA DEL TK - 403

Las estructuras externas del tanque son estudiadas para examinar su aptitud y garantizar que tanto la forma de su diseño como los materiales utilizados son los apropiados.

Aparte del peso propio del tanque, los momentos, axiles y cortantes que pueden darse en el tanque y en la losa sobre la que se construirá, se deben tener en cuenta los esfuerzos que dependen de la ubicación de la estructura, como la carga del viento o la carga de nieve en condiciones invernales.

Por esta razón es importante conocer las condiciones climáticas de la zona, para anticiparse a una posible carga de nieve brusca, y que el tanque esté protegido de sobrecargas inoportunas.

Con respecto a la actividad sísmica de la zona, se considera que las cargas sísmicas no afectan de manera significativa a la estructura del tanque, ya que hay un bajo riesgo de dicha actividad. Por lo tanto, se calculan las cargas a las que está sometido el tanque según la norma API-650.

Entonces:

$$\text{Máxima carga de fondo} = g \times V_t \times \rho$$

Siendo:

1.  $V_t$ : Volumen de agua de proceso a almacenar ( $V_t = 350 \text{ m}^3$ ).
2.  $\rho$ : Densidad del agua de proceso ( $\rho = 989,12 \text{ kg/m}^3$ ).
3.  $g$ : Gravedad ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>323</b> de <b>615</b>

$$\text{Máxima carga de fondo} = 9,8 \frac{m}{s^2} \times 350 m^3 \times 989,12 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Máxima carga de fondo} = 3392,7 \text{ KN.}$$

Mientras que la carga periférica permanente debida al peso del techo y del cuerpo son:

$$\text{Carga periférica} = (\text{Peso del cuerpo} + \text{Peso del techo}) \times g$$

$$\text{Carga periférica} = (10652,1 \text{ kg} + 4789,08) \times 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{Carga periférica} = 151,324 \text{ KN.}$$

Para calcular el momento de vuelco por presión interior ( $M_{pi}$ ) consideraremos la presión interior igual a 2 KPa.

$$M_{pi} = P_i \times \left( \pi \times \frac{D}{2} \right)^2 \times \frac{D}{2} \times 1000$$

$$M_{pi} = 2 \text{ KPa} \times \left( \pi \times \frac{9m}{2} \right)^2 \times \frac{9m}{2} \times 1000$$

$$M_{pi} = 1,80 \text{ E} + 06 \text{ N. m}^2$$

A continuación, se calculará la presión horizontal generada por el viento ( $W_h$ ) y luego la presión vertical ( $W_v$ ), por último, con los datos obtenidos se determinará el momento de vuelco por viento ( $M_w$ ).

$$W_h = 0,86 \times \left( \frac{V_{viento}}{160 \text{ km/h}} \right)$$

$$W_h = 0,86 \times \left( \frac{130 \text{ km/h}}{160 \text{ km/h}} \right)$$

$$W_h = 0,70 \text{ KPa.}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>324</b> de <b>615</b>

$$Wv = 1,44 \times \left( \frac{130 \text{ km/h}}{160 \text{ km/h}} \right)$$

$$Wh = 1,17 \text{ KPa.}$$

$$Mw = Wv \times \left( \pi \times \frac{D}{2} \right)^2 \times \frac{D}{2} \times 1000 + Wh \times (D \times H) \times \frac{H}{2} \times 1000$$

$$Mw = 1,17 \text{ KPa} \times \left( \pi \times \frac{9\text{m}}{2} \right)^2 \times \frac{9\text{m}}{2} \times 1000 + 0,70 \text{ KPa} \times (9\text{m} \times 9\text{m}) \times \frac{9\text{m}}{2} \times 1000$$

$$Mw = 1,31 \text{ E} + 06 \text{ N.m}$$

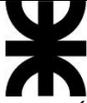
## 7.7 - ACCESORIOS

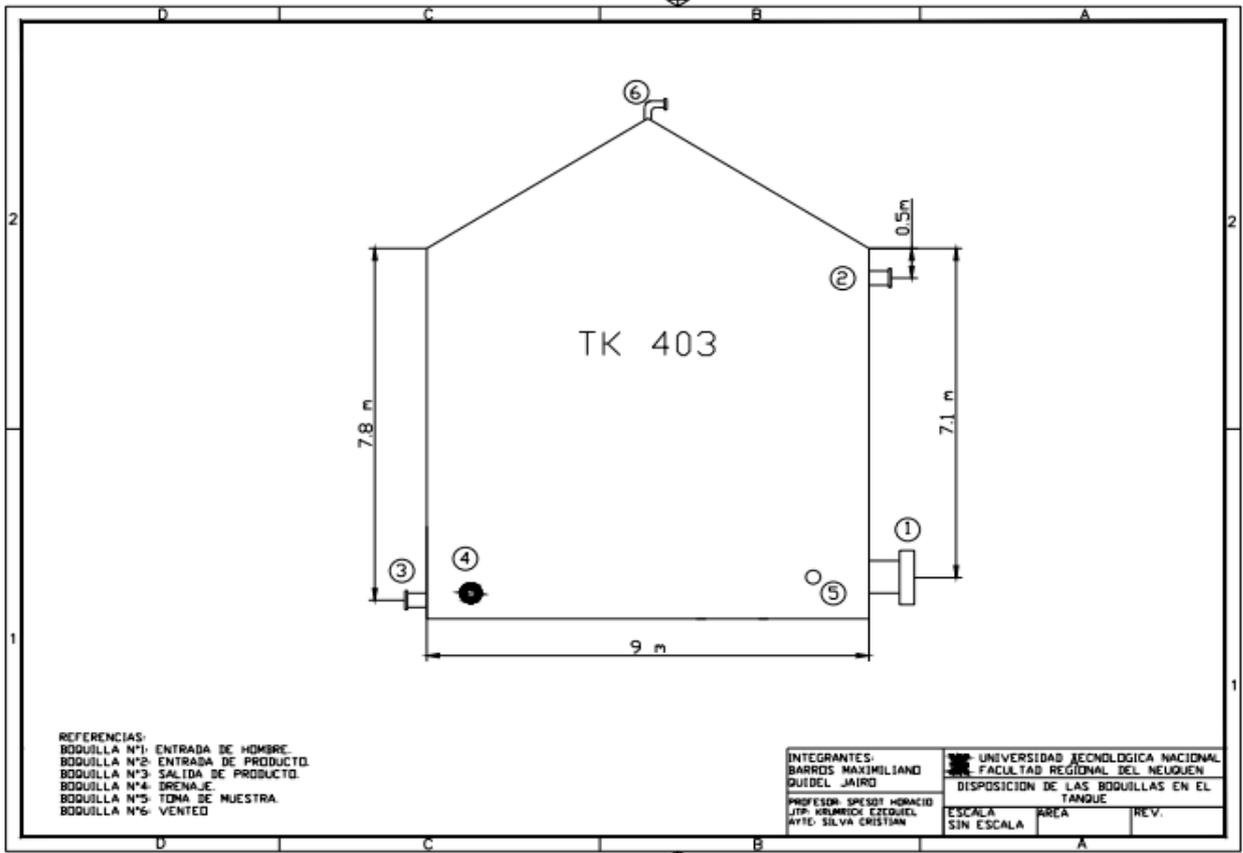
### 7.7.1 - BOQUILLAS

Todos los tanques de almacenamiento deberán estar provistos de accesorios e instrumentos, los cuales nos facilitan la operación de los mismos. La siguiente lista enumera los mínimos requeridos que deberán ser instalados en los tanques de almacenamiento.

1. Entrada de producto.
2. Salida de producto.
3. Drenaje.
4. Venteo.
5. Entrada para hombre (mantenimiento).

El siguiente diagrama muestra la disposición de cada una de las boquillas nombradas anteriormente en nuestro tanque.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>325</b> de <b>615</b>

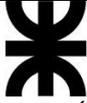


*Ilustración 85 - Boquillas.*

A continuación, se presenta una serie de tablas en las cuales se especifican cada una de las boquillas de los tanques de almacenamiento.

BOQUILLA N°1 ENTRADA DE HOMBRE	
Material SA-53.gbr	
Presión de diseño (psi)	74,65
Diámetro nominal (in)	30
Diámetro externo (in)	30
Diámetro interno (in)	20,38
Espesor (in)	0,626
Esfuerzo (in)	1500
Eficiencia de junta (in)	0,85

*Tabla 84 - Parámetros de Boquilla N°1.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 326 de 615

BOQUILLA N°1 ENTRADA DE HOMBRE				
Detalle		Símbolo	Valor	Valor nominal
Cuerpo	Espesor sin corrosión	$t_r$	0,0881331	
	Espesor con corrosión	$t_e$	0,2131331	0,236
	Espesor real	$t$	0,111	
Cuello	Espesor por presión interna	$t_m$	0,0851395	
	Espesor real	$t_n$	0,501	
Penetración del cuello de la boquilla en el tanque (in)		$h$	0,0275	
Altura límite que actúa como refuerzo (in)		$H$	0,2775	
Radio de la placa de refuerzo (in)		$W$	28,998	
Área (in <sup>2</sup> )	Del recipiente	$A$	2,5556847	
	De esfuerzo	$A_1$	0,663093	
		$A_2$	0,230803	
		$A_3$	0,02068	
		$A_4$	0,502002	
		$A_5$	1,1391067	
Diámetro de placa de refuerzo (in).		$D_P$	34,843578	

Tabla 85 - Boquilla N°1 Entrada de hombre.

BOQUILLA N°2 ENTRADA DE PRODUCTO	
Material SA-53.gbr	
Presión de diseño (psi)	30,43
Diámetro nominal (in)	4
Diámetro externo (in)	4,5
Diámetro interno (in)	4,026
Espesor (in)	0,237
Esfuerzo (in)	15000
Eficiencia de junta (in)	0,85

Tabla 86 - Parámetros de Boquilla N°2.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 327 de 615

BOQUILLA N°2 ENTRADA DE PRODUCTO				
Detalle		Símbolo	Valor	Valor nominal
Cuerpo	Espesor sin corrosión	$t_r$	0,0047802	
	Espesor con corrosión	$t_e$	0,0672802	
	Espesor real	$t$	0,1735	
Cuello	Espesor por presión interna	$t_m$	0,0049606	
	Espesor real	$t_n$	0,1745	
Penetración del cuello de la boquilla en el tanque (in)		$h$	0,31125	
Altura límite que actúa como refuerzo (in)		$H$	0,43375	
Radio de la placa de refuerzo (in)		$W$	2,3272	
Área (in <sup>2</sup> )	Del recipiente	$A$	0,7201985	
	De esfuerzo	$A_1$	0,36914	
		$A_2$	0,07368	
		$A_3$	0,06972	
		$A_4$	0,0609005	
		$A_5$	0,146758	
Diámetro de placa de refuerzo (in).		$D_P$	6,5067962	

Tabla 87 - Boquilla N°2 Entrada de producto.

BOQUILLA N°3 SALIDA DE PRODUCTO	
Material SA-53.gbr	
Presión de diseño (psi)	74,65
Diámetro nominal (in)	4
Diámetro externo (in)	4,5
Diámetro interno (in)	4,026
Espesor (in)	0,237
Esfuerzo (in)	15000
Eficiencia de junta (in)	0,85

Tabla 88 - Parámetros de Boquilla N°3.

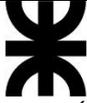
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>328</b> de <b>615</b>

BOQUILLA N°3 SALIDA DE PRODUCTO				
Detalle		Símbolo	Valor	Valor nominal
Cuerpo	Espesor sin corrosión	$t_r$	0,011751	
	Espesor con corrosión	$t_e$	0,136751	0,236
	Espesor real	$t$	0,111	
Cuello	Espesor por presión interna	$t_m$	0,012562	
	Espesor real	$t_n$	0,112	
Penetración del cuello de la boquilla en el tanque (in)		$h$	0,0275	
Altura límite que actúa como refuerzo (in)		$H$	0,2775	
Radio de la placa de refuerzo (in)		$W$	4,151	
Área (in <sup>2</sup> )	Del recipiente	$A$	0,474636	
	De esfuerzo	$A_1$	0,04427	
		$A_2$	0,05519	
		$A_3$	0,0002723	
		$A_4$	0,025088	
		$A_5$	0,347366	
Diámetro de placa de refuerzo (in).		$D_P$	6,92813	

Tabla 89 - Boquilla N°3 Salida de producto.

BOQUILLA N°4 DRENAJE	
Material SA-53.gbr	
Presión de diseño (psi)	74,65
Diámetro nominal (in)	3
Diámetro externo (in)	3,5
Diámetro interno (in)	3,06
Espesor (in)	0,22
Esfuerzo (in)	15000
Eficiencia de junta (in)	0,85

Tabla 90 - Parámetros de Boquilla N°4.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 329 de 615

BOQUILLA N°4 DRENAJE				
Detalle		Símbolo	Valor	Valor nominal
Cuerpo	Espesor sin corrosión	$t_r$	0,008813	
	Espesor con corrosión	$t_e$	0,071313	0,236
	Espesor real	$t$	0,1735	
Cuello	Espesor por presión interna	$t_m$	0,009357	
	Espesor real	$t_n$	0,1575	
Penetración del cuello de la boquilla en el tanque (in)		$h$	0,26875	
Altura límite que actúa como refuerzo (in)		$H$	0,43375	
Radio de la placa de refuerzo (in)		$W$	3,185	
Área (in <sup>2</sup> )	Del recipiente	$A$	0,552598	
	De esfuerzo	$A_1$	0,10902	
		$A_2$	0,11666	
		$A_3$	0,051063	
		$A_4$	0,049613	
		$A_5$	0,226243	
Diámetro de placa de refuerzo (in).		$D_p$	6,515014	

Tabla 91 - Boquilla N°4 Drenaje..

BOQUILLA N°5 TOMA DE MUESTRAS	
Material SA-53.gbr	
Presión de diseño (psi)	74,65
Diámetro nominal (in)	2
Diámetro externo (in)	3,37
Diámetro interno (in)	3,119
Espesor (in)	0,1255
Esfuerzo (in)	15000
Eficiencia de junta (in)	0,85

Tabla 92 - Parámetros de Boquilla N°5.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>330</b> de <b>615</b>

BOQUILLA N°5 TOMA DE MUESTRAS				
Detalle		Símbolo	Valor	Valor nominal
Cuerpo	Espesor sin corrosión	$t_r$	0,005876	
	Espesor con corrosión	$t_e$	0,068376	0,236
	Espesor real	$t$	0,1735	
Cuello	Espesor por presión interna	$t_m$	0,00953	
	Espesor real	$t_n$	0,063	
Penetración del cuello de la boquilla en el tanque (in)		$h$	0,0325	
Altura límite que actúa como refuerzo (in)		$H$	0,3935	
Radio de la placa de refuerzo (in)		$W$	3,244	
Área (in <sup>2</sup> )	Del recipiente	$A$	0,562834	
	De esfuerzo	$A_1$	0,07929	
		$A_2$	0,01684	
		$A_3$	0,0000325	
		$A_4$	0,007938	
		$A_5$	0,458734	
Diámetro de placa de refuerzo (in).		$D_P$	5,950997	

Tabla 93 - Boquilla N°5 Toma de muestras.

BOQUILLA N°6 VENTEO	
Material SA-53.gbr	
Presión de diseño (psi)	32,88
Diámetro nominal (in)	6
Diámetro externo (in)	6,63
Diámetro interno (in)	6,07
Espesor (in)	0,28
Esfuerzo (in)	15000
Eficiencia de junta (in)	0,85

Tabla 94 - Parámetros de Boquilla N°6.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>331</b> de <b>615</b>

BOQUILLA N°6 VENTEO				
Detalle		Símbolo	Valor	Valor nominal
Cuerpo	Espesor sin corrosión	$t_r$	0,007748	
	Espesor con corrosión	$t_e$	0,070248	0,236
	Espesor real	$t$	0,1735	
Cuello	Espesor por presión interna	$t_m$	0,008	
	Espesor real	$t_n$	0,2175	
Penetración del cuello de la boquilla en el tanque (in)		$h$	0,30875	
Altura límite que actúa como refuerzo (in)		$H$	0,43375	
Radio de la placa de refuerzo (in)		$W$	6,195	
Área (in <sup>2</sup> )	Del recipiente	$A$	1,074833	
	De esfuerzo	$A_1$	0,12962	
		$A_2$	0,18174	
		$A_3$	0,095712	
		$A_4$	0,094612	
		$A_5$	0,573148	
Diámetro de placa de refuerzo (in).		$D_P$	9,715944	

Tabla 95 - Boquilla N°6 Venteo.

### 7.7.2 - ESCALERAS Y PLATAFORMAS

Las escaleras, plataformas y barandales tienen la finalidad de situar al personal que así lo requiera en una zona del tanque que necesite de constante mantenimiento o supervisión, además de brindar protección y seguridad al personal. Los requerimientos especificados por la norma A.P.I 650 para estos accesorios son:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>332</b> de <b>615</b>

### 7.7.2.1 - PLATAFORMAS Y PASILLOS

1. Todos los componentes deberán ser metálicos.
2. El ancho mínimo del piso será de 610 mm (24 in).
3. Todo el piso deberá ser de material antideslizante.
4. La altura del barandal a partir del piso será de 1067 mm (42 in).
5. La altura mínima del rodapié será de 76 mm (3 in).
6. El máximo espacio entre el suelo y la parte inferior del espesor de la placa del pasillo será de 6,35mm (1/4 in).
7. La altura del barandal central será aproximadamente la mitad de la distancia desde lo alto del pasillo a la parte superior del barandal.
8. La distancia máxima entre los postes del barandal deberá ser de 1168mm (46 in).
9. La estructura completa tendrá que ser capaz de soportar una carga viva concentrada de 354 kg, aplicada en cualquier dirección y en cualquier punto del barandal.
10. Los pasamanos estarán en ambos lados de la plataforma, y estarán interrumpidos donde sea necesario para un acceso.
11. Cualquier espacio mayor de 152 mm (6 in), entre el tanque y la plataforma deberá tener piso.
12. Los corredores de los tanques que se extienden de un lado al otro del suelo o a otra estructura deberán estar soportados de tal manera que tenga un movimiento relativo libre de las estructuras unidas por los corredores; ésta puede estar acompañada por una firme atadura del corredor a los tanques, además del uso de una junta corrediza o de dilatación en el puente de contacto entre el corredor y el otro tanque (este

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>333</b> de <b>615</b>

método permite que en caso de que un tanque sufra una ruptura o algún movimiento brusco, el otro no resulte dañado).

### 7.7.2.2 - ESCALERAS

Como sucede con las plataformas, la norma A.P.I 650 nos indica requerimientos mínimos en la colocación de escaleras. A continuación, se listan los siguientes:

1. Todas las partes de la escalera serán metálicas.
2. El ancho mínimo de las escaleras será de 610mm (24 in).
3. El ángulo máximo entre las escaleras y una línea horizontal será de 50°.
4. El ancho mínimo de los peldaños será de 203 mm (8 in). La elevación será uniforme a todo lo largo de la escalera.
5. Los peldaños deberán estar hechos de rejilla o material antiderrapante.
6. La parte superior de la reja deberá estar unida al pasamanos de la plataforma sin margen y la altura, medida verticalmente desde el nivel del peldaño hasta el borde del mismo de 762 a 864 mm (30 in a 34 in).
7. La distancia máxima entre los postes de la rejilla medidos a lo largo de la elevación de 2,438mm (96 in).
8. La estructura completa será capaz de soportar una carga viva concentrada de 453 kg, y la estructura del pasamanos deberá ser capaz de soportar una carga de 90 kg, aplicada en cualquier dirección y punto del barandal.
9. Los pasamanos deberán estar colocados en ambos lados de las escaleras rectas, estos serán colocados también en ambos lados de

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>334</b> de <b>615</b>

las escaleras circulares cuando el claro entre cuerpo-tanque y los largueros de la escalera excedan 203mm (8 in).

10. Las escaleras circunferenciales estarán completamente soportadas en el cuerpo del tanque y los finales de los largueros apoyados en el piso.

### 7.7.3 - PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA EN TK-403

Para asegurar el correcto funcionamiento del tanque durante todo su período de vida es imprescindible asegurar la calidad de las soldaduras, la cual depende de:

1. Materiales a soldar.
2. Procedimiento de soldadura a emplear.
3. Postura.
4. Soldador.

Para esto se requiere la homologación del soldador y de un procedimiento que refleje los tres primeros puntos antes mencionados. Es adecuado considerar un procedimiento de soldadura que permita evitar las deformaciones que se presentan, recomendando que la secuencia de soldado se inicie en el centro del tanque y avance hacia la periferia del fondo, soldando juntas longitudinales y, a continuación, las placas del anillo anular, dejando pendientes las soldaduras transversales del fondo, las cuales serán terminadas cuando se haya avanzado en las soldaduras del primer anillo del casco.

Otros aspectos como material de aporte, espesor de pasada, velocidad de soldadura, también deben estar especificados. Con el control de todos estos parámetros se asegura que la calidad de la soldadura es la adecuada y que los requisitos de resistencia mecánica y ductilidad de la propia soldadura y de la

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>335</b> de <b>615</b>

zona térmicamente afectada del material base son similares al resto de las virolas.

A pesar de tomar todos los recaudos anteriormente nombrados, es aconsejable realizar una verificación del estado de la soldadura, para ellos se utilizarán varias formas de inspección. Entre ellas están el radiografiado, la prueba de líquidos penetrantes y, en ocasiones, el ultrasonido. La prueba más comúnmente utilizada es la de radiografiado, la cual puede ser total o por puntos. También es necesario realizar pruebas de dureza en las soldaduras horizontales y verticales que se efectúan durante la construcción del tanque, y muy especialmente, en las soldaduras reparadas, así como también en las zonas cercanas a estos cordones.

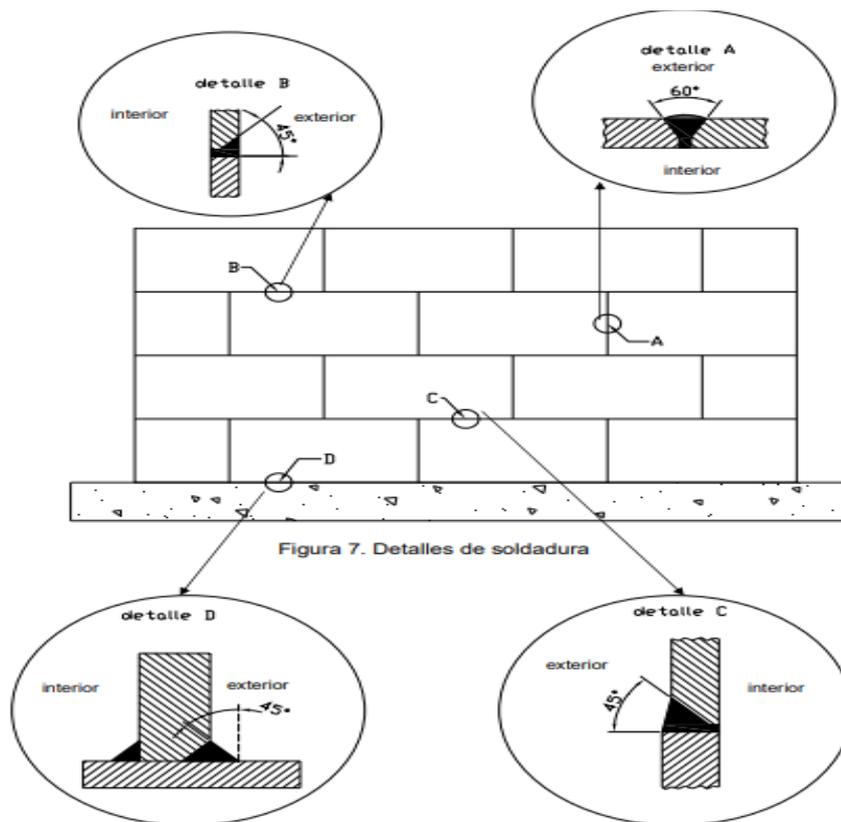
En nuestro caso se procederá del siguiente modo:

1. A medida que se van realizando las soldaduras se inspecciona la superficie visualmente y con líquidos penetrantes. Al ser de acero al carbono es posible emplear el método de las partículas magnéticas, lo que permite la reparación rápida de los defectos detectados.
2. Inspección con radiografía de zonas locales (spots) de las soldaduras del tanque. Se seleccionan zonas por espesor, posición de soldadura (vertical, horizontal, techo, fondo, esquinas) por procedimiento de soldadura si hubiera varios. En caso de detectar defectos inadmisibles se ampliará el campo de inspección.
3. Inspección por ultrasonidos. Todas las soldaduras que están en la barrera de presión del tanque se inspeccionan por ultrasonidos. Para realizar esta inspección, es necesario acotar la zona de trabajo y evacuar al personal de los alrededores, lo cual puede no ser beneficioso con otras labores de montaje en el mismo tanque.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>336</b> de <b>615</b>

Una vez terminadas las reparaciones necesarias (consecuencia de las inspecciones) se debe volver a inspeccionar por el mismo método.

En la siguiente figura se muestran los distintos tipos de soldadura entre virolas.



**Ilustración 86 - Detalles de soldadura.**

La soldadura entre virolas del mismo nivel se representa en el detalle A, en el detalle B, se muestra la soldadura entre virolas del mismo espesor colocadas en niveles distintos, la soldadura entre virolas de diferente espesor se representa en el detalle C y en el detalle D se muestra la soldadura entre la virola y el fondo.

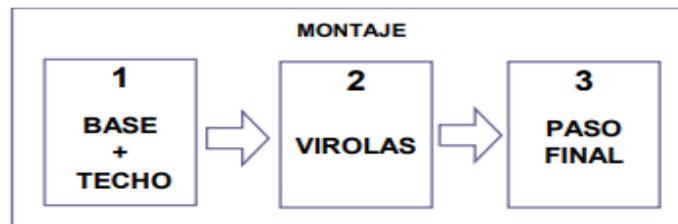
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>337</b> de <b>615</b>

## 7.7.4 - MONTAJE Y PRUEBA

### 7.7.4.1 - PROCEDIMIENTO DE MONTAJE

Antes de construir el tanque, lo primero que debe realizarse es una losa de hormigón sobre la que se soporta. Paralelamente, se empieza a construir el fondo y el techo del tanque de manera independiente.

En la siguiente figura se realiza un esquema de los pasos a seguir en el montaje de un tanque de almacenamiento.



*Ilustración 87 - Esquema de montaje.*

Una vez terminada la construcción del techo y del fondo, se procederá de la siguiente manera:

1. El fondo se ancla a la losa de hormigón.
2. Se suelda la virola superior al techo.
3. Se iza el conjunto hasta dejar sitio para introducir la siguiente virola.
4. Se suelda la siguiente virola a la ya soldada y se continúa el proceso hasta la virola inferior. Es necesario disponer de medios (gatos hidráulicos) para poder elevar el tanque durante el proceso de unión de virolas.
5. Se suelda la virola inferior al suelo.

Con este procedimiento de montaje se asegura que todas las soldaduras de las virolas se hacen desde el suelo, no siendo necesario la instalación de andamios alrededor del tanque.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>338</b> de <b>615</b>

Cabe mencionar que el tanque tiene conexiones con tuberías, y es necesario hacer vaciados a muchas virolas. Este procedimiento se realiza en obra para casi todas las conexiones. Sin embargo, en la unión con tuberías de impulsión o de entrada de agua estos vaciados pueden ser realizados en taller con características especiales, como por ejemplo un grosor más elevado, o incluso con un tratamiento del material específico.

La soldadura de las tuberías al tanque se debe realizar con los mismos requisitos de homologación de soldadores y procesos y de procedimientos de inspección.

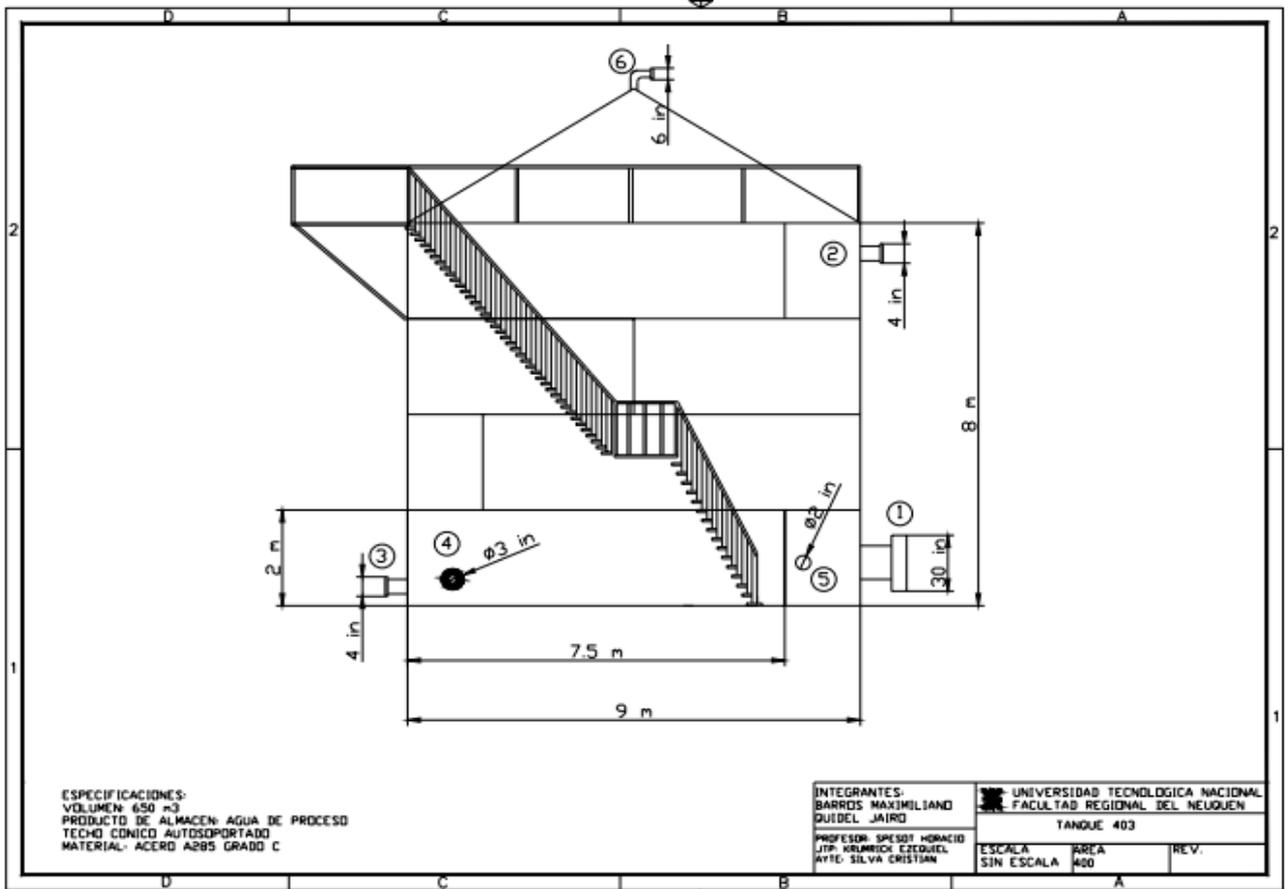
#### 7.7.4.2 - PRUEBA DEL TK-403

Una vez finalizado el tanque y realizadas las inspecciones de las soldaduras, se procede a la prueba de fugas. Para ello se llena el tanque hasta la máxima altura prevista en diseño y se observa su comportamiento. Se inspecciona la superficie exterior para detectar posibles fugas o deformaciones locales y se observa el nivel para comprobar que no hay escapes por el fondo hacia la losa de hormigón.

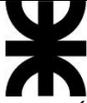
Si de la prueba se concluyera que es necesario reparar alguna soldadura, se vaciará el tanque hasta unos 300mm por debajo de la soldadura y se procederá a la reparación y posterior inspección. A continuación, se debe repetir la prueba hasta observar que el defecto se ha subsanado.

La siguiente ilustración, detalla el esquema final de nuestro TK-403.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>339</b> de <b>615</b>

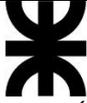


*Ilustración 88 - Esquema final del TK-403.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>340</b> de <b>615</b>

## 7.8 - BIBLIOGRAFÍA

- API STANDARD 2000. (2009). *Venting Atmospheric and Low Pressure Storage Tanks. 6 Edition.*
- API STANDARD 650, (2003). *Welded Steel Tanks for Oil Storage 10 Edition.*
- Carhuancho, R. (15 de Septiembre de 2010). *Cálculo y Diseño de tanques de Almacenamiento de Petróleo según la norma API 650.* Obtenido de <https://es.slideshare.net/christiancobo5/calculo-y-diseno-de-tanques>.
- Castillo, X. (2007). *Definición de estándares operativos para tanque.* Bucaramanga.
- Estrada Leon, J. M. (2001). *Diseño y Cálculo de Recipientes a Presión.* México D.F.
- Rea, M. M. (2014). *Análisis descriptivo del proceso de fiscalización y transferencia de custodia de crudo de la entidad de control, entre los puntos del terminal marítimo de Balao a Refinería Esmeraldas.* Obtenido de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/61111/1/56195\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/61111/1/56195_1.pdf)
- *Tipos de tanques de almacenamiento de Hidrocarburos.* (26 de Enero de 2013). Obtenido de <http://www.ingenieriadepetroleo.com/tipo-tanques-de-petroleo/>
- Tirenti, J. (s.f.). *API 650 - TANQUES DE ALMACENAMIENTO, PARTE I: Código, Materiales, Diseño, Pared, Fondo, Placa Anular.* Obtenido de <https://arvengtraining.com/wp-content/uploads/2016/02/STI-NOTAS-DE-ESTUDIO-PRUEBA-1.pdf>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>341</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO VIII - INGENIERÍA DE DETALLE – INTERCAMBIADOR DE CALOR E-101.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>342</b> de <b>615</b>

## 8.1 - INGENIERÍA DE DETALLE

La ingeniería de detalle se basa en el diseño detallado de los equipos que forman parte del proceso del proyecto en cuestión. Integran la ingeniería de detalle: planos, planillas, croquis, memorias de cálculo, especificaciones técnicas, en forma tal que permitan realizar al contratista los trabajos indicados.

### 8.1.1 - INTERCAMBIADORES DE CALOR

Un intercambiador de calor es un equipo diseñado para transferir calor entre dos fluidos, o entre la superficie de un sólido y un fluido en movimiento, es decir que dicha transferencia de calor se lleva a cabo por convección y conducción. Son elementos fundamentales en los sistemas de calefacción, refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico.

Los intercambiadores de calor utilizados en el proceso son de tubo y coraza, este tipo de intercambiadores son de contacto indirecto y son los más utilizados en la industria ya que permiten disponer de grandes áreas de intercambio en un espacio reducido. Están conformados por un haz de tubos a través del cual se conduce uno de los fluidos y una coraza (también llamada envolvente) por la cual circula el fluido restante, en ambos extremos cuenta con cabezales (anterior y posterior) que actúan como colectores y distribuidores del flujo que circula por los tubos. A lo largo de la coraza se colocan deflectores o baffles, cuya función es orientar el movimiento del fluido en la dirección perpendicular al eje de los tubos originando turbulencia y aumento de los coeficientes de transferencia.

Están destinados a ser los equipos donde se realizan intercambios de calor ya sea, con vapor de agua a baja presión, agua de enfriamiento o una corriente de proceso de retorno.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>343</b> de <b>615</b>

### 8.1.2 - CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR

Los intercambiadores de calor son equipos empleados ampliamente en la industria química, precisamente en procesos para que las corrientes alcancen la temperatura deseada y para conseguir el máximo ahorro de energía posible.

La eficiencia óptima de un intercambiador de calor requiere, de una buena metodología para el diseño y una apropiada selección de los materiales para su construcción. Para esto, es necesario conocer las condiciones de operación del equipo, la corrosión, y el ensuciamiento que pueden ocasionar los fluidos de trabajo, así como también las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales y el costo.

### 8.1.3 - ELECCIÓN DEL TIPO DE INTERCAMBIADOR

Se deben tener en cuenta los siguientes factores para la elección del tipo adecuado de intercambiador:

- Temperatura de trabajo y estado de agregación de los fluidos.
- Presiones de las corrientes y pérdidas de presión admisibles.
- Caudales de los fluidos.
- Posibilidades de ensuciamiento del aparato.
- Acción corrosiva de los fluidos.
- Espacio disponible para la instalación.
- Factor económico.

Si la presión de operación está por debajo de los 30 bar y la temperatura de operación por debajo de los 200 °C, los intercambiadores de placa deben tenerse en consideración. A altas temperaturas y presiones, la elección debe estar entre uno de tubo y coraza, de placa no empacadas y de doble tubo. El de doble tubo es competitivo para aplicaciones que involucran pequeñas capacidades de transferencia de calor y altas presiones.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>344</b> de <b>615</b>

Si la presión de operación está por debajo de los 30 bar y la temperatura de operación por debajo de los 200°C, los intercambiadores de placa deben tenerse en consideración. A altas temperaturas y presiones, la elección debe estar entre uno de tubo y coraza, de placa no empacadas y de doble tubo. El de doble tubo competitivo para aplicaciones que involucran pequeñas capacidades de transferencia de calor y altas presiones.

#### 8.1.4 - INTERCAMBIADORES DE CALOR DE DOBLE TUBO

Consta de dos juegos de tubos concéntricos, dos “T” conectadas, un cabezal de retorno y un codo en U, la tubería interior se sujeta mediante estoperos (retén de válvula, sellador, que evita la fuga del fluido hacia el exterior) y el fluido ingresa mediante una conexión roscada localizada en la parte exterior del intercambiador.

Las T tienen boquillas o conexiones roscadas que permiten la entrada y salida del fluido del ánulo que cruza de una sección a otra a través del cabezal de retorno. La tubería interior se conecta mediante una conexión en U (generalmente expuesta), la cual no proporciona superficie de transferencia de calor. Cuando se arregla en dos pasos, la unidad se llama horquilla.

Este tipo de intercambiador se ensambla en longitudes efectivas de 12, 15 o 20 pies, donde la longitud efectiva es la distancia en cada rama sobre la que ocurre la transferencia de calor y excluye la prolongación del tubo interior después de la sección de intercambio.

Las ventajas de usar estos equipos es que son fáciles de desmontar y cuando operan en contracorriente se obtienen altos rendimientos.

La principal desventaja en intercambiadores de doble tubo es la pequeña superficie de transferencia e calor contenida en una horquilla simple Además, presentan riesgos de fugas en los empalmes, cuando las horquillas se emplean en longitudes mayores de 20 pies correspondientes a 40 pies lineales efectivos

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>345</b> de <b>615</b>

o más de doble tubo, el tubo interior se vence tocando el tubo exterior y es por ello que se produciría una mala distribución del fluido en el ánulo.

La utilización de estos intercambiadores está limitada a pequeños caudales.

### 8.1.5 - INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CARCASA

Estos equipos son los más utilizados en la industria química debido a su gran facilidad de limpieza y mantenimiento, poseen gran superficie de transferencia, proporcionan flujos de calor elevados en relación a su peso y volumen y están diseñados para cumplir con cualquier aplicación.

El intercambiador de tubo y carcasa consta de un tubo de gran diámetro conocido como coraza o carcasa que contiene un arreglo de tubos paralelo al eje longitudinal de la coraza, la cual está cerrada en sus extremos por placas porta tubos (placas tubulares). La unión entre placa y tubos debe ser hermética para impedir el paso del fluido; a su vez, la placa esta abulonada a los cabezales que actúan como colectores y distribuidores del fluido que circula por los tubos. Los tubos atraviesan una serie de láminas denominadas deflectores (baffles) que, al ser distribuidos a lo largo de toda la carcasa, sirven para soportar los tubos y dirigir el flujo que circula por la misma de forma tal, que la dirección del fluido sea siempre perpendicular a los tubos. El fluido que va dentro de éstos, es dirigido por unos ductos especiales conocidos como cabezales o canales.

El fluido que circula por los tubos, ingresa al equipo por uno de los cabezales y penetra dentro de los tubos recorriendo toda la longitud de los mismos para aparecer en el extremo opuesto por donde se lo extrae. El otro fluido ingresa a la carcasa por una de sus bocas de conexión y llena el espacio que rodea a los tubos, desplazándose hacia la boca de salida por donde se lo extrae. Así ambos fluidos están separados por la superficie de los tubos que constituye el área de transferencia del equipo.

Hay dos tipos básicos de intercambiadores de tubo y coraza:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>346</b> de <b>615</b>

- Tipo fijo o tubo estacionarios, que tienen los dos extremos de los tubos fijos a la carcasa. En este, se requiere de una junta de dilatación debido a la expansión diferencial que sufren los materiales que conforman el equipo.
- El que tiene un solo extremo de los tubos sujeto a la coraza. En este caso los problemas originados por la expansión diferencial se pueden eliminar empleando un cabezal de tubos flotantes que se mueve libremente dentro de la coraza o empleando tubos en forma de U en el extremo que no está sujeto.

#### 8.1.6 - INTERCAMBIADORES DE CALOR DE PLACAS

El diseño de este tipo de intercambiadores está basado en sustituir las superficies tubulares por superficies planas con ciertas rugosidades.

Estos equipos presentan las siguientes ventajas:

- Tienen mayor tasa de transferencia de calor.
- Producen menos ensuciamiento.
- Son más fáciles de limpiar.
- Son de fácil mantenimiento.
- Ocupan menos espacios.

También tienen sus desventajas:

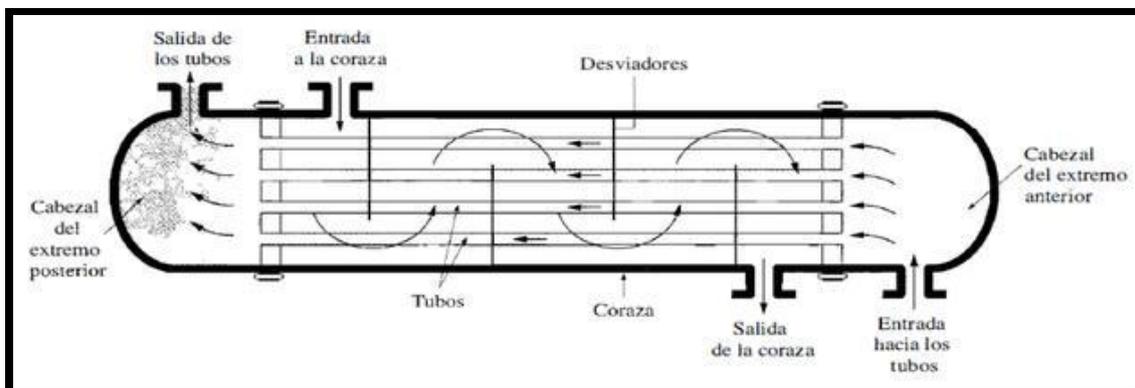
- La elección de los fluidos está limitada por la resistencia química de las placas y las juntas, así como por la temperatura de trabajo. El intervalo de temperatura de trabajo para este tipo de intercambiadores es de 25-150°C.
- El intervalo de presión en los conductos o aberturas de las placas, limitan el caudal que fluye a través de ellas.
- Son muy costosos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>347</b> de <b>615</b>

- De acuerdo a lo comentado antes, no se aconseja el uso de estos intercambiadores de calor porque, el intervalo de temperatura de trabajo en la línea de proceso es superior al de operación, produce elevadas pérdidas de carga y el precio de este equipo es elevado.
- En cuanto a los intercambiadores de doble tubo son aconsejables ya que presentan superficies de transferencias de calor muy pequeñas.

En el Proyecto de Producción de Propilenglicol, se utilizarán intercambiadores de tubo y coraza debido a las numerosas ventajas que éste posee. Además, se ha elegido por las condiciones de operación porque los caudales a enfriar y calentar son muy elevados.

A continuación, se representa la figura de un intercambiador de tubo y coraza.



*Ilustración 89 - Esquema de un intercambiador de tubo y coraza.*

## 8.2 - NORMAS CONSTRUCTIVAS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

Para la construcción de intercambiadores de calor, se deben considerar ciertas normas. En Argentina no hay un código obligatorio, pero generalmente los diseñadores se ajustan al código ASME (American Society of Mechanical Engineers) para el diseño de recipientes o equipos a presión; “Boiler and Pressure Vessels Code”, y en particular, la Sección VIII relativa a recipientes a

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>348</b> de <b>615</b>

presión (División 1), la cual establece las normas mínimas de construcción. Para el diseño de los tubos, el código remite a la norma ANSI B31.3.

Las normas TEMA (Tubular Exchangers Manufactures Association) especifican las características mecánicas y térmicas correspondientes a las diversas condiciones de funcionamiento. Complementan el código ASME en aspectos constructivos específicos de los intercambiadores de calor.

TEMA presenta tres estándares para la construcción mecánica, los que especifican diseño, fabricación y materiales a utilizar en los intercambiadores de tubo y carcasa. Estos son:

- ✓ Clase R: Para aplicaciones en petróleo y procesos relacionados.
- ✓ Clase C: Para aplicaciones en procesos comerciales.
- ✓ Clase B: Para servicio en procesos químicos.

Aplicables con las siguientes limitaciones:

- Diámetro interno de la carcasa  $\leq 1,524$  mm (60 in).
- Presión  $\leq 207$  bar (3.000 psi).
- Relación (diámetro interno carcasa) \* (presión)  $\leq 105.000$  mm bar (60.000 in psi).

La intención de cumplir con los parámetros anteriores es limitar el diámetro de los pernos utilizados en el ensamblaje del equipo y el espesor de la carcasa a 50,8 mm (2 in) aproximadamente.

Las normas TEMA también proponen un sistema de normas para la designación de los tipos de intercambiadores, conformada por tres letras que definen completamente al equipo.

La primera letra designa al tipo de cabezal anterior o estacionario empleado. Los tipos A (canal y cubierta desmontable) y B (casquete) son los más usuales.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>349</b> de <b>615</b>

La segunda el tipo de carcasa. La carcasa tipo E, de un solo paso, es la más común. La carcasa F se utiliza generalmente cuando no es posible un único paso por carcasa debido a las diferencias de temperaturas entre el casco y los tubos.

La última al tipo de cabezal posterior. Las denominaciones S (cabezal flotante con dispositivo de apoyo), T (cabezal flotante sin contrabrida) y U (haz de tubo en U) son los más importantes.

Para la especificación de las medidas del intercambiador, se tiene un sistema de designación basado en el diámetro interno de la carcasa en milímetros. Por lo tanto, la descripción completa de estos equipos es como sigue: diámetro carcasa/longitud tubos XXX, donde XXX son las tres letras que lo definen.

Para determinar la longitud de los tubos, en el caso que sean tubos en U, se mide desde el extremo hasta la tangente que pasa por el fondo de la "U", en caso de no tener este tipo de tubos, se toma sencillamente la longitud de los mismos.

La selección del tipo de equipo es gobernada por factores tales como la facilidad de limpieza del mismo, la disponibilidad de espacios para la expansión entre el haz de tubos y la carcasa, previsión de empacaduras en las juntas internas, y sobre todo la función que va a desempeñar.

Las normas desarrollan los detalles específicos de los intercambiadores como ser cálculos de placas porta tubos, formas de soporte y fijación de los mismos entre otros.

En la siguiente figura se mostrará diferentes partes de los intercambiadores de acuerdo a lo que estipulan las normas TEMA.

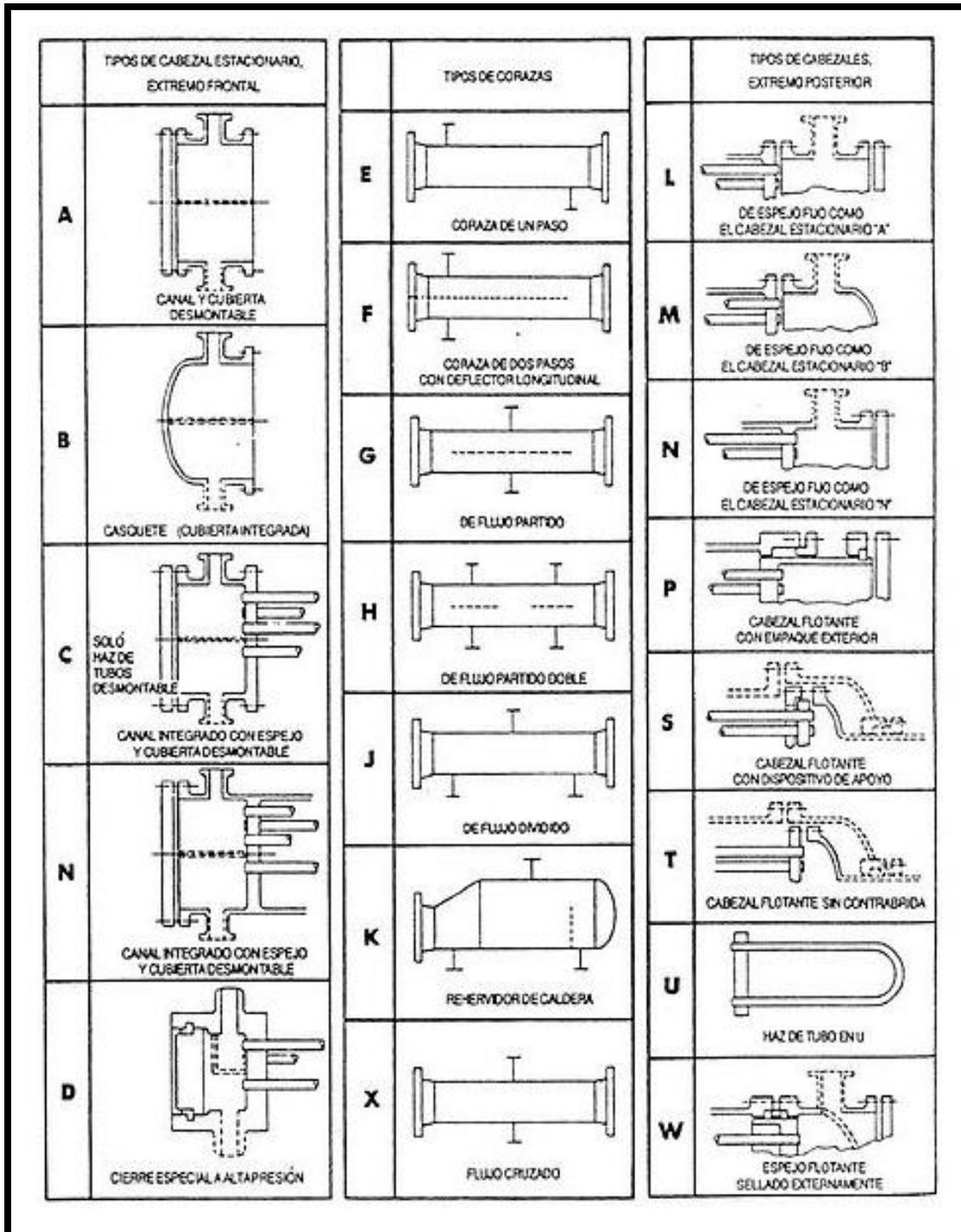
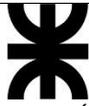
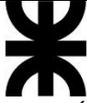


Ilustración 90 - Nomenclatura de intercambiadores de tubo y coraza.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>351</b> de <b>615</b>

### 8.2.1 - SELECCIÓN DE LA TRAYECTORIA DEL FLUJO

Se debe considerar en el diseño de los intercambiadores de tubo y coraza la elección del fluido que circulará por el lado de la carcasa y de la corriente que circulará por el interior de los tubos.

A continuación, se mencionarán aspectos para definir el fluido que circulará por los tubos y por la carcasa:

- El fluido más sucio circula por el interior de los tubos, dado que la limpieza mecánica es mucho más sencilla.
- El fluido más corrosivo circula generalmente por el lado de los tubos para minimizar el uso de una metalurgia más noble.
- El fluido de mayor presión se ubica por el interior de los tubos.
- El fluido que presenta menor pérdida de presión fluye por la carcasa.
- El fluido que circula por la coraza deberá ser un líquido de viscosidad elevada o un gas.

Lo antes nombrado son parámetros que se consideran en forma general para el diseño de intercambiadores de calor.

### 8.2.2 - COMPONENTES BÁSICOS DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR

A continuación, se detallará brevemente los elementos más importantes de los intercambiadores de calor de tubo y coraza.

#### I. TUBOS

Los tubos se encuentran situados en el interior de la carcasa y paralelamente a ella y son los que proporcionan la superficie de transferencia de calor entre un fluido que fluye dentro de ellos y otro que fluye sobre su superficie externa. Se encuentran disponibles en varios metales como acero, cobre, aluminio, admiralty, 70-30 cobre-níquel, aluminio-bronce, aceros inoxidable, etc.

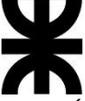
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>352</b> de <b>615</b>

Se pueden obtener en diferentes gruesos de pared (espesor), definidos por el calibre Birmingham que, en la práctica, se refiere a BWG del tubo. Los espesores de los tubos se seleccionan para soportar la presión interna y para proporcionar un adecuado sobreespesor de corrosión. Se calcula el espesor adecuado para soportar la presión a la que está sometido el tubo mediante fórmulas que ofrece el código ASME B31.3 y se toma el espesor standard inmediatamente superior.

Los tubos de  $\frac{3}{4}$  y 1 pulgadas de diámetro son los más comunes en el diseño de intercambiadores. Los de diámetros más pequeños, como los citados anteriormente, son los que se prefieren para la mayoría de los servicios debido a que proporcionan intercambiadores más compactos y por tanto más económicos. Los tubos de mayor diámetro ( $\frac{5}{8}$  a 2 pulgadas), en cambio, tienen la ventaja de que son fáciles de limpiar por métodos mecánicos y se suelen seleccionar para fluidos que posean un alto grado de suciedad.

Los tubos pueden disponerse en:

- Arreglo cuadrado: presenta como ventajas, mayor accesibilidad para limpieza externa de los tubos y tienen menor caída de presión cuando el fluido fluye horizontalmente a través de ellos. Se utilizan cuando el factor de ensuciamiento en carcasa es mayor a  $0,002 \text{ pies}^2 \text{ }^\circ\text{F}/\text{BTU}$  y cuando la limpieza mecánica es estricta. Los espaciados más comunes para arreglos cuadrados son de  $\frac{3}{4}$  pulgadas de diámetro externo en un espaciado en cuadro de  $1 \frac{1}{4}$  de pulgada.
- Arreglo triangular: Es el mejor para ensuciamiento menor a  $0,002 \text{ pies}^2 \text{ }^\circ\text{F}/\text{BTU}$ . Se utilizan en cualquier régimen de flujo, pero, producen mayor turbulencia debido a que el fluido golpea directamente en la hilera siguiente. Son más económicos que los cuadrados y son los preferidos para servicios limpios. Los espaciados para arreglos triangulares son de  $\frac{3}{4}$  pulgadas de DE en espaciado triangular de  $\frac{15}{16}$  pulgadas;  $\frac{3}{4}$  pulgadas

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>353</b> de <b>615</b>

de DE en un arreglo triangular de 1 pulgada; y 1 pulgada DE en un arreglo triangular de 1 ¼ pulgada.

## II. CARCASA

Es el recipiente para el fluido externo. Es de sección transversal circular generalmente de acero de bajo carbono, aunque pueden construirse de otras aleaciones especialmente, cuando se debe cumplir con requerimientos de altas temperaturas o corrosión.

El diámetro interior de la carcasa se obtiene según el número de tubos standard. Dicho diámetro se obtiene en función de la disposición y el diámetro externo de los tubos, el pitch, el número de pasos y de tubos. El espesor de la carcasa se determina mediante las fórmulas del código ASME.

## III. CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN

Elemento similar a la carcasa cuya función es recibir el fluido que circula por el interior de los tubos. En este se distribuye y se recolecta el fluido para mandarlo fuera de él. Se escoge cabezal de tipo A (canal y carcasa desmontable) por ser el más usado.

## IV. CABEZAL DE RETORNO

Tiene como función mandar el fluido fuera del intercambiador cuando este cuenta con un solo paso por el lado de los tubos. Este cabezal puede ser de tres tipos: fijo, flotante y haz de tubos en U. En el primero, la carcasa y el exterior de los tubos del haz no pueden ser limpiados por métodos mecánicos ni ser inspeccionados físicamente. El haz de tubos en U, supone una gran dificultad para llevar a cabo la limpieza mecánica por el interior de los tubos. En cuanto a los cabezales flotantes, tienen amplia facilidad de inspección, mantenimiento y reparación. Dentro de los

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>354</b> de <b>615</b>

cabezales flotantes se decanta por el cabezal flotante interno, puesto que los cabezales flotantes con empaque externo presentan el inconveniente de requerir mantenimiento en el empaquetamiento y evitar fugas, mientras que los intercambiadores de cabezal flotante extraíble, requiere mayor diámetro de casco para la misma superficie de intercambio.

#### V. PITCH

El pitch se define como el espacio de centro a centro dentro de los tubos, los cuales pueden estar en arreglo de pitch triangular, triangular rotado, cuadrado y cuadrado rotado. En nuestro caso elegimos pitch cuadrado.

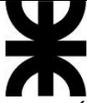
Los orificios de los tubos no se pueden taladrar muy cerca unos de los otros debido a que una franja demasiado estrecha de metal entre los tubos adyacentes debilita estructuralmente el cabezal de los tubos.

#### VI. NÚMERO DE PASOS

Se refiere al número de veces que el fluido cambia de dirección al circular por el interior de los tubos. La mayoría de los intercambiadores tienen números de pasos igual a 1, 2, 4, 6 u 8.

#### VII. PLACA DE TUBOS

Placa perforada y acondicionada para soportar los tubos, las empaquetaduras, las barras espaciadoras, etc. Debe soportar el ataque corrosivo por parte de ambos fluidos y debe ser químicamente compatible con el material de los tubos. En general, son de acero de bajo carbono. Presentan también, una capa delgada de aleación metalúrgica anticorrosiva.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>355</b> de <b>615</b>

## VIII. DEFLECTORES

Llamados también baffles, son los encargados de dirigir el flujo de los fluidos. Logran coeficientes de transferencia de calor más altos cuando el líquido se mantiene en estado de turbulencia. Es decir, se induce turbulencia fuera de los tubos cuando se emplean deflectores que hacen que el líquido fluya a través de la coraza a ángulos rectos con el eje de los tubos. Aún, con pequeñas cantidades de fluido provocan turbulencia.

La distancia centro a centro entre los deflectores se llama espaciado de deflectores. Estos se mantienen firmemente mediante espaciadores que consisten de un pasador atornillado en el cabezal de tubos.

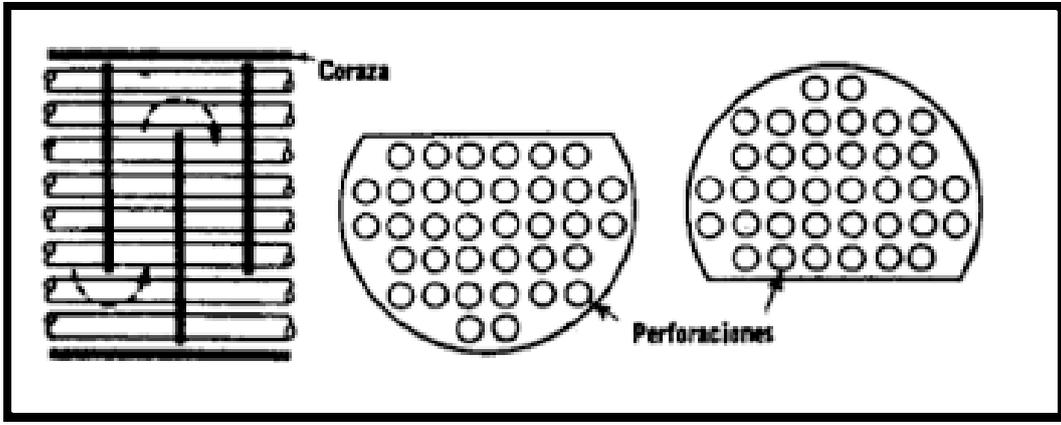
Las normas TEMA fijan una separación mínima igual a 1/5 parte del diámetro de la coraza. Nunca debe usarse una separación menos a 2 pulgadas.

Existen diversos tipos de deflectores:

- Segmentados: Son hojas de metal perforadas cuya altura son generalmente un 75% del diámetro interior de la coraza. Se los conocen como deflectores con 25% de corte. El espaciado de deflector es el que determina la velocidad efectiva del fluido en la coraza.
- Disco y corona: Son los de segmentación doble. Cuando la caída de presión del lado de la coraza es elevada, se usan estos tipos de deflectores ya que, reducen considerablemente la caída de presión.

A continuación, se muestra una ilustración de un deflector transversal:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 356 de 615

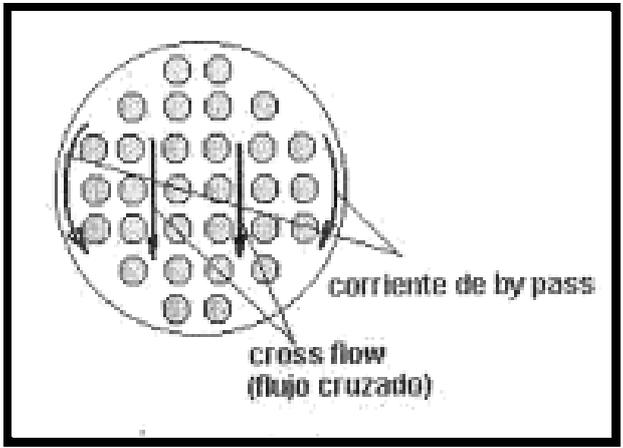


*Ilustración 91 - Corte transversal de un deflector.*

### 8.3 - ESTIMACIÓN POR EL MÉTODO DE KERN

Los primeros métodos de cálculo que se conocen corresponden a la década de 1930-1940. Uno de los métodos más conocidos y populares es el método de Kern, el cual, ha sido extensamente utilizado en el diseño de intercambiadores de calor. Presenta, en algunos casos, errores muy elevados.

Existen actualmente, métodos de cálculos más precisos, pero es recomendable la utilización de cálculo mediante Kern ya que, permite realizar estimaciones preliminares, estudios de factibilidad o presupuestos. Debe tenerse en cuenta que, para el proyecto definitivo del equipo se recomienda la utilización de un método más preciso.



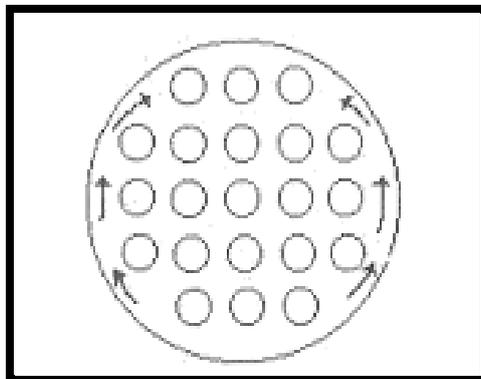
*Ilustración 92 - Flujo cruzado y by pass.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>357</b> de <b>615</b>

### 8.3.1 - FACTORES QUE AFECTAN AL DISEÑO, NO CONSIDERADOS EN EL MÉTODO DE KERN

1) Caudales de bypass y fugas: El método supone que todo el caudal que circula por la coraza, lo hace con un método de flujo perpendicular al haz de tubos. Esto no es así debido a que:

- a) En la zona correspondiente a la ventana de los baffles el flujo es paralelo haz de tubos.
- b) Parte del caudal que atraviesa el intercambiador en la carcasa, se desvía por el espacio y lateral correspondiente entre la carcasa y el haz de tubos. a esta fracción se le llama corriente de bypass. evidentemente la magnitud de esta corriente de mayor en equipos que poseen una separación más grande entre las de tubo y la carcasa, como es el caso de los equipos de cabezal flotante.



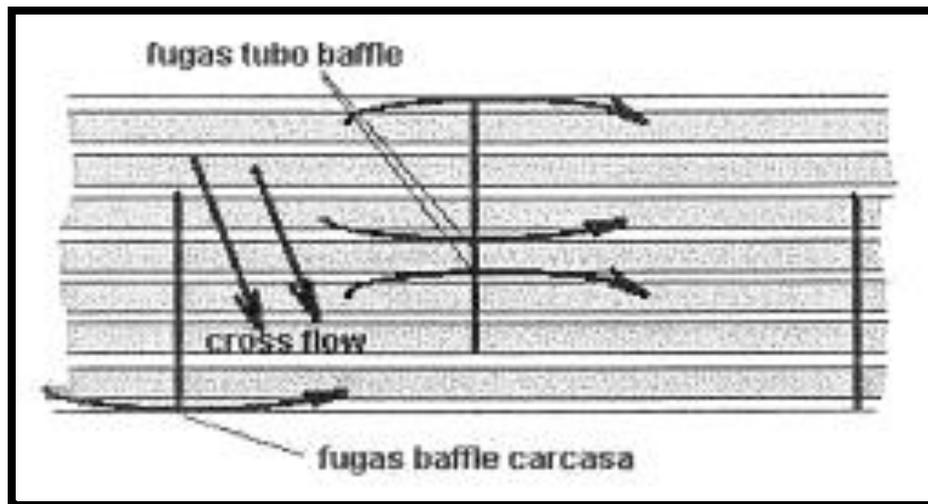
*Ilustración 93 - Corrientes de by pass.*

El problema se manifiesta también en equipos que poseen varios pasos de tubos ya que entonces necesario aumentar la separación de estos en zonas que se colocan las placas de partición.

- c) Debido a que, los agujeros de los baffles que son atravesados por los tubos se taladran con un diámetro superior al de los tubos, existen fugas a través del área libre. se producen fugas también, a través del espacio comprendido entre baffle y la carcasa. estas fugas son ineficaces en la

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>358</b> de <b>615</b>

transmisión de calor no así la fuga entre el tubo y el baffle que ocurre con una cierta transmisión de calor entre los fluidos.



*Ilustración 94 - Corrientes de fugas tubo-baffle.*

Así, el caudal total del fluido en la carcasa de un intercambiador puede considerarse compuesto por:

- Un caudal de flujo cruzado (cross-flow) que es la fracción que realmente penetra dentro del haz de tubos.
- Caudal de bypass que rodea al haz de tubos.
- Fuga entre fluido y deflector.
- Fuga entre deflector y carcasa.

2) Distribución de tubos: Kern define el diámetro equivalente “ $D_e$ ” para el flujo de la carcasa que varía según se trate de arreglo en cuadrado o triangular.

3) Efectos de distorsión de los perfiles de temperatura: La existencia de caudales fugas y bypass disminuye los coeficientes globales de transferencia y produce una distorsión de los perfiles de temperatura que afecta el funcionamiento del equipo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>359</b> de <b>615</b>

## 8.4 - MÉTODO DE BELL

O método de delaware, debido a que en 1950 la universidad de delaware realizó un programa de investigación en materia de transferencia de calor y pérdida de carga correspondientes a un banco ideal de tubos mediante el apoyo de las normas TEMA y ASME.

El banco ideal se materializa con un intercambiador rectangular sin baffles con flujo cruzado en cuyos extremos se colocan medios tubos para simular la continuidad. Los datos correspondientes al banco ideal se corrigen con coeficientes que tienen en cuenta las características propias de cada intercambiador.

### 8.4.1 - APLICACIÓN DE EFECTOS DE CORRECCIÓN A INTERCAMBIADORES TUBULARES - FACTORES DE CORRECCIÓN

8.4.1.1 - EFECTOS DE BY PASS: Se realizaron estudios en banco de tubos no ideales, en los cuales parte del caudal tenía la posibilidad de desviarse por el área lateral al banco de tubos (correspondiente al espacio comprendido entre el haz de tubular y la carcasa) y se observó que, aún para fracciones de área de bypass no demasiado grande, una gran parte del caudal se derivaba por esa área.

La fracción de caudal que by-passeaba el haz tubular llegaba hasta  $\frac{3}{4}$  partes del caudal total en régimen laminar y hasta 50% en régimen turbulento con la consiguiente reducción de coeficientes de trasmisión de calor y pérdida de carga.

8.4.1.2 - EFECTO DE LA VENTANA DEL BAFLE: Se debe realizar por separado el efecto sobre la pérdida de carga la trasmisión de calor.

- 1) Pérdida de carga: Hasta ahora se analizó la pérdida de carga correspondiente a una sección de flujo cruzado, entiendo por tal, al

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>360</b> de <b>615</b>

escurrimiento del fluido a través del banco de tubos delimitados por los bordes de dos deflectores consecutivos.

Se analizará ahora la paridad de carga en la ventana. Se observó que para correlacionar los datos de la ventana era necesario utilizar una velocidad  $V_2$  definida como el promedio geométrico de las velocidades en la ventana y en el flujo cruzado.

$V_m$  = velocidad del fluido en el flujo cruzado =  $G_m/\rho$

$V_w$  = velocidad del fluido en la ventana =  $G_w/\rho = \frac{w}{S_w \cdot \rho}$

2) Efecto de la ventana sobre la transferencia de calor: La influencia de los tubos que están en la ventana sobre la transferencia de calor se estudió tapando los tubos correspondientes a la sección de flujo cruzado de manera que la transferencia de calor se deba solo a los tubos de la ventana.

Se observó que los datos pueden correlacionarse para un intercambiador con baffles, afectando el coeficiente correspondiente a un banco ideal de un factor  $\Theta$  que tiene en cuenta todo lo que hace a la resistencia de la ventana.

8.4.1.3 - ADITIVIDAD DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA: El método postula que para un intercambiador de calor real la pérdida de carga total se obtiene sumando las correspondientes a cada zona de flujo cruzado y cada ventana.

a) Pérdida de carga: Como consecuencia de las fugas entre el deflector y tubo, y entre deflector y coraza, tanto la pérdida de carga como el coeficiente de transferencia de calor se modifica con respecto a los valores de banco ideal. Este tema fue estudiado por Sullivan y Bergelin. El tratamiento analítico fue simplificado por Bell, que supuso que la relación entre caudal de fugas y el caudal de flujo cruzado es

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>361</b> de <b>615</b>

independiente del régimen de flujo y sólo depende de la relación entre el área de fugas y el área de flujo cruzado. Esta es una hipótesis simplificadora.

Otros métodos de cálculo más elaborados permiten calcular exactamente cada uno de los caudales parciales en función de las características propias del escurrimiento.

- b) Efecto de las fugas sobre la transmisión de calor: Con simplificaciones análogas a las asumidas para el caso de la pérdida de carga, se pueden encontrar curvas que vinculan el valor de  $h_L$  (Coeficiente para un equipo con fugas) en relación al  $h_{NL}$  (coeficiente para un equipo sin fugas con igual caudal total) en función de la relación  $S_L/S_m$ .

## 8.5 - DISEÑO INTERCAMBIADOR DE CALOR E-101

### 8.5.1 - CARACTERÍSTICAS QUE TENDRÁ EL INTERCAMBIADOR A DISEÑAR:

Para comenzar con los tubos es importante definir algunas de las características con las cuales contara el intercambiador.

- Intercambiador de tubo y coraza.
- El intercambiador tendrá 1 paso por coraza y dos pasos por tubos (tubos en u.)
- Los tubos escogidos son de  $\frac{3}{4}$  "de diámetro externo, BWG. (Dimensiones de tubos según norma BWG. Intercambiadores de calor-Eduardo Cao).
- Se escogió en Pt de 1" con arreglo en cuadro, ya que permite la limpieza del lado exterior de los tubos de forma mecánica.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>362</b> de <b>615</b>

### 8.5.2 - DISEÑO TÉRMICO

Los intercambiadores usados en el proceso son de carcasa y tubos debido a su gran versatilidad, adaptación al proceso, presión y temperatura.

A continuación, se detalla el cálculo para uno de estos equipos y se exponen los resultados para el intercambiador, donde el método utilizado es el método de Kern, ya que se trata de un intercambiador sin cambio de fase en ninguno de los dos fluidos.

El fluido de proceso es una corriente cuyo principal componente es el metanol en su totalidad, en la cual se precisa calentar de 25°C a 65°, mediante la corriente de agua de proceso proveniente de la torre T-300 rectificadora de metanol aprovechando así, el calor necesario para dicho intercambio, además de reducir el consumo energético de la planta.

Intercambiador E-101				
Fluido caliente propilenglicol	Nomenclatura	Variable	Valor	Unidad
	Ws	Caudal másico	0,496	Kg/s
	T <sub>1</sub>	Temperatura de entrada	190,8	°C
	T <sub>2</sub>	Temperatura de salida	107,1	°C
	Cc	Capacidad calorífica	3,476	KJ/Kg °C
	k	Conductividad térmica	0,1308	W/m.K
	μ	Viscosidad	0,5651	cp
	ρ	Densidad	1040	Kg/m <sup>3</sup>

*Tabla 96 - Datos térmicos del E-101.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>363</b> de <b>615</b>

Fluido frío glicerol	Nomenclatura	Variable	Valor	Unidad
	Wt	Caudal másico	0,687	kg/s
	t <sub>1</sub>	Temperatura de entrada	26,17	°C
	t <sub>2</sub>	Temperatura de salida	100	°C
	Cc	Capacidad calorífica	2,602	KJ/Kg °C
	k	Conductividad térmica	0,2493	W/m.K
	μ	Viscosidad	413	cp
	ρ	Densidad	1260	Kg/m <sup>3</sup>

*Tabla 97 - Datos térmicos del E-101 (cont).*

### 8.5.2.1 - FLUIDO QUE CIRCULA POR TUBOS Y POR CORAZA

Para decidir cual fluido circula por carcasa y cual fluido lo hará por tubos hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

#### Por tubos:

- Los fluidos más corrosivos.
- Los fluidos más sucios ya que los tubos son más fáciles de limpiar.
- Los fluidos que se encuentren a temperatura más elevada evitando así que la parte externa esté a elevadas temperaturas.
- Los fluidos que estén a presiones más elevadas para que el equipo sea menos costoso.

#### Por carcasa:

- Los fluidos más viscosos.
- El caudal más bajo.

Teniendo en cuenta el análisis Pinch realizado en el diseño de la red de intercambiadores, el intercambiador de calor E-101 involucra la corriente de

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>364</b> de <b>615</b>

alimentación de glicerol al 89% (p/p) y la corriente de producto final de propilenglicol, obtenida por la cabeza de la torre rectificadora T-303. Este fluido regresa al proceso aprovechando su alta temperatura (190,8° C) y se lo utiliza para entregar parte de ese calor a la corriente de alimentación de glicerol.

Utilizando los criterios mencionados anteriormente acerca de la distribución de los fluidos en tubos y coraza respectivamente, se decide que el fluido caliente (propilenglicol) circulará por la coraza y el fluido frío y a la vez el más viscoso (glicerol) lo hará por los tubos.

Para el resto de los intercambiadores de calor del proceso, se utilizan los mismos criterios para la distribución de los fluidos en tubo y coraza.

Se comienza la aproximación por el método de Kern, en el cual inicialmente se consideran las siguientes características para el diseño del intercambiador:

Especificaciones del equipo			
Nomenclatura	Variable	Valor	Unidad
$D_i$	Diámetro interno de los tubos	0,0148	m
$D_o$	Diámetro externo de los tubos	0,019	m
$D_s$	Diámetro interno de la coraza	0,48895	m
$N_t$	Número de tubos	95	
$n_p$	Número de tubos por paso	48	
$B$	Separación entre deflectores	0,3	m
$P_t$	Separación entre centro de los tubos	0,0254	m
$N_B$	Número de deflectores	10	
	Arreglo de tubos	Cuadrado	
$L$	Longitud de tubos	3	m
	Coefficiente de ensuciamiento	0,000652	
	N° barras distanciadoras	6	
$n$	Número de pasos en los tubos	2	
	Tubos Diámetros ext 3/4" BWG:14		

*Tabla 98 - Especificaciones del equipo.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 365 de 615

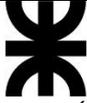
### 8.5.2.2 - CALCULO TÉRMICO

A partir de las consideraciones anteriormente descritas en tablas para el método de Kern, se realizaron los cálculos que se especifican a continuación:

Nomenclatura	Variable	Valor	Unidad
$Q = W_c C_c (t_2 - t_1)$	Calor	131,977	KJ/s
	Temperatura de salida	114,25	
$T = \frac{(T_2 + T_1)}{2}$	Temperatura media	148,95	°C
$t = \frac{(t_2 + t_1)}{2}$	temperatura media	63,085	°C
Ns	Cantidad de pasos por coraza	1	
U <sub>D</sub>	Coefficiente global con ensuciamiento	430	W/m <sup>2</sup> K
$DMLT_{cc} = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$	DMLT	85,770	°C
$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1}$	R	1,134	
$S = \frac{(t_2 - t_1)}{(T_1 - t_1)}$	S	0,448	
Ft	Factor corrección	0,839	
ΔT	Delta de temperatura corregida	71,961	°C
$A_{est} = \frac{Q}{UDAT}$	Área estimada de transferencia	4,265	m <sup>2</sup>

Tabla 99 - Cálculo térmico.

Para el cálculo del lado de los tubos y coraza se presentarán los datos que fueron calculador por el método de Kern.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 366 de 615

### 8.5.2.3 - CÁLCULO DEL LADO DE TUBOS

Tubos	Variable	Valor	Unidad
$a't = \pi \cdot Di^2 / 4$	Área de flujo por tubo	1,72E-04	m <sup>2</sup>
$at = a't \cdot N/n$	Área total de flujo	3,44E-04	m <sup>2</sup>
$Gt = Wt/at$	Velocidad másica	1996,703	Kg/m <sup>2</sup> .s
$Re_t = Di \cdot Gt / \mu$	Número de Reynolds	52293,756	
$Pt = C \cdot \mu / k$	Número de Prantdl	5,898	
$Nus_t = 0.023 \cdot Re_t^{0.8} \cdot Pr_t^{0.33}$	Número de Nusselt	245,936	
$Hi = Nus_t \cdot k / Di$	hi	4142,692	J/s.m <sup>2</sup> .K
$Hio = hi \cdot Di / Do$	hio	3226,939	J/s.m <sup>2</sup> .K
$\mu_w$	Viscosidad	1,10E-03	kg/m.s
$Nus_t = 0.023 \cdot Re_t^{0.8} \cdot Pr_t^{0.33} (\mu / \mu_w)$	Número de Nusselt corregido	224,097	
$Hi = Nus_t \cdot k / Di$	hi	3774,817	J/s.m <sup>2</sup> .K
	hio	2940,384	J/s.m <sup>2</sup> .K
$Uc = 1 / (1/h_o + 1/h_i)$	Coefficiente global transferencia de calor	101,476	W/m <sup>2</sup> .K
$Ft$	Factor de fricción para los tubos	0,005	
	Factor de fricción para los tubos +20%	0,006	

Tabla 100 - Cálculo del coeficiente de transferencia por tubos.

### 8.5.2.4 - CÁLCULO DEL LADO DE LA CORAZA

Coraza	Variable	Valor	Unidad
$As = D_s \cdot c \cdot B / Pt$	Área de flujo	0,037	m <sup>2</sup>
$G_s = W_s / as$	Velocidad másica	13,420	Kg/m <sup>2</sup> .s
$Deq = 4(Pt^2 - \pi \cdot Do^2 / 4) / \pi \cdot Do$	Diámetro equivalente	0,024	m
$Re_s = Deq \cdot G_s / \mu$	Número de Reynolds	575,502	
$Pr_s = c \cdot \mu / k$	Número de Prantdl	15,017	
$Nus_s = 0.36 \cdot Re_s^{0.55} \cdot Pr_s^{0.33}$	Número de Nusselt	19,473	
$ho = Nus_s \cdot k / Deq$	ho	105,103	J/s.m <sup>2</sup> .K
$\mu_w$	Viscosidad fría	9,75E-03	Kg/m.s
$Uc = 1 / (1/h_o + 1/h_i + Rd)$	Coefficiente global transferencia de calor	53,189	W/m <sup>2</sup> .K
$fs$	Coefficiente de fricción	0,531	

Tabla 101 - Cálculo del coeficiente de transferencia por coraza.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>367</b> de <b>615</b>

Se realizó una primera aproximación de los coeficientes peliculares del lado interno ( $h_{io}$ ) y el lado externo ( $h_o$ ) tomando el cociente entre la viscosidad y la viscosidad de la pared igual a 1.

Con estos valores calculados se pudo obtener la temperatura de la pared y así corregir la viscosidad a esa temperatura.

$$h_{io} x (T - T_w) = h_o x (T_w - t)$$

$$T_w = 148,86^\circ\text{C}$$

Temperatura de la pared	148,86°C
-------------------------	----------

Se procedió al cálculo del área de transferencia como así también, de los coeficientes globales de transferencia de calor:

$$A_t = \pi x D_o x L = 0,2387 \text{ m}^2.$$

Se calcula también el área total del equipo dando como resultado:

$$A = A_t x N = 36,04 \text{ m}^2.$$

Área de transferencia	0.2387 m <sup>2</sup> .
Área de equipo	36,04 m <sup>2</sup> .

El coeficiente total de transferencia  $U_c$  da como resultado:

$$U_c = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_{io}}}$$

$$U_c = 40,27 \text{ W/m.K}$$

El coeficiente total de diseño da como resultado:

$$U_d = \frac{Q}{A \cdot \Delta T}$$

$$U_d = 39,24 \text{ W/m.K}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>368</b> de <b>615</b>

Una vez obtenidos los coeficientes globales de transferencia de calor, se determina el factor de obstrucción  $R_d$ , el cual es de suma importancia para el diseño de intercambiadores de calor, el  $R_d$  nos dice qué cantidad de incrustaciones, depósitos y lodos se acumularán en la superficie interior y exterior de los tubos del intercambiador, lo cual resulta en una interferencia a la transferencia de calor en dicho equipo.

$$R_d = R_{di} + R_{do}$$

Siendo  $R_d$  el factor de obstrucción combinado, que se obtiene con la suma del factor de obstrucción en la cara interna y en la cara externa del tubo.

Para determinar si el equipo propuesto cumple con esta exigencia se toma como criterio de diseño del equipo, que el factor de obstrucción calculado deberá ser mayor al factor de obstrucción permitido, de esta forma se diseña el equipo anticipando el depósito de basura o incrustaciones.

$$R_d \text{ calculado} > R_d \text{ permitido}$$

La resistencia de ensuciamiento o factor de obstrucción permitido se estima en función del conocimiento y experiencia que se tiene respecto al manejo de fluidos o además se puede recurrir a valores tabulados. En este caso los valores se extrajeron del apéndice 22 (transferencia de calor en ingeniería de procesos).

- Factor de ensuciamiento de corrientes de procesos químicos solventes 0,0002.
- Factor de ensuciamiento de corrientes de procesos químicos solventes 0,0002.

El factor de ensuciamiento combinado es igual a 0,0004 m<sup>2</sup>.K/W.

Mientras que el factor de obstrucción calculado se obtiene a través de los coeficientes de diseño y limpio.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 369 de 615

$$Rd = \frac{Uc - Ud}{Uc \times Ud} = 0,00065 \text{ K. m}^2/W$$

Como podemos observar, el Rd calculado es mayor que el permitido, lo que nos da la pauta que el equipo diseñado es apto de acuerdo a los criterios elegidos anteriormente.

Para adecuar la performance de un equipo que está sobredimensionado se pueden elegir reducir los caudales de los fluidos, para no ocasionar problemas de operación.

A medida que el equipo se va ensuciando, aumenta la resistencia hasta que se alcanza el valor de diseño, momento en el cual el equipo deberá limpiarse, ya que de otro modo no alcanzará a transferir la cantidad de calor que se desea.

#### 8.5.2.5 - CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA POR AMBOS LADOS:

PÉRDIDA DE CARGA EN LOS TUBOS			
Tubos	Variable	Valor	Unidad
$\Delta Pt = 4ftn \frac{L}{DI} \frac{Gt^2}{\rho}$	Pérdida de carga en los tubos	13504,20	N/m <sup>2</sup>
$\Delta Pr = 4n \frac{Gt^2}{2\rho}$	Pérdida de carga en los retornos	12656,58	N/m <sup>2</sup>
$\Delta PT = \Delta Pt + \Delta Pr$	Caida de presión por tubos	26160,78	Pa

Tabla 102 - Caída de presión del lado de los tubos por el método de Kern.

PÉRDIDA DE CARGA EN LA CORAZA			
Tubos	Variable	Valor	Unidad
$\Delta Ps = f_s \frac{(Nb+1)Ds}{Deq} \frac{Gs^2}{2\rho} \left(\frac{\mu W}{\mu}\right)^{0,14}$	Pérdida de carga en la coraza	15,20	N/m <sup>2</sup>

Tabla 103 - Caída de presión del lado de la coraza por el método de Kern.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>370</b> de <b>615</b>

Como pueden observarse en las tablas, la caída de presión total por el lado de los tubos, es de aproximadamente 26.100 Pascales, lo que equivale a una pérdida de carga total a 3,8 Libras por pulgada cuadrada. Por su parte, por el lado de la coraza la pérdida de carga es de 15 Pascales aproximadamente, lo que equivale a 0,002 Libras por pulgadas cuadradas.

Esto significa que, la caída de presión está dentro del rango permitido, siendo inferior al límite de 10 libras por pulgada cuadrada.

Los intercambiadores de calor suelen construirse con un determinado sobrediseño por seguridad, que en nuestro equipo es de aproximadamente el 30%.

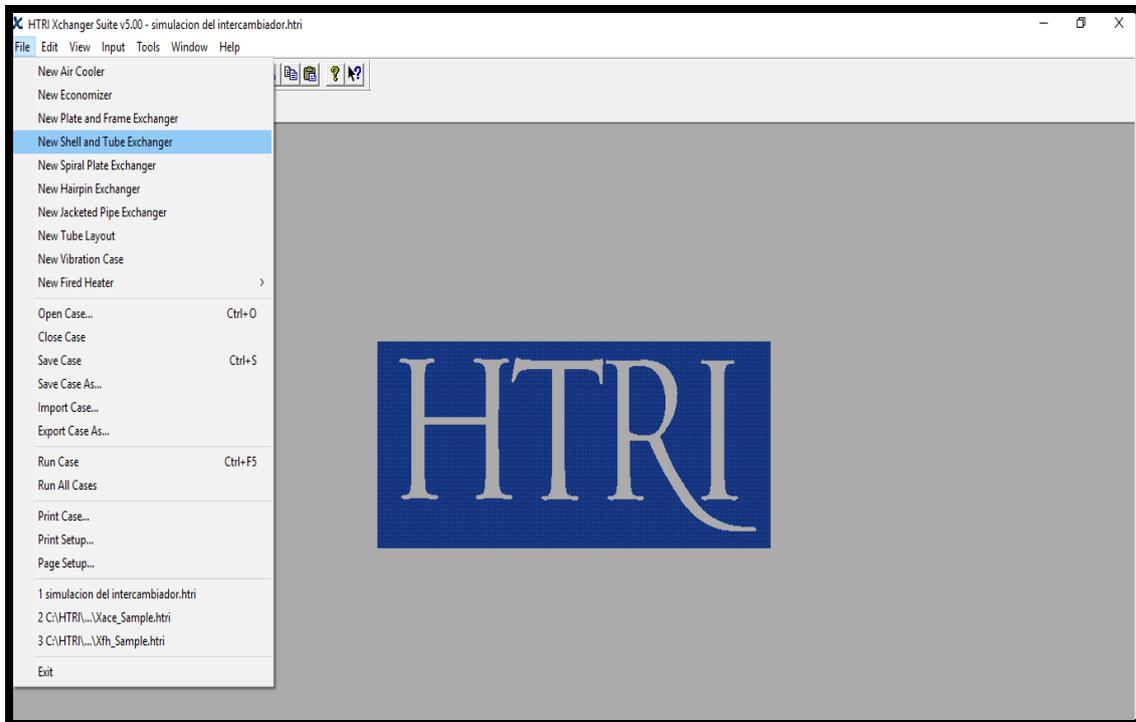
En este punto se da por finalizado el cálculo aproximado por el Método de Kern del intercambiador de calor. El mismo incluye el cálculo térmico, del área de transferencia de calor y de las pérdidas de carga tanto en los tubos como en la coraza.

## 8.6 - DISEÑO EN DETALLE DEL EQUIPO USANDO EL SOFTWARE HRTI

A continuación, se procede al diseño en detalle del equipo usando el programa HRTI, llevando a cabo los siguientes pasos:

A- Selección del tipo de intercambiador de calor.

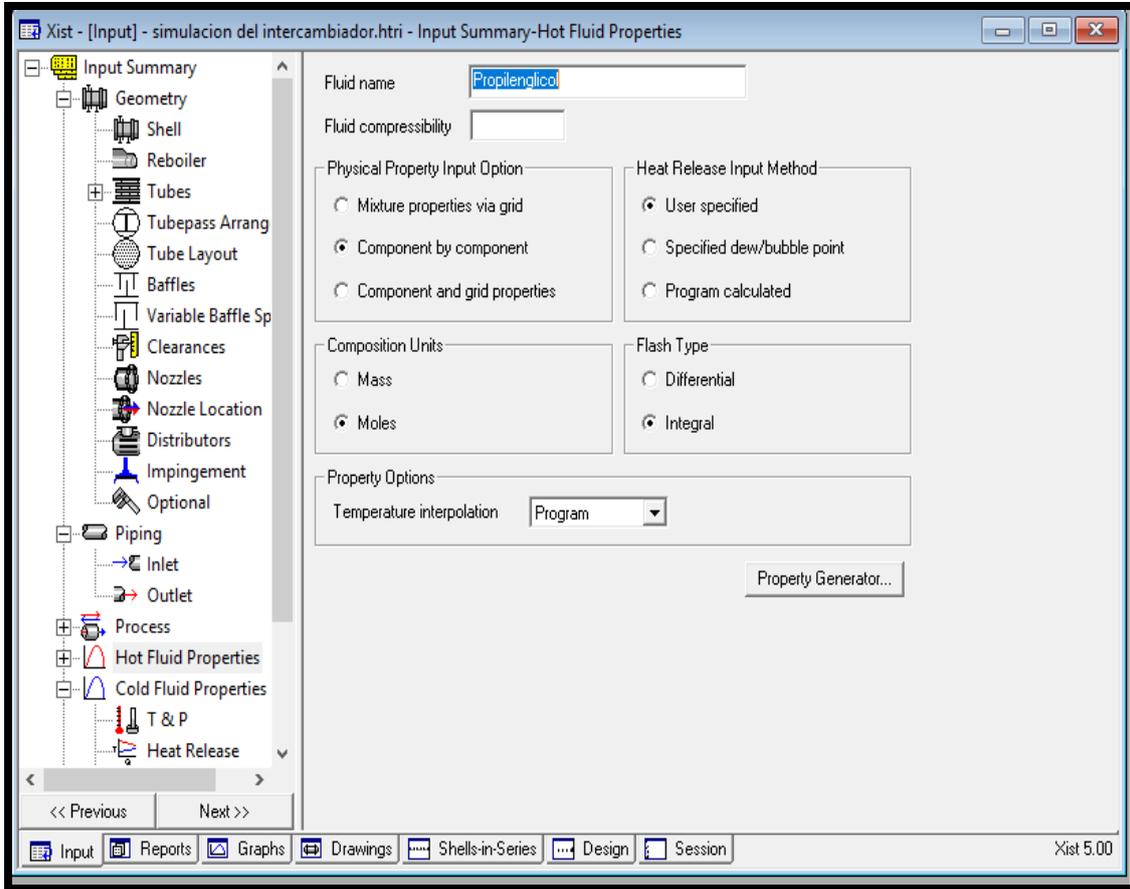
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>371</b> de <b>615</b>



*Ilustración 95 - Tipo de intercambiador en Software HTRI.*

B- Se cargaron las propiedades termodinámicas del fluido caliente y frío obtenidas gracias a la simulación del intercambiador E-101 en el software ASPEN HYSYS.

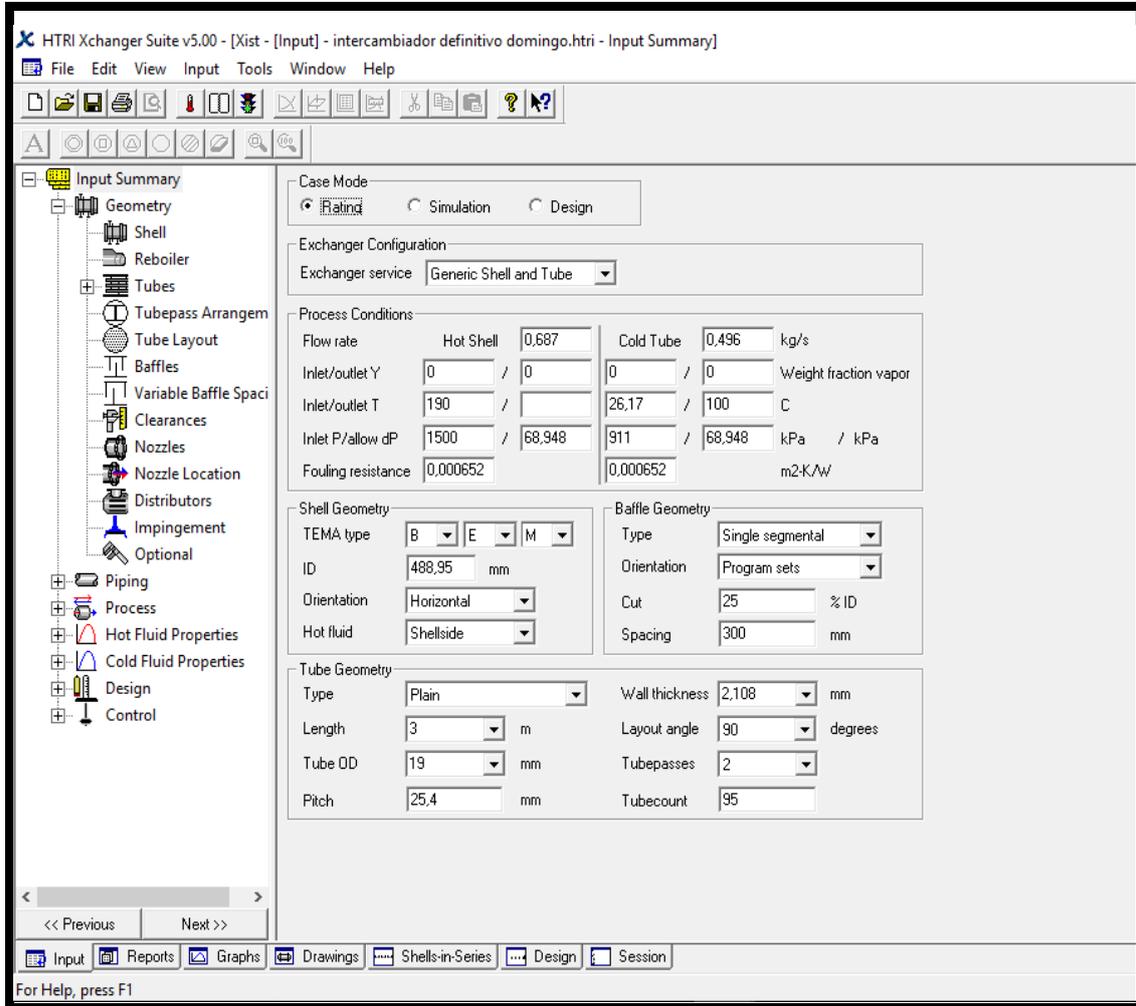
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>372</b> de <b>615</b>



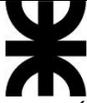
*Ilustración 96 - Selección de paquete termodinámico en Software HTRI.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>373</b> de <b>615</b>

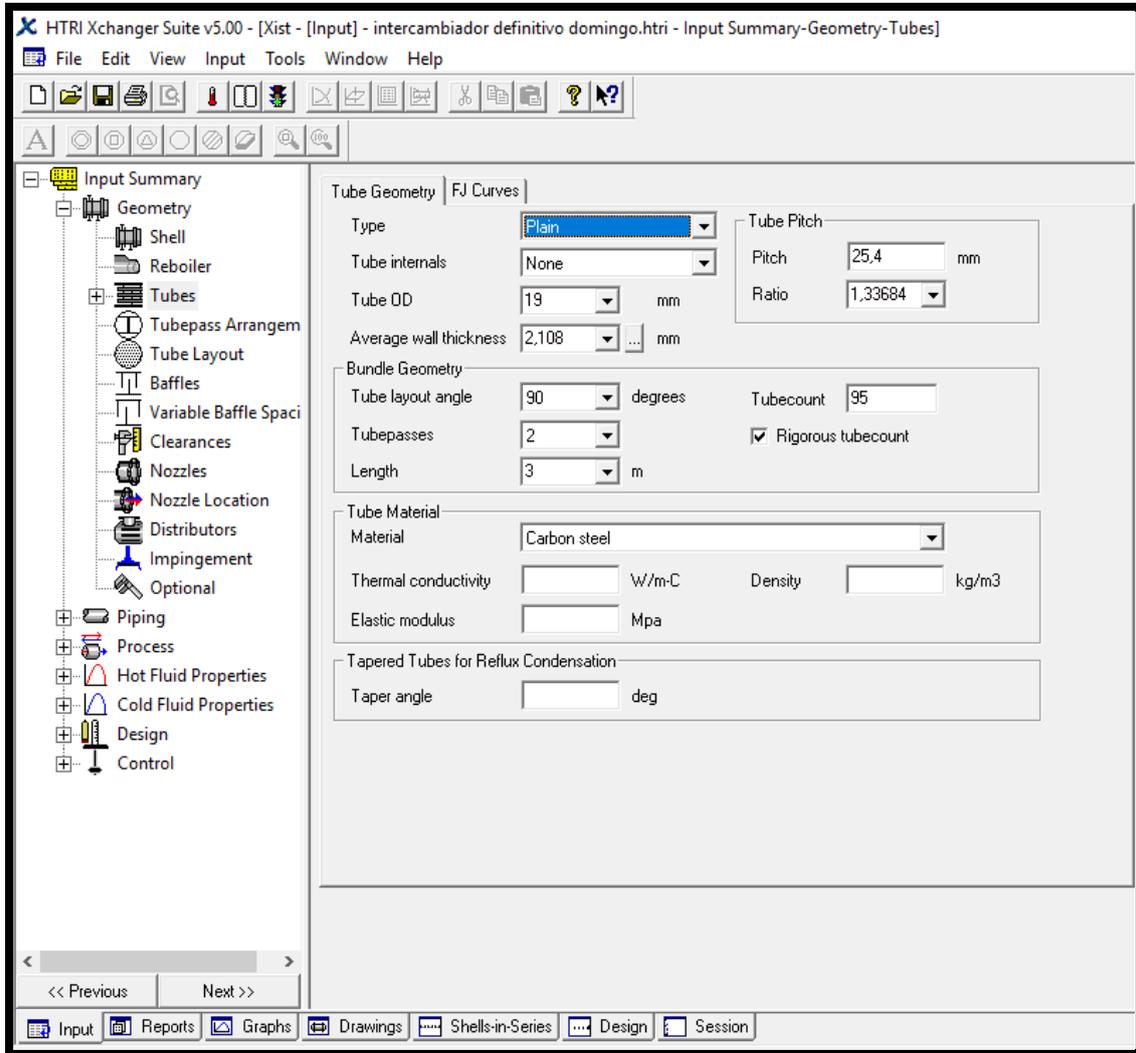
C- Se cargaron las condiciones de proceso.



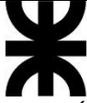
*Ilustración 97 - Condiciones del proceso en Software HTRI.*

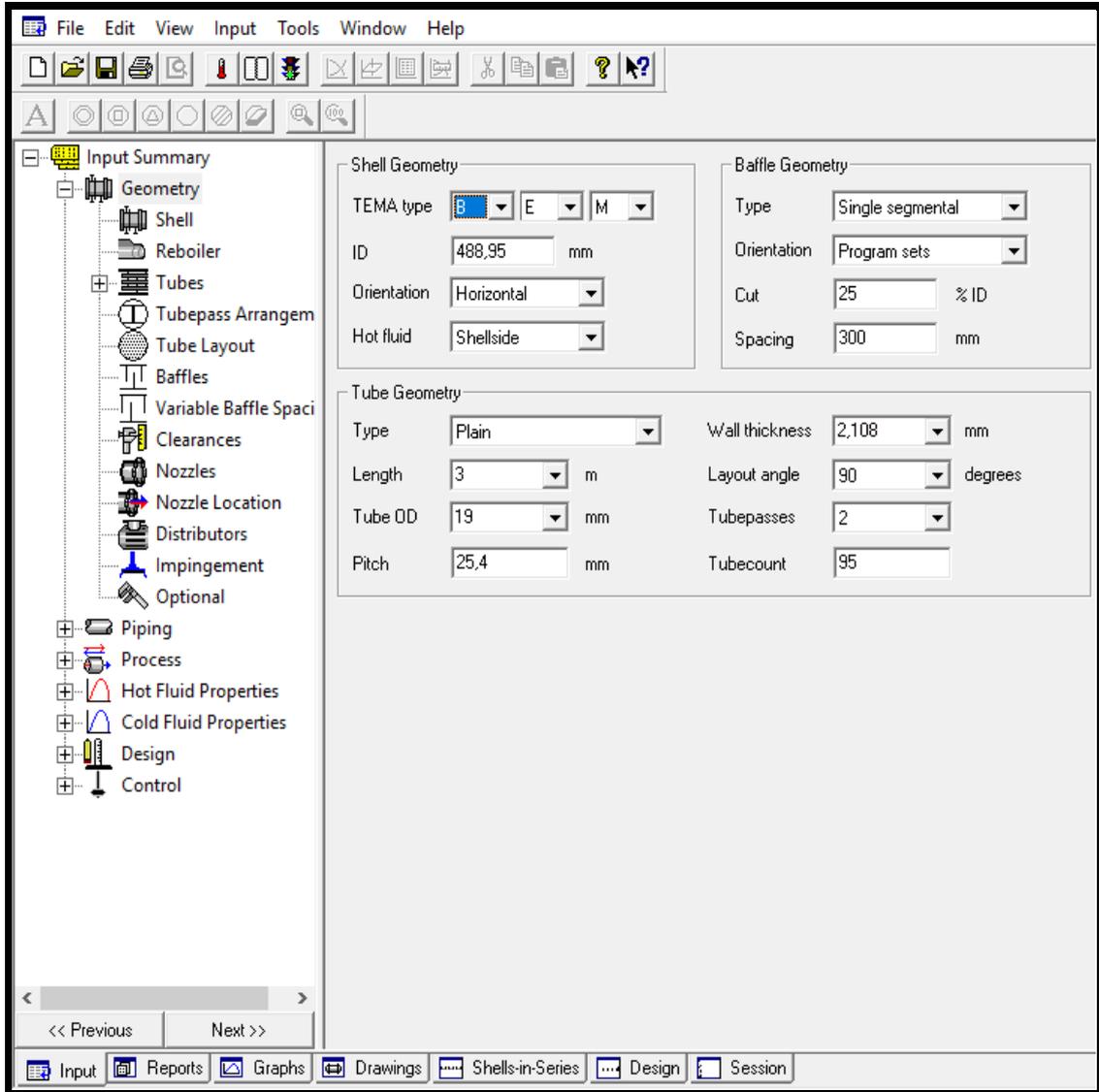
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>374</b> de <b>615</b>

D- Se cargaron la geometría de la coraza, tubos y baffles.



*Ilustración 98 - Geometría de tubos. HTRI.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>375</b> de <b>615</b>



*Ilustración 99 - Geometría de coraza y baffles. HTRI.*

Una vez cargados los datos térmicos y la geometría del intercambiador se realiza una corrida del programa obteniendo los siguientes resultados:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 376 de 615

		<b>Output Summary</b> <span style="float: right;">Page 1</span> Released to the following HTRI Member Company: <i>UTN FRN</i> <i>Maximiliano Barros</i>	
Xist E Ver. 5.00 15/9/2019 21:06 SN: FriendsI		SI Units	
Rating - Horizontal Multipass Flow TEMA BEM Shell With Single-Segmental Baffles			
No Data Check Messages.			
See Runtime Message Report for Warning Messages.			
<b>Process Conditions</b>		<b>Hot Shellside</b>	
		Propilenglicol	
Fluid name		Glicerol	
Flow rate	(kg/s)	0,6870	
Inlet/Outlet Y	(Wt. frac vap.)	0,000   0,000	
Inlet/Outlet T	(Deg C)	190,00   143,74	
Inlet P/Avg	(kPa)	1500,02   1499,01	
dP/Allow.	(kPa)	2,031   68,949	
Fouling	(m <sup>2</sup> -K/W)	0,000652   0,000652	
<b>Exchanger Performance</b>			
Shell h	(W/m <sup>2</sup> -K)	218,25	Actual U (W/m <sup>2</sup> -K) 87,08
Tube h	(W/m <sup>2</sup> -K)	239,42	Required U (W/m <sup>2</sup> -K) 65,73
Hot regime	(--)	Sens. Liquid	Duty (MegaWatts) 0,1045
Cold regime	(--)	Sens. Liquid	Area (m <sup>2</sup> ) 16,457
EMTD	(Deg C)	96,6	Overdesign (%) 32,48
<b>Shell Geometry</b>		<b>Baffle Geometry</b>	
TEMA type	(--)	BEM	Baffle type (--) Single-Seg.
Shell ID	(mm)	488,950	Baffle cut (Pct Dia.) 25,00
Series	(--)	1	Baffle orientation (--) Perpend.
Parallel	(--)	1	Central spacing (mm) 300,000
Orientation	(deg)	0,00	Crosspasses (--) 9
<b>Tube Geometry</b>		<b>Nozzles</b>	
Tube type	(--)	Plain	Shell inlet (mm) 26,645
Tube OD	(mm)	19,000	Shell outlet (mm) 26,645
Length	(m)	3,000	Inlet height (mm) 14,338
Pitch ratio	(--)	1,3368	Outlet height (mm) 14,338
Layout	(deg)	90	Tube inlet (mm) 26,645
Tubecount	(--)	95	Tube outlet (mm) 26,645
Tube Pass	(--)	2	
<b>Thermal Resistance; %</b>		<b>Velocities; m/s</b>	
Shell	39,92	Shellside	1,826e-2
Tube	46,71	Tubeside	4,953e-2
Fouling	12,98	Crossflow	1,969e-2
Metal	0,384	Window	2,338e-2
		<b>Flow Fractions</b>	
		A	0.017
		B	0.789
		C	0.034
		E	0.160
		F	0.000

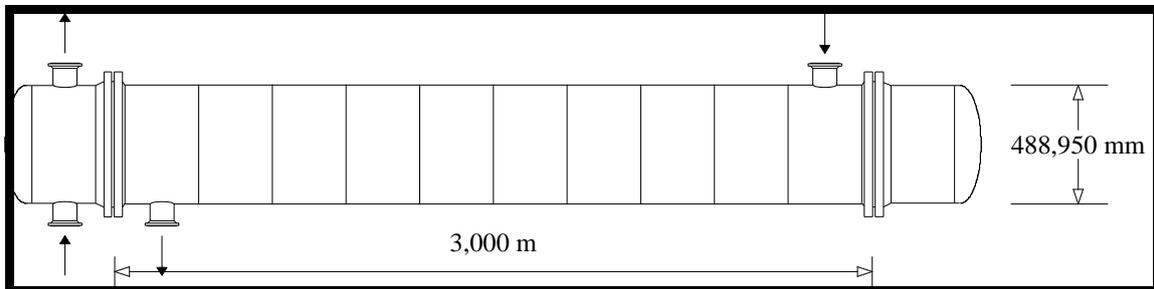
Ilustración 100 - Datos generales del E-101. HTRI.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>377</b> de <b>615</b>

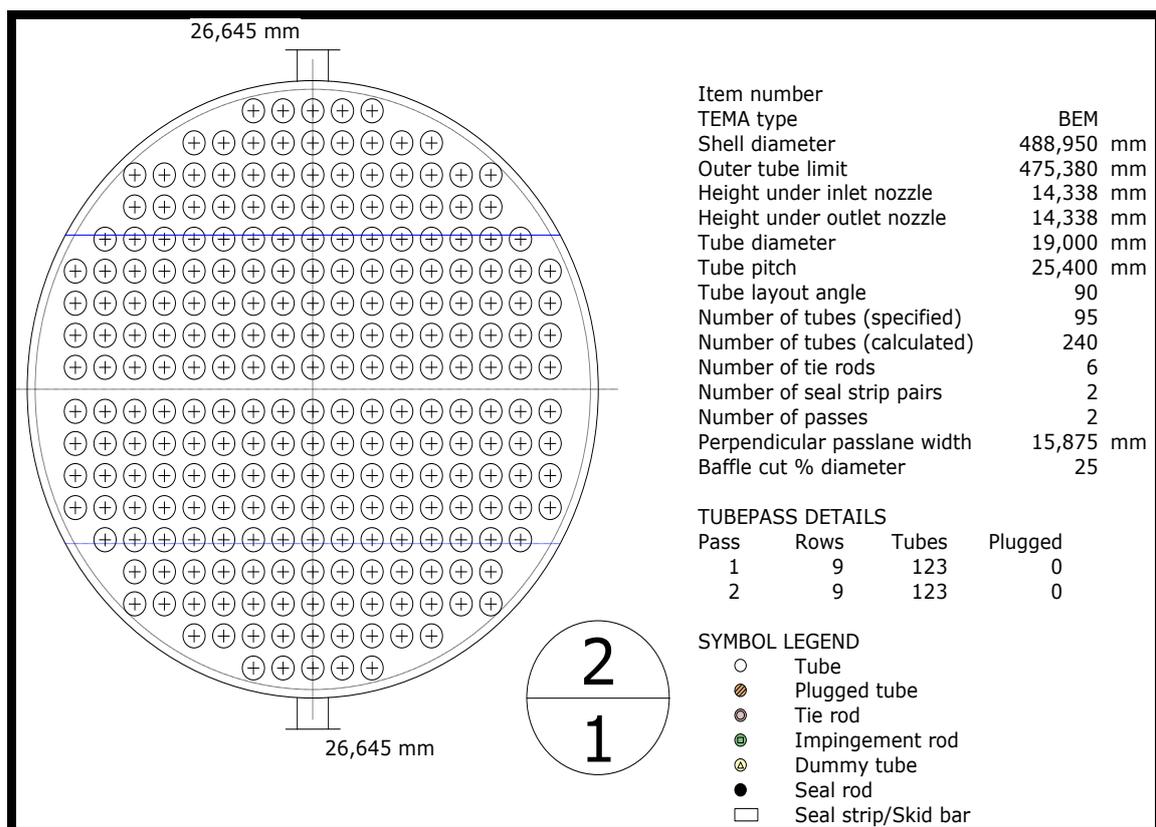
HTRI		HEAT EXCHANGER RATING DATA SHEET				Page 1 SI Units
Service of Unit		Item No.				
Type	BEM	Orientation		Horizontal		
Surt/Unit (Gross/Eff)		17,01 / 16,46 m <sup>2</sup>		Shell/Unit 1 Surt/Shell (Gross/Eff) 17,01 / 16,46 m <sup>2</sup>		
Surt/Unit (Gross/Eff)		17,01 / 16,46 m <sup>2</sup>		Shell/Unit 1 Surt/Shell (Gross/Eff) 17,01 / 16,46 m <sup>2</sup>		
PERFORMANCE OF ONE UNIT						
Fluid Allocation		Shell Side			Tube Side	
Fluid Name		Propilenglicol			Glicerol	
Fluid Quantity, Total		kg/s			0,6870	
Vapor (In/Out)		wt%			0,0	
Liquid		wt%			100,0	
Temperature (In/Out)		C			190,00	
Density		kg/m <sup>3</sup>			895,25	
Viscosity		mN-s/m <sup>2</sup>			0,2457	
Specific Heat		kJ/kg-C			3,3833	
Thermal Conductivity		W/m-C			0,1735	
Critical Pressure		kPa			1500,02	
Inlet Pressure		kPa			911,013	
Velocity		m/s			1,826e-2	
Pressure Drop, Allow/Calc		kPa			68,949	
Average Film Coefficient		W/m <sup>2</sup> -K			218,25	
Fouling Resistance (min)		m <sup>2</sup> -K/W			0,000652	
Heat Exchanged		0,1045 MegaWatts			MTD (Corrected) 96,6 C	
Transfer Rate, Service		65,73 W/m <sup>2</sup> -K			Calculated 87,08 W/m <sup>2</sup> -K	
					Overdesign 32,48 %	
					Clean 100,06 W/m <sup>2</sup> -K	
CONSTRUCTION OF ONE SHELL				Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)		
		Shell Side		Tube Side		
Design Pressure		kPaG		1398,70		
Design Temperature		C		1034,21		
No Passes per Shell		1		2		
Flow Direction		Downward		Upward		
Connections		In mm		1 @ 26,645		
Size & Rating		Out mm		1 @ 26,645		
		Liq. Out mm		@		
Tube No.		95 OD 19,000 mm		Thk(Avg) 2,108 mm		Length 3,000 m
Tube Type		Plain		Material CARBON STEEL		Pairs seal strips 2
Shell ID		488,950 mm		Kettle ID mm		Passlane Seal Rod No. 0
Cross Baffle Type		PERPEND. SINGLE-SEG.		%Cut (Diam) 25,0		Impingement Plate None
Spacing(c/c)		300,000 mm		Inlet 401,090 mm		No. of Crosspasses 9
Rho-V2-Inlet Nozzle		1695,68 kg/m-s <sup>2</sup>		Shell Entrance 300,36		Shell Exit 286,65 kg/m-s <sup>2</sup>
				Bundle Entrance 1,73		Bundle Exit 1,65 kg/m-s <sup>2</sup>
Weight/Shell		1183,24		Filled with Water 1829,47		Bundle 427,99 kg
Notes:		Thermal Resistance, %		Velocities, m/s		Flow Fractions
		Shell 39,92		Shellside 1,826e-2		A 0,017
		Tube 46,71		Tubeside 1,953e-2		B 0,789
		Fouling 12,98		Crossflow 1,969e-2		C 0,034
		Metal 0,38		Window 2,338e-2		E 0,160
						F 0,000

*Ilustración 101 - Data sheet E-101. HTRI.*

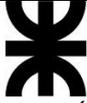
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>378</b> de <b>615</b>

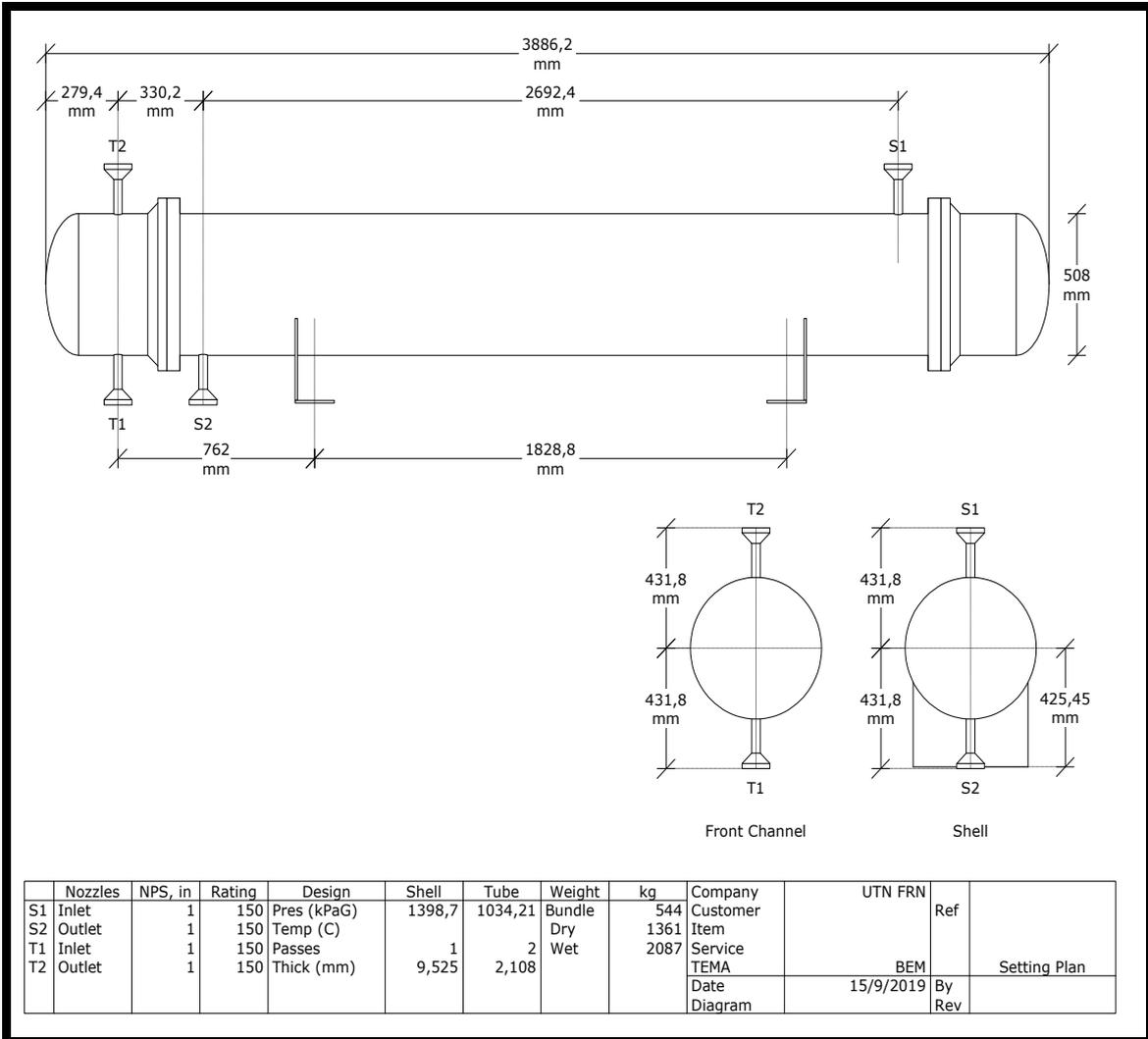


*Ilustración 102 - Representación del E-101 en HTRI.*

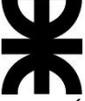


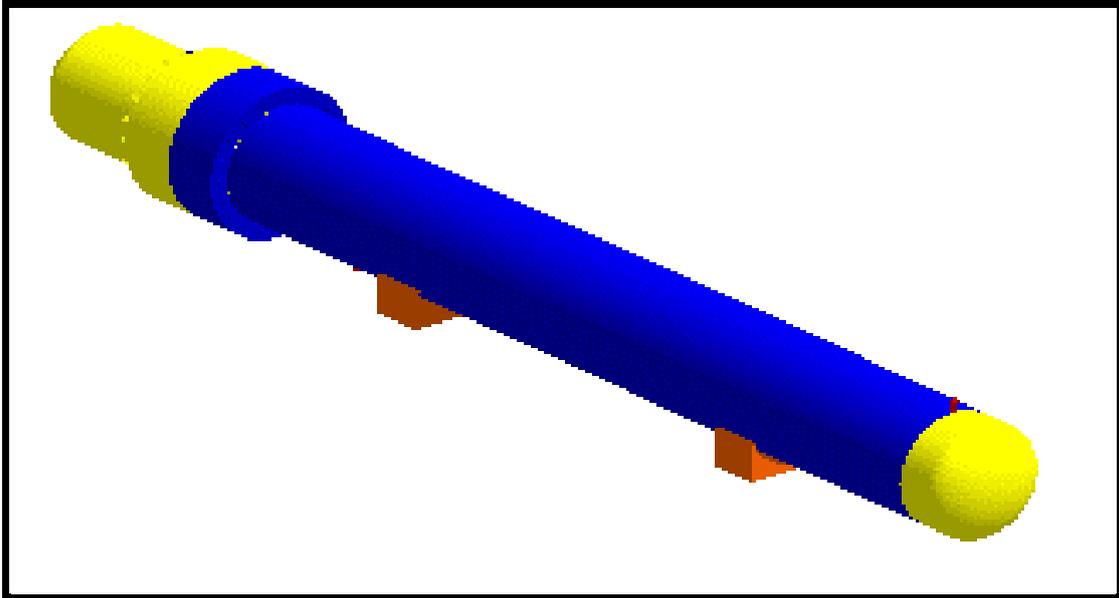
*Ilustración 103 - Distribución de los tubos en la carcasa en HTRI.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>379</b> de <b>615</b>

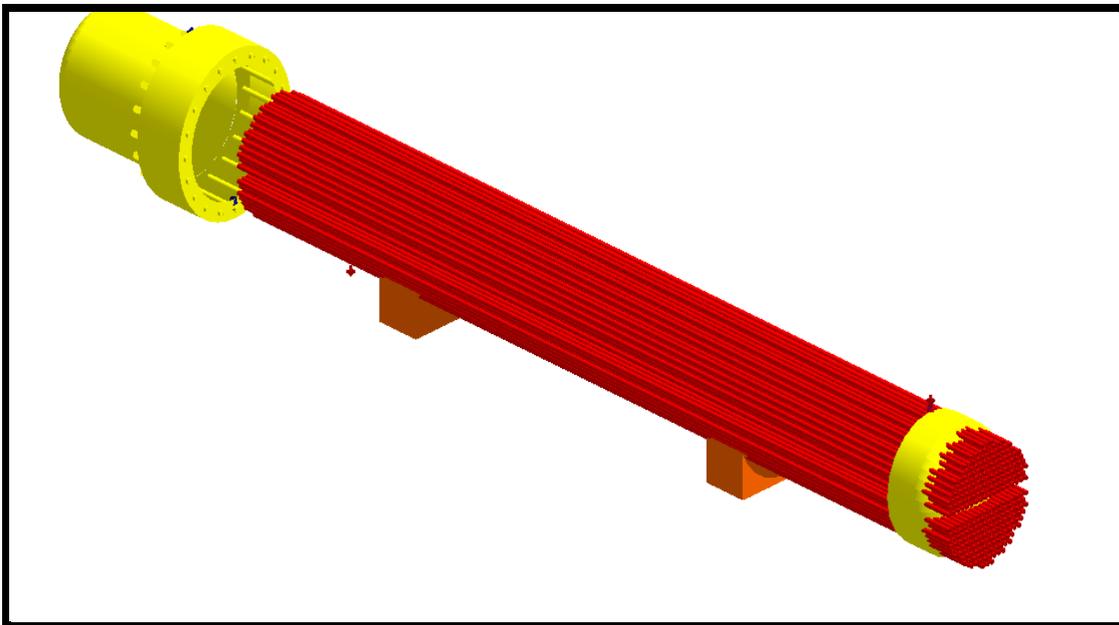


*Ilustración 104 - Plan de ajuste. HTRI.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>380</b> de <b>615</b>

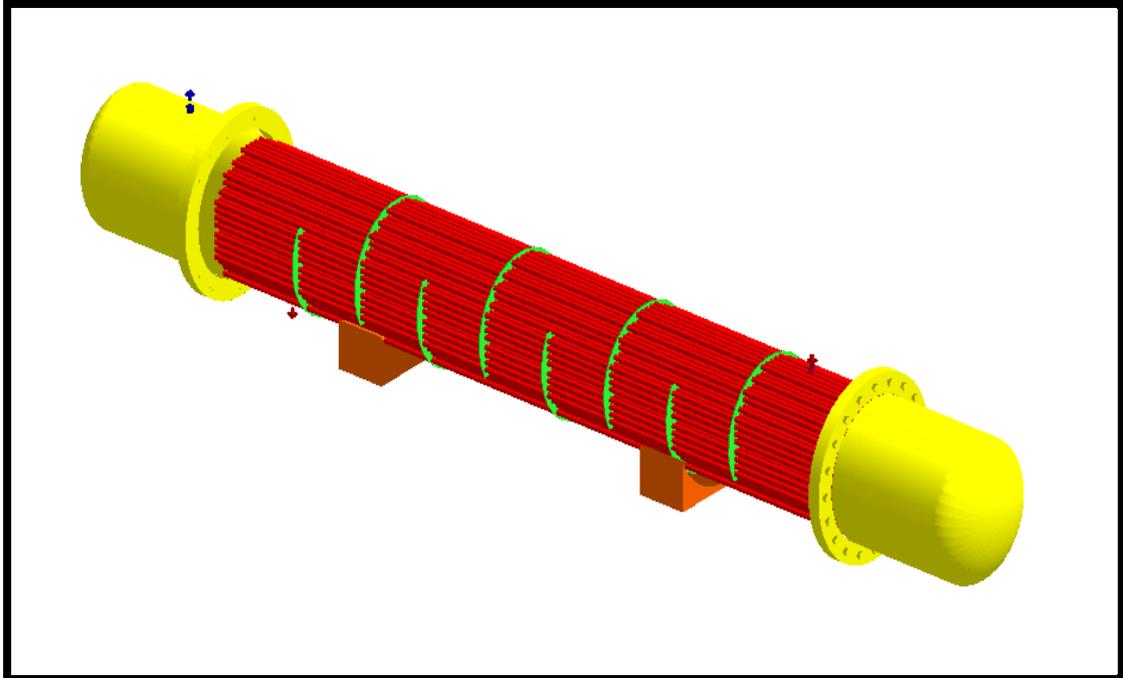


*Ilustración 105 - Representación en 3D del intercambiador E-101. HTRI.*

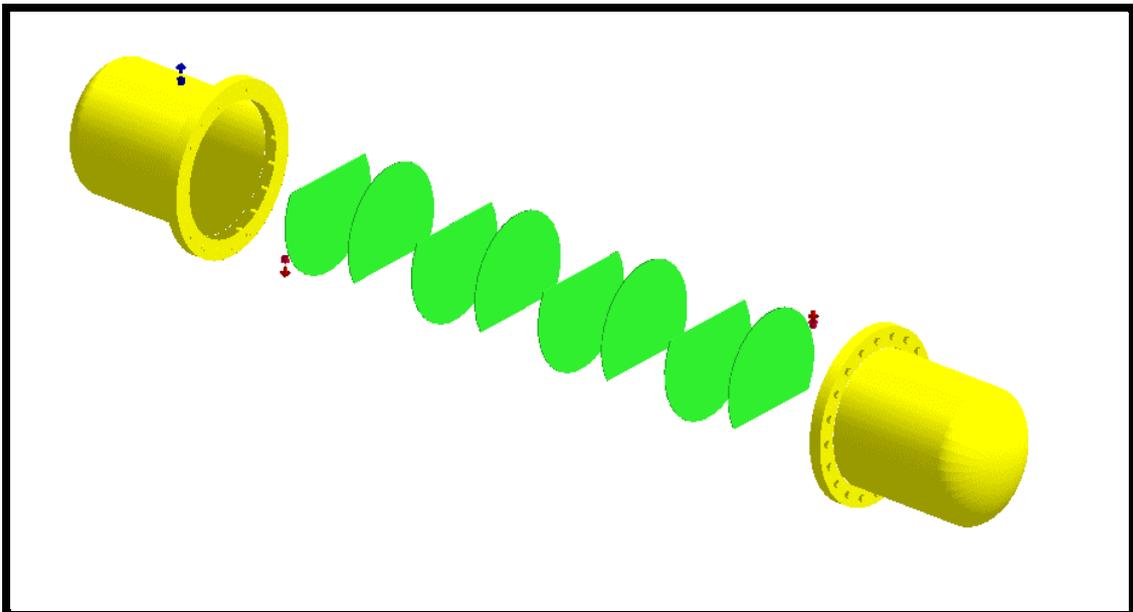


*Ilustración 106 - Representación en 3D del E-101. Vista de tubos. HTRI.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>381</b> de <b>615</b>



*Ilustración 107 - Representación en 3D del E-101. Vista de tubos y baffles. HTRI.*



*Ilustración 108 - Representación en 3D del E-101. Vista de baffles y boquillas. HTRI.*

Se comprueba que el área del equipo es aproximadamente igual al valor calculado con el método de Kern, con un sobre diseño del 33%.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>382</b> de <b>615</b>

## 8.7 - DISEÑO MECÁNICO

La información contenida en la TEMA y en la sección VIII del código para el diseño de recipientes a presión de la ASME, es tomada en cuenta y basada para el desarrollo del diseño mecánico de intercambiadores de calor.

El diseño mecánico es tratado para cada elemento del intercambiador por separado. El contenido de este apartado es determinar características mecánicas de:

- Tubos.
- Coraza.
- Baffles y placas de soporte.
- Cabezales.
- Peso total del intercambiador.
- Bridas y boquillas.
- Soportes y orejas de izaje.

### 8.7.1 - TUBOS

#### 8.7.1.1 - PRESIÓN DE DISEÑO

Para poder calcular la presión de diseño se tomó en cuenta la presión de operación promedio de acuerdo a la entrada y salida del fluido, dando un valor promedio de 9 bar. Para esta presión que es superior a la atmosférica se calculó la presión de diseño como:

$$P_d = P_{operación} + 2 = 11 \text{ bar} = 1100 \text{ KPa.}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>383</b> de <b>615</b>

### 8.7.1.2 - TEMPERATURA DE DISEÑO

Para poder calcular la temperatura de diseño, primero se fija la máxima temperatura de operación con la que se trabaja en los tubos, que es de 100°C por lo que la temperatura de diseño es:

$$T_d = T_{operación} + 20^\circ C = 120^\circ C = 248^\circ F.$$

### 8.7.1.3 - ESPESOR DE LOS TUBOS

El espesor de los tubos se calcula a través de la siguiente expresión definida por el código ASME B31.1 como:

$$t = \left( \frac{PD \times D_o}{2 \times S \times E + 2 \times P \times D \times Y} + C \right) \times \frac{1}{1 - \frac{M}{100}}$$

- P<sub>d</sub>: Presión de diseño (KPa): calculado anteriormente dando como resultado 1100 KPa.
- D<sub>o</sub>: Diámetro exterior de la tubería (mm). (0,019 m)
- S: Tensión máxima admisible del material debido a la presión interna (KPa). Se calculó en base al material acero al carbono para tubos SA - 178 para una temperatura de diseño de 300°F, por medio de la tabla del código ASME obtenemos valor de la tensión máxima admisible donde S = 18,2 ksi lo que equivale a 125484.58 KPa (18200 psi).
- E: Eficacia de la soldadura, en nuestro caso consideramos los tubos sin costura, por lo tanto, la eficacia de la soldadura será de 1.
- C: Espesor por corrosión, en donde las tuberías tienen una vida media de 15 años.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>384</b> de <b>615</b>

Asumiendo una pérdida de 0,12 mm/año, el factor C de corrosión será de:

$$C = 0,12 \text{ mm/año} \times 15 \text{ años} = 1,8 \text{ mm.}$$

Por lo que se va a trabajar con 2mm de espesor por corrosión.

- M: Tolerancia a la fabricación, para tuberías sin costuras como las proyectadas, la tolerancia a la fabricación es bastante elevada. Depende del material y la temperatura. Toma un valor de 12,5 %.
- Y: El coeficiente Y, al igual que otros parámetros depende tanto del material como de la temperatura. Se calcula a través de la tabla que se muestra a continuación, según las normas TEMA.

Material	Temperatura, ° C (° F)							
	900 (482)	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250
	Y Abajo	(510)	(538)	(566)	(593)	(621)	(649)	Y Arriba
Los aceros ferríticos	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Los aceros austeníticos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7
Aleaciones de níquel UNS N06617, Nos.0.4 N08800, N08810, N08825		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7

*Ilustración 109 - Coeficiente de espesor.*

De esa tabla Y= 0,4.

Sustituyendo en la expresión:

$$t = \left( \frac{1100 \text{ KPa} \times 19 \text{ mm}}{2 \times 125484,58 \times 1 + 2 \times 1100 \text{ KPa} \times 0,4} + 1,8 \text{ mm} \right) \times \frac{1}{1 - \frac{12,5}{100}}$$

$$t = 2,15 \text{ mm.}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>385</b> de <b>615</b>

## 8.7.2 - CORAZA

Se utiliza el mismo procedimiento calculado para el diseño de los tubos.

### 8.7.2.1 - PRESIÓN DE DISEÑO

$$Pd = P \text{ operación} + 2 = 17 \text{ bar} = 1700 \text{ KPa.}$$

### 8.7.2.2 - TEMPERATURA DE DISEÑO

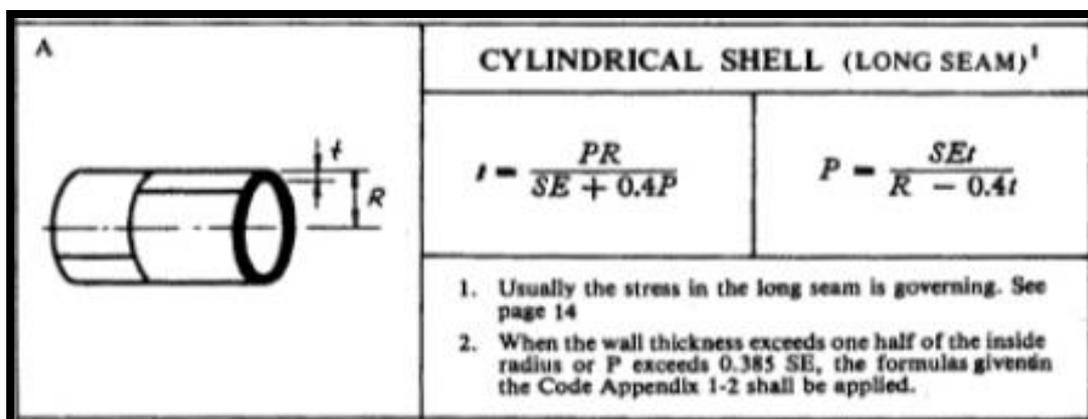
$$Td = T \text{ operación} + 20^\circ\text{C} = 210^\circ\text{C} = 410^\circ\text{F.}$$

### 8.7.2.3 - ESPESOR DE LA CORAZA

Según el código ASME, el espesor mínimo de la coraza debe especificarse bajo la siguiente expresión:

$$t \text{ (mm)} = 6 + C = 6 + 2,159 = 8,159 \text{ mm.}$$

Dicho espesor se calcula como un cuerpo cilíndrico.



*Ilustración 110 - Espesor de la coraza.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>386</b> de <b>615</b>

El espesor mínimo  $t$  de la carcasa o envolvente cilíndrica sometida a presión interna  $P$ , debe ser el que resulte mayor por cálculo de esfuerzos circunferenciales y longitudinales:

Espesor en función de las tensiones circunferenciales:

$$t = \frac{P_{\text{diseño}} \times R_i}{(S \times E - 0,6 \times P_{\text{diseño}})} + CA$$

Espesor en función de las tensiones longitudinales:

$$t = \frac{P_{\text{diseño}} \times R_i}{(2S \times E - 0,4 \times P_{\text{diseño}})} + CA$$

Siendo:

- $t$  el espesor del cilindro (mm).
- $P_{\text{diseño}}$  es la presión de diseño (bar).
- $R_i$  es el radio interno (mm).
- $S$  es el esfuerzo del material (bar).
- $E$  es el factor de soldadura (1).
- $CA$  es la tolerancia de corrosión (2mm).

El esfuerzo del material (SA-178) es de 20,2 ksi lo que equivale a 1254,84 bar, para una temperatura de diseño de 150°F.

El espesor en función de las tensiones circunferenciales es:

$$t = \frac{17\text{bar} \times 244,475\text{mm}}{(1254,84\text{bar} \times 1 - 0,6 \times 17\text{bar})} + 2\text{mm}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>387</b> de <b>615</b>

$$t = 5,339 \text{ mm.}$$

El espesor en función de las tensiones longitudinales es:

$$t = \frac{17\text{bar} \times 244,475\text{mm}}{(2 \times 1254,84\text{bar} \times 1 - 0,4 \times 17\text{bar})} + 2\text{mm}$$

$$t = 3,660 \text{ mm.}$$

Se opta por construir la carcasa con el mayor espesor, correspondiente al espesor de las tensiones circunferenciales. Esto se realiza para contemplar con este valor también el espesor debido a las tensiones longitudinales.

#### 8.7.2.4 - DIMENSIONAMIENTO DE CABEZALES

El intercambiador de calor consta de dos cabezales, cabezal anterior y cabezal posterior, respectivamente.

El cabezal anterior es designado por la letra B (tipo bonete). Este permite que el fluido se distribuya radialmente en el arreglo de tubos. Consta de un canal, tapa y brida.

El cabezal posterior es designado por la letra T (cabezal flotante de arrastre). Se elige este tipo ya que permite extraer los tubos desde el extremo posterior para tareas de mantenimiento y limpieza.

Como en nuestro caso por el interior de los tubos circulará glicerol (fluido muy ensuciante), es imprescindible contar con un intercambiador de haz de tubos removible para efectuar una correcta limpieza mecánica en el interior del mismo.

Para calcular el espesor del canal, en principio se determina el radio externo del canal en función del diámetro externo del mismo:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>388</b> de <b>615</b>

$$Rex = 0,5 \times Dex$$

El diámetro externo del canal debe coincidir con el diámetro de la coraza para evitar fugas.

La norma TEMA y el Código ASME recomiendan que el canal y la tapa sean del mismo espesor para lograr así una unión por soldadura más eficiente.

### Espesor mínimo del cabezal

Al calcularse el espesor mínimo del cabezal se consideran dos tipos de espesores según su geometría:

- Espesor cabezal cilíndrico
  - ✓ Esfuerzo circunferencial

$$t = \frac{Pdiseño \times R}{(S \times E - 0,6 \times Pdiseño)} = 3,339 \text{ mm.}$$

- ✓ Esfuerzo longitudinal

$$t = \frac{Pdiseño \times R}{(2S \times E + 0,4 \times Pdiseño)} = 1,651 \text{ mm.}$$

- Espesor cabezal esférico

$$t = \frac{Pdiseño \times R}{(2S \times E - 0,2 \times Pdiseño)} = 1,658 \text{ mm.}$$

Para este cálculo se usan los mismos criterios que para el cálculo de espesores de la coraza. Es decir:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>389</b> de <b>615</b>

- $P$  diseño es la presión de diseño (17 bar).
- $R_i$  es el radio interno del cabezal sin incluir la tolerancia a la corrosión. (244,475 mm).
- $S$  es el esfuerzo máximo admisible (1254,84 bar).
- $E$  es la eficiencia de la junta (1).

Por lo tanto, se adopta el mayor espesor que es el debido al esfuerzo circunferencial y a este valor se le suma el espesor por corrosión (2 mm).

El espesor del cabezal será de 3,339 mm + 2 mm = 5,339 mm (el cual coincide con el espesor de la coraza calculado anteriormente).

1. Cálculo del diámetro exterior de la tapa ( $d_{oc}$ ):

$$d_{oc} = 0,8 \times D_{ecc} = 0,8 \times 0,53975 = 0,432 \text{ m.}$$

2. Cálculo del radio exterior de la tapa ( $R_{cc}$ ):

$$R_{cc} = 0,9 \times D_{ecc} = 0,9 \times 0,53975 = 0,486 \text{ m.}$$

3. Cálculo del radio exterior de la curvatura de la tapa ( $r_{cc}$ ):

$$r_{cc} = 0,173 \times D_{ecc} = 0,173 \times 0,48895 = 0,0845 \text{ m.}$$

4. Cálculo de la profundidad de la tapa ( $h_1$ ):

$$h_1 = 0,25 \times D_{ecc} = 0,25 \times 0,48895 = 0,1222 \text{ m.}$$

5. Cálculo de la extensión de la tapa ( $h_2$ ):

$$h_2 = 0,33 \times h_1 = 0,33 \times 0,1222 = 0,0403 \text{ m.}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>390</b> de <b>615</b>

Cálculo de la longitud total de la tapa (hoc):

$$hcc = h1 + h2 = 0,1222 + 0,0403 = 0,1625 \text{ m.}$$

La longitud total del cabezal (Hc) que permite una buena distribución del fluido de trabajo en los tubos se calcula con el diámetro de la coraza:

$$Hc = Ds = 0,48895 \text{ m.}$$

Para determinar la longitud del canal hc:

$$hc = Hc - hcc = 0,48895 - 0,1625 = 0,32645 \text{ m.}$$

### 8.7.3 - ESTIMACIÓN DEL PESO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

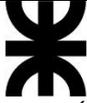
Para determinar el peso del intercambiador de calor se calculan por separado los pesos de los baffles, los cabezales, los tubos y la coraza. Luego de determinados todos estos pesos se realiza una aproximación por el código ASME.

#### 8.7.3.1 - PESO DE LA CORAZA

Primero se determina el volumen interior y exterior de la coraza, según sus respectivos diámetros:

$$V_{\text{interno}} = \pi \times \left(\frac{D_i}{2}\right) \times L = \pi \times \left(\frac{0,48361}{2}\right)^2 \times 3,8862 = 0,7138 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{externo}} = \pi \times \left(\frac{D_o}{2}\right) \times L = \pi \times \left(\frac{0,48895}{2}\right)^2 \times 3,8862 = 0,7300 \text{ m}^3.$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>391</b> de <b>615</b>

Una vez calculados los volúmenes, se determina el volumen de la pared, que es la diferencia entre el volumen interno y el volumen externo.

$$V_{pared} = V_{externo} - V_{interno} = 0,730m^3 - 0,7138m^3 = 0,0162m^3.$$

Con la densidad del material ASTM A-178/ ASME SA-178 se determina el peso de la coraza.

$$P_{coraza} = 7850 \frac{kg}{m^3} \times 0,0162 m^3 = 127,17 kg.$$

### 8.7.3.2 - PESO DE LOS TUBOS

Se procede de igual manera que en el cálculo anterior, determinando volúmenes interno y externo.

$$V_{interno} = \pi \times \left(\frac{D_i}{2}\right)^2 \times L = \pi \times \left(\frac{0,0148}{2}\right)^2 \times 3 = 0,000516 m^3.$$

$$V_{externo} = \pi \times \left(\frac{D_o}{2}\right)^2 \times L = \pi \times \left(\frac{0,0190}{2}\right)^2 \times 3 = 0,000850 m^3.$$

El volumen de la pared será:

$$V_{pared} = V_{ext.} - V_{int.} = 0,000516m^3 - 0,000850m^3 = 0,000334m^3.$$

La densidad del material es de 7850 kg/m<sup>3</sup>. Por lo tanto, el peso de un tubo es:

$$P_{tubo} = 7850 \frac{kg}{m^3} \times 0,000334 m^3 = 2,6219 kg.$$

El peso total de los tubos:

$$P_{tubos} = 2,6219 kg \times 95 = 249,1 kg.$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>392</b> de <b>615</b>

### 8.7.3.3 - PESO DE LOS BAFFLES

Para determinar el peso de los baffles se recurre al apéndice 21 del Transferencia de calor en ingeniería de procesos (E.Cao).

De allí se obtienen los siguientes datos:

Diferencia diametral entre la coraza y el deflector	
Ds (m)	Ds – Db (m)
0,20 – 0,33	0,0025
0,33 – 0,43	0,0032
0,43 – 0,58	0,0038
0,58 – 0,99	0,0045
0,99 – 1,37	0,0057

*Tabla 104 - Peso de baffles.*

De la ecuación  $D_s - D_b$  se obtiene el diámetro del baffle.

$$D_b = 0,48895 - 0,0038 = 0,48515 \text{ m.}$$

$$V_{baffle} = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times L = \pi \times \left(\frac{0,48515}{2}\right)^2 \times 0,0038 = 0,0007 \text{ m}^3.$$

A dicho volumen se le resta el 25% debido a la segmentación del baffle.

$$V_{baffle \text{ real}} = 0,000525 \text{ m}^3.$$

$$P_{baffle} = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,000525 \text{ m}^3 = 4,12 \text{ kg.}$$

$$P_{baffles \text{ totales}} = 4,12 \text{ kg} \times 10 = 41,2 \text{ kg.}$$

### 8.7.3.4 - PESO DE LOS CABEZALES

Para determinar el peso aproximado se tienen en cuenta todos los parámetros anteriormente calculados.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>393</b> de <b>615</b>

El volumen interior es  $\frac{1}{2}$  del volumen de una esfera.

$$V_{interior} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

Siendo r el radio interior de una hemiesfera  $r = 0,34458/2 = 0,172$  m.

$$V_{interior} = 0,01065 \text{ m}^3.$$

El volumen exterior es:

$$V_{exterior} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

Siendo r el radio exterior de una hemiesfera  $r = 0,3743/2 = 0,18715$  m

$$V_{exterior} = 0,01372 \text{ m}^3.$$

El volumen de la pared será:

$$V_{pared} = V_{exterior} - V_{interior} = 0,01372 - 0,01065 = 0,00307 \text{ m}^3$$

El peso de ambos cabezales está dado por el siguiente cálculo:

$$P_{cabezales} = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,00307 \text{ m}^3 = 24,0995 \text{ kg}.$$

El peso total aproximado del equipo vacío es:

$$P_{total} = P_{tubos} + P_{coraza} + P_{baffles} + P_{cabezales}$$

$$P_{total} = 249,1 + 127,17 \text{ kg} + 41,2 \text{ kg} + 24,1 \text{ kg} = 441,57 \text{ kg}.$$

Para determinar el peso del equipo en operación la norma ASME determina que este debe considerarse lleno de agua.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>394</b> de <b>615</b>

A continuación, se calcula el volumen de agua dentro de la coraza y dentro de los tubos.

- Volumen de agua en la coraza y en los cabezales está dado por:

$$V_{\text{agua} - \text{cor}} = \pi \times \left(\frac{D_i}{2}\right)^2 \times L = \pi \times \left(\frac{0,48895}{2}\right)^2 \times 3 = 0,5633 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{agua} - \text{cabezales}} = 2 \times 0,01372 \text{ m}^3 = 0,02744 \text{ m}^3.$$

El peso del agua será:

$$P_{\text{agua}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (0,5633 \text{ m}^3 + 0,02744 \text{ m}^3) = 590,74 \text{ kg}.$$

- Volumen de agua dentro de los tubos:

$$V_{\text{agua}} = \pi \times \left(\frac{D_i}{2}\right)^2 \times L = \pi \times \left(\frac{0,0148}{2}\right)^2 \times 95 = 0,000516 \text{ m}^3.$$

El peso del agua será:

$$P_{\text{agua}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,000516 \text{ m}^3 \times 95 = 49,02 \text{ kg}.$$

Por lo tanto, el peso total aproximado del equipo estando en operación es de:

$$P_{\text{total}} = (49,02 \text{ kg} + 590,74 \text{ kg} + 441,57) = 1081,33 \text{ kg}.$$

#### 8.7.4 - DIMENSIONAMIENTO DE BOQUILLAS Y BRIDAS

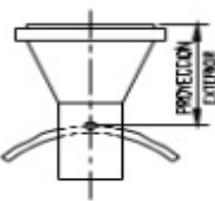
La mayoría de las boquillas utilizadas en los intercambiadores de calor comprenden una tubería estándar con un extremo soldado al casco o al cabezal, con una brida deslizante o de cuello unida al otro extremo.

Las boquillas pueden ser:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>395</b> de <b>615</b>

- Boquillas reforzadas.
- Boquillas forjadas.

Las boquillas utilizadas para nuestro intercambiador E-101 son del tipo forjadas.

 <b>PROYECCIONES MINIMAS RECOMENDADAS          PARA BOQUILLAS</b>		<b>NORMAS</b>  <b>FIGURA No. 35</b>					
LAS TABLAS DAN PROYECCION EXTERIOR MINIMA DE BOQUILLAS, Y EN CASO NECESARIO DEBERA INCREMENTARSE LA PROYECCION, POR ESPESORES DE AISLAMIENTO Y PLACA DE REFUERZO (A CRITERIO DEL DISEÑADOR)							
PROYECCION EXTERIOR EN PULGADAS PARA BRIDAS WELDING NECK							
	DIAM. NOM. TUBO	RANGO DE PRESION DE LA BRIDA EN LBS					
		150	300	600	900	1500	2500
	2	6	6	6	8	8	8
	3	6	6	8	8	8	10
	4	6	8	8	8	8	12
	6	8	8	8	10	10	14
	8	8	8	10	10	12	16
	10	8	8	10	12	14	20
	12	8	8	10	12	16	22
	14	8	10	10	14	16	
	16	8	10	10	14	16	
	18	10	10	12	14	18	
	20	10	10	12	14	18	
24	10	10	12	14	20		

*Ilustración 111 - Proyecciones mínimas recomendadas para boquillas.*

Corriente	Componente mayoritario	Diámetro de las boquillas
1.1 entrada a tubos	Glicerol	6"
1.2 salida de tubos	Glicerol	6"
22.1 entrada a coraza	Propilenglicol	6"
22.2 salida a coraza	Propilenglicol	6"

*Tabla 105 - Diámetro de boquillas.*

Las bridas son elementos de acero (puede ser acero inoxidable o acero al carbono) que permiten la sujeción entre elementos contiguos de una cañería o entre un equipo y una cañería.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>396</b> de <b>615</b>

La vinculación entre bridas adyacentes se hace por intermedio de espárragos roscados.

En los intercambiadores de calor se emplean dos tipos de bridas, las bridas con cuello (welding neck) son de gran resistencia y muy empleadas donde se requiere seguridad mientras que las bridas deslizantes (slip on) son más económicas debido a que no soportan grandes presiones, estas son utilizadas en equipos no críticos.

#### 8.7.4.1 - BRIDAS DE CUELLO SOLDABLE (WELDING NECK)

Se unen al tubo mediante soldadura a tope. Se las prefiere cuando se requiere uniones radiografiadas, o cuando los esfuerzos sobre la unión son máximos. El largo cuello cónico optimiza la distribución de tensiones.

Este tipo de bridas se prefiere para condiciones severas de trabajo, altas presiones, temperaturas elevadas o temperaturas menores a 0°C. Su uso es muy recomendable para el manejo de fluidos explosivos, inflamables o costosos.

Son puntos sensibles del proceso ya que una falla puede ser acompañada de consecuencias desastrosas.

#### 8.7.4.2 - BRIDAS DESLIZABLES (SLIP ON)

Son de menor costo, su resistencia calculada bajo presión interna es del orden de 2/3 de la anterior y su tiempo de utilidad en condiciones de fatiga es de aproximadamente de 1/3 en comparación a la brida anterior.

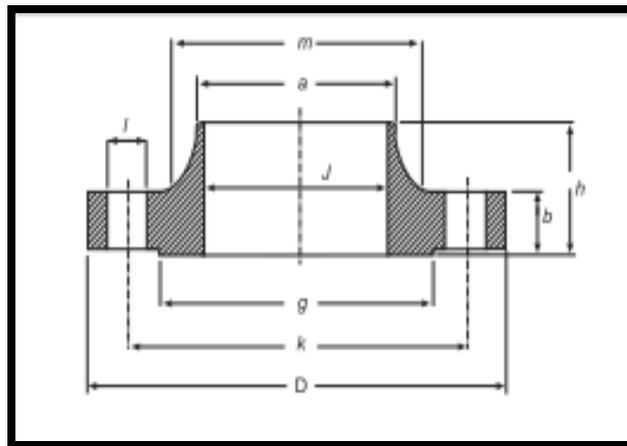
Se colocan mediante dos filetes de soldadura, deslizando el tubo en su interior.

Por ello su costo de instalación es menor, requiriendo menos precisión en el corte del tubo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>397</b> de <b>615</b>

En este proyecto se utilizan bridas de tipo cuello (Welding Neck) de clase 300 para tubos y para la coraza, ya que la presión de diseño de ambos está por encima de 150 psi y no es posible utilizar esta clase de brida.

Las dimensiones de las bridas utilizadas se detallan a continuación.



*Ilustración 112 - Dimensiones de bridas.*



*Ilustración 113 - Bridas clase 300.*

BRIDAS WELDING NECK CLASE 300											
Dimensiones (in)											
DN	D	b	g	m	A	H	j <sup>a</sup>	k	N° tal	L	Peso(kg)
6"	317,5	36,5	215,9	206,4	168,4	154,2	98,4	269,9	12	22,2	20,200

*Ilustración 114 - Dimensiones de bridas.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>398</b> de <b>615</b>

La norma TEMA especifica que para intercambiadores de calor de clase B el diámetro interno mínimo de los espárragos es de 5/8". En nuestro caso y para el tipo de bridas:



*Ilustración 115 - Espárragos.*

ESPARRAGOS PARA BRIDAS CLASE 300				
Dimensiones (in)				
DN	Nº Espárragos	Diámetro	Longitud (mm)	Longitud (in)
6"	12	22,2	22,2	20,200

*Tabla 106 - Dimensiones de espárragos.*

En nuestro caso se utilizan ESPÁRRAGOS ASTM A193 B7 C/2 tuercas ASTM A194 2H, obtenidos del catálogo SAIDI pág 213.

### 8.7.5 - SOPORTES Y OREJAS DE IZAJE

#### 8.7.5.1 - SOPORTES O SILLETAS

Los intercambiadores de calor horizontales deben tener soportes tipo silletas, dichos soportes deben ser diseñados teniendo en cuenta los esfuerzos por condición de apoyo.

El código ASME especifica las dimensiones de las silletas en función del peso del equipo en operación y del diámetro exterior del mismo. Para calcular las reacciones de las silletas es recomendable considerar el equipo lleno de agua.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>399</b> de <b>615</b>

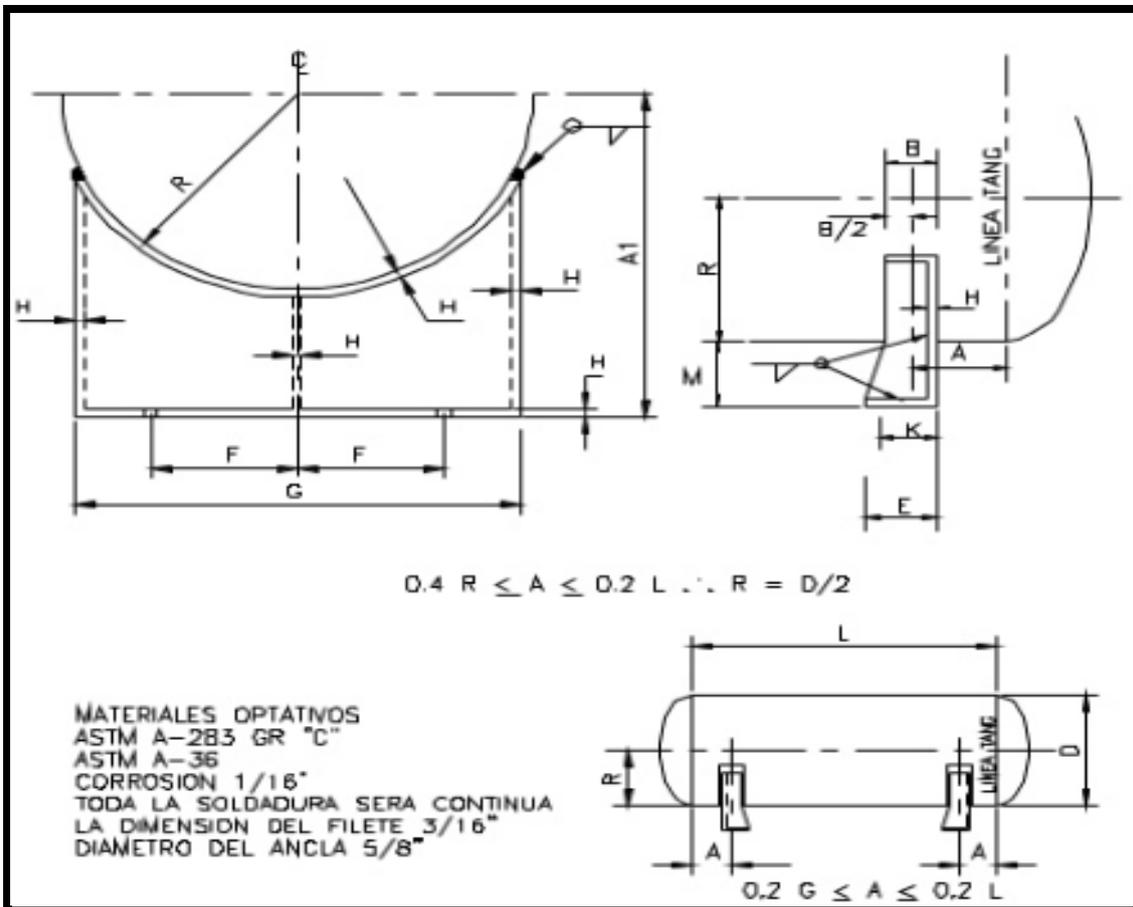
Desde el punto de vista económico y estético se recomienda el uso de dos silletas únicamente, por el hecho de que si se usan más de dos silletas se corre el riesgo de que alguna de ellas "se siente" involucrando además cargas no consideradas. Al localizar las silletas es preferible que la distancia entre la línea de tangencia de los cabezales y la silleta, nunca sea mayor de 0,2 veces la longitud del recipiente.

El diámetro exterior del equipo es de 0,48895m por lo tanto las dimensiones de las silletas serán las descriptas al diámetro correspondiente a las 19,25 pulgadas como lo indica la siguiente tabla.

 INGLESA	SOPORTES PARA RECIPIENTES HORIZONTALES										NORMAS	
	TIPO DE SILLETA RECIPIENTES DE 6" A 20" $\phi$										FIGURA No. 64	
DIÁMETRO RECIPIENTE "D"	DIMENSIONES EN PULGADAS										DIÁMETRO DE BARREND	PESO DE UNA SILLETA Kgs.
	A1	B	E	F	G	H	K	M	R			
6	9-1/2	1-1/2	3	2	6	1/4	1-3/4	6-3/16	3-5/16	3/4	4.0	
8	9-1/2	1-1/2	3	2	6	1/4	1-3/4	5-3/16	4-5/16	3/4	3.5	
10	11-1/2	1-1/2	3	4	10	1/4	1-3/4	6-1/8	5-3/8	3/4	5.5	
12	11-1/2	1-1/2	3	4	10	1/4	1-3/4	5-1/8	6-3/8	3/4	5.0	
14	13-1/2	1-1/2	3	5-1/4	13-1/2	3/8	1-3/4	6-1/2	7	3/4	11.0	
16	13-1/2	1-1/2	3	5-1/4	13-1/2	3/8	1-3/4	5-1/2	8	3/4	9.5	
18	15-1/2	1-1/2	3	6-1/2	16	3/8	1-3/4	6-1/2	9	3/4	13.5	
20	15-1/2	1-1/2	3	6-1/2	16	3/8	1-3/4	5-1/2	10	3/4	12.5	

*Ilustración 116 - Diámetro de los soportes.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>400</b> de <b>615</b>



*Ilustración 117 - Soportes.*

### 8.7.5.2 - ÁNGULO DE AGARRE

El valor del ángulo mínimo de contacto entre la silleta y el cuerpo es sugerido por el código ASME con un valor de 120°.

### 8.7.5.3 - OREJAS DE IZAJE

Las orejas de izaje se colocan con el fin de poder transportar, localizar y dar mantenimiento al equipo, es necesario colocar como mínimo 2 orejas de izaje en la superficie del equipo.

El espesor de las orejas de izaje se calcula como:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 401 de 615

$$t = \frac{W}{SD}$$

Siendo:

- To el espesor mínimo requerido en la oreja de izaje.
- W es el peso del equipo vacío.
- S es el esfuerzo a la tensión del material de la oreja (acero A285 88,9 MPa + 12893,95 psi).
- D es la distancia mostrada en la siguiente figura.

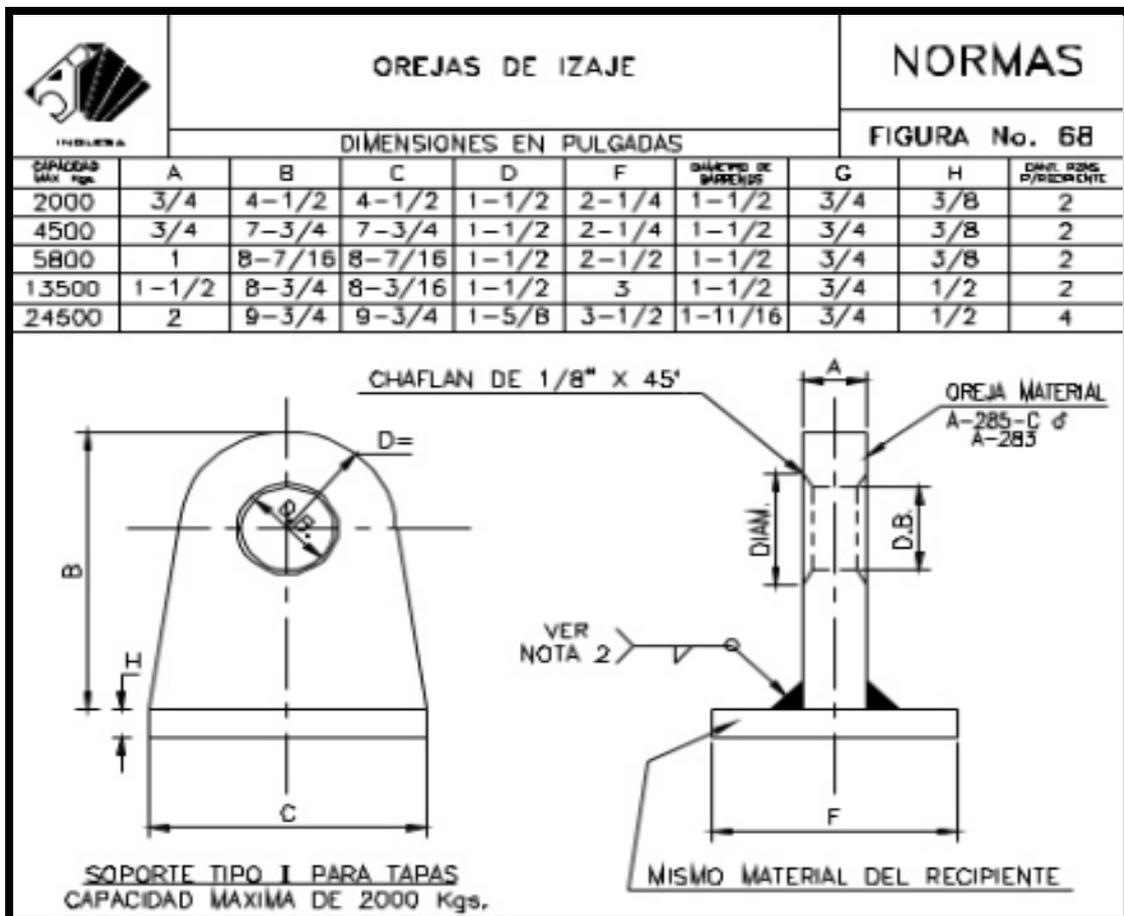


Ilustración 118 - Orejas de izaje.

El espesor de las orejas de izaje será de:

$$t = \frac{973,5 \text{ lb}}{12893,85 \text{ psi} \times 1 \frac{1}{2}"} = 0,050 \text{ in} = 1,27 \text{ mm}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>402</b> de <b>615</b>

El material utilizado para la construcción de soportes, orejas de izaje, bridas, boquillas será el acero al carbono SA-285.

## 8.8 - RESUMEN FINAL DE CÁLCULOS

### 8.8.1 - CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

TUBOS		CORAZA	
Fluido frío	Glicerol	Fluido caliente	Propilenglicol
T° entrada	25 °C	T° entrada	190,8
T° salida	100°C	T° salida	107,1
Caudal másico	0,687 kg/s	Caudal másico	0,496 kg/s
N° tubos	95	Diámetro interno	0,48895 m.
Diámetro interno	0,0148 m	N° baffles	10
Diámetro externo	0,019 m	Espaciado e/ baffles	0,3 m.
Arreglo/paso	Cuadro/ 1 in.	N° barras sep.	6
N° pasos	2	N° pasos	1
Factor de obstrucción		Factor de obstrucción	
Caída de presión	3,6 psi	Caída de presión	0,002 psi

*Tabla 107 - Resumen de características constructivas.*

### 8.8.2 - DISEÑO MECÁNICO

TUBOS		CORAZA	
P diseño	1100 KPa	P diseño	1700 KPa
T diseño	120 °C	T diseño	210 °C
Espesor diseño	2,15mm	Espesor diseño	5,339 mm

*Tabla 108 - Resumen de diseño mecánico.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>403</b> de <b>615</b>

## 8.9 - BIBLIOGRAFÍA

- Cabanzón Labat, J. (Mayo de 2018). *Diseño y cálculo de un intercambiador de calor*. Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/13702/407960.pdf?sequence=1>
- *Calculos del intercambiador.xlsx*. (s.f.).
- Cao, E. (s.f.). *Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos, Primera Edición*.
- Code, A. (2015). *ASME BPVC Section II*.
- Código ASME para tuberías a presión, B. (2010). *La tubería de la alimentación*.
- Fonseca Picon, L. A., & Riveros Vargas, L. M. (2009). *Diseño térmico y mecánico de intercambiadores de casco y tubo*. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2009/130082.pdf>
- *HTRI*. (s.f.). Obtenido de <http://htri.net/>
- Kern, D. (s.f.). *Procesos de Transferencia de Calor*.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>404</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO IX - P&ID DEL PROCESO

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>405</b> de <b>615</b>

## 9.1 - INTRODUCCIÓN

Un P&ID es lo que se define como un diagrama de tuberías e instrumentación (DTI) también conocido del idioma inglés como piping and instrumentation diagram/drawing (P&ID) y es un diagrama que muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y el instrumental.

Estos diagramas están compuestos por una serie de símbolos que nos permitirán identificar todos los componentes que conforman un proceso, número de líneas de tubería y sus dimensiones, válvulas, controles, alarmas, equipos, niveles, presostatos, drenajes, purgas, bombas, etc.

El instrumento de símbolos standard utilizados en estos diagramas se basa generalmente en la Norma ISA S5.1. Sistemas de Instrumentación y Automatización de la sociedad. (PIROBLOC, 2017)

Los P&ID desempeñan un papel importante en el mantenimiento y modificación del proceso que describe. Es fundamental para demostrar la secuencia física de los equipos y sistemas, así como la forma en que estos sistemas se conectan.

Durante la etapa de diseño, el esquema también proporciona la base para el desarrollo de sistemas de control del sistema, lo que permite aumentar la seguridad operacional y las investigaciones, como los estudios de peligro y operabilidad (HAZOP).

La implementación de equipos de control permite garantizar la seguridad en la planta y la recopilación de información de todo el proceso para validar que esta opere correctamente. En este apartado se presenta toda la información referente a los sistemas de control para cada zona de la planta.

## 9.2 - DEFINICIONES

### 9.2.1 - ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

Los instrumentos básicos que forman el sistema de control son los siguientes:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>406</b> de <b>615</b>

· Sensor: es el primer elemento que tendrá un lazo de control. La función del sensor es la de medir las variables físicas o químicas del sistema.

· Transmisor: Instrumento que tiene por función convertir la lectura de un sensor a una señal digital estándar que pueda ser transmitida.

· Controlador: El controlador recibe la señal de la variable medida y lo compara con el valor consigna establecida, emitiendo una acción correctora. Este controlador puede ser proporcional, proporcional integral o proporcional integral derivativo.

· Transductor: Instrumento que convierte una señal eléctrica en una señal neumática para enviar la señal al elemento final de control.

· Elemento final: Instrumento que actúa sobre la variable manipulada. (Company)

### 9.2.2- INSTRUMENTOS

Los instrumentos de control son dispositivos que toman una variable física de un proceso y la modifican de acuerdo a un valor deseado; pueden cumplir distintas funciones:

1. Indicar el valor o magnitud de la variable.
2. Transmitir la información de la variable da otros instrumentos o sala de control.
3. Controlar el proceso.
4. Registrar la información sobre el desarrollo del proceso.

La identificación funcional de los instrumentos o su equivalente funcional consiste en letras que incluyen una primera letra (designación de la medida o variable inicial) y una o más letras sucesivas (identificación de funciones).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>407</b> de <b>615</b>

### 9.2.2.1 - CLASIFICACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN

Los instrumentos pueden ser clasificada como primaria secundaria auxiliar o accesoria para asignación de lazos, identidades funcionales y símbolos.

- La instrumentación primaria consiste en la medición, monitoreo, control y cálculo de dispositivos y hardware y sus funciones, incluyen transmisores, registradores, controladores, válvulas de control, dispositivos de seguridad auto-accionados que requieren la identificación asignada por el usuario.
- La instrumentación secundaria consiste en la medición, monitoreo o dispositivos de control y hardware que incluyen niveles, manómetros, termómetros y reguladores de presión.
- La instrumentación auxiliar consiste en dispositivos y hardware que miden controlan o calculan y que son necesarios para el funcionamiento efectivo de la instrumentación primaria y secundaria. Incluyen dispositivos de cálculo, medidores de purga, sistema de muestreo y aire para instrumentos.
- La instrumentación accesoria consiste en dispositivos y hardware que no miden ni controlan, sino que son necesarios para el adecuado funcionamiento del sistema de medición, monitoreo o control; por ejemplo, el funcionamiento del tubo de caudalímetro.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>408</b> de <b>615</b>

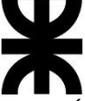
La instrumentación utilizada en el proceso es la siguiente:

INSTRUMENTACIÓN	
Instrumentación primaria	Trasmisor de nivel Trasmisor de caudal Trasmisor de temperatura Controlador de nivel Controlador de caudal Controlador de temperaturas Válvulas de seguridad (PSV)
Instrumentación secundaria	Indicador de presión Indicador de nivel Indicador de temperatura
Instrumentación auxiliar	Aire para instrumentos Puntos de muestreo

*Tabla 109 - Clasificación de la instrumentación.*

### 9.2.3 - LÍNEAS DE CONEXIÓN

En cuanto a la nomenclatura de las líneas de conexión, estas representan la información única y crítica de los diagramas de instrumentación de tuberías, indican la forma en que se interconectan los diferentes instrumentos, así como las tuberías dentro de un lazo de control. En la siguiente figura se pueden observar diferentes tipos de señales:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>409</b> de <b>615</b>

	Conexión a proceso, o enlace mecánico o alimentación de instrumentos.
	Señal neumática
	Señal eléctrica
	Señal eléctrica (alternativo)
	Tubo capilar
	Señal sonora o electromagnética guiada (incluye calor, radio, nuclear, luz)
	
	Señal sonora o electromagnética no guiada
	Conexión de software o datos
	Conexión mecánica Señal hidráulica

*Ilustración 119 - Líneas de instrumentación.*

Las líneas pueden indicar diferentes tipos de señales como son neumáticas, eléctricas, ópticas, señales digitales, ondas de radio, etc. El accionamiento de los elementos finales de control se realizó en su totalidad por señal neumática dado sus bondadosas cualidades. (Gutiérrez, 2017).

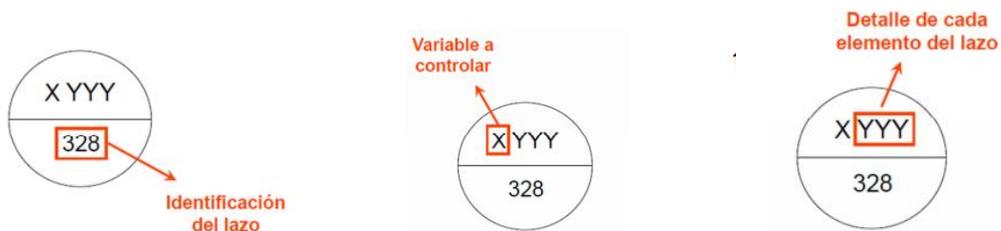
- Simple intuitiva.
- Compatibilidad total entre equipos.
- Compatibilidad con los actuadores de la mayoría de la válvula de control.

#### 9.2.4 - NOMENCLATURA DE INSTRUMENTOS

Los tags nombres o etiquetas, son números y letras que se encuentran dentro de la descripción del instrumento y que identifican el tipo y la función del dispositivo. Estos, conforman bucles o lazos de control de un instrumento,

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>410</b> de <b>615</b>

dispositivos o equipos y que están interconectados entre sí con las líneas de conexión mencionadas anteriormente.



El rótulo incluye una primera letra la cual designa la medida o variable inicial, y una o más letras sucesivas que identifican las funciones que cumplen. En el siguiente cuadro se puede observar el significador de cada letra según su posición. (Guillermo, 2010).

PRIMERA LETRA X			LETRAS SIGUIENTES		
Variable medida	Significado	Letra modificante	Función de lectura pasiva	Función de salida	Letra modificante
A	Análisis		Alarma		
B	Flama o quemador				
C	Conductividad			Control	
D	Densidad	Diferencial			
E	Voltaje		Sensor (elemento primario)		
F	Flujo				
G	Calibre		Visor		
H	Manual				Alto
I	Corriente		Indicador		
J	Potencia	Exploración			
K	Tiempo			Estación de control	
L	Nivel		Luz piloto		Bajo
M	Humedad				Medio o intermedio

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>411</b> de <b>615</b>

N	Vibración				
O	Torque		Orificio		
P	Presión		Punto de prueba		
Q	Cantidad				
R	Radiación		Registrar		
S	Velocidad	Seguridad		Interruptor	
T	Temperatura			Transmisor	
V	Viscosidad			Válvula	
W	Peso		Termopozo		
Y	Libre		Convertor, computador		
Z	Posición		Elemento final de control		

*Tabla 110 - Nomenclatura de los instrumentos.*

De esta manera, se determina, que la primera letra representa a la variable del proceso las letras posteriores nos indican el tipo de medición y la función del instrumento, en nuestro caso tenemos:

1. T: Transmisores.
2. C: Controladores.
3. AH: Alarma de alta.
4. AL: Alarma de baja.
5. IC: Controlador e indicador.
6. I: Indicador.
7. Tw: Termovaina o termopozo.
8. A: Alarma.

### 9.2.5 - SIMBOLOGÍA DE INSTRUMENTACIÓN

La forma de los circuitos de los cuales se encuentra la nomenclatura de los instrumentos, nos indica la posición de los mismos y el alcance del operador con respecto a ellos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>412</b> de <b>615</b>

SIMBOLO	OBSERVACIÓN
	Montado localmente en el campo: se encuentra físicamente en el campo de la planta de proceso.
	Montado en el tablero de control de proceso, normalmente se encuentra accesible a este.
	Función de computadora.
	Control lógico programable.

*Tabla 111 - Simbología de la instrumentación.*

Los símbolos también indican la posición en que se deben montar los instrumentos. Los símbolos con o sin líneas indican la información descrita en la siguiente figura.

	Montado en tablero Normalmente accesible al operador	Montado en campo	Ubicación auxiliar. Normalmente accesible al operador
Instrumento discreto o aislado			
Display compartido, control compartido			
Función de computadora			
Control lógico programable			

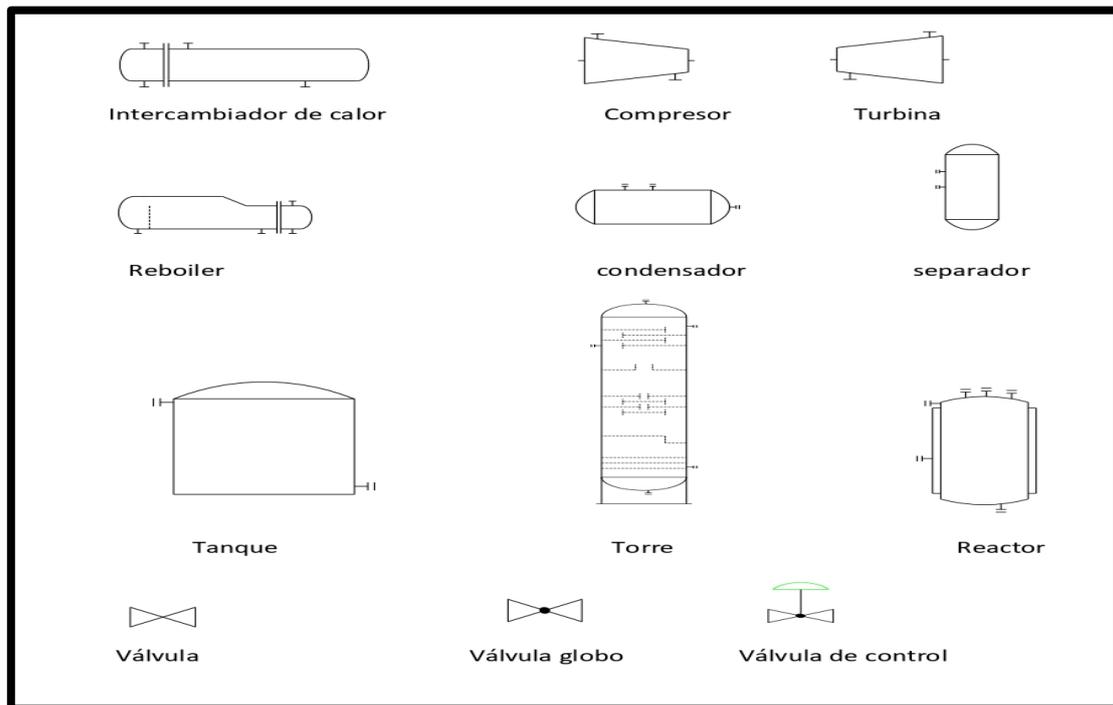
*Tabla 112 - Posición de los instrumentos.*

### 9.2.6 - IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Los equipos tienen su identificación tanto en el P&ID como en el diagrama de flujo. En el P&ID se toma la norma ISA para obtener las figuras correspondientes a cada uno de los equipos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>413</b> de <b>615</b>

A continuación, se presentan los más importantes de ellos y de algunos instrumentos que usualmente los acompañan.



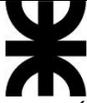
*Ilustración 120 - Simbología de los equipos e instrumentos.*

Para nombrar una línea o un equipo en particular, se sigue una nomenclatura similar a la utilizada para nombrar corrientes de proceso. A continuación, se muestra cómo se realiza junto con algunos ejemplos.

Xx: letras de identificación para cada equipo.

Y: hace referencia a un área dentro de la planta.

Zz: número designado para cada ítem dentro del área de la planta.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>414</b> de <b>615</b>

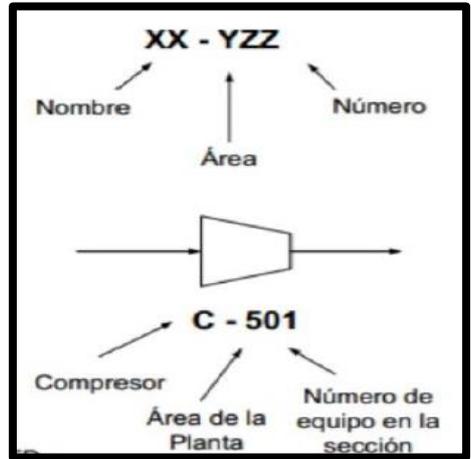


Ilustración 121 - Codificación de equipos.

### 9.2.6.1 - INDICADORES LOCALES

Los indicadores locales nos permiten ver los valores medidos en los propios equipos y en las líneas de proceso. Estos instrumentos serán muy útiles para el personal de mantenimiento y producción. Generalmente se encuentran en campo a una distancia no mayor a 1 m. del equipo en cuestión.

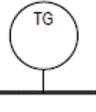
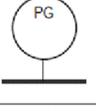
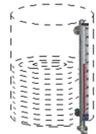
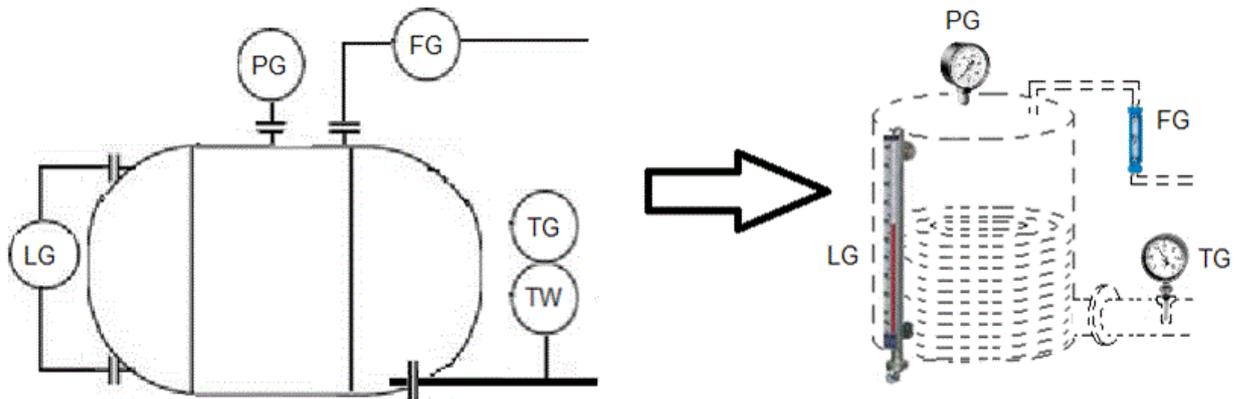
EJEMPLO	P&ID	INDICADORES LOCALES
		INDICADOR DE TEMPERATURA
		INDICADOR DE PRESIÓN
		INDICADOR DE CAUDAL
		INDICADOR DE NIVEL

Ilustración 122 - Esquematación de instrumentos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>415</b> de <b>615</b>



*Ilustración 123 - Indicadores locales.*

#### 9.2.6.2 - TRANSMISORES

Estos instrumentos enviarán el valor medido entregado por los indicadores a equipos remotos, permitiéndonos controlar y supervisar el proceso. Normalmente se puede especificar una indicación local de su medida, por lo que además de enviar una señal, permite ver el valor medido de forma local.

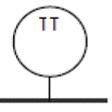
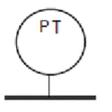
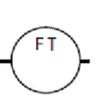
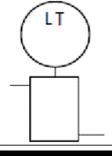
<u>EJEMPLO</u>	<u>P&amp;ID</u>	<u>TRANSMISORES</u>
		<b>TRANSMISORES DE TEMPERATURA</b>
		<b>TRANSMISORES DE PRESIÓN</b>
		<b>TRANSMISORES DE CAUDAL</b>
		<b>TRANSMISORES DE NIVEL</b>

Ilustración 124 - Esquematación de transmisores.

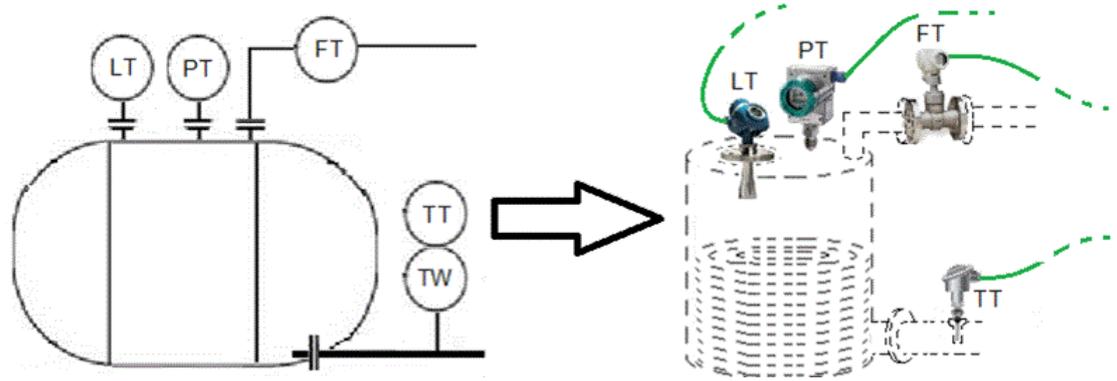


Ilustración 125 - Transmisores.

### 9.2.6.3 - SWITCHES

Son interruptores que envían una señal digital cuando la variable medida llegue a un valor determinado. Los switches pueden disparar por alto o por bajo nivel.

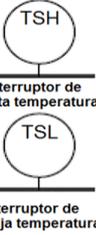
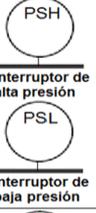
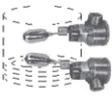
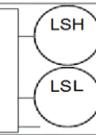
EJEMPLO	P&ID	SWITCHES
	 TSH Interruptor de alta temperatura TSL Interruptor de baja temperatura	<b>SWITCHES DE TEMPERATURA</b>
	 PSH Interruptor de alta presión PSL Interruptor de baja presión	<b>SWITCHES DE PRESIÓN</b>
	 FSH Interruptor de alto caudal FSL Interruptor de bajo caudal	<b>SWITCHES DE CAUDAL</b>
	 LSH LSL	<b>SWITCHES DE NIVEL</b>

Ilustración 126 - Esquematación de switches.

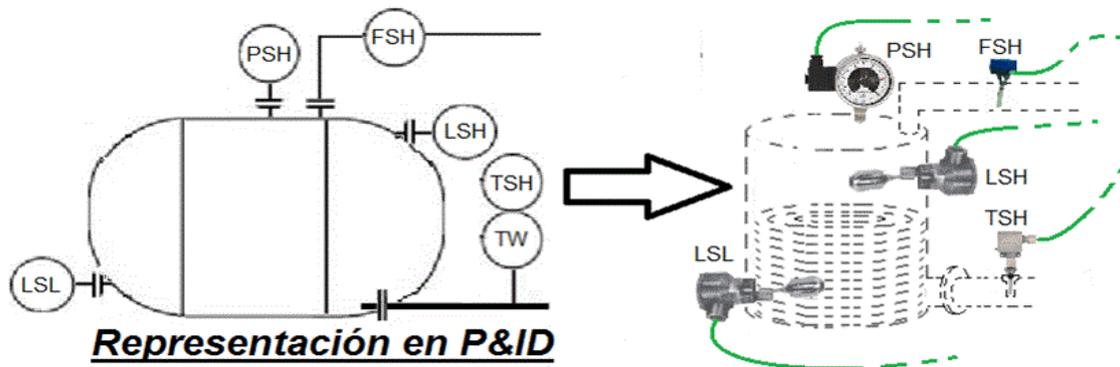


Ilustración 127 - Switches.

#### 9.2.6.4 – VÁLVULAS

Las válvulas son las encargadas de regular el caudal de fluido de control que modifica el valor de la variable medida y por tanto de la variable controlada.

Las válvulas son los principales elementos finales de control.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>418</b> de <b>615</b>

Podemos dividir las válvulas en cinco grandes grupos ejemplificadores a continuación:

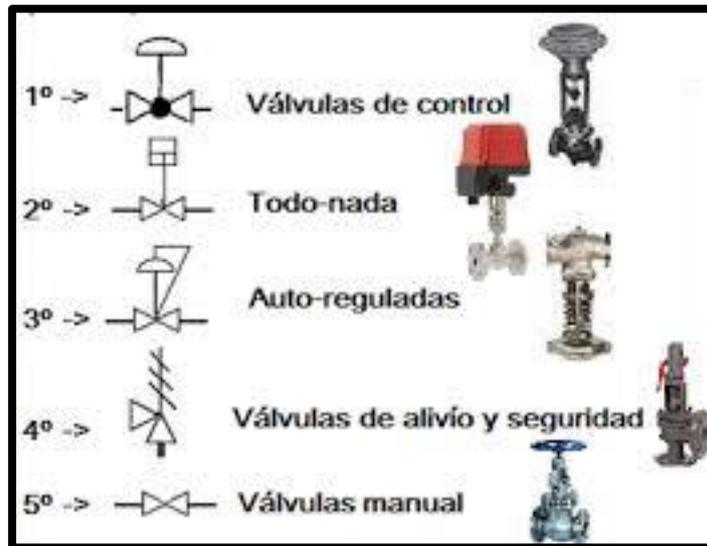


Ilustración 128 - Válvulas.

Este equipo nos permite regular el flujo de las líneas de proceso. En la siguiente figura se mostrarán algunos ejemplos.

EJEMPLO	P&ID	POSICIONADORES Y OTROS ACCESORIOS
		<b>VOLANTE MANUAL</b>
		<b>ACTUADOR DIAFRAGMA</b>
		<b>ACTUADOR VALVULAS ALIVIO Y SEGURIDAD</b>
		<b>POSICIONADOR</b>
		<b>ACTUADOR DE PISTÓN</b>
		<b>ACTUADOR MOTORIZADO</b>
		<b>VÁLVULA DE SOLENOIDE</b>

Ilustración 129 - Válvulas (2).

EJEMPLO	P&ID	TIPOS VÁLVULAS
 CLOSE OPEN		VÁLVULA GATE
 CLOSE OPEN		VÁLVULA GLOBE
 CLOSE OPEN		VÁLVULA ANGLE
 CLOSE OPEN		VÁLVULA BUTTERFLY
 CLOSE OPEN		VÁLVULA BALL
 CLOSE OPEN		VÁLVULA PLUG
 CLOSE OPEN		VÁLVULA ECCENTRIC ROTARY DISC

Ilustración 130 - Válvulas (3).

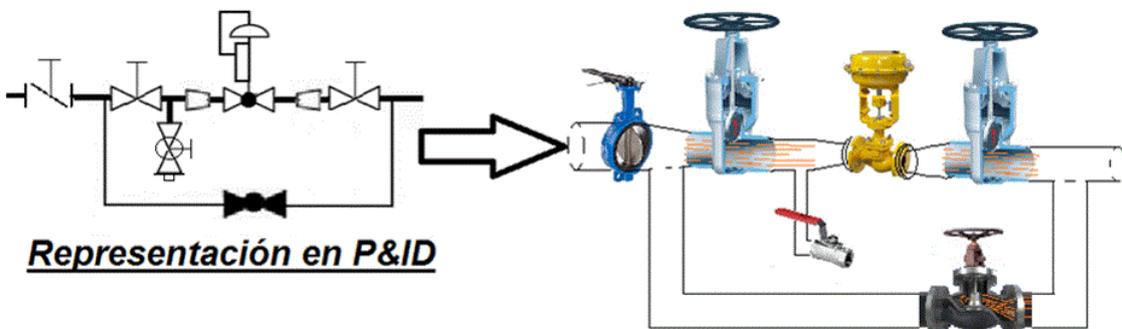


Ilustración 131 - Válvulas (4).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>420</b> de <b>615</b>

¿Qué debe hacerse con la válvula si se produce una falla?

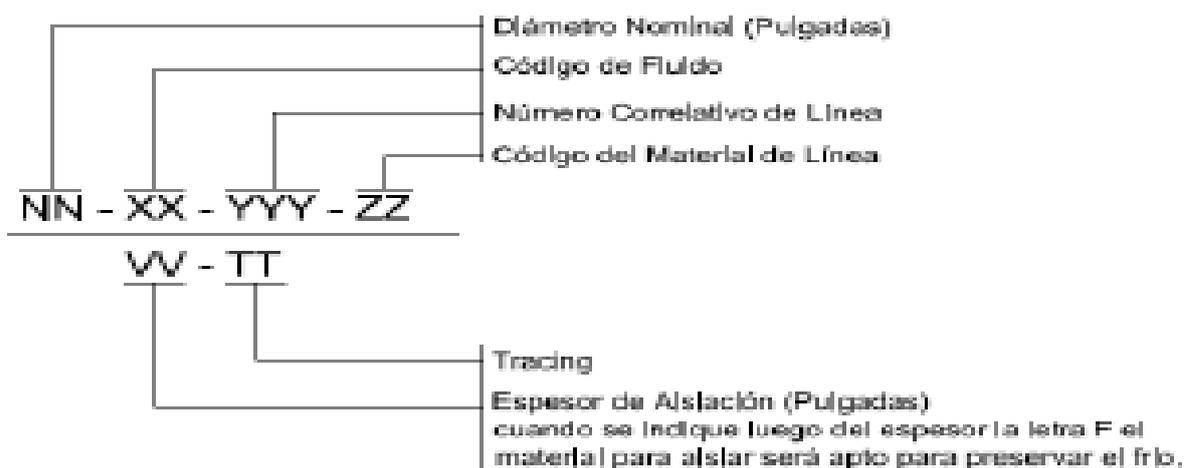
Ante una posible falla de la válvula se debe considerar mediante criterios de seguridad si la posición más segura es totalmente abierta o totalmente cerrada. Ya que, al actuar con falla, la misma deja de ser útil para regular el flujo.

En nuestro proceso se utilizarán válvulas las cuales, ante una falla de cualquier tipo, proceden al cierre completo de la línea. Estas válvulas son conocidas en la industria como válvulas SDV (Shut down valve).

### 9.3 - IDENTIFICACIÓN DE CAÑERÍAS

Las normas más usadas en el análisis del sistema de tuberías son las normas conjuntas del American Estándar Institute y la American Society of Mechanical Engineers ANSI/ASME.

En lo que concierne al diseño, todas las normas son muy parecidas, existiendo algunas discrepancias con relación a las condiciones de diseño, al cálculo de los esfuerzos y a los factores admisibles.



*Ilustración 132 - Codificación de cañerías.*

En nuestro proyecto, las cañerías serán nombradas de acuerdo a la codificación mostrada en la anterior figura. Se listan a continuación, los parámetros primordiales en la codificación de cañerías.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>421</b> de <b>615</b>

### 9.3.1 - DIÁMETRO NOMINAL

En la mayoría de los diseños de tuberías, el requerimiento primordial consiste en encontrar el diámetro de tubería que permita un cierto flujo requerido a una presión dada, esto usualmente involucra un procedimiento de tanteo iterativo.

Los dos criterios de dimensionamiento más utilizados para el cálculo de diámetro de tuberías son:

1. El criterio de dimensionamiento con base a la caída de presión máxima admisible o caída de presión en 100ft, recomendada.
2. El criterio de dimensionamiento, con base a la velocidad recomendada.

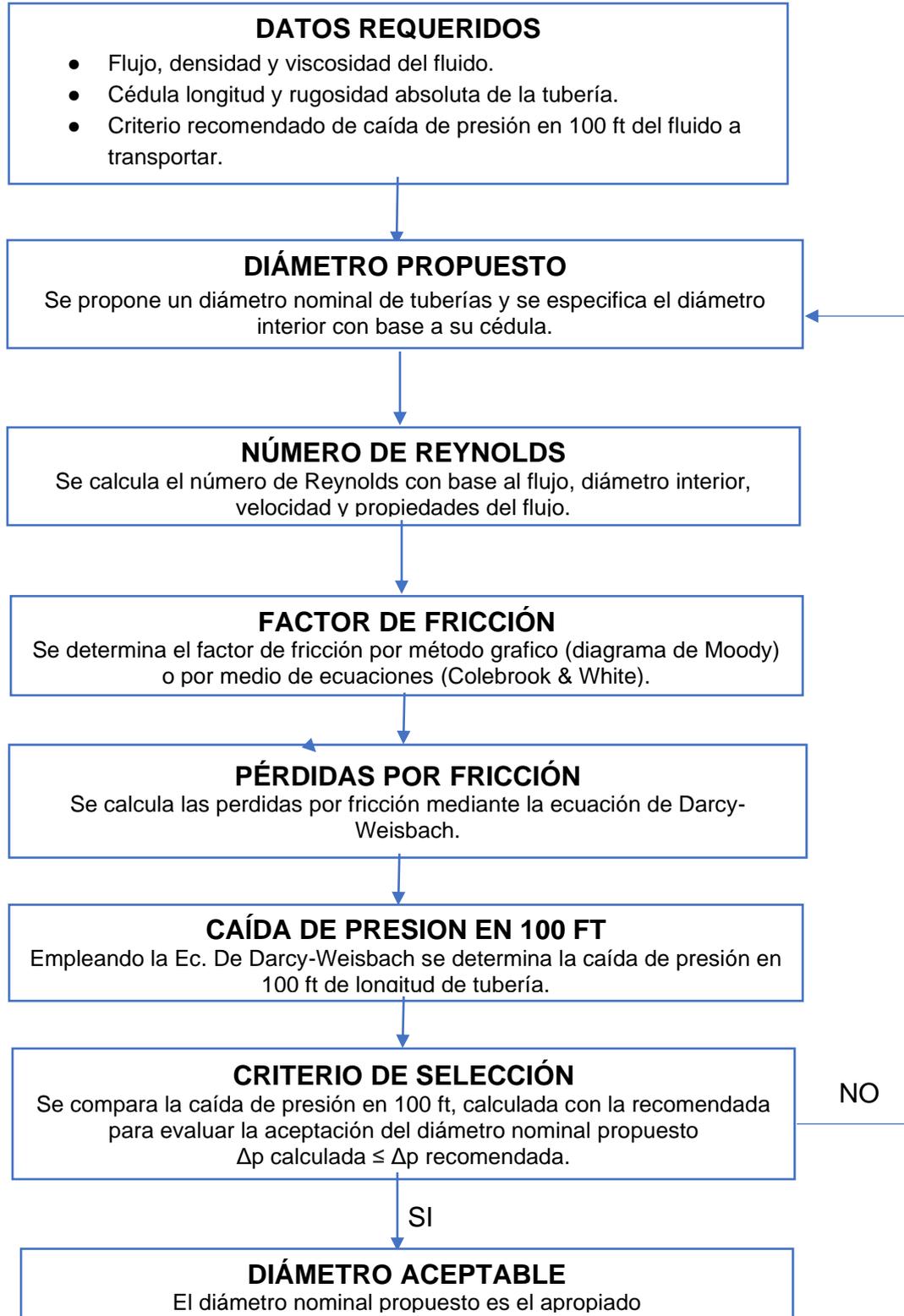
La metodología de dimensionamiento basada al criterio recomendado de la caída de presión en 100 ft, de longitud de tubería, comprende a primera instancia proponer un diámetro nominal de tubería y utilizar el valor de su diámetro interior con base a la cedula especificada, para calcular la caída de presión de la tubería en 100ft, de longitud y evaluarla finalmente con la caída de presión en 100 ft, de referencia. Si la diferencia es menos o igual al valor de referencia recomendado, se considera como adecuado el diámetro de la tubería propuesto. Si no, se propone nuevamente otro diámetro nominal y se recalcula todo el procedimiento hasta que cumpla con la condición.

La metodología con base a la velocidad recomendada es similar a la anterior salvo la condición que la velocidad calculada debe ser menor que el valor de referencia recomendado y la velocidad sónica (en el caso de los gases o vapores).

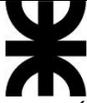
Durante los cálculos se dimensionaron tuberías de diseño sobrado, por el hecho de que existan futuras pérdidas de carga adicional, factores de seguridad y disposiciones de reserva para aumentos de capacidad en algún futuro.

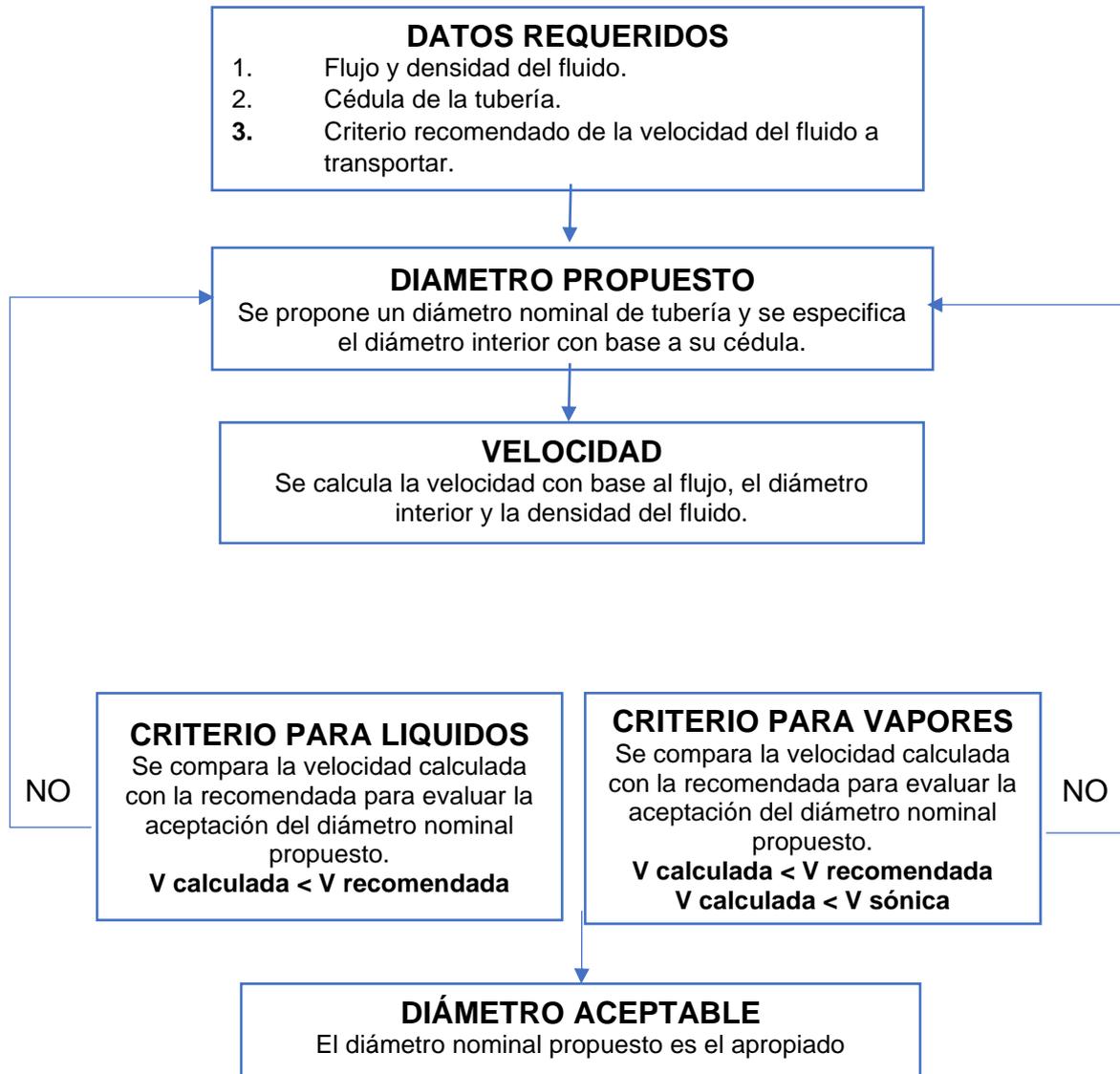
A continuación, se presenta los pasos a seguir para el dimensionamiento en ambos métodos:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 422 de 615



*Ilustración 133 - Criterio recomendado con base a la caída de presión recomendada.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>423</b> de <b>615</b>



*Ilustración 134 - Criterio recomendado con base a la velocidad recomendada.*

Para calcular el diámetro óptimo de las tuberías, se consideró el régimen del flujo que circula por el conducto. Así, en función de si el flujo, es laminar o turbulento, se emplearon las siguientes ecuaciones, enunciadas por Peters y Timmerhaus y compiladas por Walas:

$$D = 3,9 * Q^{0,45} * \rho^{0,13} \quad (\text{Flujo turbulento})$$

$$D = 3,9 * Q^{0,45} * \mu^{0,18} \quad (\text{Flujo laminar})$$

Donde:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>424</b> de <b>615</b>

- $D$ : diámetro de la tubería (pulgadas).
- $Q$ : caudal volumétrico (pie<sup>3</sup>/seg).
- $\rho$ : densidad (lb/pie<sup>3</sup>).
- $\mu$ : viscosidad dinámica (CP).

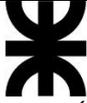
Luego de verificar que en todas las tuberías del proceso el flujo era turbulento se procedió a calcular los diámetros correspondientes.

Corrientes	Componente Mayoritario	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (ft <sup>3</sup> /s)	Densidad (lb/ft <sup>3</sup> )	Diámetro (in)	Diámetro (mm)	Redondeo (in)
1	Glicerol	0,000548	0,01935247	73,63	1,155	29,35	2
1.1	Agua	0,000548	0,009255	73,63	1,155	29,35	2
1.2	Hidrógeno	0,000548	0,01935247	73,63	1,155	29,35	2
1.3	Glicerol	0,000548	0,01935247	73,63	1,155	29,35	2
2	Hidrógeno	0,000261	0,01935247	7,24E-02	0,337	8,56	1
2.1	Hidrógeno	0,000261	0,009255	8,05E-02	0,341	8,68	1
2.2	Agua	0,000261	0,009255	0,1186	0,359	9,13	1
2.3	Hidrógeno	0,000261	0,009255	0,1484	0,370	9,40	1
2.4	Hidrógeno	0,000261	0,009255	0,2195	0,389	9,89	1
2.5	Agua	0,000261	0,009255	0,1965	0,383	9,75	1
2.6	Hidrógeno	0,000261	0,009255	0,1929	0,383	9,72	1
2.7	Hidrógeno	0,000261	0,009255	0,1857	0,380	9,68	1
3	Hidrógeno	0,00192	0,068086	55,05	1,959	49,78	2
3.1	Hidrógeno	0,00192	0,068086	55,05	1,959	49,78	2
4	Agua	0,000883	0,031193	0,5591	0,759	19,29	1
5	Agua	0,002811	0,099269	8,435	1,819	46,22	2
5.1	Agua	0,002811	0,009926	7,017	1,776	45,13	2
5.2	Propilenglicol	0,002811	0,009926	6,929	1,773	45,06	2
6	Propilenglicol	0,002811	0,009926	5,505	1,721	43,73	2
7	Glicerol	0,000773	0,02729828	0,8013	0,749	19,04	1
8	Glicerol	0,001965	0,06939343	50,98	1,957	49,71	2
9	Propilenglicol	0,002739	0,09672703	7,334	1,766	44,86	2
9.1	Etilenglicol	0,002739	0,09672703	9,035	1,814	46,10	2
10	Agua	0,002739	0,09672703	11,79	1,878	47,72	2
11	Hidrógeno	0,000689	0,02435657	0,8207	0,714	18,14	1

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>425</b> de <b>615</b>

11.1	Hidrógeno	0,000620	0,02191279	0,8207	0,681	17,30	1
11.2	Hidrógeno	0,000068	0,00243566	0,8207	0,253	6,44	1
11.3	Hidrógeno	0,000620	0,02191279	0,8207	0,681	17,30	1
11.4	Hidrógeno	0,000620	0,02191279	0,8207	0,681	17,30	1
11.5	Hidrógeno	0,000620	0,02191279	0,8207	0,681	17,30	1
11.6	Hidrógeno	0,000068	0,00243566	0,8207	0,253	6,44	1
12	Agua	0,002049	0,07235987	59,27	2,033	51,66	3
13	Agua	0,002049	0,07235987	30,23	1,863	47,33	2
14	Metano	0,000003	0,00010912	0,025	0,039	1,01	1
15	Agua	0,002046	0,07225393	59,13	2,031	51,61	3
16	Agua	0,002046	0,07225393	59,13	2,031	51,61	3
17	Agua	0,001441	0,05088852	61,3	1,74	44,28	2
17.1	Agua	0,000144	0,05088852	61,3	0,618	15,71	1
17.2	Agua	0,001297	0,0458032	61,3	1,662	42,23	2
17.3	Agua	0,001297	0,0458032	61,34	1,662	42,24	2
17.4	Agua	0,001297	0,0458032	61,34	1,662	42,24	2
18	Propilenglicol	0,000605	0,02138307	49,83	1,148	29,18	2
19	Propilenglicol	0,000513	0,01812705	49,23	1,064	27,05	2
20	Glicerol	0,000092	0,00326343	49,97	0,493	12,53	1
20.1	Glicerol	0,000083	0,00293783	49,97	0,470	11,95	1
20.2	Glicerol	0,000009	0,00032634	49,97	0,175	4,45	1
20.3	Glicerol	0,000009	0,00032634	50,25	0,175	4,45	1
20.4	Glicerol	0,000009	0,00032634	59,14	0,178	4,54	1
20.5	Glicerol	0,000009	0,00032634	77,49	0,185	4,71	1
20.6	Glicerol	0,000083	0,00293783	50,11	0,470	11,95	1
20.7	Glicerol	0,000083	0,00293783	50,11	0,470	11,95	1
21	Propilenglicol	0,000513	0,01812705	49,22	1,064	27,05	2
22	Propilenglicol	0,000477	0,01812705	49,53	1,031	26,20	2
22.1	Propilenglicol	0,000477	0,01812705	49,51	1,031	26,20	2
22.2	Propilenglicol	0,000477	0,01812705	50,13	1,033	26,24	2
22.3	Propilenglicol	0,000477	0,01812705	57,49	1,051	26,72	2
23	Etilenglicol	0,000035	0,00126321	59,71	0,329	8,36	1
23.1	Etilenglicol	0,000035	0,00126321	59,73	0,329	8,36	1
23.2	Etilenglicol	0,000035	0,00126321	60,3	0,329	8,38	1
23.3	Etilenglicol	0,000035	0,00126321	62,95	0,331	8,42	1
23.4	Etilenglicol	0,000035	0,00126321	67,96	0,334	8,51	1

Tabla 113 - Diámetro de cañerías.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>426</b> de <b>615</b>

A continuación, se realiza el mismo cálculo, pero para las líneas de servicios auxiliares.

Corrientes	Componente	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (ft <sup>3</sup> /s)	Densidad (lb/ft <sup>3</sup> )	Diámetro (in)	Diámetro (mm)	Redondeo (in)
aef 103-1	Agua de enf.	0,0002561	0,0090441	62,65	0,803	20,40	1
aef 103-2	Agua de enf.	0,0002561	0,0090441	62,08	0,802	20,37	1
aef 104-1	Agua de enf.	0,0004255	0,01502642	62,65	1,009	25,63	2
aef 104-2	Agua de enf.	0,0004255	0,01502642	62,08	1,00	25,40	2
fdc 102-1	Fluido calent	0,001695	0,05985846	40,53	1,77	44,96	2
fdc 102-2	Fluido calent	0,001695	0,05985846	41,65	1,783	45,29	2
fdc 107-1	Fluido calent	0,00006888	0,00243248	40,53	0,420	10,67	1
fdc 107-2	Fluido calent	0,00006888	0,00243248	41,61	0,421	10,69	1
fdc 203-1	Fluido calent	0,00941	0,33231156	40,53	3,843	97,61	4
fdc 203-2	Fluido calent	0,00941	0,33231156	41,61	3,857	97,97	4
aef 204-1	Agua de enf.	0,01665	0,58799017	62,65	5,258	133,55	6
aef 204-2	Agua de enf.	0,01665	0,58799017	62,08	5,252	133,40	6
aef 206-1	Agua de enf.	0,0002368	0,00836253	62,65	0,775	19,69	1
aef 206-2	Agua de enf.	0,0002368	0,00836253	62,08	0,774	19,66	1
aef 207-1	Agua de enf.	0,0001076	0,00379986	62,65	0,543	13,79	1
aef 207-2	Agua de enf.	0,0001076	0,00379986	62,08	0,543	13,79	1

*Tabla 114 - Diámetro de cañerías de servicios auxiliares.*

### 9.3.2 - DESCRIPCIÓN DEL FLUJO

Para una mejor comprensión de los diagramas de tubería e instrumentación, se define un código que identifica fácilmente el producto que atraviesa esa línea.

A continuación, se presenta cada fluido del proceso con su respectivo código de fluido.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>427</b> de <b>615</b>

CÓDIGO	PRODUCTOS
GLY	Glicerol
H	Hidrógeno
ET	Etilenglicol
PG	Propilenglicol
PW	Agua de proceso
AEF	Agua de enfriamiento
FDC	Fluido de calentamiento
FDP	Fluido de proceso
GN	Gas natural
GS	Gas de proceso

*Tabla 115 - Códigos de fluidos.*

### 9.3.3 - MATERIAL DE LAS TUBERÍAS

Para la elección de los materiales se debe tener en cuenta la naturaleza de los productos químicos que estamos tratando, la selección del material adecuado es un factor decisivo para la minimización de riesgos derivados de una fuga accidental.

Las prácticas óptimas emplean acero inoxidable de la serie 100, de bajo carbono y estabilizado con molibdeno, aunque dicho material presenta un elevado costo, ofrece la protección necesaria contra la corrosión generalizada, la corrosión por picaduras, el agrietamiento debido a corrosión bajo tensión, el agrietamiento inducido por hidrogeno y la contaminación de los productos. Adicionalmente las conexiones de las tuberías se harán con redordes soldados y con juntas compatibles con los productos químicos que se manejan.

En caso de ser necesario se colocará recubrimiento en algunas cañerías para garantizar la integridad de nuestros productos como así también la optimización de nuestro proceso.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>428</b> de <b>615</b>

Recubrimiento interno	
Descripción	Código
Recubrimiento Fenólico/epoxi	F
Polietileno	B
Polietileno	P
Sin aislación	M

*Tabla 116 - Tipos de aislaciones.*

Aislación externa	
Descripción	Código
Aislación externa tracing eléctrico	E
Aislación externa tracing de vapor	S
Aislación externa para la conservación del calor	C
Aislación externa para protección personal por encima de los 60 °c	N
Aislación externa para cañerías de acero soterrada-Polietileno extruido	U
Aislación externa para cañerías de acero soterrada-Manta termocontraíble	Q
Aislación externa para cañerías de acero soterrada-Polipropileno tricapa	R
Sin aislación	M

*Tabla 117 - Nomenclatura de aislaciones.*

#### 9.3.4 - NUMERO DE ÁREA Y LÍNEA

Con este número se podrá ubicar rápidamente dentro de la planta a que línea se está haciendo referencia y en qué área se encuentra. Los primeros 3 dígitos corresponden al área de la planta en la cual se encuentran los últimos 2 dígitos corresponden al número de la corriente a la cual hacen referencia, dentro de una misma área. En cada una de las áreas la numeración correspondiente a las corrientes dentro de ellas, comienza y termina para cada una de ellas.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>		
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>429</b> de <b>615</b>

ÁREAS	
100	Área de mezclado.
200	Área de reacción.
300	Área de separación y purificación.
400	Área de almacenamiento de materias primas.
500	Área de almacenamiento productos finales.
600	Área de mezclado (producción de hidrógeno in situ)
700	Área de reacción (producción de hidrógeno in situ).
800	Área de purificación.
900	Servicios auxiliares Torre de enfriamiento.
1000	Servicios auxiliares Caldera.
1100	Servicios auxiliares Antorcha.
1200	Servicios auxiliares Sistema de aire para instrumentos

*Tabla 118 - Distribución de áreas.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>430</b> de <b>615</b>

## 9.4 - P&ID DEL PROCESO

### 9.4.1 – P&ID ÁREA 100

ÁREA 100					
Equipo	Controlador	Descripción	Cantidad	Situación	Tipo de señal
E-101	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-102	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-103	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-104	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-105	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-106	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-107	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
P-102	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica

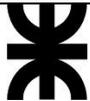
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>431</b> de <b>615</b>

P-103	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
M-101	TT	Transmisor de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	1	Campo	Eléctrica
	FI	Indicador de flujo	1	Campo	Eléctrica
M-102	TT	Transmisor de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	1	Campo	Eléctrica
	FI	Indicador de flujo	1	Campo	Eléctrica
M-103	TT	Transmisor de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	1	Campo	Eléctrica
	FI	Indicador de flujo	1	Campo	Eléctrica

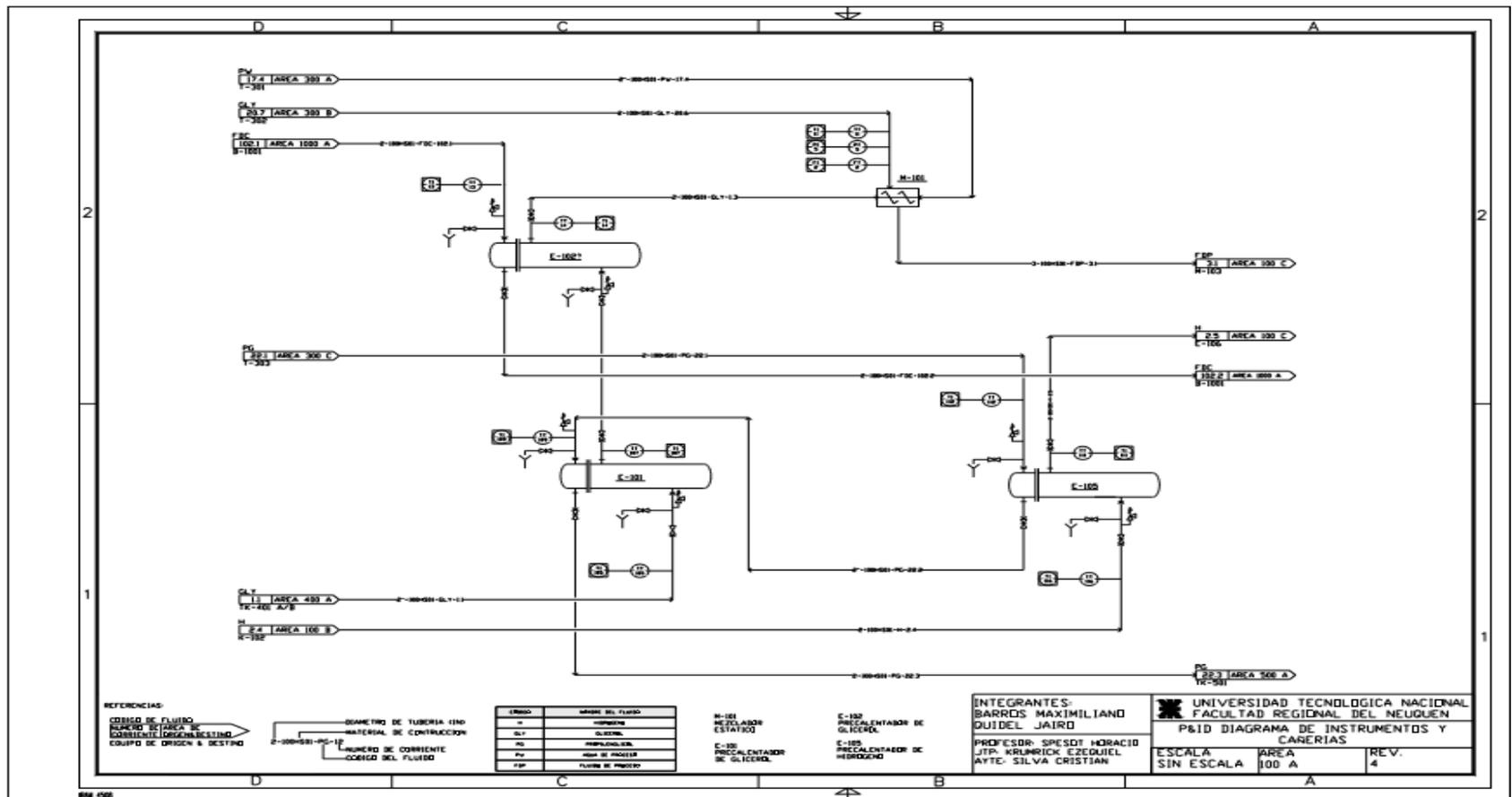
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>432</b> de <b>615</b>

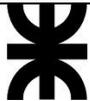
K- 101/102	TT	Transmisor de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	1	Campo	Eléctrica
	FI	Indicador de flujo	1	Campo	Eléctrica

*Tabla 119 - P&ID Área 100.*

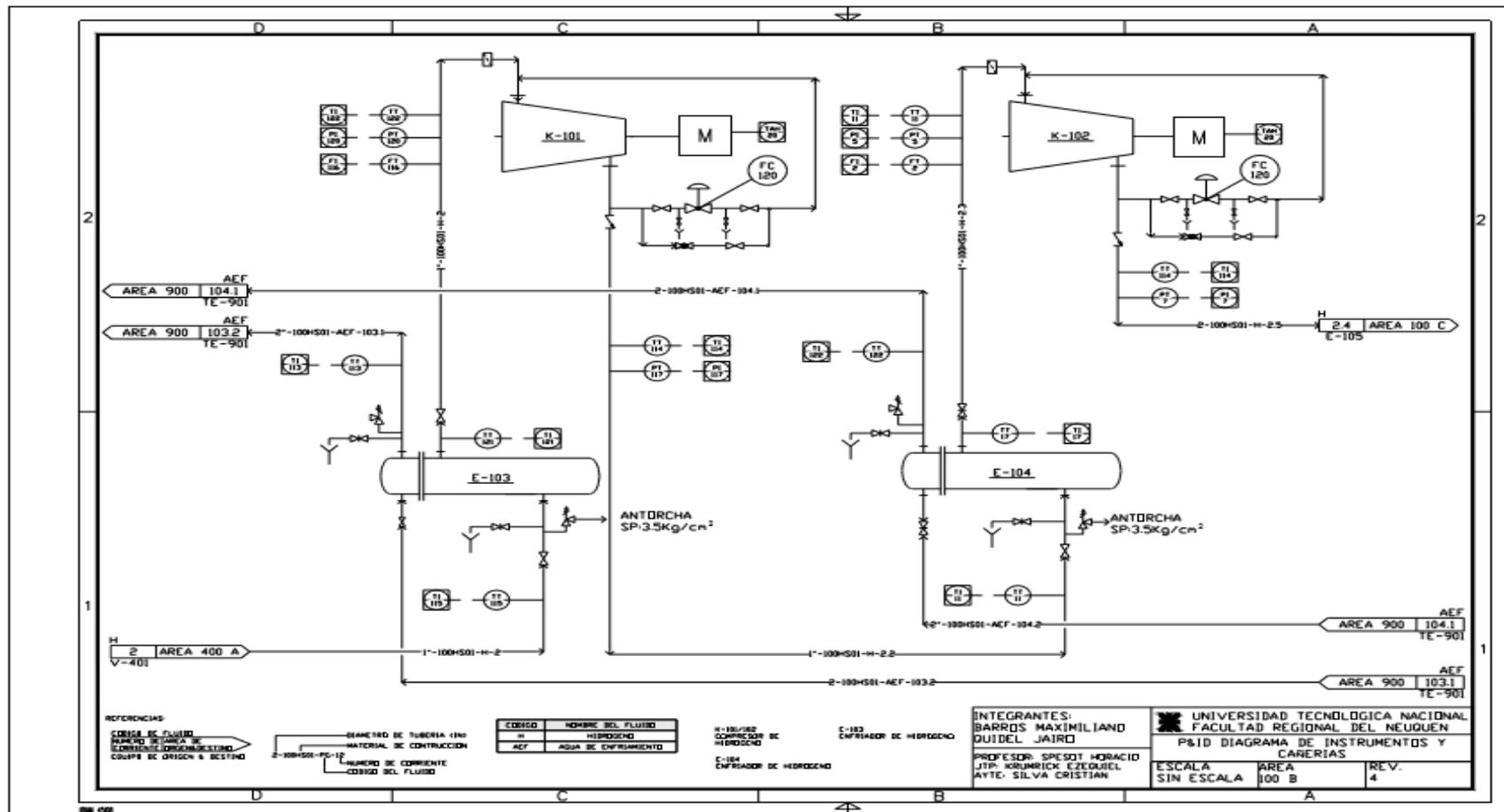
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>433</b> de <b>615</b>

### 9.4.1.1 – P&ID ÁREA 100-A



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>434</b> de <b>615</b>

### 9.4.1.2 – P&ID ÁREA 100-B





 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>436</b> de <b>615</b>

### 9.4.2 – P&ID ÁREA 200

AREA 200					
Equipo	Controlador	Descripción	Cantidad	Situación	Tipo de señal
E-201	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-202	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-203	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-204	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-207	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
M-201	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
K-201	TT	Transmisor de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	1	Campo	Eléctrica
	FI	Indicador de flujo	1	Campo	Eléctrica

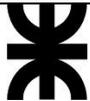
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>437</b> de <b>615</b>

P201 A/B	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	1	Campo	Eléctrica
	FI	Indicador de flujo	1	Campo	Eléctrica
R-201	PSV	válvula de alivio	2	Campo	
	LI	indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PIC	Controlador e indicador de presión	2	Sistema de control	Neumática
	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	TT	Transmisor de temperatura	1	Campo	Eléctrica
V-201	PT	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PIC	Controlador e indicador de presión	2	Sistema de control	Neumática
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	LIC	Controlador e indicador de presión	1	Sistema de control	Neumática
	FT	Transmisor de flujo	1	Campo	Eléctrica
	PT	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica

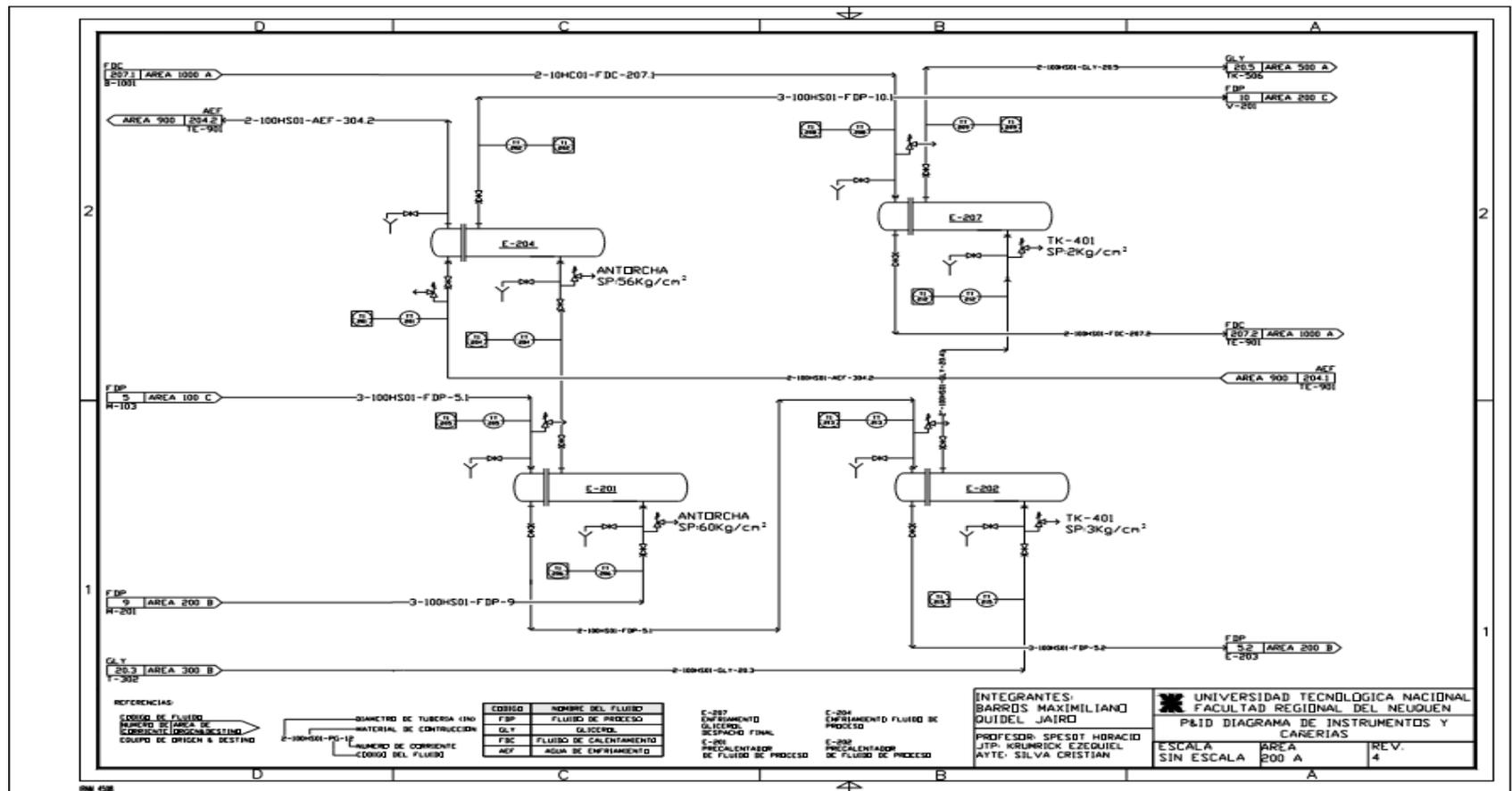
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>438</b> de <b>615</b>

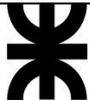
V-202	PI	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PIC	Controlador e indicador de presión	2	Sistema de control	Neumática
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	LIC	Controlador e indicador de presión	1	Sistema de control	Neumática
	FT	Transmisor de flujo	1	Campo	Eléctrica

*Tabla 120 - P&ID Área 200.*

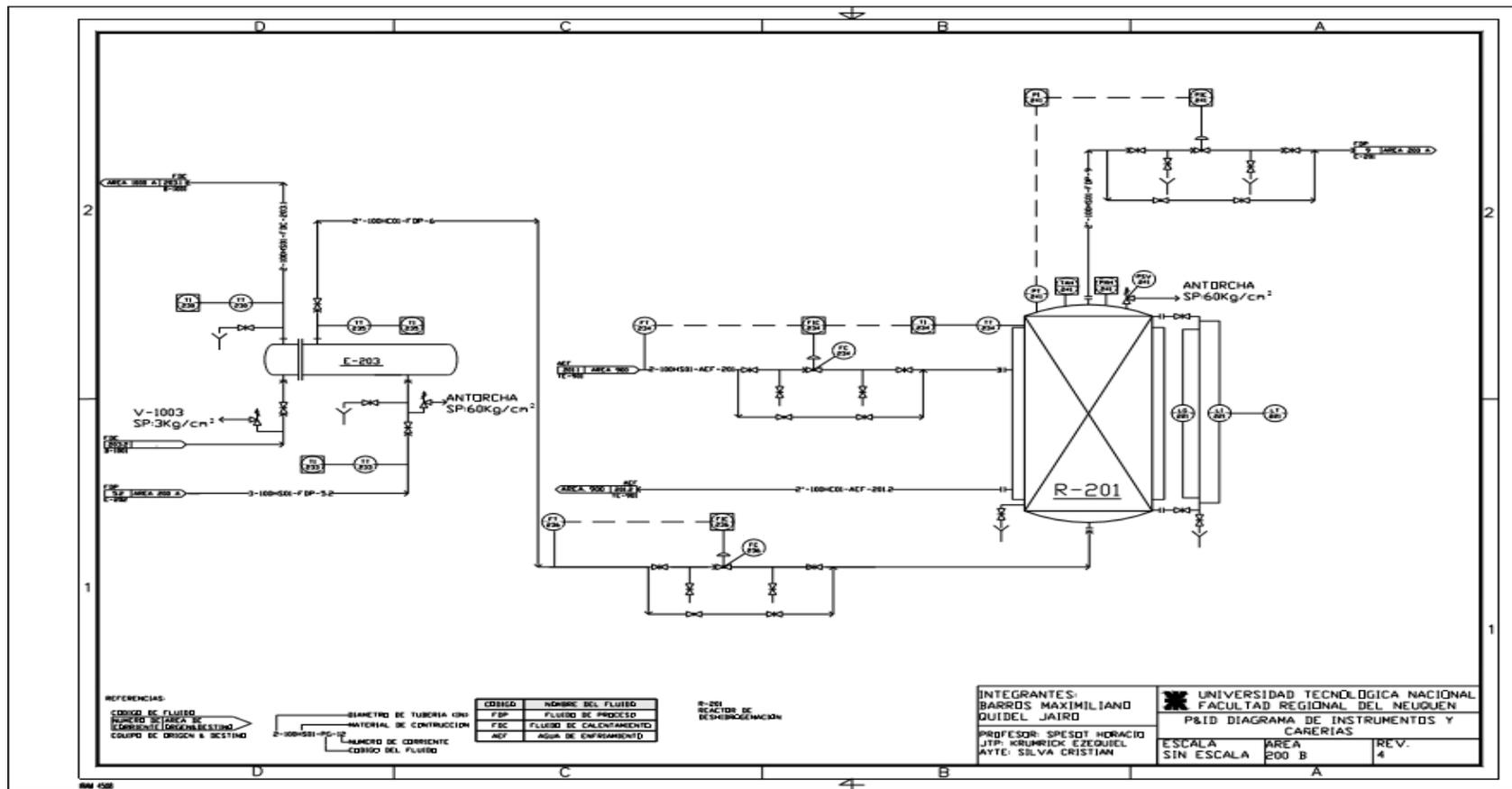
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>Integración V</b>  <b>ING. QUÍMICA</b>	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>439</b> de <b>615</b>

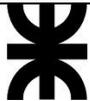
### 9.4.2.1 – P&ID ÁREA 200-A



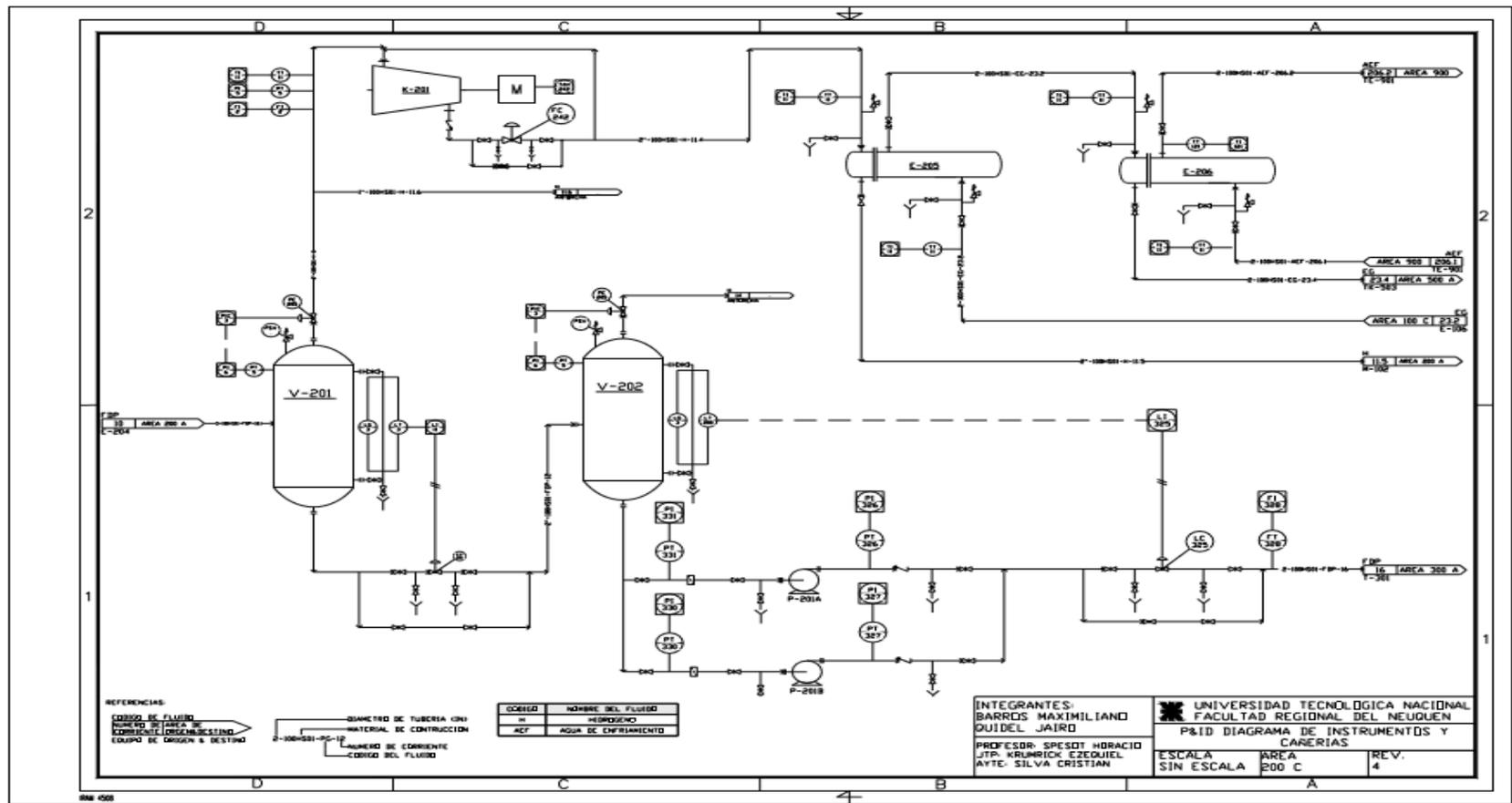
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>Integración V</b>  <b>ING. QUÍMICA</b>	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>440</b> de <b>615</b>

### 9.4.2.2 – P&ID ÁREA 200-B



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>441</b> de <b>615</b>

### 9.4.2.3 – P&ID ÁREA 200-C



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>442</b> de <b>615</b>

### 9.4.3 – P&ID ÁREA 300

AREA 300					
Equipo	Controlador	Descripción	Cantidad	Situación	Tipo de señal
T-301	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	2	Campo	Eléctrica
	FIT	Indicador de flujo	2	Sistema de control	Neumática
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	TW	Termopozo	2	Campo	
E-301	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
V-301	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	PSV	Válvula control de presión	1	Campo	
P-301	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
T-301	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica

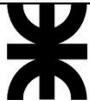
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>443</b> de <b>615</b>

	FT	Transmisor de flujo	2	Campo	Eléctrica
	FIT	Indicador de flujo	2	Sistema de control	Neumática
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	TW	Termopozo	2	Campo	
E-302	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
V-302	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	PSV	Válvula control de presión	1	Campo	
P-303/4	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
T-303	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	2	Campo	Eléctrica Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	2	Campo	Eléctrica
	FIT	Indicador de flujo	2	Sistema de control	
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	TW	Termopozo	2	Campo	
E-303	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica

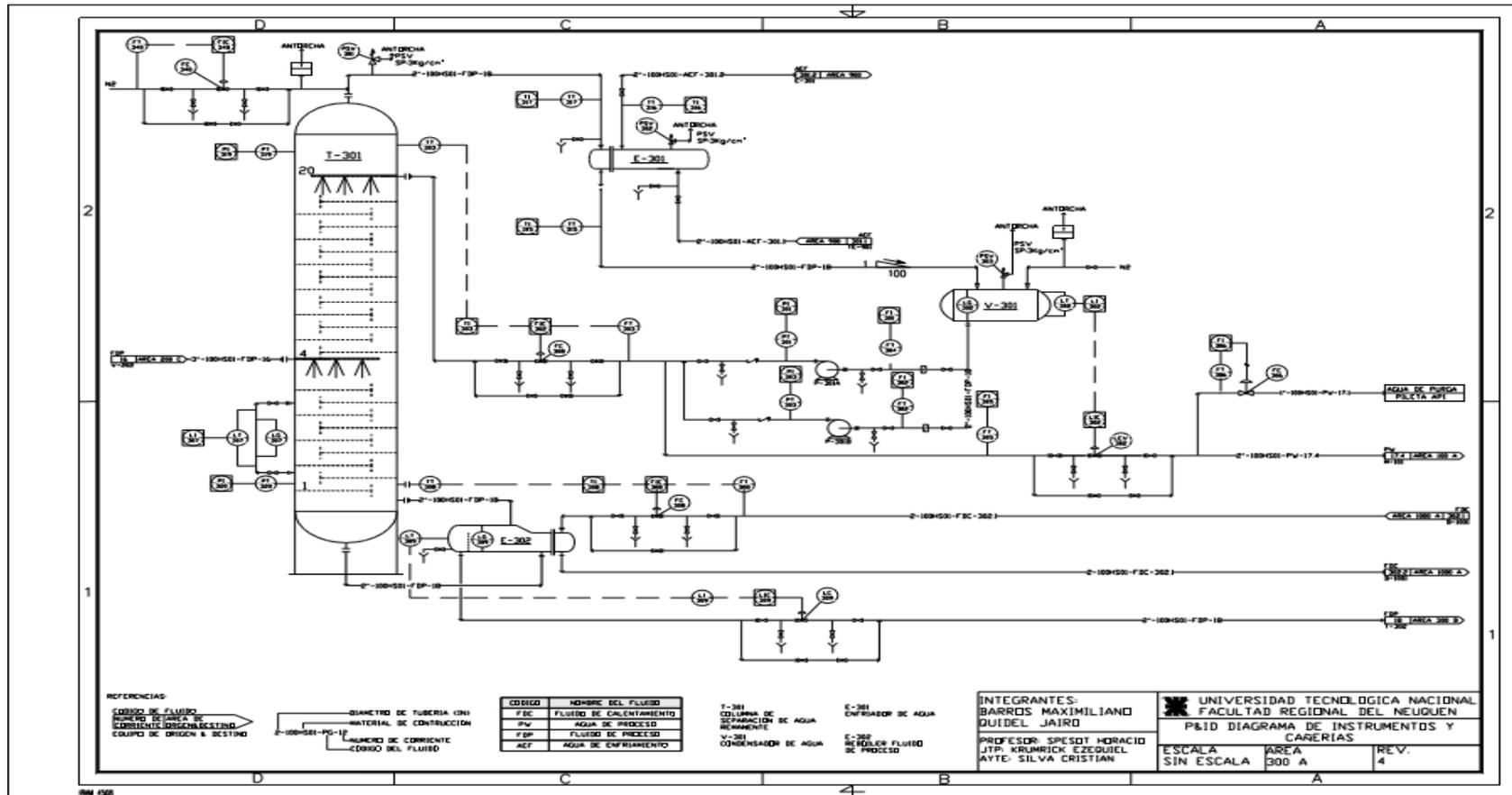
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>444</b> de <b>615</b>

	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
V-303	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	PSV	Válvula control de presión	1	Campo	
P-304/6	PT	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica

*Tabla 121 - P&ID Área 300.*

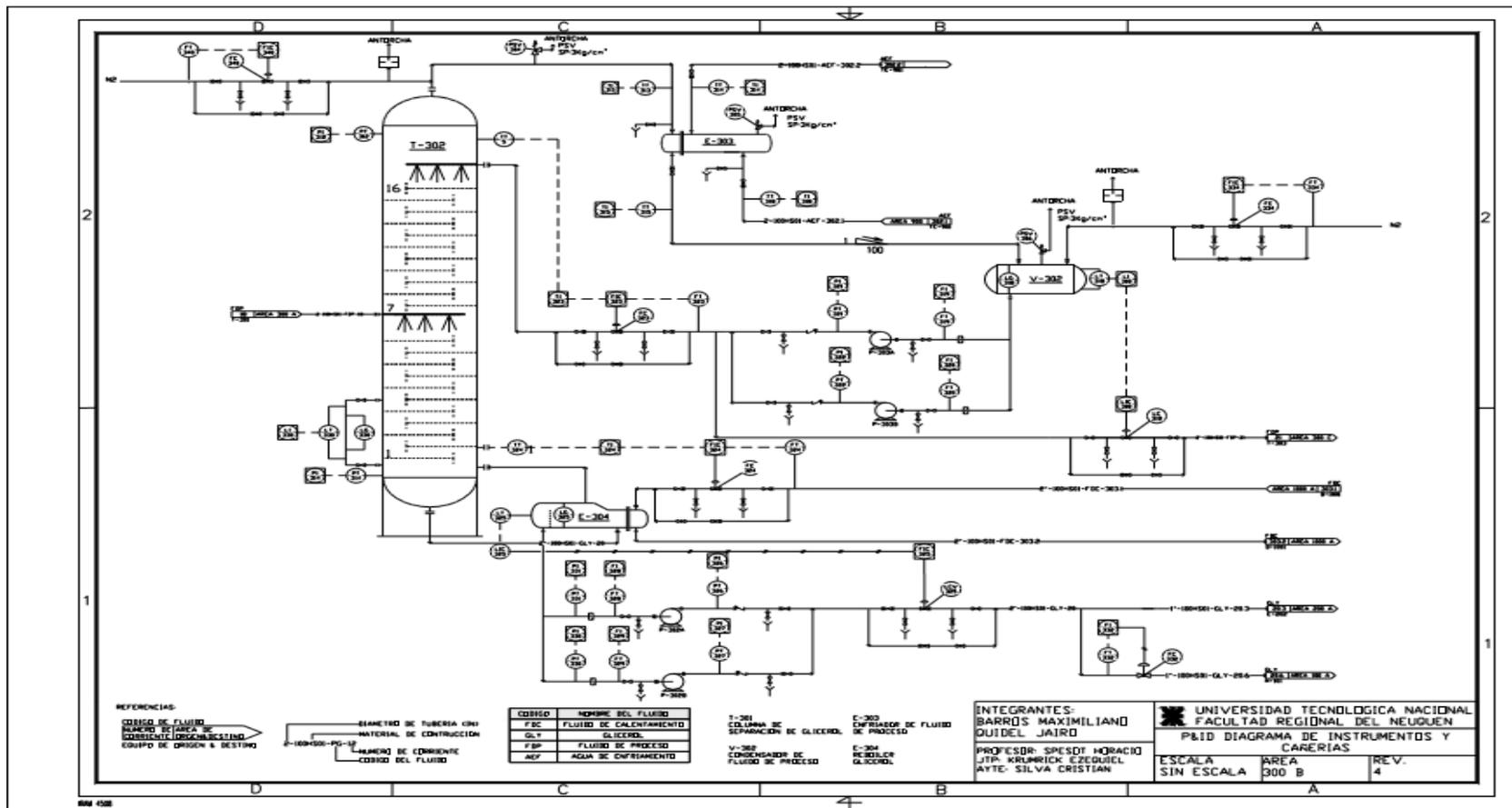
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> Integración V  <b>ING. QUÍMICA</b>	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>445</b> de <b>615</b>

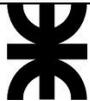
### 9.4.3.1 – P&ID ÁREA 300-A



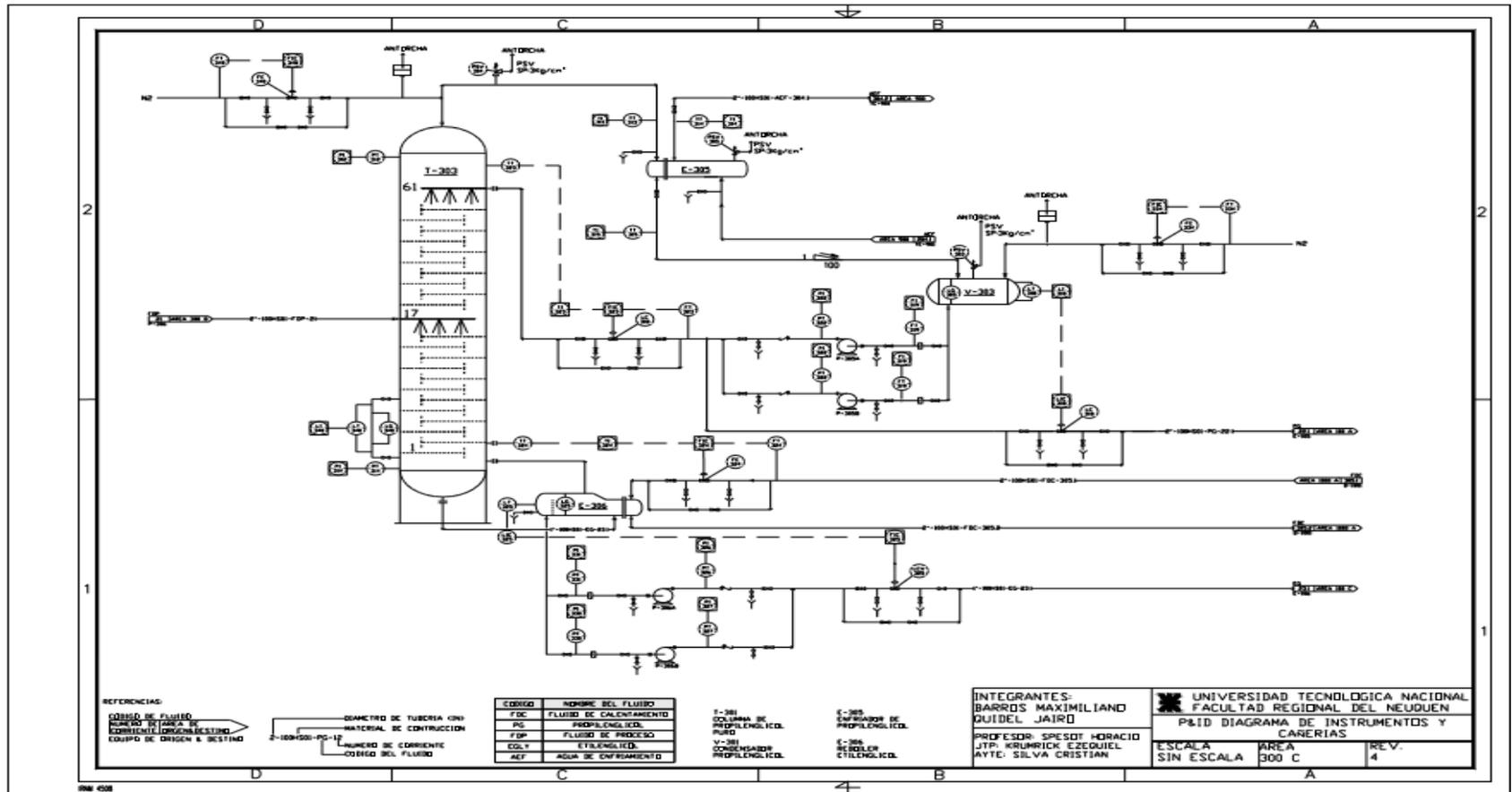
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>Integración V</b>  <b>ING. QUÍMICA</b>	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>446</b> de <b>615</b>

### 9.4.3.2 – P&ID ÁREA 300-B



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>447</b> de <b>615</b>

### 9.4.3.3 – P&ID ÁREA 300-C



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>448</b> de <b>615</b>

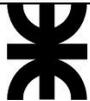
#### 9.4.4 – P&ID ÁREA 400

AREA 400					
Equipo	Controlador	Descripción	Cantidad	Situación	Tipo de señal
TK-401	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	LAH	Alarma de alto nivel	1	Campo	Digital
	LAL	Alarma de bajo nivel	1	Campo	Digital
TK-402	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	LAH	Alarma de alto nivel	1	Campo	Digital
	LAL	Alarma de bajo nivel	1	Campo	Digital
TK-403	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	LAH	Alarma de alto nivel	1	Campo	Digital
	LAL	Alarma de bajo nivel	1	Campo	Digital
TK-404	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica
	PAH	Alarma de alta presión	1	Campo	Digital
P401 A/B	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica

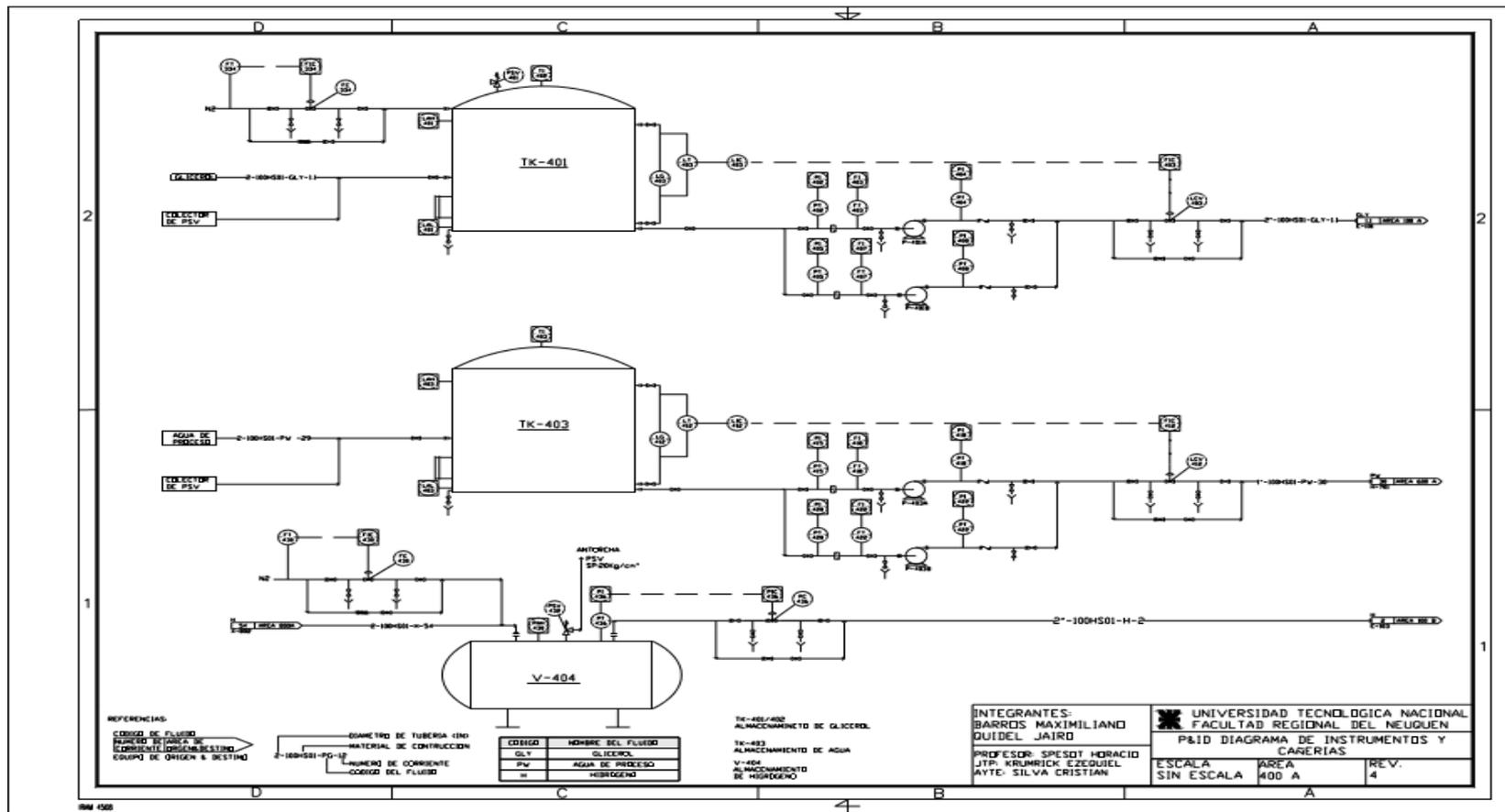
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>449</b> de <b>615</b>

	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica
P402 A/B	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica

*Tabla 122 - P&ID Área 400.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>450</b> de <b>615</b>

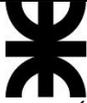
### 9.4.4.1 – P&ID ÁREA 400-A



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>451</b> de <b>615</b>

### 9.4.5 – P&ID ÁREA 500

AREA 500					
Equipo	Controlador	Descripción	Cantidad	Situación	Tipo de señal
TK-501	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	LAH	Alarma de alto nivel	1	Campo	Digital
	LAL	Alarma de bajo nivel	1	Campo	Digital
TK-502	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	LAH	Alarma de alto nivel	1	Campo	Digital
	LAL	Alarma de bajo nivel	1	Campo	Digital
TK-503	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	LAH	Alarma de alto nivel	1	Campo	Digital
	LAL	Alarma de bajo nivel	1	Campo	Digital
TK 504	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica

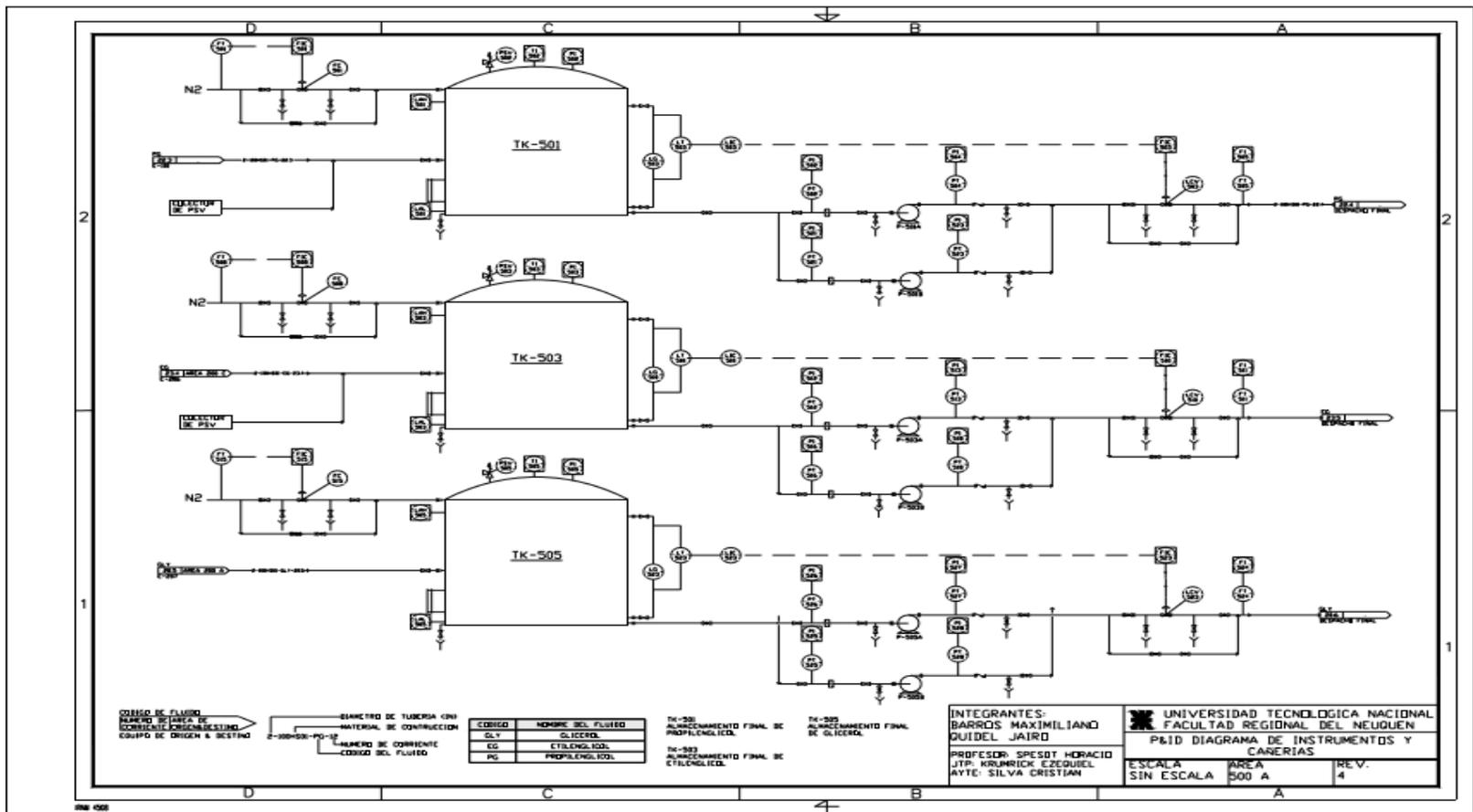
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 452 de 615

	LAH	Alarma de alto nivel	1	Campo	Digital
	LAL	Alarma de bajo nivel	1	Campo	Digital
TK 505	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	LAH	Alarma de alto nivel	1	Campo	Digital
	LAL	Alarma de bajo nivel	1	Campo	Digital
TK 506	TI	Indicador de temperatura	1	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
	LAH	Alarma de alto nivel	1	Campo	Digital
	LAL	Alarma de bajo nivel	1	Campo	Digital
P 501 A/B	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica
P 502 A/B	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica
P 503 A/B	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica

Tabla 123 - P&ID Área 500.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>Integración V</b>  <b>ING. QUÍMICA</b>	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018	
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20
Página <b>453</b> de <b>615</b>				

### 9.4.5.1 – P&ID ÁREA 500-A



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 454 de 615

#### 9.4.6 – P&ID ÁREA 600

AREA 600					
Equipo	Controlador	Descripción	Cantidad	Situación	Tipo de señal
E-601	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-602	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-603	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-604	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
E-605	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
P-601	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica

Tabla 124 - P&ID Área 600.



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 456 de 615

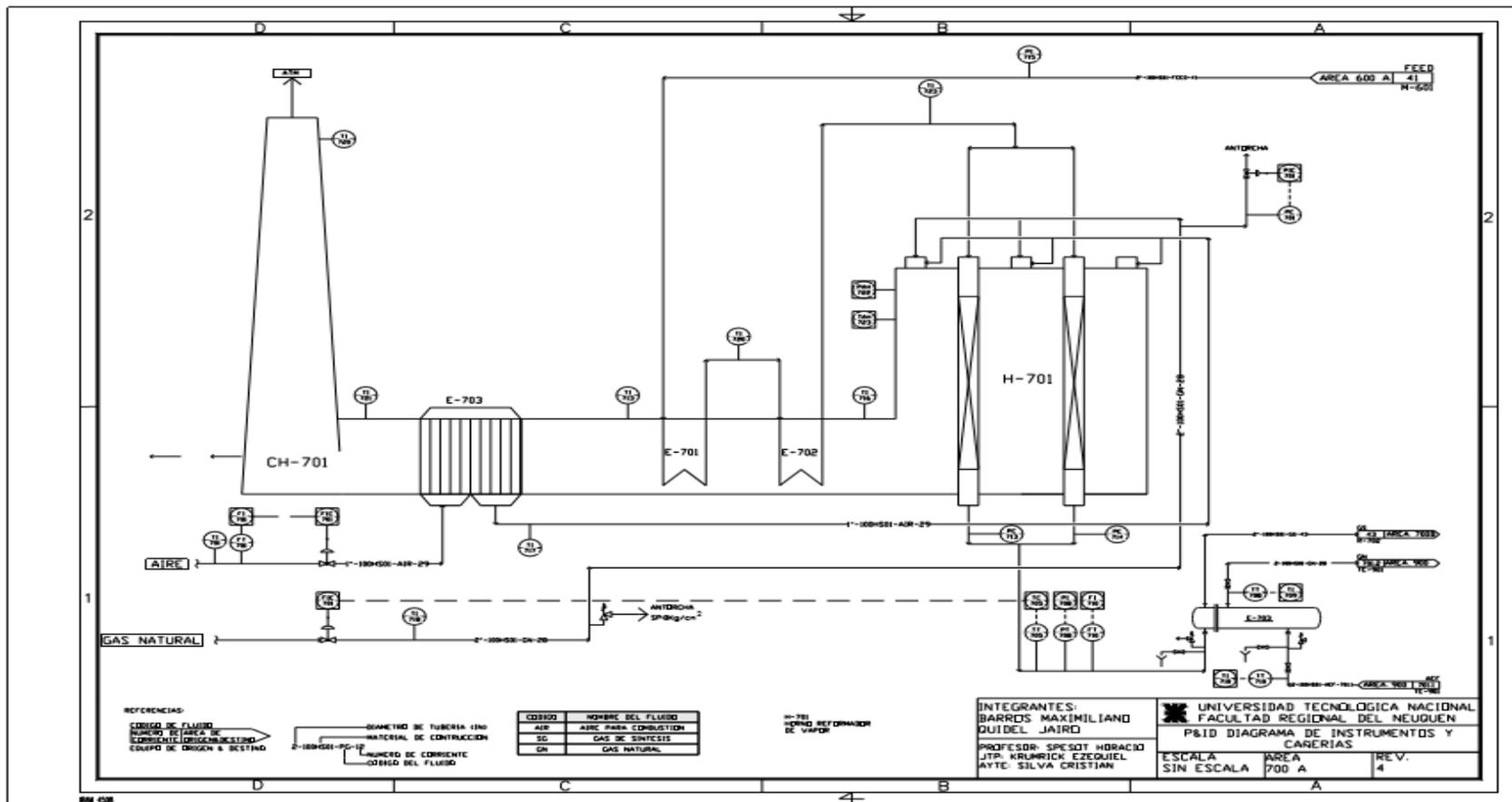
### 9.4.7 – P&ID ÁREA 700

AREA 700					
Equipo	Controlador	Descripción	Cantidad	Situación	Tipo de señal
H-701	TT	Transmisor de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	PT	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	PI	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica
	BSL	Seguridad falta de llama	1	Campo	Digital
	BAL	Alarma de falta de llama	1	Campo	Digital
E-701	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de nivel	1	Campo	Eléctrica
V-701	PI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	PT	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica
	LI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica

Tabla 125 - P&ID Área 700.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 457 de 615

### 9.4.7.1 – P&ID ÁREA 700-A





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN

PROYECTO FINAL  
Integración V

ING. QUÍMICA

Barros Maximiliano (3071)  
[barrosmaxi@yahoo.com.ar](mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar)  
Quidel Jairo (3190)  
[jairoquidel93@gmail.com](mailto:jairoquidel93@gmail.com)



Obtención de propilenglicol a partir de glicerina

Año de cursada: 2018

Fecha de inicio  
26 / 04 / 18

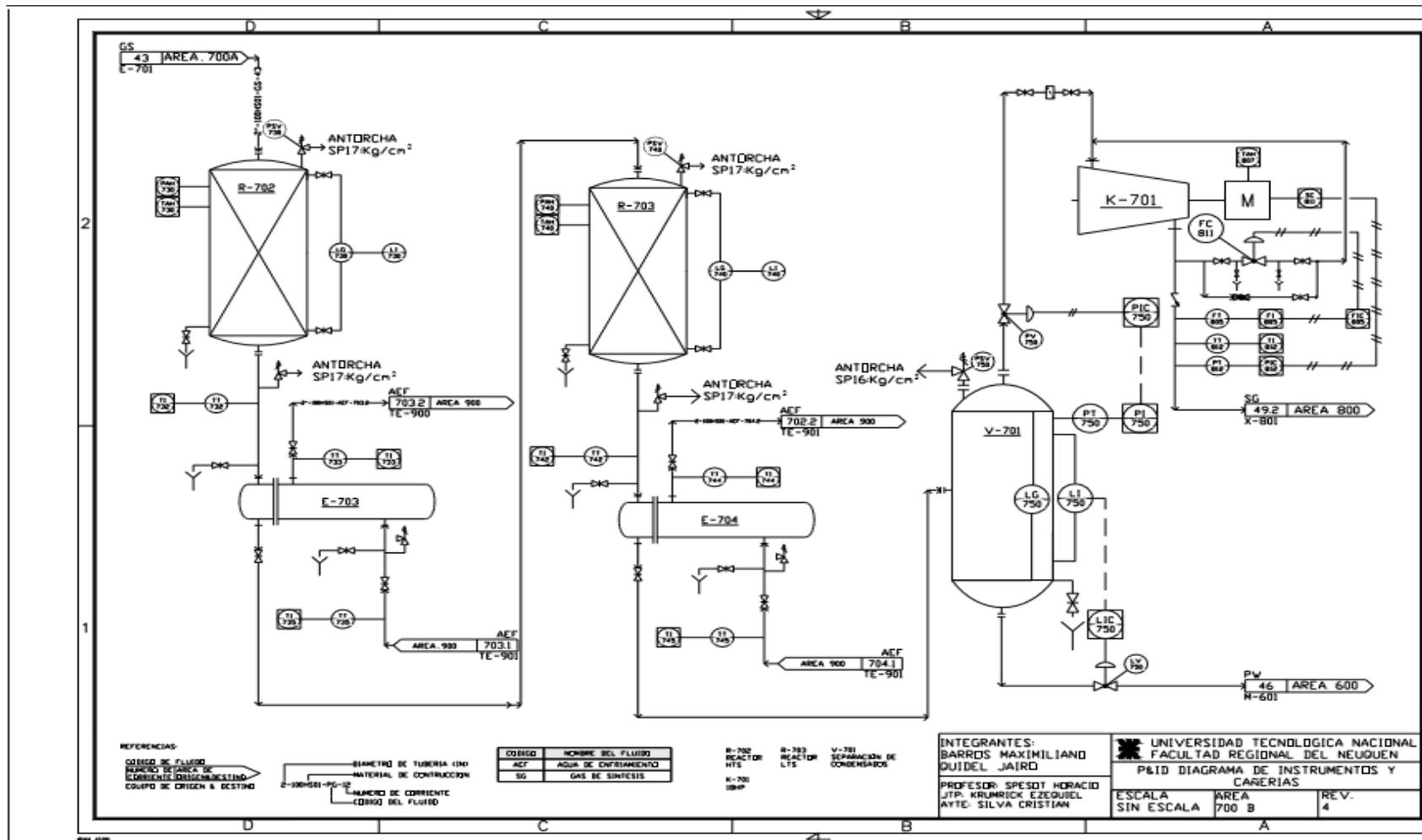
Profesor:  
Ing. Spesot Horacio.

JTP:  
Ing. Krumrick, E.

Ayudante:  
Ing. Silva, C.

Versión: 9  
Fecha: 07/08/20

Página 458 de 615



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 459 de 615

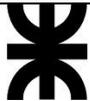
### 9.4.8 – P&ID ÁREA 800

AREA 800					
Equipo	Controlador	Descripción	Cantidad	Situación	Tipo de señal
X-801/2	TT	Transmisor de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	PT	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	2	Campo	Eléctrica
	FI	Indicador de flujo	2	Campo	Eléctrica
X-802	TT	Transmisor de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	PT	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	2	Campo	Eléctrica
	FI	Indicador de flujo	2	Campo	Eléctrica
K-802	TT	Transmisor de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	PT	Indicador de presión	2	Campo	Eléctrica
	PI	Transmisor de presión	2	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	2	Campo	Eléctrica
	FI	Indicador de flujo	2	Campo	Eléctrica

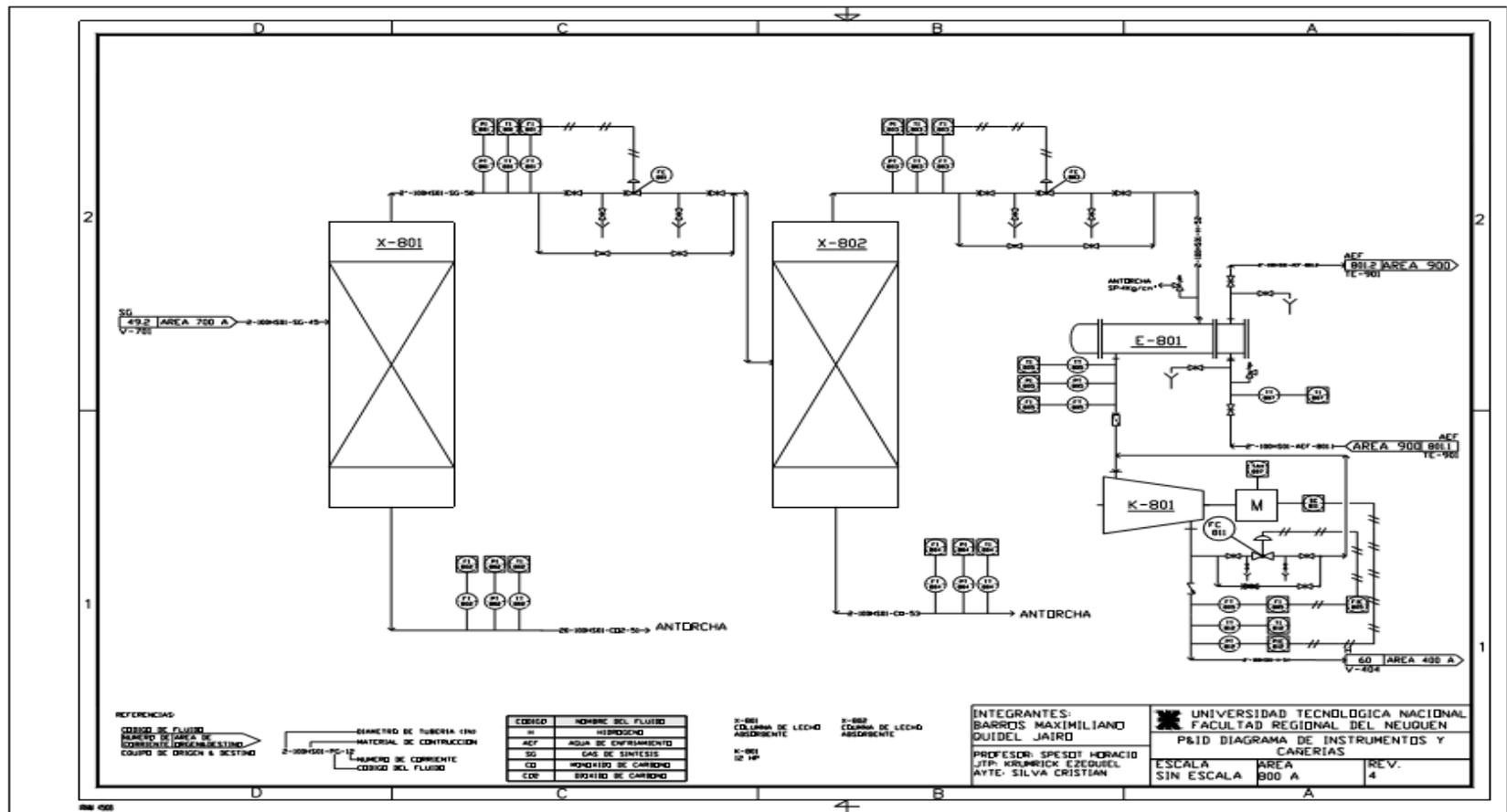
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>460</b> de <b>615</b>

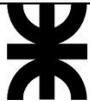
E-801	TT	Transmisor de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	3	Campo	Eléctrica
	PT	Indicador de presión	3	Campo	Eléctrica
	PI	Transmisor de presión	3	Campo	Eléctrica
	FT	Transmisor de flujo	3	Campo	Eléctrica
	FI	Indicador de flujo	3	Campo	Eléctrica

*Tabla 126 - P&ID Área 800.*

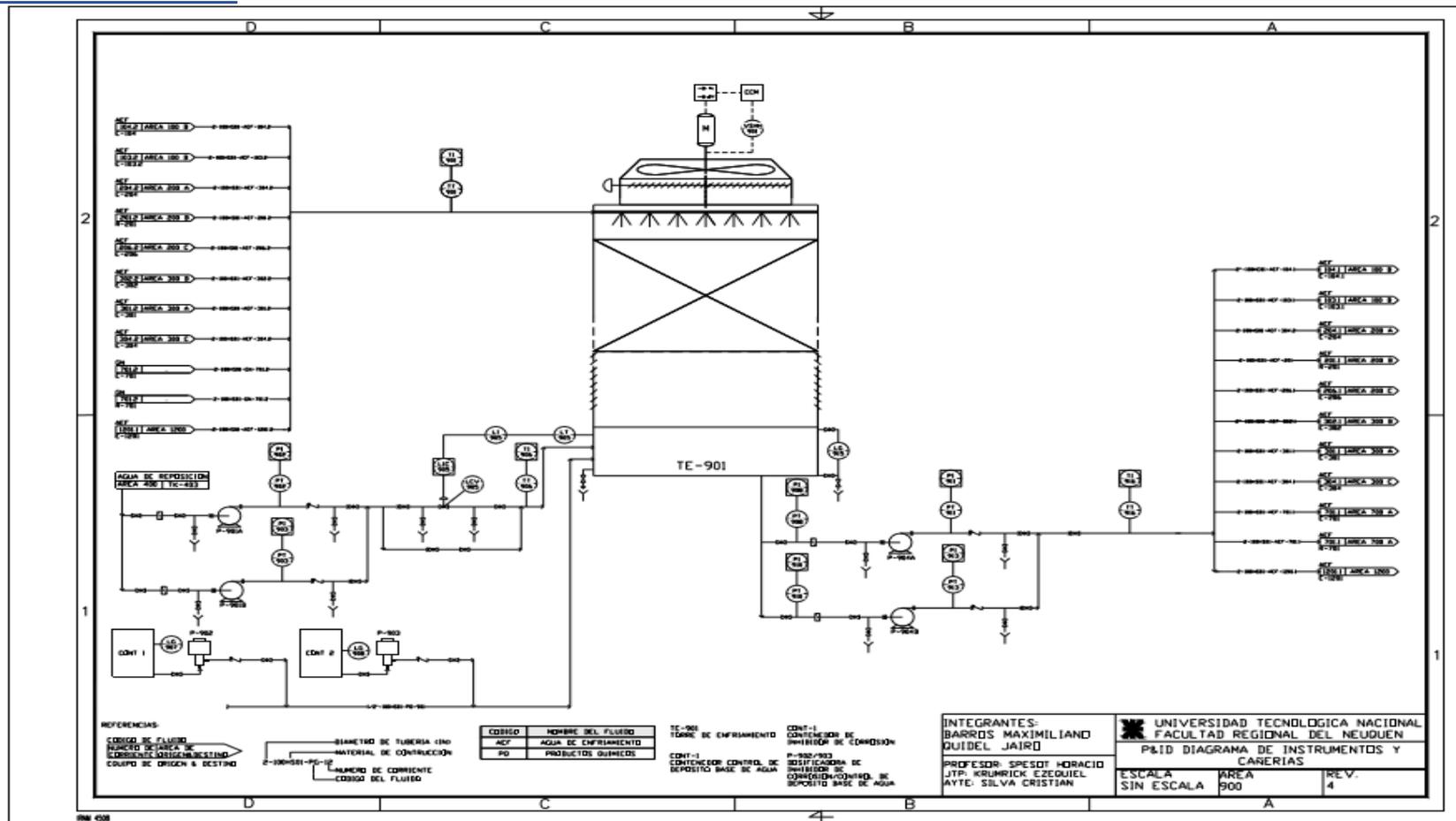
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>461</b> de <b>615</b>

### 9.4.8.1 – P&ID ÁREA 800-A



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 462 de 615

### 9.4.9 – P&ID ÁREA 900

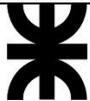


 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 463 de 615

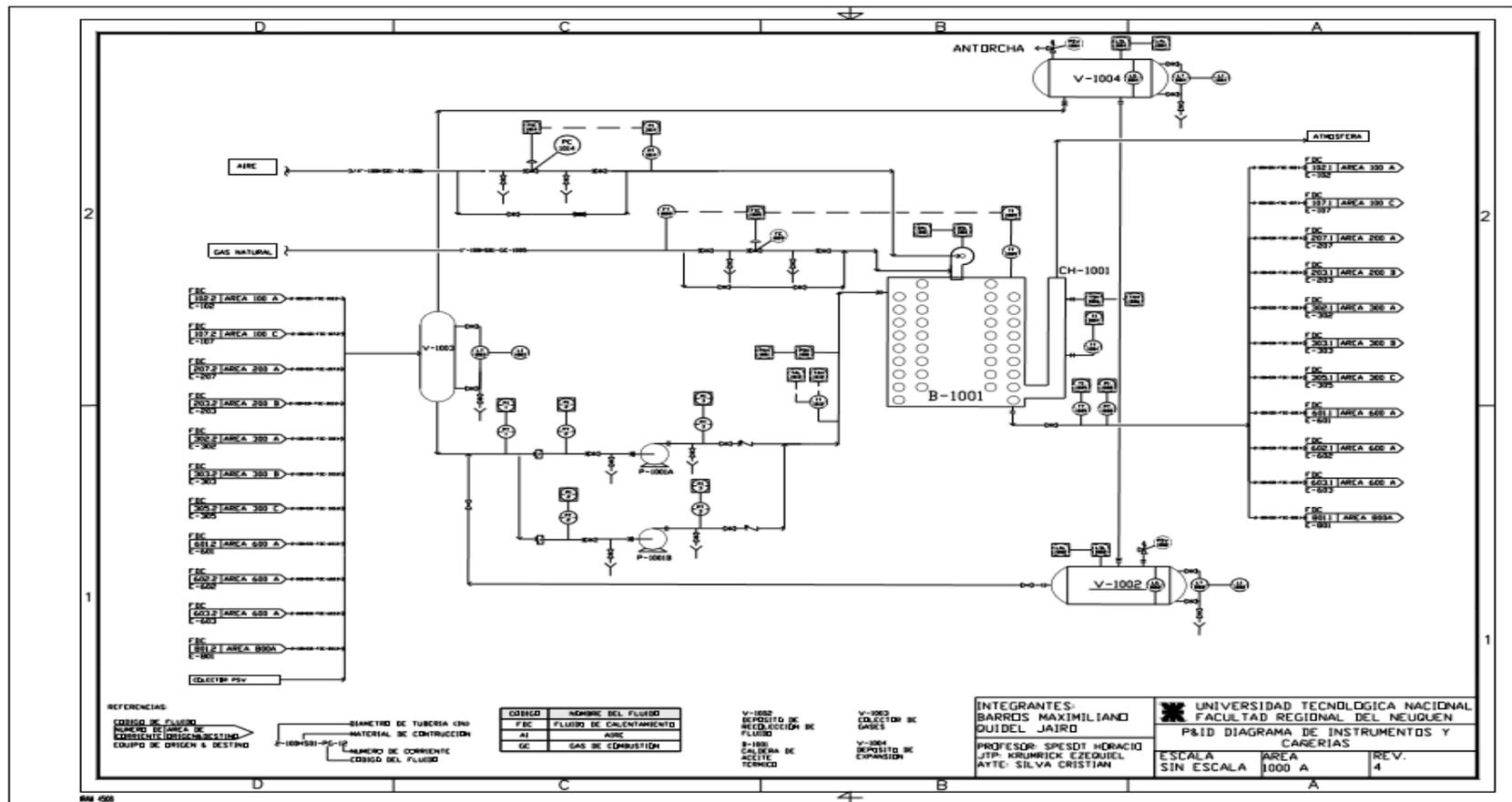
#### 9.4.10 – P&ID ÁREA 1000

AREA 1000					
Equipo	Controlador	Descripción	Cantidad	Situación	Tipo de señal
B-1001	TT	Transmisor de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	TI	Indicador de temperatura	2	Campo	Eléctrica
	PT	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	PI	Transmisor de presión	1	Campo	Eléctrica
	BSL	Seguridad falta de llama	1	Campo	Digital
	BAL	Alarma falta de llama	1	Campo	Digital
	TAH	Alarma de alta temperatura	1	Campo	Digital
V-1001	LI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	LAL	Alarma de bajo nivel	1	Sistema de control	Digital
V-1002	LI	Indicador de presión	1	Campo	Eléctrica
	PSV	Válvula de alivio	1	Sistema de control	

Tabla 127 - P&ID Área 1000.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>Integración V</b>  <b>ING. QUÍMICA</b>	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>464</b> de <b>615</b>

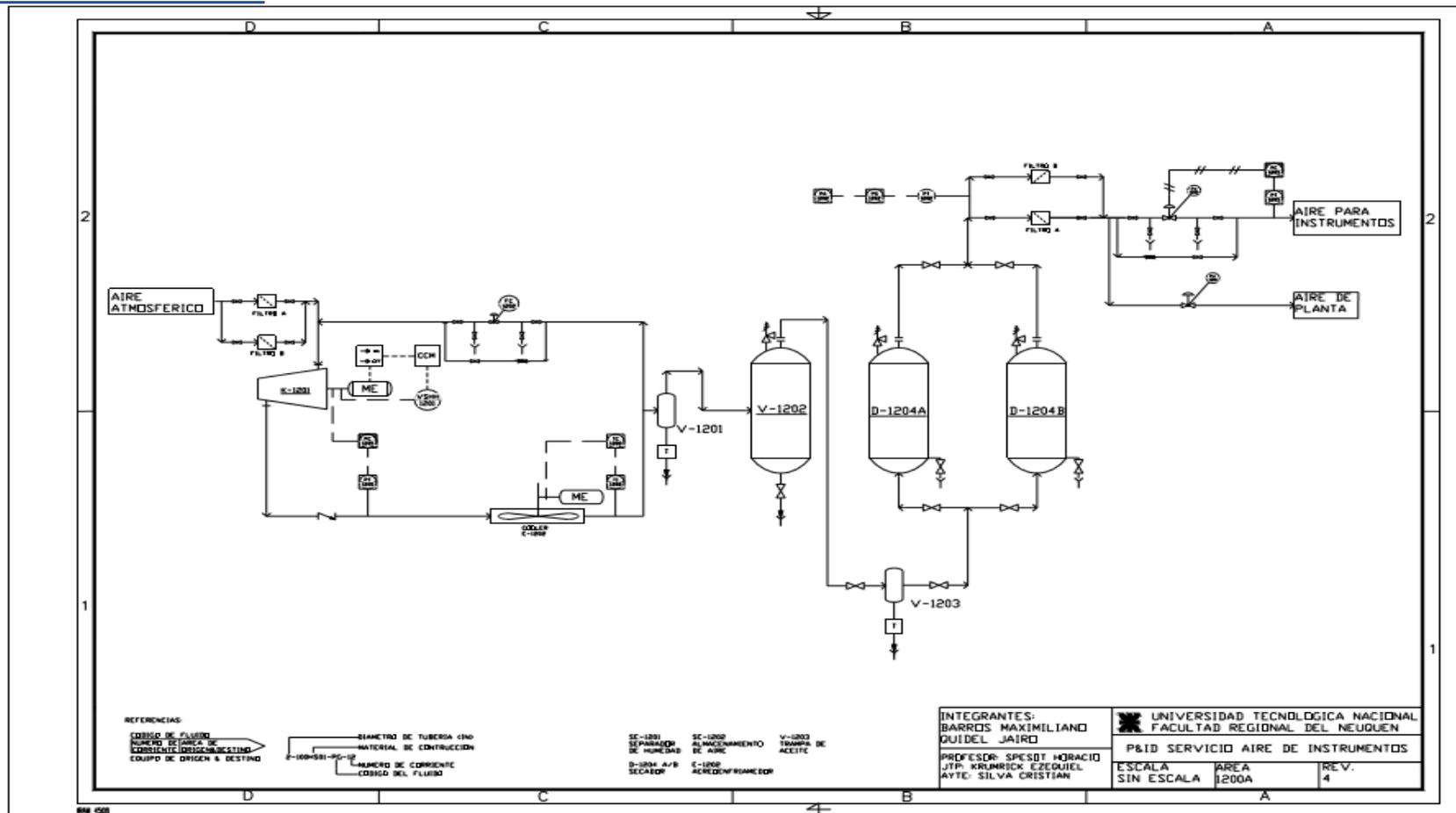
### 9.4.10.1 – P&ID ÁREA 1000





 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>466</b> de <b>615</b>

### 9.4.12 - P&ID ÁREA 1200



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>467</b> de <b>615</b>

## 9.5 - BIBLIOGRAFÍA

- Amaury, C. (2015). *Nomenclatura de la instrumentación de un proceso*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/amaurycastillejoslopez/nomenclatura-de-la-instrumentacion-de-un-proceso>
- ANSI/ISA-S5.1-1984. (2013). *Instrumentation Symbols and Identification*.
- Company, F. (s.f.). *Instrumentación y control. Planta de producción de ácido fórmico*. Obtenido de [https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/168367/TFG\\_FormicCompany\\_v03.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/168367/TFG_FormicCompany_v03.pdf)
- Guillermo, C. (2010). *Introducción a los diagramas de cañerías e instrumentos y su simbología*.
- Gutiérrez, M. (2017). *Fundamentos básicos de instrumentación y control*. Ecuador: UPSE.
- Losa, J. C. (s.f.). *Cómo interpretar un P&ID*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/316844363/Como-Interpretar-Um-P-ID>
- PIROBLOC. (1 de Marzo de 2017). *Qué es un PID ?* Obtenido de <https://www.pirobloc.com/blog-es/que-es-un-piping-and-instrumentation-diagram/>
- Plano, J. L. (2013). *Manual del cañista industrial*.
- Rivera, O. P. (2013). *Norma ISA*. Obtenido de [http://automaticausach.cl/asignaturas/controlautind/304\\_Norma\\_ISA\\_PID.pdf](http://automaticausach.cl/asignaturas/controlautind/304_Norma_ISA_PID.pdf)
- *Simbología y diagramas de instrumentación*. (s.f.). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/362438839/SIMBOLOGIA-Y-DIAGRAMAS-DE-INSTRUMENTACION>
- *Cálculo de diámetro de tuberías.xlsx*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>468</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO X – LAYOUT DEL PROCESO

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>469</b> de <b>615</b>

## 10.1 - INTRODUCCIÓN

El trabajo de ubicación en planta implica la ordenación física de los elementos industriales; esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye espacios necesarios, mínimos para el mantenimiento del equipo y la maquinaria, almacenamiento, servicios y otras actividades

El trabajo de proyectar una distribución en planta cubre un amplio campo. Puede comprender, solamente, un lugar de trabajo individual o la ordenación completa de muchas áreas de propiedad industrial; pero en todos los casos se debe planear para lograr una distribución eficiente, que será plasmada en el plano de localización general del equipo.

Para un buen diseño de layout se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Escala y alcance de la operación.
- Limitaciones existentes de lugar.
- Consideraciones de seguridad.
- Supervisión de operación.
- Suministro de servicios.
- Requerimientos de manejo de materiales.
- Conveniencia en el mantenimiento.
- Economía en la construcción.
- Expansión futura o posibles adiciones.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>470</b> de <b>615</b>

### 10.1.1 - LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

La planta de producción de propilenglicol estará ubicada en el Parque Industrial Plaza Huincul. El terreno cuenta con las siguientes dimensiones:



*Ilustración 135 - Localización de la Planta.*

## 10.2 - DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN PLANTA

### 10.2.1 - DIVISIÓN DEL PROCESO POR ETAPAS

Nuestro proceso de producción de propilenglicol es dividido en las siguientes etapas:

1. Acondicionamiento de las materias primas, Hidrógeno y Glicerol.
2. Hidrogenólisis del Glicerol a Propilenglicol en el R-201.
3. Separación de los compuestos gaseosos (Metano e Hidrógeno) en los separadores V-201 y V-202.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>471</b> de <b>615</b>

4. Separación del Agua por destilación, en la torre de destilación T – 301 a presión atmosférica.
5. Separación del Glicerol sin reaccionar, en la torre de destilación T – 302 a presión atmosférica.
6. Purificación del Propilenglicol, en la torre de destilación T – 303 a presión atmosférica.

### 10.2.2 - DIVISIÓN DE ÁREAS

A su vez el proceso de Producción de Propilenglicol se divide en las siguientes áreas:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>472</b> de <b>615</b>

Código de Área	Área del proceso
A – 100	Área de mezclado
A – 200	Área de reacción
A – 300	Área de separación y purificación
A – 400	Área de almacenamiento de materias primas
A – 500	Área de almacenamiento de productos
A – 600	Área de mezclado (prod. de Hidrógeno in situ)
A – 700	Área de reacción (prod. de Hidrógeno in situ)
A – 800	Área de purificación (prod. de Hidrógeno in situ)
A – 900	Servicios auxiliares. Torre de enfriamiento.
A – 1000	Servicios auxiliares. Caldera.
Oficinas	Salas, comedores, baños, laboratorios.
A-1100	Antorcha. Sistema de alivio de presión.
A-1200	Sistema de aire para instrumentos.

*Tabla 128 - División de áreas.*

### 10.2.3 - EQUIPOS CRÍTICOS

Luego de haber realizado la descripción del proceso en sus correspondientes áreas, se realiza un listado de los equipos críticos del proceso para luego tener

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>473</b> de <b>615</b>

en cuenta las interrelaciones entre estos equipos en particular, y con el resto del proceso.

Detalle del equipo	TAG
Horno Reformador	H-701
Torre de destilación	T-301
Torre de destilación	T-302
Torre de destilación	T-303
Reactor de hidrogenólisis	R-201
Reactor Shift	R-701
Tanques de almacenamiento	Área 400/500

*Tabla 129 - Equipos críticos.*

### 10.3 - CONSTRUCCIÓN DEL LAYOUT

Para la construir un layout se debe tener en cuenta la ubicación y que se cumpla el distanciamiento mínimo de los equipos críticos mencionados previamente. Se comienza por presentar tablas de interrelaciones entre los mismos, realizándose el mismo criterio para los tanques de almacenamiento. Por último, se tienen en cuenta factores como dirección de los vientos predominantes para determinar la ubicación de flare. Se presenta así, el diseño final. Para los cálculos mostrados a continuación, se toma en cuenta la siguiente legislación vigente en Argentina:

- NFPA 30: Código de líquidos inflamables y combustibles.
- NFPA: Manual de protección contra incendios.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>474</b> de <b>615</b>

### 10.3.1 - DIAGRAMA DE INTERRELACIONES ENTRE EQUIPOS

En el cuadro realizado a continuación, se detalla el grado de peligrosidad entre los equipos críticos y áreas críticas del proceso. Esto se realiza como una primera aproximación para luego, mediante un diagrama de distancias mínimas recomendadas, describir en detalle la disposición de los equipos en planta.

Interrelación			Tipo				Acción
Entre	Tipo	Muy fuerte	Fuerte	Promedio	Debil		
H-701	Todos	Seguridad	X				Distanciar H-701 de todos los equipos y alrededores.
H-701	R-701	Proceso	X				Distanciar H-701 de todos los equipos y alrededores.
H-701	R-201	Proceso	X	X			Distanciar H-701 de todos los equipos y alrededores.
T-301	Q-R-301	Conexión				X	Caudal de bombeo ,sin problemas.
T-301	Q-C-301	Conexión				X	Caudal de bombeo ,sin problemas.
T-301	R-201	Proceso		X			Equipos con alta P y T°.
T-302	Q-R-302	Conexión				X	Caudal de bombeo ,sin problemas.
T-302	Q-C-302	Conexión				X	Caudal de bombeo ,sin problemas.
T-302	R-201	Proceso		X			Equipos con alta P y T°.
T-303	Q-R-303	Conexión				X	Caudal de bombeo ,sin problemas.
T-303	Q-C-303	Conexión				X	Caudal de bombeo ,sin problemas.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>475</b> de <b>615</b>

T-303	R-201	Proceso		X			Equipos c/ alta P y T°.
K-101	E-103	Conexión				X	Caudal de bombeo ,sin problemas
R-201	Área de tanques	Seguridad	X				Mantener el tanque de prod. finales y materias primas, lejos de zonas de alta p y T°.
H-701	Área de tanques	Seguridad	X				Mantener el tanque de prod. finales y materias primas, lejos de zonas de alta P y T°.
R-201	V-201	Proceso		X			Mantener distantes zonas de alta P.

*Tabla 130 - Interrelaciones entre equipos críticos.*

Luego de describir el grado de interrelación entre los equipos críticos del proceso, se procede a realizar el cuadro mostrado a continuación, en el cual se observa con detalle la distancia mínima requerida para distanciar los equipos mencionados anteriormente.

### 10.3.2 - DIAGRAMA DE DISTANCIAS MÍNIMAS RECOMENDADAS

A continuación, se presenta un diagrama de doble entrada en el cual aparecen las distancias mínimas recomendadas entre equipos y áreas de proceso. Dichas distancias están representadas en metros.

Edificios p/ Serv. Aux.	1	/		
Centros p/ control de motores	2	/	/	
Áreas p/ serv. de procesos	3	15,2	15,2	/

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>Integración V</b>  <b>ING. QUÍMICA</b>	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>							
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina						Año de cursada: 2018					
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>476</b> de <b>615</b>						

Torres de enfriam.	4	15,2	15,2	30,5	15,2														
Salas de control	5	/	/	30,5	30,5	/													
Salas de compres.	6	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	9,1												
Salas de bombas	7	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	9,1	9,1											
Unidades de proceso c/ riesgo alto	8	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	9,1	9,1	15,2										
Unidades de proceso c/ riesgo medio	9	60,9	30,5	30,5	30,5	60,9	15,2	15,2	30,5	30,5									
Unidades de proceso c/ riesgo severo	10	400	61	61	61	300	30,5	30,5	61	61	61								
Tanques c/ almac. Atmosf.	11	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	91	107	/							
Tanques c/ almac..a presión	12	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	/	/						
Tanques c/ almac. Refrigerado	13	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	/	/	/					
Antorchas	14	107	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	122	122	/				
Marques. p/ carga y descarga	15	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	76,2	107	107	91	15,2			
Bombas p/ agua	16	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	61	61	61	91	91	107	107	107	91	61	/		
Estaciones p/ dci.	17	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	61	61	61	91	91	107	107	107	91	61	/	/	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

**Ilustración 136 - Distancias mínimas recomendadas.**

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>477</b> de <b>615</b>

### 10.3.3 - CÁLCULO DE VOLUMEN DE TANQUES

Los tanques de almacenamiento de materias primas, productos intermedios y productos finales fueron dimensionados de manera tal de tener almacenamiento de una semana en caso de contingencias externas a la planta. A través del Simulador modular secuencial HYSYS V7.3, se obtuvo tanto el diámetro como la altura de los tanques a utilizar y son los siguientes:

Tanque	Descripción	Diámetro (m)	Altura (m)
TK – 401/402	Almacenamiento de glicerol.	10,94	9,57
TK – 404	Almacenamiento de H <sub>2</sub> .	11,79	10,31
TK – 505	Almacenamiento de glicerol a tratamiento.	4,78	4,18
TK – 501	Almacenamiento intermedio de propilenglicol	10,30	9,01
TK – 502	Almacenamiento final de propilenglicol	10,30	9,01
TK – 503	Almacenamiento intermedio de etilenglicol	4,78	4,18
TK – 504	Almacenamiento final de etilenglicol	4,78	4,18
TK – 403	Almacenamiento de agua de procesos.	8,92	7,80

*Tabla 131 - Geometría de tanques.*

### 10.3.4 - DISTANCIAMIENTO MÍNIMO ENTRE TANQUES

El siguiente diagrama de doble entrada, representa la separación mínima entre tanques dependiendo del tipo de estos y el volumen a almacenar. Esta separación está en función del diámetro externo del tanque. Para la construcción

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina				Año de cursada: 2018	
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>478</b> de <b>615</b>

de este diagrama se toman en cuenta los valores que otorga el Manual de Protección contra Incendios.

Tanques de techo flotante o fijo < 477m <sup>3</sup>	1	0,5xD*								
Tanques de techo flotante o fijo e/ 477 y 1590 m <sup>3</sup>	2	0,5xD	0,5xD							
Tanques de techo flotante e/ 1590 y 47700 m <sup>3</sup>	3	1xD	1xD	1xD						
Tanques de techo flotante >1590 m <sup>3</sup>	4	1xD	1xD	1xD	1xD					
Tanques de techo fijo para prod. de clases II y III entre 1590 y 47700 m <sup>3</sup>	5	0,5xD	0,5xD	1xD	1xD	0,5xD				
Tanques de techo fijo para prod. de clase I** inertizados e/ 1590 y 23850 m <sup>3</sup>	6	1xD	1xD	1xD	1xD	1xD	1xD			
Recipientes para almacenamiento bajo presión (esferas y esferoides)	7	1,5xD 100' MIN	1,5xD 100' MIN	1,5xD 100' MIN	2xD	1,5xD 100' MIN	1,5xD 100' MIN	1,5xD 100' MIN		
Recipientes para almacenamiento bajo presión (depósitos y puros)	8	1,5xD 100' MIN	1,5xD 100' MIN	1,5xD 100' MIN	2xD	1,5xD 100' MIN	1,5xD 100' MIN	1,5xD 100' MIN	1xD	
Tanques para almacenamiento refrigerado con cúpula	9	2xD 100' MIN	2xD 100' MIN	2xD 100' MIN	2xD	2xD 100' MIN	2xD 100' MIN	2xD 100' MIN	2xD 100' MIN	1xD 100' MIN
		1	2	3	4	5	6	7	8	9

*Ilustración 137 - Distanciamiento mínimo entre tanques.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>479</b> de <b>615</b>

### 10.3.5 - CÁLCULO DE RECINTO DE TANQUES

Luego de describir la separación mínima requerida para los tanques, se procede a realizar el cálculo del recinto que contiene a los mismos.

Cada uno de los tanques detallados a continuación, estará contenido en recintos individuales los cuales deben tener las siguientes características:

- No deben superar los 1,80 m. de altura.
- Ser construidos a base de hormigón.
- El volumen del recinto debe contener el volumen del tanque más el 10% por contingencias.

La siguiente tabla representa estos cálculos, asumiendo lo mencionado anteriormente y también la forma del recinto, el cual va a ser cuadrado y no rectangular.

Al tener tanques de diversos volúmenes, es lógico asumir que los recintos serán todos de tamaños distintos. Sin embargo, por cuestiones de diseño, y contemplando futuras expansiones, se construyen todos los recintos con las medidas del recinto más grande.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>480</b> de <b>615</b>

TAG del tanque	Volumen (m <sup>3</sup> )	Volumen recinto (m <sup>3</sup> )	Diámetro (m)	Área tanque (m <sup>2</sup> )	Área recinto (m <sup>2</sup> )	Área tanque + recinto (m <sup>2</sup> )	Largo Recinto (m)
TK-401/2	600	660	10,94	94,01	366,67	460,68	21,46
TK-403	350	385	8,92	62,47	213,89	276,36	16,62
TK- 404	800	880	11,79	109,09	488,89	597,98	24,45
TK- 501/2	500	550	10,30	83,25	305,56	388,81	19,72
TK- 503/4	50	55	4,78	17,94	30,56	48,49	6,96
TK- 505	50	55	4,78	17,94	30,56	48,49	6,96

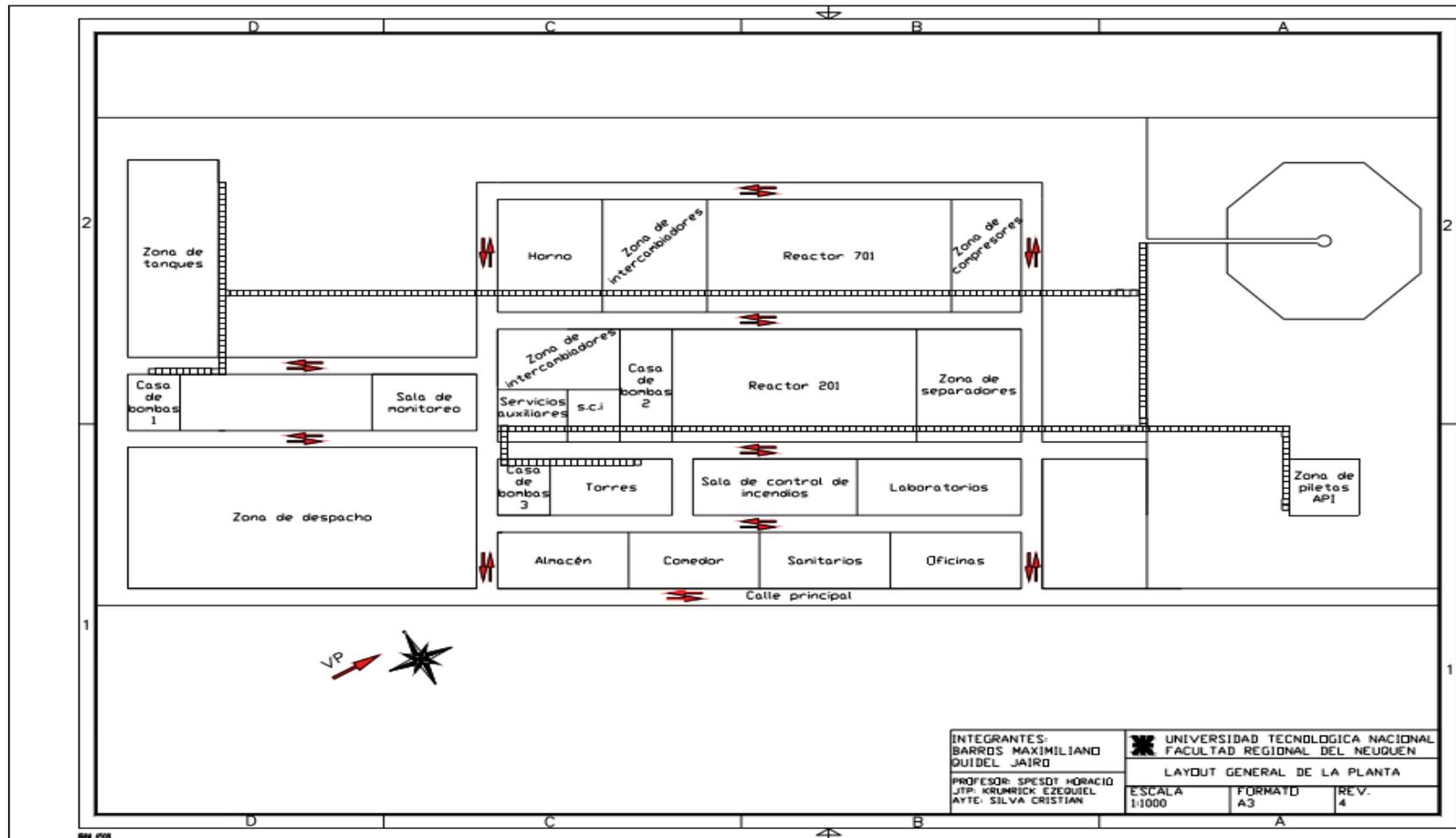
*Tabla 132 - Cálculos de recintos de tanques.*

## 10.4 - DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN PLANTA

En el siguiente plano, se divide el proceso en las distintas áreas detalladas anteriormente.

En el mismo, se indica el sentido de circulación de las calles internas de la planta, facilitando la circulación y las vías de escape en caso de emergencia. También se indica la dirección de los vientos predominantes, factor clave al momento de designar la ubicación del flare.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>481</b> de <b>615</b>



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>482</b> de <b>615</b>

### 10.4.1 - DESCRIPCIÓN DEL LAYOUT

Se ubica la antorcha a 140 m. del reactor shift de producción de hidrógeno, el cual está a 10 m. del rack de tuberías. Los separadores flash V-201 y V-202 se ubican a 15 m. de distancia entre sí, y a 20 m. de distancia de los splitter X-801 y X-802 de purificación de Hidrógeno.

La casa de bombas 1 pertenece a las bombas que impulsan la materia y el producto desde y hacia los tanques, por esa razón, se encuentran a 12 m. del tanque final de propilenglicol y a 3 m. del rack de tuberías en dirección hacia arriba. Las bombas de la casa 1 están separadas 1,10 m. entre sí.

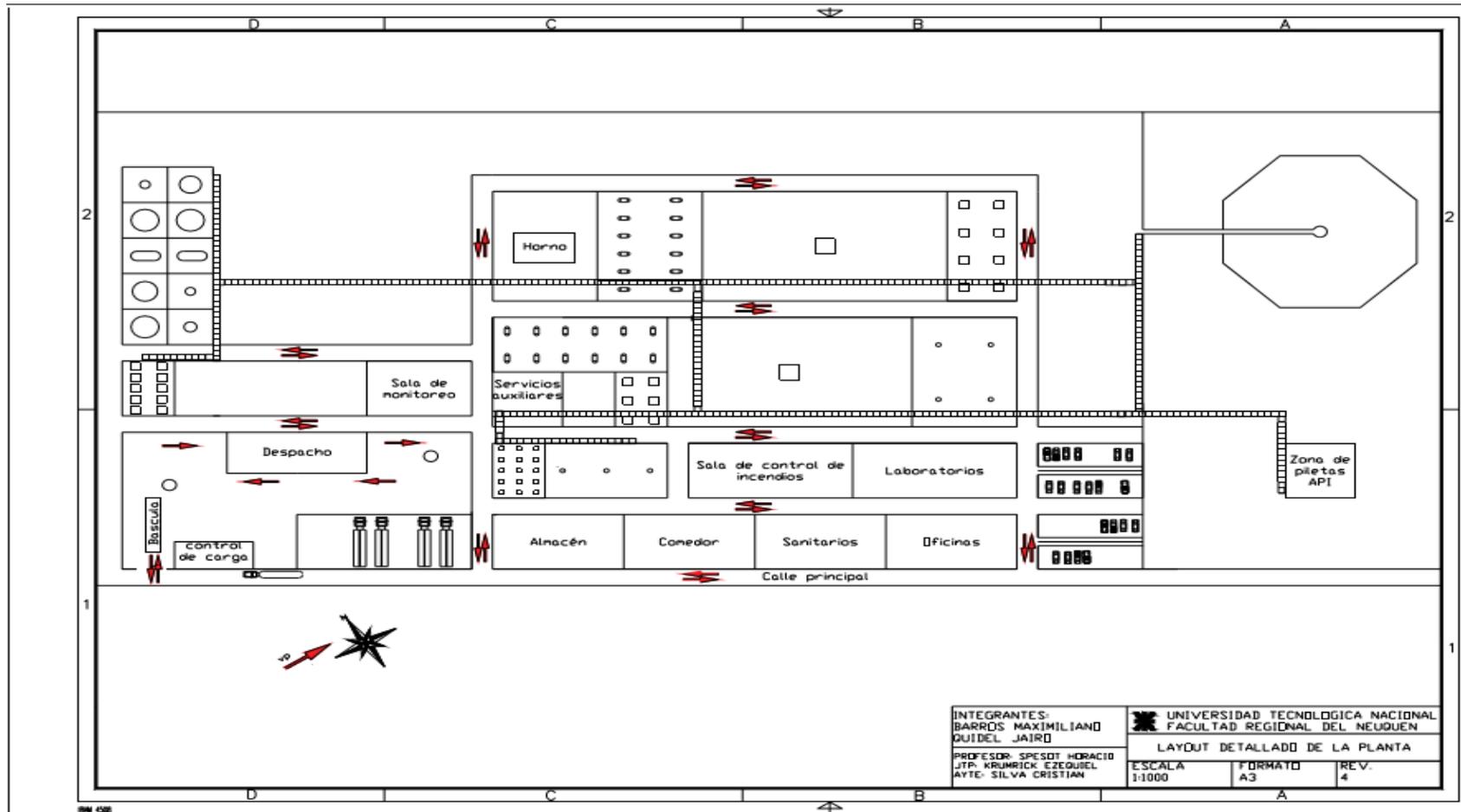
El reactor de hidrogenólisis R-201 se encuentra a 40 m. del otro reactor crítico del proceso el reactor Shift R-701. La zona de intercambiadores del área 100 cuenta con 12 intercambiadores separados entre sí a 7 m. de distancia y a 8 m. del rack de tuberías. El equipo más crítico de la planta, es el Horno Reformador H-701 el cual se encuentra a 85 m. del tanque más cercano, y a 68 m. del reactor shift R-701. El horno está a 6 m. del rack de tuberías.

Las torres de purificación de propilenglicol, T-301, T-302 y T-303 se encuentran a una distancia de 12,5 m. entre sí. Dichas torres tienen un diámetro de 1,5 m., se encuentran a 10 m. del rack de tuberías y a 5m de la casa de bombas. Los tanques fueron diseñados para estar contenidos en un recinto el cual es capaz de soportar el volumen del tanque más un 10% extra. Al no tener el mismo volumen para todos los tanques, se normalizó el recinto al valor mayor de estos, pensando en futuras expansiones de nuestra planta. Teniendo la ventaja así, de poder incrementar la producción sin inconvenientes. En el siguiente dibujo, se representa la distribución de equipos en planta.

### 10.5 - DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN PLANTA

A continuación, se presenta el layout del proceso, considerando todos los criterios expuestos anteriormente en este capítulo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA		Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>		 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina				Año de cursada: 2018			
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>483</b> de <b>615</b>		



INTEGRANTES: BARROS MAXIMILIANO QUIDEL JAIRÓ	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN
PROFESOR: SPESOT HORACIO JTP: KRUMRICK EZEQUEL AYTE: SILVA CRISTIAN	LAYOUT DETALLADO DE LA PLANTA ESCALA 1:1000    FORMATO A3    REV. 4

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>484</b> de <b>615</b>

## 10.6 - BIBLIOGRAFÍA

- Aranda, M. (2017). Layout de plantas de procesos químicos. Plaza Huinca, Neuquén, Argentina.
- Ley 13660. (09 de 09 de 1960). *relativa a la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos, minerales, líquidos y gaseosos*. Buenos Aires.
- NFPA. (2017). *Código de líquidos inflamables y combustibles*. Obtenido de <https://www.secureweek.com/nfpa-30-codigo-de-liquidos-inflamables-y-combustibles/>
- Rosario, U. -F. (s.f.). *Manual de Proyecto de Plantas*. Obtenido de [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5\\_anio/integracion5/seccion6.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/integracion5/seccion6.pdf)

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>485</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO XI - SEGURIDAD DE LA PLANTA

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>486</b> de <b>615</b>

## 11.1 - INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD DE PROCESOS

La seguridad de los procesos es un marco disciplinado para la gestión de la integridad de los sistemas operativos y procesos de manejo de sustancias peligrosas mediante la aplicación de buenas prácticas de diseño, ingeniería, operación y mantenimiento.

Esta disciplina se enfoca en la prevención y el control de los incidentes que tienen el potencial de liberar materiales peligrosos o energía. El objetivo de la Seguridad de Procesos es prevenir y evitar incidentes que puedan tener impacto sobre las personas y en el medio ambiente durante la manipulación de sustancias peligrosas.

Comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, que tengan por objeto:

- Proteger la vida, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores.
- Prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo.
- Estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

Un incidente de Seguridad de Procesos tiene el potencial de producir eventos catastróficos de muy alto impacto para las personas y el medio ambiente.

A continuación, el capítulo aborda conceptos varios que hacen a Seguridad e Higiene de un proceso químico y su influencia en el personal y en el medio

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>487</b> de <b>615</b>

ambiente. Se describe también, riesgos potenciales en nuestro proceso y en las sustancias químicas manipuladas. Por último, se menciona la normativa aplicable en cada caso y un plan de seguridad apto para nuestra planta.

## 11.2 - CONCEPTOS GENERALES

Las siguientes definiciones fueron obtenidas de la norma ISO 45001.

### 11.2.1 - RIESGO

Es igual a la probabilidad de que ocurra un suceso peligroso por la gravedad del daño que podría causar para la salud. En fórmula matemática sería:

$$R (\text{riesgo}) = P (\text{probabilidad}) \times S (\text{severidad})$$

En otras palabras, es la combinación de la probabilidad de que suceda algo peligroso por la gravedad del daño que podría ocasionar dicho suceso.

Con la definición y la fórmula obtenida, es posible “medir” el riesgo. De esto nacen diferentes tipos de riesgo:

1. Riesgo puro: Es aquel sobre el que no se ha aplicado ninguna medida de control.
2. Riesgo residual: Aquel sobre el que sí se han aplicado medidas para reducirlo o mitigarlo.
3. Riesgo aceptable: Es aquel que se ha conseguido reducir o mitigar de tal forma que pueda ser tolerado por la empresa teniendo en cuenta los requisitos legales de cada país y la política de seguridad y salud en el trabajo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>488</b> de <b>615</b>

El correcto funcionamiento de un proceso, se ve afectado directamente con el conocimiento de los principales riesgos existentes en un puesto de trabajo. Ese conocimiento, ayuda de forma preventiva a conocer todas las áreas que puedan llegar a ser afectadas en caso de contingencia, y permite reducir enormemente el número de ellas si se toman medidas anticipadas.

### 11.2.2 - PELIGRO

Un peligro, según la norma ISO 45001, es una fuente, situación o acto con potencial para causar daño humano, deterioro de la salud, daños físicos o una combinación de estos.

Existe, entonces, una fuente de peligro (que es el lugar de donde procede el peligro), situaciones de peligro (por ej. Pisar suelo mojado o trabajos en altura) y actos peligrosos (como fumar cerca de material inflamable).

### 11.2.3 - INTEGRIDAD

Integridad es un término aplicado a las disciplinas de ingeniería asociado al diseño, el aseguramiento, y la verificación de las funciones que garantizan que un producto, proceso o sistema cumple con la intención del diseño o los requerimientos especificados.

La gestión de Integridad del Activo es la implementación sistemática de programas y actividades para asegurar que los equipos funcionen correctamente durante el ciclo de vida.

1. Previniendo liberaciones súbitas de energía o de sustancias peligrosas con resultados catastróficos.
2. Asegurando una alta disponibilidad y confiabilidad de los equipos esenciales que previenen o mitigan los efectos de este tipo de eventos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>489</b> de <b>615</b>

3. Manteniendo contenidos los materiales peligrosos.

4. Asegurando que los sistemas de seguridad operen como se espera y cuando se requiere.

Además de la suma importancia de conocer los riesgos existentes, se debe también contar con un plan de contingencia apropiado.

### 11.3 - CLASIFICACIÓN DE RIESGOS

La norma estadounidense de la NFPA lo clasifica según la norma 704, en el diamante o rombo de materiales peligrosos.

Recordando que:



*Ilustración 138 - Rombo de materiales peligrosos.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>490</b> de <b>615</b>

El rombo de seguridad es un símbolo utilizado internacionalmente para indicar el nivel de riesgo que una sustancia puede representar para la seguridad y la salud humanas.

También se conoce con el nombre de Código NFPA 704 (National Fire Protection Association), y fue ideado originalmente para orientar a los efectivos de los cuerpos de bomberos.

Es de uso obligatorio en los contenedores de sustancias químicas y debe estar presente en instalaciones industriales, comerciales e institucionales que fabriquen, procesen, usen o almacenen materiales peligrosos.

No es obligatorio en unidades de transporte ni tampoco está pensado para que lo conozca el público en general. La NFPA estableció unos estándares que se conocen como los National Fire Codes, con los que se recomiendan las prácticas seguras para el control de incendios y este rombo forma parte de esos códigos.

Cada parte que lo compone, tiene un valor asignado de 0 a 4, siendo 0 el nivel de menor peligro y 4 el de máximo peligro. (Morales, 2015).

El hecho de señalar el nivel de peligrosidad de una sustancia, sirve también para:

1. Distinguir con facilidad los productos peligrosos.
2. Informar de forma rápida la naturaleza del riesgo que representa el producto.
3. Facilitar las labores de rescate o auxilio en casos de emergencia.
4. Cuidar la vida de quienes prestan auxilio en casos de emergencia.
5. Dar información orientadora para el momento de limpieza y remoción de la sustancia.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>491</b> de <b>615</b>

### Características:

El rombo de seguridad está compuesto por 4 rombos dispuesto en el siguiente orden:

#### Azul:

Significa que la sustancia representa un riesgo para la salud. Y la escala se lee así:

**0 = Sin riesgo:** Este código se usa en materiales de bajo riesgo en condiciones de incendio, como el cloruro de sodio.

**1 = Ligeramente peligroso:** Se trata de materiales que solo causan daños residuales menores, incluso si no hay tratamiento médico, como es el caso de la glicerina.

**2 = Peligroso:** Es el código asignado a aquellos materiales que pueden causar incapacidad temporal o daños permanentes, en caso de exposición continua, como el cloroformo.

**3 = Extremadamente peligroso:** Son materiales que pueden causar daños temporales o permanentes aun con poca exposición. El hidróxido de potasio es un ejemplo de este tipo de sustancias.

**4 = Mortal:** Se trata de sustancias que pueden causar la muerte o un daño permanente, como es el caso del cianuro de hidrógeno.

#### Rojo:

Significa que la sustancia representa un riesgo de incendio. Es decir, que es inflamable o puede serlo. Su escala quiere decir:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>492</b> de <b>615</b>

**0= No arde:** Es el caso de sustancias que no se queman, aun cuando estén expuestas por más de 5 minutos a temperaturas de 815° C, como el agua.

**1 = Arde a los 93° Celsius:** Este tipo de materiales requieren una especie de precalentamiento para que ocurra la ignición. Se calcula un punto de inflamabilidad a los 93°C.

**2 = Entra en ignición debajo de los 93° Celsius:** No requieren temperaturas muy altas para llegar al punto de ignición, el cual oscila entre los 38°C y los 93°C. El petrodiesel, es un ejemplo de esta sustancia.

**3 = Entra en ignición debajo de los 37° Celsius:** Se le asigna este código a aquellos materiales que pueden encenderse en casi cualquier temperatura ambiental, como la gasolina.

**4 = Entra en ignición debajo de los 25° Celsius:** Se trata de sustancias como el propano, que se vaporizan con la presión atmosférica ambiental o se queman fácilmente en el aire (menos de 23°C).

### **Amarillo:**

El rombo de este color indica que la sustancia representa un riesgo reactivo. En cuanto a la escala de este rombo, el significado es el siguiente:

**0 = Estable:** Es un material que se mantiene estable aún bajo exposición al fuego. El helio es un buen ejemplo.

**1 = Inestable si se calienta:** Es un material que puede ser inestable ante temperaturas y presión elevadas. Por ejemplo, el acetileno.

**2 = Posibilidad de cambio:** Sustancias que pueden reaccionar violentamente frente al agua o frente a temperaturas y presión elevadas. El fósforo es una de las sustancias que entra en esta categoría.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>493</b> de <b>615</b>

**3 = Puede detonar con golpe o calentamiento:** Puede detonar con una fuente de ignición, como agua o una descarga eléctrica fuerte, como es el caso del flúor, por ejemplo.

**4 = Puede detonar con facilidad:** Tiende a detonar muy fácilmente. Es el caso de la nitroglicerina, por ejemplo.

### **Blanco:**

Es el color utilizado para las sustancias que constituyen un riesgo muy específico. En este caso el código de la escala no es de números sino de letras y significan:

- OX = materiales oxidantes como el perclorato de potasio.
- ACID = sustancias ácidas.
- ALC = materiales alcalinos.
- COR = materiales corrosivos
- W = refiere a sustancias que reaccionan con agua de manera peligrosa, como el cianuro de sodio.
- R = es la letra usada para material con radiación como el plutonio.
- BIO = alude a riesgo biológico. Se usa en caso de virus.
- CRYO = significa que se está frente a material criogénico.
- Xn Nocivo= presenta riesgos epidemiológicos o de propagación importante.

## **11.3.1 - RIESGO ASOCIADO**

### **11.3.1.1 - PROPILENGLICOL**

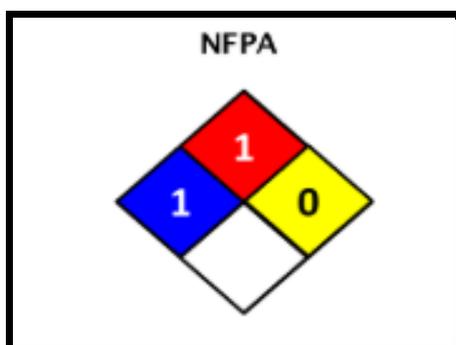
El propilenglicol es un líquido claro, viscoso, de baja presión de vapor, ligero aroma y suave sabor.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>494</b> de <b>615</b>

La aplicación más importante es la manufactura de poliésteres por reacciones con ácidos dibásicos y polibásicos. Otras aplicaciones son la obtención de resinas insaturadas de poliéster (UPRs), detergentes líquidos de lavandería, productos cosméticos y farmacéuticos, anticongelantes, pinturas, recubrimientos, en tabaco, etc.

Es el único entre los demás propilenglicoles que es seguro para el consumo humano. Puede llevar a cabo las reacciones típicas de los alcoholes, como reacciones con ácidos libres, haluros ácidos y anhídridos ácidos para formar ésteres, reacciones con hidróxidos metálicos de álcalis para formar sales metálicas y reacciones con aldehídos o cetonas para formar acetales y cetales. (Cosmos, 2016).

Para el propilenglicol, el rombo de seguridad designado por la norma NFPA es el siguiente:



*Ilustración 139 - Rombo de seguridad Propilenglicol.*

### 11.3.1.2 - ETILENGLICOL

El etilenglicol, también conocido 1,2 etanodiol, o monoetilenglicol, es un líquido transparente, incoloro, inodoro, de sabor dulce. Es higroscópico y completamente miscible tanto en agua como en muchos disolventes polares como alcoholes, éteres de glicol y acetona. Sin embargo, su solubilidad es baja

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 495 de 615

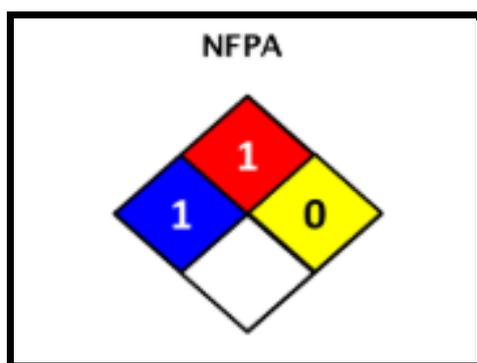
en solventes no polares, tales como el benceno, tolueno, dicloroetano y cloroformo.

El etilenglicol es difícil de cristalizar, cuando se enfría, se forma una masa altamente viscosa subenfriada, que finalmente solidifica para producir una sustancia semejante al vidrio.

El uso generalizado del etilenglicol como anticongelante se basa en su capacidad para reducir el punto de congelación cuando se mezcla con agua. Las propiedades físicas de mezclas de etilenglicol-agua son muy importantes.

Las propiedades químicas del etilenglicol son similares al resto de los alcoholes, debido al grupo hidroxilo. Los dos grupos hidroxilo adyacentes permiten la ciclación, y la policondensación; uno o ambos de estos grupos funcionales pueden reaccionar para dar otros derivados. (científicos, s.f.).

El etilenglicol, es clasificado según la norma NFPA y el rombo de seguridad designado es el siguiente:



*Ilustración 140 - Rombo de seguridad Etilenglicol.*

### 11.3.1.3 - GLICEROL

El glicerol, también conocido como glicerina o 1, 2,3 propanotriol, es un compuesto alcohólico con tres grupos –OH (hidroxilos). Posee un aspecto de líquido viscoso, no tiene color, pero si un característico olor, además de un sabor

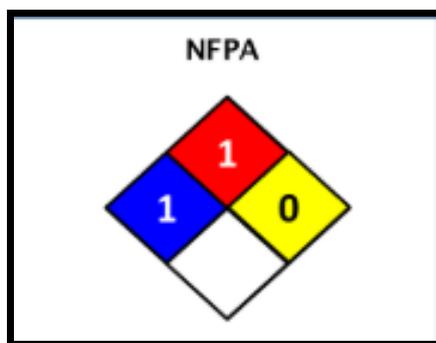
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>496</b> de <b>615</b>

dulzón. Además, el glicerol es un compuesto higroscópico, lo que quiere decir que tiene la capacidad de ceder o absorber la humedad presente en el medio ambiente que lo rodea. Es fácilmente soluble en agua, y se descompone en ebullición, en la cual entra a una temperatura de 290°C. Es un compuesto líquido si se encuentra a temperatura ambiente, (a unos 25°C).

El glicerol tiene numerosas aplicaciones. Entre sus usos más frecuentes se encuentran:

- La fabricación de productos cosméticos, sobre todo en la industria jabonera.
- Dentro del área médica, se usa en las composiciones de medicamentos, a modo de jarabes, cremas, etc.
- Anticongelante.
- Fabricación de distintos productos, sobre todo en la preparación de tés, cafés, y otros extractos vegetales, así como la elaboración de bebidas refrescantes, donde se añade como aditivo para aumentar la calidad.
- Fabricación de resinas utilizadas como aislantes. (Mendez, 2010).

El glicerol, es clasificado según la norma NFPA y el rombo de seguridad designado es el siguiente:



*Ilustración 141 - Rombo de seguridad Glicerol.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>497</b> de <b>615</b>

### 11.3.2 - HOJAS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

En el anexo I, se adjuntan las hojas de seguridad de los compuestos mencionados en este capítulo: Glicerol, Etilenglicol, Propilenglicol.

### 11.3.3 - LEGISLACIÓN APLICABLE

La normativa nacional vigente sobre seguridad de procesos es enumerada a continuación:

#### Normativa sobre Seguridad e Higiene:

- Ley 19587: Sobre higiene y seguridad en el trabajo.
- Decreto 351/79 Reglamentario de la Ley 19587 de higiene y seguridad en el trabajo.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

#### Sobre transporte y manipulación:

- Ley 12346: Comisión Nacional de Coordinación de Transporte.
- Ley 24653: Transporte Automotor de cargas – Decreto Reglamentario nacional 1.035/02 Resolución 15/02 de la secretaría de transporte.

#### Sobre almacenamiento y defensas en caso de contingencias:

- Nag-112 año 1982 – Norma para el proyecto construcción y operación de plantas de almacenamiento de gases licuados de petróleo.
- Ley 13660 relativa a la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos y gaseosos, en su decreto N°10.877/60.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>498</b> de <b>615</b>

La normativa Provincial, mediante la resolución N°664/03 aprueba texto ordenado de la Ley 378/64. Esta Ley se encarga de regular y promover cualquier actividad industrial nueva establecida dentro de los límites de la Provincia, siempre que dicha actividad contribuya al progreso económico – social de la región.

## 11.4 - ANÁLISIS DE RIESGOS

El Análisis de riesgos, es una técnica a partir de la cual se identifican posibles puntos de fallos y accidentes de las instalaciones, evaluándose las posibles consecuencias de éstos en caso de que ocurriesen, de forma que se pueden establecer medidas que eviten que éstos ocurran o en su caso limiten o mitiguen sus posibles efectos.

En los lugares de trabajo hay innumerables riesgos los cuales, de forma general, se enumeran a continuación:

- Los riesgos químicos, que dan lugar a líquidos, sólidos, polvos, humos, vapores y gases.
- Los riesgos de incendio o explosión.
- Los riesgos en líneas de proceso.
- Los riesgos en el almacenamiento de productos químicos.
- Los riesgos eléctricos, asociados al sistema eléctrico.
- Los riesgos físicos, ruidos, vibraciones, la insuficiente iluminación, las radiaciones y las temperaturas extremas.
- Los riesgos en la manipulación de máquinas y herramientas de trabajo que se produce por la no aplicación de los principios de la ergonomía.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>499</b> de <b>615</b>

Los riesgos mencionados previamente, se encuentran en el lugar de trabajo y éstos no son ocasionados por los trabajadores. La solución más eficaz es minimizarlos, ya que no se pueden eliminar por completo, debido a que son parte importante del proceso en cuestión.

A continuación, se describen cada uno de estos riesgos y su influencia en nuestro proceso, considerando el proceso principal como también los servicios auxiliares.

#### 11.4.1 - RIESGO QUÍMICO:

El riesgo químico resulta del contacto directo o exposición a sustancias químicas peligrosas ya sea en forma de gases o vapores, humos y polvos.

El riesgo de contaminación por sustancias químicas se encuentra por ejemplo en:

- Sustancias utilizadas para la limpieza y la desinfección del local de trabajo.
- Sustancias químicas acumuladas en depósitos para su uso posterior, venta o manipulación.
- Sustancias químicas acumuladas en recintos cerrados.

Las vías por las que la sustancia química puede ingresar al organismo y causar daño en el mismo, son las vías: respiratoria, vía dérmica, vía digestiva o vía parenteral.

El riesgo para la salud atribuible a un contaminante químico depende de:

- Concentración ambiental del contaminante.
- Tiempo de exposición del trabajador.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>500</b> de <b>615</b>

Es una relación de proporcionalidad directa: a más tiempo de exposición o a mayor concentración del contaminante, más riesgo para el trabajador.

Los productos o agentes químicos pueden producir efectos diferentes sobre el ser humano, según sean sus características. Entre los que podemos mencionar:

- Productos tóxicos: Pueden ocasionar dolencias graves, agudas, crónicas e incluso la muerte de las personas expuesta a su acción contaminante.
- Productos nocivos: Estos pueden producir dolencias de gravedad limitada, ya sea por vía respiratoria, digestiva o dérmica.
- Productos corrosivos: Pueden originar quemaduras o irritaciones debido a su carácter ácido o cáustico.
- Productos inflamables: Son los combustibles líquidos cuyo punto de inflamación es bajo (menor o igual a 55° centígrados).
- Productos explosivos: Son aquellos que por un aporte de energía térmica o de impacto, pueden originar una reacción en cadena con generación de ondas expansivas que se propagan a velocidades superiores a 1 metro por segundo. (Salvador, s.f.)

#### 11.4.2 - RIESGO QUÍMICO EN LA PLANTA

Cuando los conceptos mencionados anteriormente se vuelcan a nuestro proyecto en cuestión, se pueden analizar los diferentes riesgos que posee el mismo. A continuación, se realiza una descripción de los riesgos químicos asociados a cada uno de los productos y materia prima involucrados en nuestro proceso.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>501</b> de <b>615</b>

#### 11.4.2.1 - PROPILENGLICOL:

El propilenglicol es el producto principal de nuestro proceso. Sus propiedades generales ya fueron descriptas en este capítulo.

Es una sustancia clasificada como NO peligrosa. La exposición a la misma o a sus vapores puede causar irritación del sistema respiratorio, piel y ojos.

En caso de inhalación proporcionar aire fresco, ya que puede ocasionar respiración irregular. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua y jabón. Si toma contacto con los ojos se debe mantener separados los párpados y enjuagar con abundante agua limpia y fresca por lo menos 10 minutos. Si se ingiere, se debe enjuagar la boca con abundante agua. No se debe, bajo ningún punto, provocar el vómito.

Su almacenamiento debe ser bien cerrado, en un lugar ventilado y alejado de fuentes de ignición. Preferentemente entre 15°C y 25°C.

#### 11.4.2.2 - ETILENGLICOL:

El etilenglicol es el producto secundario de nuestro proceso. Es separado del propilenglicol en la T-303 por el fondo de la torre. Según la legislación vigente, se lo clasifica como una sustancia NO peligrosa.

Es un compuesto inflamable por encima de los 93°C, no se lo considera una sustancia reactiva por lo tanto representa poco riesgo para la salud. Sin embargo, tal como sucede con el propilenglicol, inhalar sus vapores produce una irritación importante en las vías respiratorias. Por arriba de los 100 ppm inhalar estos vapores produce, además del olor desagradable, dolores de cabeza, mareos, somnolencia e incoordinación.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>502</b> de <b>615</b>

Si es ingerido, provoca dolores abdominales, náuseas, vómitos, tos, somnolencia, dolor de cabeza, jadeo, debilidad. Si toma contacto con los ojos, puede causar ceguera y daños en los tejidos. Al entrar en contacto con la piel puede causar irritación.

Se puede concluir que el etilenglicol es un compuesto tóxico y nocivo por inhalación por vías respiratorias, digestiva o dérmica, y un compuesto inflamable a partir de los 93°C por lo que se debe tener mucho cuidado al almacenarlo, lejos de fuentes de ignición.

#### 11.4.2.3 - GLICEROL:

El glicerol es la materia prima de nuestro proceso. La legislación lo clasifica como un compuesto poco peligroso. Sin embargo, puede causar irritaciones. Se debe mantener alejado de fuentes de ignición.

Es un compuesto no tóxico para la salud. Si se presentan síntomas se debe inmediatamente buscar atención médica.

Si toma contacto ocular, se produce irritación. Se debe lavar con abundante agua 15 minutos, manteniendo párpados abiertos. Por contacto dérmico, se debe lavar con agua y jabón la zona afectada. Si la irritación permanece debe requerirse atención médica.

En caso de inhalación, este puede producir insuficiencia respiratoria. Se debe ventilar el lugar y llegado el caso, aplicar respiración artificial. Si se lo ingiere, grandes dosis pueden causar trastornos gastrointestinales o efectos diuréticos. No se debe provocar el vómito en el paciente y debe mantenerse la posición lateral de seguridad.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>503</b> de <b>615</b>

### 11.4.3 - RIESGOS FÍSICOS

Este tipo de riesgos resultan de la exposición a agentes externos, como el frío, el calor, la humedad, vibraciones, ruidos, radiaciones, variaciones de presión, etc. De los nombrados anteriormente, el ruido y las vibraciones son los que representan un posible daño para la salud. El ruido aumenta la sensación de fatiga, y a futuro puede producir sordera, lo cual dificulta la comunicación y eso puede influir en que ocurran los accidentes.

Las vibraciones, por su parte, pueden ocasionar problemas en el aparato del equilibrio, sobre todo en manos y brazos, produciendo lesiones musculares y articulares que se van acumulando hasta llegar a transformarse en enfermedades músculo-esqueléticas transmitiéndose en el organismo de manera global.

### 11.4.4 - RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

Cuando algún químico experimenta un cambio de presión y/o temperatura y es inestable a este tipo de cambios, se puede producir estos tipos de riesgo. Serán descriptos en detalle a continuación.

#### 11.4.4.1 - INCENDIO

Para fabricar un fuego es necesario la existencia de:

1. Un combustible en estado sólido, líquido y gaseoso
2. Un comburente, habitualmente oxígeno del aire. Aunque existen otras sustancias cuyo comportamiento es similar al oxígeno del aire.
3. Una fuente de calor o energía de activación.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>504</b> de <b>615</b>

Estos confirman lo que se llama el triángulo de fuego. El fuego se extingue si desaparece o se acorta alguno de los lados de ese triángulo.

Este es un tipo de riesgo que puede presentarse en cualquier momento y lugar de nuestro proceso. Por esa razón es necesario estar prevenidos para poder mitigar sus consecuencias. (Balears, 2003).

En la industria pueden existir distintos tipos de incendios. Entre ellos encontramos:

1. Pool fire:

Un pool fire consiste en la combustión estacionaria de líquido inflamable en un recinto descubierto, ya sea en un charco en el suelo formado por derrame de un líquido o un gas licuado inflamable. Dentro de los límites del charco, el fuego es letal en un 100% debido al contacto directo con las llamas.

2. Boil over:

El rebosamiento por ebullición (boiling over en inglés) es el rebosamiento de un líquido combustible incendiado, generalmente petróleo crudo, cuya densidad y punto de ebullición son inferior y superior, respectivamente, a las del agua, lo cual produce la ebullición brusca del agua situada bajo el líquido combustible.

3. Jet fire:

Se llama dardo de fuego o Jet fire, a la ignición de un chorro turbulento de gas inflamable. Se llama llamarada o "flash fire" a la ignición de un escape bifásico. En los dos casos se supone un 100% de letalidad debido al contacto directo con las llamas y con la sofocación. Debido a la falta de homogeneidad en la nube, la inflamación del chorro es posible hasta un contorno del Límite inferior de inflamabilidad igual al 50%.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>505</b> de <b>615</b>

El fenómeno conocido como Jet fire o dardo de fuego, consiste en una llama estacionaria de gran longitud y poca anchura, como la de un soplador. Es el mismo fenómeno que se le aplica a las antorchas de seguridad para eliminar productos no deseados o gases en exceso.

#### 4. Flash fire:

La llamarada o "flash fire" proviene de un derrame de gas o vapores inflamables que forman una nube hasta llegar al punto de ignición. También se produce como consecuencia del derrame de un líquido que se evapora en condiciones atmosféricas, que de hecho se trata como una fuga continua de vapor a la atmósfera.

Dentro de sus límites, la nube inflamable de gas supone un 100% de letalidad debido al contacto directo con las llamas y a la sofocación. Debido a la falta de homogeneidad en la nube, la inflamación de la nube de vapor puede ser hasta en un contorno con el límite inferior de inflamabilidad igual al 50%.

#### 5. Bleve:

Una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion cuya traducción sería "Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición".

La bleve es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados. Para que se produzca una explosión bleve no es necesaria la existencia de reacciones químicas ni fenómenos de combustión. Normalmente las bleve se originan por un incendio externo que incide sobre la superficie de un recipiente a presión, especialmente por encima del nivel líquido, debilitando su resistencia y acabando en una rotura repentina del mismo, dando lugar a un escape súbito del contenido, que cambia

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>506</b> de <b>615</b>

masivamente al estado de vapor, el cual si es inflamable da lugar a la conocida bola de fuego (fireball).

La característica fundamental de una bleve es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen más de 200 veces. La gran energía desarrollada en esa explosión repentina proyecta fragmentos rotos de distintos tamaños del recipiente a considerables distancias.

#### 6. Bola de fuego:

La bola de fuego, también conocida como fireball, es una consecuencia de una bleve con producto inflamable. Consiste en una llama de propagación por difusión, formada por una masa importante de combustible que se ha encendido. Dado que no hay suficiente aire en el interior de la nube, quema solamente por su periferia, al mismo tiempo que se calienta el conjunto, lo que hace que la bola de fuego crezca y se dirija hacia arriba. (Bellovi).

#### 11.4.4.2 - EXPLOSIÓN

Por explosión se entiende la expansión violenta y rápida, de un determinado sistema de energía, que puede tener su origen en distintas formas de transformación (física o química), acompañada de un cambio de su energía potencial y generalmente seguida de una onda expansiva que actúa de forma destructiva sobre el recipiente o estructura que lo contiene. Se distinguen por lo tanto dos tipos de explosiones:

Físicas: motivadas por cambios bruscos en las condiciones de presión y/o temperatura, que originan una sobrepresión capaz de romper las paredes del recipiente que lo contiene.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>507</b> de <b>615</b>

Químicas: motivadas por reacciones químicas violentas, por deflagración o detonación de gases, vapores o polvos o por descomposición de sustancias explosivas.

#### 11.4.5 - RIESGOS ELÉCTRICOS

Las actividades laborales en las que la electricidad supone un riesgo muy importante para la salud y la integridad física disponen de unas medidas de seguridad muy estrictas. Los trabajadores deben conocer los riesgos y los peligros a los que se exponen, así como las medidas de prevención y recomendaciones de seguridad en el trabajo que deben aplicar para desarrollar para reducir al máximo los riesgos.

En estos trabajos, el peligro de perder la vida por los efectos de la electricidad está presente.

#### Factores de riesgo eléctrico

El grado de daños en la salud de los trabajadores depende de varios factores relacionados con las características de la corriente eléctrica que causa estos percances o siniestros.

1. Intensidad de la corriente: Es el principal factor que determinará la gravedad de la descarga eléctrica. Una intensidad de 15mA puede ocasionar la muerte en 2 minutos y una de 100mA en tan solo 30 segundos aproximadamente, ya que estos valores dependen de varios aspectos.

2. Tiempo de muerte:

15mA → 2 minutos

20mA → 60 segundos

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>508</b> de <b>615</b>

30mA → 35 segundos

100mA → 3 segundos

3. Duración del contacto: Si la víctima no se puede desprender del punto de corriente la duración será mayor y las consecuencias mucho peores. Si se reduce el tiempo de contacto al mínimo los daños serán muy inferiores.
4. Frecuencia: Cuanta más alta es la frecuencia de la corriente eléctrica existen menos riesgos. Aquellas corrientes que superan los 100.000 Hz no suelen producir daños graves.
5. Resistencia del cuerpo humano: Cada cuerpo puede resistir más o menos la electricidad, dependiendo de la resistencia de cada trabajador variaran las secuelas de las descargas, aunque la vulnerabilidad del cuerpo humano es muy similar para todos. El voltaje medio que el cuerpo puede soportar se encuentra alrededor de los 1.000 voltios.
6. Recorrido de la corriente: Si la corriente eléctrica atraviesa los órganos principales las probabilidades de sobrevivir son muy bajas, en cambio si pasa por extremidades sin afectar a las zonas vitales del cuerpo los daños serán menores.

#### 11.4.6 - FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Las dos condiciones necesarias para que se pueda producir circulación de la corriente eléctrica son:

- La existencia de un circuito conductor cerrado.
- Que en ese circuito exista una diferencia de potencial.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>509</b> de <b>615</b>

Por lo tanto, para que exista circulación de la corriente eléctrica por el cuerpo humano es necesario:

- Que el cuerpo humano sea conductor.
- Que el cuerpo humano forme parte del circuito.
- Que entre los puntos de entrada y salida de la corriente eléctrica exista una diferencia de potencial.

## 11.5 - PLAN DE SEGURIDAD

En nuestro proceso, se encuentran las sustancias mencionadas anteriormente, las cuales presentan un potencial riesgo para la salud en la operación, almacenaje y transporte de las mismas.

Por ello, es necesario contar con un plan de seguridad que contemple las medidas preventivas ante cualquier contingencia durante el proceso.

En el anterior apartado, no se contempla al Hidrógeno ya que, si bien es un producto intermedio, nunca se lo transporta, sino que ingresa a la segunda parte del proceso, como materia prima para la producción de propilenglicol.

La medida preventiva principal es otorgar a los operadores los EPP (elementos de protección personal) entre los que se pueden destacar: Guantes, mameluco ignífugo, botas de seguridad, casco de seguridad, gafas, y máscaras anti-gases. Esto protege a los trabajadores en las diversas operaciones rutinarias como carga y descarga de productos químicos, almacenaje, transporte y ante posibles situaciones de riesgo como trabajos en espacios confinados, posibles derrames, etc.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>510</b> de <b>615</b>

Al trabajar con glicoles, y al ser estos productos inflamables, son sumamente propensos al riesgo de inflamación y explosión, con lo cual no deben exponerse a llamas, chispas, o cualquier atmósfera explosiva.

Para prevenir estos riesgos, se diseña un layout conveniente que respete los distanciamientos mínimos requeridos entre equipos de riesgo, minimizando las atmósferas explosivas y el peligro de accidentes. Este plan de seguridad será descripto posteriormente en este capítulo.

La Ley 13660 (Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N), 1960) es la encargada de proteger las grandes instalaciones en beneficio de la salubridad y seguridad de las poblaciones.

Dicha Ley, divide en 3 zonas a la planta en estudio:

- Zona de operación – Zona I: Es el área ocupada por los equipos e instalaciones destinados específicamente a realizar el proceso de la destilación.
- Zona de Tanques de Almacenamiento – Zona II: Es el área ocupada por tanques de almacenamiento de materia prima, productos intermedios o terminados y el conjunto de instalaciones destinadas al movimiento de los fluidos en ellos contenidos.
- Zona de Servicios Auxiliares – Zona III: Es el conjunto de instalaciones, equipos y edificios no comprendidos en las dos zonas anteriores.

### 11.5.1 - CLASIFICACIÓN DE FUEGOS:

A los efectos de una adecuada elección del sistema extintor se clasifican los fuegos en la siguiente forma:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 511 de 615

**CLASE A:** Incendio en materiales combustibles comunes en los cuales la sofocación y enfriamiento es indispensable por la acción que se obtiene por el uso simple del agua.

**CLASE B:** Incendio de líquidos inflamables, grasas e hidrocarburos en general para el cual es esencial cubrir la superficie en combustión con un producto que actúe como un manto que la ahogue.

**CLASE C:** Incendio en equipos eléctricos donde el material extintor no debe ser conductor.

## 11.6 - SISTEMAS DE RED CONTRA INCENDIOS

Las medidas, tanto de prevención como de protección que una planta utiliza contra incendios pueden ser de dos maneras:

- Protección activa
- Protección pasiva

**11.6.1 - PROTECCIÓN ACTIVA:** Es la cual incluye actuaciones que implican una acción directa en la utilización de instalaciones y medios para la protección y lucha contra los incendios.

Por ejemplo: La evacuación, la utilización de extintores, sistemas fijos, etc.

**Unidad de extintor:** Se considera tal, al aparato extintor o al conjunto de aparatos cuya capacidad de extinción de focos de incendio sea equivalente a la espuma ignífuga generada por un aparato extintor de 10 de litros de agentes espumígenos.

Dentro de estos, se encuentran tres tipos de extintores:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>512</b> de <b>615</b>

Extintores de agua: Actúan disminuyendo la temperatura por debajo de la ignición, utilizados para fuegos de clase A.

Extintores de espuma Ignífuga: Es un elemento destinado a formar una capa aisladora entre una superficie incendiada y el aire. Se utilizan para extinguir fuegos clase A y clase B.

Extintores de CO<sub>2</sub>: Tienen la función de eliminar el O<sub>2</sub> del fuego, creando una atmósfera inerte. Se utilizan para extinguir fuegos de clase B y clase C.

11.6.2 - PROTECCIÓN PASIVA: Esta incluye aquellos métodos que deben su eficacia a estar permanentemente presentes, pero sin implicar ninguna acción directa sobre el fuego.

Estos elementos pasivos no actúan directamente sobre el fuego, pero pueden compartimentar su desarrollo, impedir la caída del edificio o permitir la evacuación o extinción por eliminación de humos.

Para nuestro proyecto, las defensas a implementar están basadas en el distanciamiento mínimo entre equipos y unidades de proceso (Zona I).

Distancias mínimas en metros entre unidades y equipos en plantas químicas.

DESDE	HASTA	DISTANCIA (m)
Equipos con fuego de una unidad de elaboración	Equipo con fuego de la misma unidad	6 medidos de borde a borde.
Ídem, ídem	Equipos sin fuego de la misma unidad.	10

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 513 de 615

Unidades de elaboración donde se trabaja con fuego	Unidades de elaboración donde se trabaja con o sin fuego	En recuadros separados por calle
Casa de calderas – usinas	Cualquier unidad de elaboración	30
Central de incendios	Cualquier unidad de elaboración	30
Edificios de envasados y almacenamiento de productos envasados	Cualquier unidad de elaboración	15
Casa de bombas principales	Cualquier unidad de elaboración	15
Plantas de gas, GLP, gasolina, etc	Cualquier unidad de elaboración con fuego	En recuadros separados por calle
Gasómetros de alta o baja presión. Tanques de almacenamiento de GLP	Cualquier unidad de elaboración sin fuego	Ídem, ídem 20
Piletas principales de recuperación	Cualquier unidad de elaboración	30
Cargadero de camiones y vagones	Cualquier unidad de elaboración	30
Chimenea de emergencia	Cualquier unidad de elaboración	50
Chimenea de combustión	Cualquier unidad de elaboración	50

*Tabla 133 - Distanciamiento mínimo en Planta.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>514</b> de <b>615</b>

La zona II (zona de tanques de almacenamiento) contiene los tanques de almacenamiento de materia prima como también los tanques de los productos finales e intermedios.

Las leyes establecen que, en todo parque, además de las distancias mínimas que debe haber entre tanques, cualquier tanque deberá estar distanciado:

- a) Del límite de concesión: ½ diámetro, con un mínimo de 15 metros.
- b) De los caminos públicos: 1 diámetro, con un mínimo de 15 metros.
- c) De las vías férreas generales: 1 diámetro y ½, con un mínimo de 45 metros.
- d) De las casas habitación e instalaciones industriales vecinas: 2 diámetros del tanque mayor.
- e) De los bosques circunvecinos: en una extensión de 150 metros.

Los tanques deberán estar contenidos en recintos de hormigón que contengan el volumen del tanque más un 10% de su capacidad.

Además, todo tanque deberá tener orificios de respiración capaces de permitir el paso de los gases que expele o aspira el tanque. Las dimensiones de los mismos estarán en concordancia con los caudales máximos de bombeo más el movimiento de gases y vapores que determinen las condiciones climáticas de la zona.

Todos los tanques contarán con algún medio de emergencia que permita liberar presiones internas excesivas generadas en los mismos como consecuencia de situaciones anormales, tales como el calentamiento del producto que contienen a raíz de incendios vecinos a la unidad.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>515</b> de <b>615</b>

### 11.6.3 - DEFENSAS PASIVAS DE LA ZONA III (INSTALACIONES EN SERVICIOS AUXILIARES)

Las distancias establecidas para las instalaciones auxiliares que se tomaron en cuenta fueron las siguientes:

- Distancia mínima de 30 metros entre instalaciones que manipulen o almacenen hidrocarburos y edificios donde exista fuego. (Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N), 1960).
- Distancia mínima de 10 metros entre instalaciones donde se manipulen o almacenen hidrocarburos y edificios donde no exista fuego. (Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N), 1960)

### 11.6.4 - DEFENSAS ACTIVAS ZONA I (UNIDAD DE PROCESO)

#### 11.6.4.1 - AGUA CONTRA INCENDIOS

La red de cañerías de agua contra incendios, debe ser independiente de la red de agua industrial, pero con la que podrá interconectarse eventualmente.

Dicha red contra incendios está compuesta por:

- Fuente de agua, tanque de almacenamiento.
- Equipo de bombeo.
- Red de cañerías de distribución.
- Mangueras para dirigir el agua hacia el fuego.

Se instalan los dispositivos necesarios para que en cualquier punto de la zona que se considera puedan concentrarse seis chorros de agua, provenientes de tomas independientes, de un caudal individual superior a 30 m<sup>3</sup> por hora. La

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>516</b> de <b>615</b>

concentración de chorros no debe realizarse con mangueras cuya longitud exceda de 120 metros.

La alimentación de esta red se asegura mediante dos fuentes independientes de bombeo y energía y las reservas de agua aseguran un funcionamiento continuo durante un mínimo de cuatro horas, de la instalación trabajando al máximo de la capacidad normal de los equipos de bombeo.

#### 11.6.4.2 - UBICACIÓN DE LOS HIDRANTES

En la ubicación de los hidrantes, hay que tener en cuenta la clase, forma constructiva y tipo de sistema de la red que se piensa instalar en el sector considerado; las clases, las formas y los tipos son:

Clase I: Mangueras de  $\phi$  2½" pulgadas (63,5 mm).

Clase II: Mangueras de  $\phi$  1¾" pulgadas (45 mm).

Clase III: Incluye los diámetros indicados en las Clases I y II.

Red de tipo Ramal o Abierto: La red se abre a partir de la fuente de suministro en sucesivos ramales, cada una de las cuales termina en una o varias bocas de incendio.

Red tipo Anillo o Cerrada: La red se extiende siguiendo el perímetro de la superficie a cubrir y cada hidrante es alimentado por lo menos por dos cañerías.

Para nuestro proyecto, la ubicación de hidrantes elegida corresponde a una red tipo anillo o cerrada, ya que se extiende a través del perímetro a cubrir.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 517 de 615

Asimismo, se elige la clase de hidrantes I, ya que presenta mayor diámetro de manguera y como se puede ver en el siguiente cuadro, abarca un diámetro de boca de incendio mayor.

Tipo de red	Diámetro de la boca de incendio	
	45mm	64 mm
Abierto	20m	25m
Anillo	30m	30m

*Tabla 134 - Tipos de hidrantes.*

#### 11.6.4.3 - EXTINTORES CONTRA FUEGO

Como lo establece la Ley 13.660 (Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N), 1960), se colocará en nuestra planta un extintor contra fuego cada 300m<sup>2</sup>.

Zona	Área total (m <sup>2</sup> )
Zona I	13000

*Tabla 135 - Hidrantes zona I.*

Como lo indica la tabla mostrada anteriormente, la zona I tiene 13000 m<sup>2</sup> de superficie, por lo tanto, requiere tener 44 extintores contra fuego.

#### 11.6.5 - DEFENSAS ACTIVAS ZONA II (TANQUES DE ALMACENAMIENTO)

Como lo establece la Ley 13.660 (Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N), 1960), se colocará en nuestra planta un extintor contra fuego cada 300m<sup>2</sup>.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 518 de 615

Zona	Área total (m <sup>2</sup> )
Zona II	6820

*Tabla 136 - Hidrantes zona II.*

La zona II está compuesta tanto por zona de tanques (materia prima, productos intermedios, productos finales) y área de despacho de los mismos.

La suma de estas áreas da una superficie total de 6820 m<sup>2</sup>, lo cual requiere 23 extintores contra fuego.

#### 11.6.6 - DEFENSAS ACTIVAS ZONA III (SERVICIOS AUXILIARES)

Como lo establece la Ley 13.660 (Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N), 1960), se colocará en nuestra planta un extintor contra fuego cada 300m<sup>2</sup>.

Zona	Área total (m <sup>2</sup> )
Zona III	800

*Tabla 137 - Hidrantes zona III.*

La zona III, de servicios auxiliares, posee una superficie de 800 m<sup>2</sup>, por lo que le corresponde tener 3 extintores contra fuego.

#### 11.6.7 - DEFENSAS ACTIVAS ZONA DE EDIFICIOS

Como lo establece la Ley 13.660 (Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N), 1960), se colocará en nuestra planta un extintor contra fuego cada 200m<sup>2</sup>.

En la siguiente tabla se dispondrá la distribución final de extintores contra fuego, teniendo en cuenta las tres zonas y la zona de edificios.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 519 de 615

Zona	Área total (m <sup>2</sup> )	Cantidad	Clase
Zona I	13000	44	ABC x 5kg
Zona II	6820	23	ABC x 5kg
Zona III	800	3	ABC x 5kg
Oficinas	750	4	ABC x 5kg
Laboratorio	940	5	CO <sub>2</sub> x 5kg
Comedor	750	4	ABC x 5kg
Sala de control	600	3	ABC x 5kg

*Tabla 138 - Cantidad total de hidrantes.*

## 11.7 – SISTEMA CONTRA INCENDIOS

El sistema contra incendios está formado por electrobombas principales que pueden ser de dos tipos:

- Verticales multietapa.
- Horizontales multi o simple etapa.

En casos especiales se suele usar motobombas.

Una electrobomba jockey que mantiene el sistema presurizado mientras que una de las bombas principales suministra el caudal y la presión necesarios para el funcionamiento de los hidrantes, permaneciendo la segunda bomba principal en reserva en caso de no funcionamiento de la primera.

Se complementa el sistema con tanque hidroneumático de membrana que contribuye a disminuir el efecto de golpe de ariete que pueden dañar las instalaciones, y además reducen el número de arranques de la bomba Jockey, ya que absorben pérdidas en la instalación y pequeñas demandas, protegiendo

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 520 de 615

eléctricamente los motores. Integran el sistema, además, un presóstato por cada electrobomba, un tablero eléctrico de comando/ potencia dependiendo del tipo de arranque de la potencia de las bombas, manifold de aspiración y descarga en diámetros según los caudales requeridos, y un retorno que permite la prueba del equipo; todo este equipo armado sobre una base metálica.

El sistema paquetizado contra incendios, será como el ilustrado a continuación.



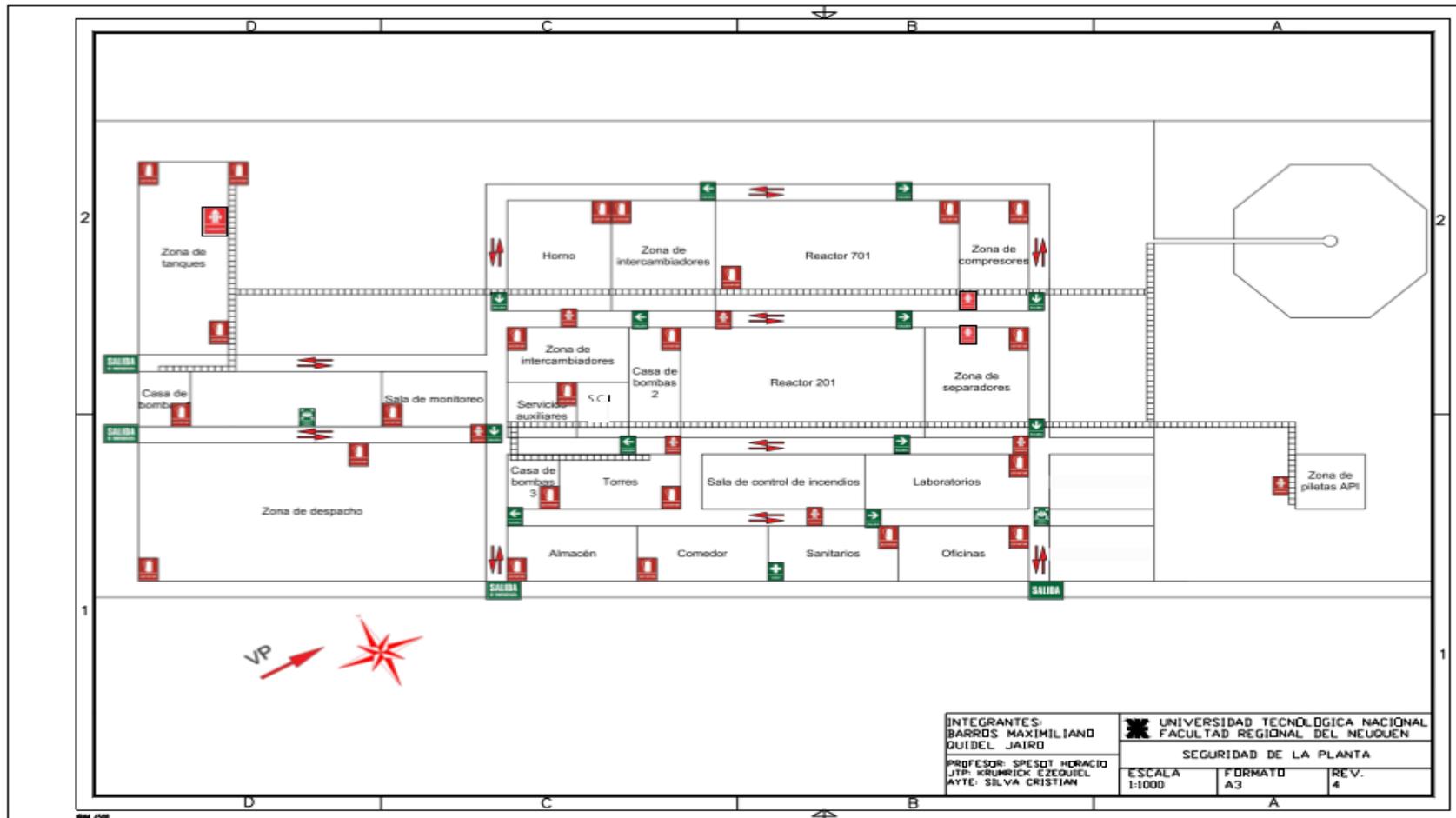
*Ilustración 142 - Bombas contra Incendios.*

## 11.8 - PLAN DE EVACUACIÓN DE LA PLANTA

Ante cualquier siniestro, la planta debe tener un protocolo de evacuación. Esto incluye: Puntos de reunión, salidas de emergencia, ubicación de hidrantes.

A continuación, se adjunta el modelo de evacuación de la planta, indicando en el mismo los ítems nombrados anteriormente.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing.Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>521</b> de <b>615</b>



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>522</b> de <b>615</b>

## 11.9 - SISTEMAS DE ALIVIO DE PRESIÓN

El objetivo primordial del sistema de alivio de presión es prevenir que los equipos alcancen niveles elevados de presión, por encima de su presión de prueba, y que esto pueda producir roturas o fallas mecánicas en el equipo.

La sobrepresión puede darse por agentes externos tales como:

- Fallas de energía.
- Incendios externos.

El sistema de alivio de presión protege a la planta de contingencias así también como al personal que lleva a cabo la operación.

Para que un sistema de alivio de presión funcione correctamente, debe tener ciertos componentes indispensables:

- Válvulas de despresurización.
- Válvulas de Seguridad de Presión (PSV).
- Válvulas de cierre de emergencia (Shutdown).
- Cabezal de antorcha.
- Recipiente de seguridad de antorcha.

La planta está preparada ante contingencias tales como corte de energía eléctrica, corte de ruta que impida la descarga de materia prima y el despacho de productos ya que cuenta con un stock de 7 días.

Ante un corte de energía eléctrica, la planta cuenta con un sistema de generadores, los cuales alimentan la sala de control (esta es indispensable para mantener el proceso automatizado), como así también la sala de compresores y la sala de bombas.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>523</b> de <b>615</b>

La planta posee las llamadas válvulas normal cerradas, las cuales cuando sucede un corte de energía, éstas se abren y permiten la continua despresurización.

En equipos críticos del proceso, como el R-201 y los separadores flash V-201 y V-202, existen las llamadas válvulas de seguridad de presión (PSV). Estas, constituyen un doble sistema de seguridad del equipo en particular, ya que, en caso de no funcionar por alguna razón la PSV, se activa el disco de ruptura o placa estallido, permitiendo así una segura despresurización.

El sistema de antorcha tiene como finalidad proteger la planta, y lanzar los gases más allá de las zonas de trabajo. Es un dispositivo de seguridad con el cual se elimina el exceso de gases, ya que una acumulación de estos, puede aumentar la presión en la planta y ocasionar una explosión.

El diseño de la planta contempla la existencia de 2 cabezales de antorcha independientes: el de emergencia y el diario.

El cabezal de emergencia recibe el mencionado venteo del Reactor como también el potencial aporte de todas las válvulas de seguridad (PSV) conectadas a antorcha.

El diario se utiliza fundamentalmente para quemar los gases de desecho que se generan en cada descarga de producto desde el Reactor. Dado su constante contacto con la corriente proveniente de la sección de reacción, el cabezal diario es considerado como "sucio" dada la presencia de polvo mientras que el de emergencia es limpio.

Luego de despresurizar los equipos críticos, la planta cuenta con gases inertizantes como nitrógeno, con el que se hace un barrido para eliminar restos de impurezas.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 524 de 615

## 11.10 - BIBLIOGRAFÍA

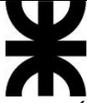
- Alonso, I. (s.f.). *Seguridad de Procesos*. Obtenido de [https://educacion.aciem.org/CIMGA/2018/Memorias/Cursos\\_Cortos/Curso\\_Corto\\_02\\_Ignacio\\_Alonso.pdf](https://educacion.aciem.org/CIMGA/2018/Memorias/Cursos_Cortos/Curso_Corto_02_Ignacio_Alonso.pdf)
- Balears, U. d. (2 de Octubre de 2003). *Prevención de Riesgos Laborales*. Obtenido de <https://www.uib.cat/depart/dqu/dquo/dquo2/MasterSL/ASIG/PDF/2.1.6.pdf>
- Bellovi, M. B. (s.f.). *Explosiones BLEVE*. Obtenido de [https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_293.pdf/ea4f0605-43a9-4207-b54b-870440eb6206](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_293.pdf/ea4f0605-43a9-4207-b54b-870440eb6206)
- Boletín Oficial de la Nación Argentina. (21 de Abril de 1972). LEY N°19.587 DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Campos Sanchez, F., & Lopez Aranda, M. A. (s.f.). *Guía para la implementación de la norma ISO 45001*. Obtenido de "Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo": [https://www.diba.cat/documents/467843/172263104/GUIA\\_IMPLEMENTACION\\_ISO45001.pdf/5da61652-f814-4aa7-9f45-01cf8117c772](https://www.diba.cat/documents/467843/172263104/GUIA_IMPLEMENTACION_ISO45001.pdf/5da61652-f814-4aa7-9f45-01cf8117c772)
- científicos, T. (s.f.). *Etilenglicol*. Obtenido de <https://www.textoscientificos.com/quimica/etilenglicol>
- Cosmos, O. (2016). *Propilenglicol*. Obtenido de <https://www.cosmos.com.mx/wiki/propilenglicol-dxry.html>
- Industrial, S. (2012). *Entiendes el rombo de NFPA*. Obtenido de <https://seguridadindustrialgt.wordpress.com/page/2/>
- Mendez, Á. (29 de Noviembre de 2010). *La guía de química: Glicerol*. Obtenido de <https://quimica.laguia2000.com/compuestos-quimicos/glicerol#:~:text=El%20glicerol%2C%20tambi%C3%A9n%20con%20ocido%20como,adem%C3%A1s%20de%20un%20sabor%20dulz%C3%B3n.>
- Morales, I. (2015). *Cómo leer el rombo de seguridad*. Obtenido de <http://www.5consultores.com/2015/11/17/como-leer-el-rombo-de-seguridad-nfpa-704/>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>525</b> de <b>615</b>

- Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N). (09 de 09 de 1960). Ley 13660. *relativa a la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos, minerales, líquidos y gaseosos*. Buenos Aires, Argentina.
- Salvador, J. C. (s.f.). *Higiene Industrial*. Obtenido de <https://www.gestion-sanitaria.com/7-higiene-industrial.html>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>526</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO XII - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>527</b> de <b>615</b>

## 12.1 - PRODUCCIÓN DE PROPILENGLICOL A PARTIR DE LA HIDROGENÓLISIS DE GLICEROL

### 12.1.1 - CARACTERIZACIÓN DE ACUERDO AL DECRETO 2656/99 DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN AL TIPO DE ESTUDIO QUE CORRESPONDERÍA EJECUTAR

De acuerdo al decreto 2656/99 y considerando la complejidad de nuestro proyecto (el cual lo podemos relacionar con “Industrias asociadas con la actividad hidrocarburífera”, “Plantas compresoras de gas y toda infraestructura asociada a las mismas”) corresponde ejecutar un estudio de impacto ambiental para nuestro proyecto el cual se podría estimar de impacto medio, de tal forma que mediante procedimientos administrativos se puedan predecir, identificar, valorar destinado a predecir, identificar, valorar, prevenir y corregir los efectos que puede llevar a tener sobre el medio ambiente o la calidad de vida.

## 12.2 - PROYECTO

### 12.2.1 - UBICACIÓN DEL PROYECTO

Esta Planta de Producción de Propilenglicol está ubicada en el Parque Industrial de Plaza Huinul, el cual nos brinda una segura instalación de la planta con una fácil disposición de los servicios auxiliares. Así también la posibilidad de contar con mano de obra local y dar una nueva fuente de trabajo a la zona desarraigando la dependencia de las fuentes de energías no renovables.

Las coordenadas de la instalación de la Planta de Producción de Propilenglicol son las siguientes:

E: -38° 55' 53.169",

W: -69° 9' 52.142"

Área: 64113 m<sup>2</sup>.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>528</b> de <b>615</b>



*Ilustración 143 - Localización satelital de la Planta.*

### 12.2.2 - RECURSOS DEMANDADOS. TIPOS Y CUANTIFICACIÓN.

Considerando las tres etapas: Construcción, operación y abandono.

Se presenta una caracterización de las materias primas, insumos y suministros, bajo condiciones normales de operación.

Materias Primas	Etapas del proyecto	Cantidad estimada	Unidad de medida	Transporte	Forma de almacenamiento
Glicerol	Operación	2476	kg/h	Isotank	Tanques
Agua Potable	Operación	0.5	m <sup>3</sup> /h	Tuberías	Tanques
Gas Natural	Operación	0.75	m <sup>3</sup> /h	Gasoducto	Zeppelin

*Tabla 139 - Caracterización de materias primas.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 529 de 615

Insumos	Etapas del proyecto	Consumo estimado	Unidad de medida	Comentarios
Agua de enfriamiento	Operación	0.5	m <sup>3</sup> /h	Uso exclusivo para servicios auxiliares.
Mano de obra	Construcción	N/D		Montaje de la planta (equipos, accesorios).
Energía eléctrica	Construcción	N/D		Montaje de planta.
Agua	Operación	5	m <sup>3</sup> /dia	Agua para consumo y para higiene.
Gas natural	Operación	250	m <sup>3</sup> /dia	Calefacción de las instalaciones de operación,
Mano de obra	Abandono	N/D		Desarmado de equipos y estructuras.

*Tabla 140 - Caracterización de servicios auxiliares.*

### 12.2.3 - EFLUENTES DEL PROYECTO

Considerando las tres etapas: Construcción, operación y abandono.

#### 12.2.3.1 - EMISIONES

Compuesto	Etapas del proyecto	Emisión estimada	Unidad de medida	Observaciones
Hidrógeno	Operación	0.13	m <sup>3</sup> /h	-----
CO <sub>2</sub>	Operación	0.6	m <sup>3</sup> /h	-----
CO	Operación	0.02	m <sup>3</sup> /h	-----
CH <sub>4</sub>	Operación	0.12	m <sup>3</sup> /h	-----

*Tabla 141 - Emisiones en fase operación.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>530</b> de <b>615</b>

### 12.2.3.2 - VERTIDOS

Identificación de la fuente de descarga	Etapas del proyecto	Volumen estimado De descarga	Unidad de medida	Destino del efluente	Tipo de manejo del efluente
Purga de Agua	Operación	0.5	m <sup>3</sup> /h	Pileta api	Bacteriológ.
Vertidos cloacales	Construcción	1500	m <sup>3</sup> /día	Red cloacal	
Vertidos cloacales	Operación	4500	m <sup>3</sup> /día	Red cloacal	
Vertidos cloacales	Abandono	1500	m <sup>3</sup> /día	Red cloacal	

*Tabla 142 - Vertidos.*

### 12.2.3.3 - RESIDUOS

Identificación de residuos	Etapas del proyecto	Cantidad Estimada	Unidad de medida	Destino de los residuos generados
Glicerol sin reaccionar	Operación	42	kg/h	Tanque
Residuos de construcción	Construcción	N/D		Basurero
Residuos sólidos urbanos	Operación	10	kg/día	Red cloacal
Residuos sólidos urbanos	Construcción	6	kg/día	Red cloacal
Residuos sólidos urbanos	Abandono	6	kg/día	Red cloacal

*Tabla 143 - Residuos.*

## 12.3 - IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

### 12.3.1 - IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

A continuación, se identifican los impactos a partir del análisis de la interacción entre las acciones del proyecto y los factores y subfactores del entorno en las tres fases.

#### 12.3.1.1 - ÁRBOL DE ACCIONES

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>531</b> de <b>615</b>

En el árbol de acciones se describen todas las acciones causadas por la ejecución del proyecto en sus tres fases.

ÁRBOL DE ACCIONES			
Fase	Elemento	Acciones	
PROYECTO	Construcción	Movimiento de suelos	Circulación vehicular
			Relleno, compactación y nivelación
			Limpieza de suelos
			Emisión de ruidos y vibraciones
			Emisión de polvo
		Obrador	Instalación de servicios
	Instalación de oficinas		
	Acopio de materiales		
	Obra civil y montaje	Obra civil y montaje	Excavaciones
			Armado red cloacal
			Demanda mano de obra
			Montaje de equipos
Operación	Planta	Almacenamiento de materias primas	
		Almacenamiento de insumos	
		Vertidos de efluentes	
		Generación y tratamiento de residuos	
		Reúso de agua de tratamiento	
		Emisión de ruidos	
		Emisión de gases de antorcha	
		Demanda de mano de obra	
		Almacenamiento de productos	
		Despacho de productos finales	
	Instalaciones auxiliares	Instalaciones auxiliares	Producción de residuos sólidos
Producción de efluentes cloacales			
Abandono	Planta	Desmontaje de equipos	
		Despido del personal	

Tabla 144 - Árbol de acciones.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>532</b> de <b>615</b>

### 12.3.1.2 - FACTORES AFECTADOS

En la tabla siguiente se marcan los factores que se consideran serán afectados en todas las fases y una breve descripción del tipo de afectación.

Factores a considerar	Fases			Descripción somera de la afectación
	Construcción	Operación	Abandono	
Aire	x	x		Emisión de polvos en construcción y emisiones en operación.
Suelo	x	x	x	Modificación del relieve original. Desmalezamiento y limpieza de terreno
Hidrología Superficial	x	x		Modificación del drenaje. Cambio Vertido de efluentes. Desvió pluvial
Hidrología Subterránea	x	x		Las bases pueden llegar al nivel freático.
Flora	x	x		Pérdida total de flora en construcción. desmalezamiento
Fauna	x	x	x	Desplazamiento de la fauna. Movimiento de vehículos.
Paisaje	x	x	x	Cambio prolongado del paisaje.
Usos del suelo				

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>533</b> de <b>615</b>

Población	x	x		Aumento y disminución de act. económica. Nuevas luminarias. Tráfico creciente en ruta nacional.
Recursos humanos	x	x	x	Generación de empleo. Despidos en abandono.
Economía	x	x	x	Crecimiento de actividades comerciales. Nuevas Ofertas laborales Despidos del personal
Infraestructura	x	x		Generación de ruidos de construcción y operación. Demanda de servicios auxiliares.
Equipamientos		x	x	Mantenimiento de los equipos. Abandono.

*Tabla 145 - Factores afectados.*

### 12.3.1.3 - IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Las acciones que el proyecto puede generar sobre el medio son las causas que provocan los impactos, estas pueden ser agrupadas de dos formas:

- *Acciones operativas:* son aquellas que la actividad produce por el solo hecho de su concepción, construcción, operación y abandono.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 534 de 615

- Acciones accidentales o de contingencias: son todo hecho o acción, de origen natural o humano, cuya ocurrencia involucra un *riesgo potencial*. Son aquellas que se producen como consecuencia de una *emergencia*, es decir lo que acontece cuando, de una circunstancia o combinación de circunstancias, surge un fenómeno inesperado de índole accidental, que debe ser controlado a fin de evitar daños, lo que se denomina Contingencia. En la tabla siguiente se describen los impactos Operativos y por Contingencias en las tres fases que actúan sobre cada factor.

Fase: Construcción		
Impactos Negativos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Aire	1	Emisiones de ruidos y vibraciones.
Suelo	2	Afectación de la calidad por movimiento de suelos.
Hidrología Subt.	3	Vertidos de efluentes cloacales.
Flora	4	Pérdida total de flora por desmalezamiento
Fauna	5	Afectación total de fauna
Paisaje	6	Contaminación visual del paisaje intrínseco
Recursos hum.	7	Despido del personal al finalizar la etapa de const.
Factores Afectados	Nº	Por Contingencias
Vegetación	1	Riesgo de incendio
Suelo	2	Afectación del suelo por residuos de construcción.
Fauna	3	Riesgo de incendio
Recursos Hum.	4	Accidente laboral.
Impactos Positivos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Economía	1	Aumento de fuentes de trabajo.
Recursos Hum.	2	Requerimiento de mano de obra local.

Tabla 146 - Identificación de impactos (construcción).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 535 de 615

Fase: Operación		
Impactos Negativos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Aire	1	Emisiones de gases.
	2	Generación de ruidos y vibraciones.
Suelo	3	Afectación de la calidad por vertidos de efluentes.
Hidrología Subterránea	4	Vertidos de efluentes cloacales.
Paisaje	5	Contaminación visual del paisaje intrínseco
Equipamientos	6	Gran consumo de agua y electricidad.
Factores Afectados	Nº	Por Contingencias
Aire	1	Generación de gases tóxicos por accidente o incendio.
Suelo	2	Afectación del suelo por derrame y/o filtración de sustancias nocivas.
Fauna	3	Afección de la fauna por incendios
Vegetación	4	Afección de la vegetación por incendios
Recursos humanos	5	Accidente laboral
Impactos Positivos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Economía	1	Generación de ganancias a corto plazo
Infraestructura	2	Mayor demanda de servicios auxiliares, mayor intercambio comercial
Recursos humanos	3	Requerimiento de mano de obra local especializada

Tabla 147 - Identificación de impactos (operación).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>536</b> de <b>615</b>

Fase: Abandono		
Impactos Negativos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Suelo	1	Generación de residuos de abandono.
Recursos humanos	2	Despido del personal al finalizar la etapa de operación.
Economía	3	Decrecimiento de la producción y desarrollo
Factores Afectados	Nº	Por Contingencias
Suelo	1	Afectación de las propiedades del suelo
Vegetación	2	Afección de la regeneración de la vegetación
Impactos Positivos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Aire	1	Restablecimiento de la calidad del aire sin emisiones
Recursos humanos	2	Requerimiento de mano de obra para desmontaje.
Paisaje	3	Recomposición del paisaje intrínseco.

*Tabla 148 - Identificación de impactos (abandono).*

### 12.3.2 - VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS OPERATIVOS

La valoración se realiza considerando la *Importancia* del Impacto, es decir la categoría del efecto de una acción sobre un determinado factor afectado de acuerdo a lo estipulado por la Resolución 25/04 de la Secretaría de Energía de la Nación.

#### 12.3.2.1 - CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA

Para el cálculo de la Importancia se han tomado solamente los *impactos negativos por ser ellos los que gravitaran sobre la viabilidad ambiental del*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>537</b> de <b>615</b>

*proyecto*. La expresión adoptada es la correspondiente a la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández – Vítora y adoptada por la Resolución 25/04.

$$\text{Importancia} = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] (1)$$

Dónde:

I = Intensidad.

EX = Extensión.

MO = Momento.

PE = Persistencia.

RV = Reversibilidad.

SI = Sinergia.

AC = Acumulación.

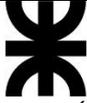
EF = Efecto.

PR = Periodicidad.

MC = Recuperabilidad

Criterios de valoración:

Intensidad	
Grado de perturbación que imponen la acción del proyecto al valor ambiental asignado al factor.	
Extensión	
Puntual	Quando la acción impactante produce una alteración muy localizada en el entorno considerado.
Parcial	Quando la acción impactante produce una alteración apreciable en el entorno considerado.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>538</b> de <b>615</b>

Extenso	Cuando la acción impactante produce una alteración en una gran parte del entorno considerado.
Total	Cuando la acción impactante produce una alteración generalizada en el entorno considerado.
<b>Momento</b>	
Largo Plazo	> 5 años
Medio Plazo	1 – 5 años
Inmediato	< 1 año
Crítico	Circunstancia crítica
<b>Persistencia</b>	
Tiempo de permanencia del efecto desde su aparición hasta su posible desaparición.	
Fugaz	< 1 año
Temporal	1 – 10 años
Permanente	> 10 años
<b>Reversibilidad</b>	
La capacidad que tiene el factor afectado de revertir el efecto por medios naturales.	
Corto Plazo	< 1 año
Medio Plazo	1 – 10 años
Irreversible	> 10 años
<b>Recuperabilidad</b>	
La posibilidad de revertir el efecto por medio de la intervención humana.	
Corto Plazo	< 1 año
Medio Plazo	1 – 10 años
Irreversible	> 10 años

*Tabla 149 - Cálculo de importancia.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 539 de 615

Fase: Construcción										
Cálculo de la Importancia										
				Impactos						
				Operativos						
ATRIBUTO	CARÁCTER	VALOR	PESO	1	2	3	4	5	6	7
SIGNO	Beneficioso	(+)		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Perjudicial	(-)								
INTENSIDAD	Baja	1	3							
	Media	2								
	Alta	4		1	1	1	1	1	1	2
	Muy alta	8								
	Total	12								
EXTENSIÓN	Puntual	1	2							
	Parcial	2								
	Extenso	4		1	2	2	1	1	2	2
	Total	8								
	Crítica	(+ 4)								
MOMENTO	Largo plazo	1	1							
	Medio plazo	2		4	1	1	4	2	2	2
	Inmediato	4								
	Crítico	(+ 4)								
PERSISTENCIA	Fugaz	1	1							
	Temporal	2		1	2	2	2	2	2	1
	Permanente	4								
REVERSIBILIDAD	Corto plazo	1	1							
	Medio plazo	2		1	2	2	2	2	2	1
	Irreversible	4								
SINERGIA	Sin sinergismo	1	1							
	Sinérgico	2		1	1	1	1	1	1	
	Muy sinérgico	4								
ACUMULACIÓN	Simple	1	1							
	Acumulativo	4		1	1	4	1	1	1	4

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>540</b> de <b>615</b>

EFECTO	Indirecto	1	1	4	1	4	4	4	1	4
	Directo	4								
PERIODICIDAD	Irregular o periódico	1	1	1	4	4	4	4	4	1
	Periódico	2								
	Continuo	4								
RECUPERABILIDAD	Recuperación inmediata	1	1	2	2	2	2	2	2	8
	Recuperable medio plazo	2								
	Mitigable	4								
	Irrecuperable	8								
<b>IMPORTANCIA</b>				<b>20</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>32</b>

Tabla 150 - Cálculo de importancia (construcción).

Fase: Operación									
Cálculo de la Importancia									
				Impactos					
				Operativos					
ATRIBUTO	CARÁCTER	VALOR	PESO	1	2	3	4	5	6
SIGNO	Beneficioso	(+)		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Perjudicial	(-)							
INTENSIDAD	Baja	1	3	2	1	2	1	1	2
	Media	2							
	Alta	4							
	Muy alta	8							
	Total	12							
EXTENSIÓN	Puntual	1	2	2	2	2	2	1	1
	Parcial	2							
	Extenso	4							
	Total	8							

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 541 de 615

	Crítica	( + 4)							
MOMENTO	Largo plazo	1	1	4	4	4	4	4	2
	Medio plazo	2							
	Inmediato	4							
	Crítico	( + 4)							
PERSISTENCIA	Fugaz	1	1	1	1	2	2	4	2
	Temporal	2							
	Permanente	4							
REVERSIBILIDAD	Corto plazo	1	1	2	4	2	4	2	2
	Medio plazo	2							
	Irreversible	4							
SINERGIA	Sin sinergismo	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sinérgico	2							
	Muy sinérgico	4							
ACUMULACIÓN	Simple	1	1	4	1	4	4	1	1
	Acumulativo	4							
EFECTO	Indirecto	1	1	1	4	4	4	4	1
	Directo	4							
PERIODICIDAD	Irregular o periódico	1	1	2	4	2	2	4	4
	Periódico	2							
	Continuo	4							
RECUPERABILIDAD	Recuperación inmediata	1	1	2	1	2	2	2	2
	Recuperable medio plazo	2							
	Mitigable	4							
	Irrecuperable	8							
	<b>IMPORTANCIA</b>		27	<b>27</b>	31	30	27	23	

Tabla 151 - Cálculo de importancia (operación).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 542 de 615

Fase: Abandono						
Cálculo de la Importancia						
				Impactos		
				Operativos		
ATRIBUTO	CARÁCTER	VALOR	PESO	1	2	3
SIGNO	Beneficioso	(+)		(-)	(-)	(-)
	Perjudicial	(-)				
INTENSIDAD	Baja	1	3	2	4	4
	Media	2				
	Alta	4				
	Muy alta	8				
	Total	12				
EXTENSIÓN	Puntual	1	2	1	1	4
	Parcial	2				
	Extenso	4				
	Total	8				
	Crítica	(+ 4)				
MOMENTO	Largo plazo	1	1	4	4	2
	Medio plazo	2				
	Inmediato	4				
	Crítico	(+ 4)				
PERSISTENCIA	Fugaz	1	1	2	2	2
	Temporal	2				
	Permanente	4				
REVERSIBILIDAD	Corto plazo	1	1	1	1	2
	Medio plazo	2				
	Irreversible	4				
SINERGIA	Sin sinergismo	1	1	1	1	1
	Sinérgico	2				
	Muy sinérgico	4				
ACUMULACIÓN	Simple	1	1	4	1	4
	Acumulativo	4				
EFECTO	Indirecto	1	1	4	4	1
	Directo	4				

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>543</b> de <b>615</b>

PERIODICIDAD	Irregular o periódico	1	1	4	4	2	
	Periódico	2					
	Continuo	4					
RECUPERABILIDAD	Recuperación inmediata	1	1	1	2	2	
	Recuperable medio plazo	2					
	Mitigable	4					
	Irrecuperable	8					
			<b>IMPORTANCIA</b>		29	<b>33</b>	36

Tabla 152 - Cálculo de importancia (abandono).

### 12.3.3 - IMPACTOS POR CONTINGENCIAS

Al considerar las acciones por contingencias estas se evaluarán a través de la *Estimación del Riesgo*.

#### 12.3.3.1 - ESTIMACIÓN DE LOS RIESGOS

La *Estimación del Riesgo*, por causa de los impactos por contingencias se evalúa de la siguiente manera:

$$\text{Estimación de Riesgo (ER)} = \text{Amenaza (A)} \times \text{Vulnerabilidad (V)}$$

##### a) Amenaza (A)

$$\text{Amenaza (A)} = \text{Control (C)} + \text{Ocurrencia (O)}$$

**a.1 Control:** Se obtiene a partir de las consideraciones expresadas en la tabla

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 544 de 615

Control	Valor
No controlado	5
Parcialmente controlado	3
Controlado	1

*Tabla 153 - Estimación de riesgos.*

No controlado: Cuando no existen:

- Legislación nacional y/o provincial y/o municipal
- Reglamentación nacional y/o provincial y/o municipal
- Procedimientos
- Instrucciones técnicas
- Planes de contingencia
- Protección o barreras físicas
- Monitoreos
- Programas de mantenimiento

Que permitan prevenir o evitar la ocurrencia de un determinado evento.

Parcialmente controlado: Cuando existen:

- Legislación nacional y/o provincial y/o municipal
- Reglamentación nacional y/o provincial y/o municipal
- Procedimientos
- Instrucciones técnicas
- Planes de contingencia
- Protección o barreras físicas
- Monitoreos
- Programas de mantenimiento

Que permitan prevenir o evitar la ocurrencia de un determinado evento pero no son suficientes para evitar que se produzca el impacto ambiental.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 545 de 615

Aspecto controlado: Cuando existen:

- Legislación nacional y/o provincial y/o municipal
- Reglamentación nacional y/o provincial y/o municipal
- Procedimientos
- Instrucciones técnicas
- Planes de contingencia
- Protección o barreras físicas
- Monitoreos
- Programas de mantenimiento

Que permitan prevenir o evitar la ocurrencia de un determinado evento y las mismas son efectivas para un control total del impacto medioambiental.

**a.2 Ocurrencia:** Se estima, considerando el periodo de tiempo de duración de la operación. De acuerdo a la ocurrencia se le asigna los valores descriptos en la Tabla.

Ocurrencia	Valor
Muy Frecuente	4
Frecuente	3
Poco frecuente	2
Ocasional	1

*Tabla 154 - Ocurrencia.*

## b) Vulnerabilidad (V)

$$\text{Vulnerabilidad (V)} = \text{Factor afectado (Fr)} + \text{Magnitud (M)}$$

**b.1 Factor afectado:** El valor se obtiene de acuerdo a las características:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 546 de 615

Factor afectado	Valor
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad del aire</li> </ul> </li> <li>• Agua:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Superficial</li> <li>- Recarga de acuíferos</li> <li>- Cauces aluvionales</li> <li>- Napa de agua dulce</li> </ul> </li> <li>• Procesos</li> <li>• Suelo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con actividades agrícolas/ganaderas de magnitud</li> </ul> </li> <li>• Vegetación:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especies vegetales protegidas y/o singulares</li> </ul> </li> <li>• Fauna:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especies protegidas</li> <li>- Puntos de paso o rutas migratorias</li> </ul> </li> <li>• Ecosistemas especiales</li> <li>• Socioeconómico:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Población:</li> <li>- Recursos Humanos</li> </ul> </li> <li>• Infraestructura y núcleos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asentamientos urbanos</li> </ul> </li> </ul>	10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paisaje               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas protegidas</li> <li>- Patrimonio cultural</li> </ul> </li> </ul>	8
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con actividades ganaderas y/o agrícolas de escasa magnitud</li> <li>- Recreativo</li> </ul> </li> </ul>	7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- No comprendidos en los puntos anteriores</li> </ul> </li> <li>• Vegetación:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- No comprendidos en los puntos anteriores</li> </ul> </li> <li>• Fauna:</li> </ul>	6

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>547</b> de <b>615</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- No comprendidos en los puntos anteriores</li> <li>• Infraestructura</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Napa con alto contenido salino.</li> </ul> </li> <li>• Suelo:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin actividades agrícolas / ganaderas</li> <li>- Extractivo</li> </ul> </li> </ul>	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocupado con instalaciones.</li> </ul> </li> </ul>	1

*Tabla 155 - Factores afectados.*

**b.2 Magnitud:** En referencia a la extensión del daño sobre el factor afectado.

Magnitud	Valor
Muy Alta	10
Alta	7
Media	5
Baja	3
Despreciable	1

*Tabla 156 - Magnitud del valor afectado.*

En la tabla siguiente se desarrolla el cálculo de la estimación de los riesgos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 548 de 615

ESTIMACIÓN DE LOS RIESGOS									
Fase	Impactos por Contingencias	Factores Afectados	Amenaza			Vulnerabilidad		Suma	Estimación del Riesgo
			Control	Ocurrencia	Suma	Factor afectado	Magnitud		
Construcción	Riesgo de inc.	Vegetación	1	1	2	6	3	9	18
	Afectación del suelo por residuos de construcción	Suelo	1	3	4	3	3	6	24
	Riesgo de inc.	Fauna	1	1	2	6	3	9	18
	Accidente lab.	Rec. Hum.	1	2	3	10	10	20	60
	Riesgo de inc.	Rec. Hum.	1	1	2	10	7	17	34
Operación	Generación de gases tóxicos por acc. o inc.	Aire	1	2	3	10	7	17	51
	Afectación del suelo por derrame de sust. nocivas.	Suelo	1	2	3	6	7	13	39
	Afección de la fauna por inc.	Fauna	1	2	3	6	3	18	54
	Riesgo de inc	Vegetación	1	2	3	6	3	9	27
	Accidente lab.	Rec. hum.	1	2	3	10	10	20	30
Abandono	Afectación de las prop. del suelo	Suelo	1	2	3	6	10	16	48
	Afección de la regeneración de la vegetación	Vegetación	1	2	3	6	3	18	54

Tabla 157 - Estimación de riesgos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 549 de 615

## 12.4 - DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### 12.4.1 - IMPACTOS OPERATIVOS

Para efectuar el enjuiciamiento de los impactos de acuerdo a su valoración, se toman la escala dada por la Resolución 25/04.

JERARQUIA	VALOR
Bajo	0 - 25
Moderado	25 - 50
Critico	> 50

*Tabla 158 - Escala de impactos operativos.*

La clasificación se define de la siguiente manera:

**Bajo**: de rápida recuperación sin medidas correctoras.

**Moderado**: la recuperación puede tardar de cierto a bastante tiempo, no necesitando medidas correctoras, o en el peor de los casos ser mitigable necesitando medidas correctoras simples.

**Crítico**: la recuperación requiere bastante tiempo y como mínimo requiere medidas correctoras más complejas, puede superar el umbral tolerable y en este caso no es recuperable independientemente de las medidas correctoras.

De los impactos tratados y luego valorados resulta el enjuiciamiento detallado en la tabla.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>550</b> de <b>615</b>

Fase	IMPACTOS OPERATIVOS				
	Factores Afectados	Negativos	Signo	Importancia	Categoría del Impacto
<b>Construcción</b>	Aire	Emisiones de ruidos y vibraciones.	(-)	20	Bajo
	Suelo	Afectación de la calidad por movimiento de suelos.	(-)	24	Bajo
	Hidrología sub.	Vertidos de efluentes cloacales.	(-)	24	Bajo
	Flora	Afectación total de flora por desmalezamiento.	(-)	25	Bajo
	Fauna	Afectación de fauna.	(-)	23	Bajo
	Paisaje	Contaminación visual del paisaje intrínseco.	(-)	22	Bajo
	Recursos Hum.	Despido del personal al finalizar la etapa de construcción.	(-)	32	Moderado
<b>Operación</b>	Aire	Emisiones de gases.	(-)	27	Moderado
	Aire	Generación de ruidos y vibraciones.	(-)	27	Moderado
	Suelo	Afectación de la calidad por vertidos de efluentes.	(-)	31	Moderado
	Hidrología sub.	Vertidos de efluentes cloacales.	(-)	30	Moderado
	Paisaje	Contaminación visual del paisaje intrínseco.	(-)	27	Moderado
	Equipamientos	Gran consumo de agua y electricidad.	(-)	23	Bajo
<b>Abandono</b>	Suelo	Generación de residuos de abandono.	(-)	29	Moderado
	Recursos Hum.	Despido del pers. al finalizar la etapa de operación.	(-)	33	Moderado
	Economía	Decrecimiento de la producción y desarrollo.	(-)	36	Moderado

Tabla 159 - Impactos operativos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>551</b> de <b>615</b>

## 12.4.2 - IMPACTOS POR CONTINGENCIAS

- **Estimación del Riesgo**

De acuerdo a la categorización:

1. **Riesgo Irrelevante**: no requiere acción específica.
2. **Riesgo Tolerable**: no requiere medidas adicionales de control.
3. **Riesgo Moderado**: requiere medidas para reducir el riesgo.
4. **Riesgo Importante**: no se puede dar comienzo a la operación hasta reducir el riesgo.
5. **Riesgo Intolerable**: se debe interrumpir la ejecución del proyecto hasta que no se vean las causas que originan el Riesgo.

En la Tabla se detallan los intervalos de encuadre de los valores estimados de los riesgos calculados.

NIVEL DE RIESGO	
Categoría	Intervalo (Estimación de Riesgo)
Irrelevante	- 30
Tolerable	31 - 70
Moderado	71 - 110
Importante	111 - 160
Intolerable	> 160

*Tabla 160 - Escala de nivel de riesgo.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 552 de 615

De los impactos tratados y luego valorados resulta el enjuiciamiento detallado en la tabla.

Fases	Impactos por Contingencias	Factores Afectados	Estimación del Riesgo	Nivel de Riesgo
Construcción	Riesgo de incendio	Vegetación	18	Irrelevante
	Afectación del suelo por residuos de construcción.	Suelo	24	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Fauna	18	Irrelevante
	Accidente laboral.	Recursos Humanos	60	Tolerable
	Riesgo de incendio	Recursos Humanos	34	Tolerable
Operación	Generación de gases tóxicos por accidente o incendio	Aire	51	Tolerable
	Afectación del suelo por derrame de sustancias nocivas.	Suelo	39	Tolerable
	Afección de la fauna por incendios	fauna	54	Tolerable
	Riesgo de incendio	Vegetación	27	Irrelevante
	Accidente laboral.	Recursos humanos	60	Tolerable
Abandono	Afectación de las prop. del suelo	Suelo	48	Tolerable
	Afección de la regen. de la veg.	Vegetación	54	Tolerable

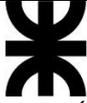
Tabla 161 - Impactos por contingencias.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 553 de 615

## 12.5 - PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

En la tabla siguiente se presenta una síntesis del tipo y descripción de la/s medidas a introducir a los efectos de minimizar el impacto que ha resultado en el caso de los operativos o por contingencias igual o superior a moderado.

SÍNTESIS DE MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS						
Impactos	Tipo de medida	Tipo de medida		Fase	Descripción	Objeto
		Prev.	Cor.			
Operativos	Despido del personal al finalizar la etapa de construcción.	x		Construcción	Posibilidad de contratación para posteriores trabajos	Disminuir el impacto de desempleo
	Emisiones de gases	x		Operación	Instalación de antorchas para el venteo seguro y controlado.	Reducir las emisiones que podrían causar contaminación
	Generación de ruidos y vibraciones		X	Operación	Instalación de barreras de árboles, acústicas.	Reducir ruidos de altos decibeles
	Afectación de la calidad del suelo por vertidos de efluentes	x		Operación	Instalación de piletas API para disposición final de efluentes y posterior tratamiento	Tratar vertidos para una calidad adecuada
	Contaminación visual del paisaje intrínseco	x		Operación	Creación de nuevo parqueizado	Mejorar imagen del paisaje
	Generación de residuos de abandono.		X	Abandono	Planificación para desmostar la planta	Limpieza del terreno

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>554</b> de <b>615</b>

	Despido del personal al finalizar la etapa de operación.	x		Abandono	Implementación de sistemas de capacitación y reinserción laboral	Posibilidad de reinserción laboral
	Decrecimiento de la producción		X	Abandono	Brindar herramientas de aprendizaje para fortalecer el potencial de la persona	Mayor posibilidad de encontrar nuevas fuentes laborales
	Generación de gases tóxicos por accidente o incendio.		X	Abandono	Redes de incendio	Mitigar los efectos causados
	Afectación del suelo por derrame de sustancias nocivas.	x		Abandono	Planificación para abandono de equipamientos	Verificación de la calidad del suelo

*Tabla 162 - Plan de gestión ambiental.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>555</b> de <b>615</b>

## 12.6 - BIBLIOGRAFÍA

- Decreto N° 2656/99 de la Ley 1875. (17 de Septiembre de 1999). Boletín Oficial. Neuquén, Argentina: Dirección General de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Ley de la Provincia del Neuquén 1875 (T.O 2267). (17 de Junio de 1999). Secretaría de Biblioteca y Jurisprudencia del Poder Judicial. Neuquén, Neuquén, Argentina: Honorable Legislatura Provincial del Neuquén.
- Raggi, A. L. (s.f.). Evaluación de Impacto Ambiental. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional del Neuquén.
- Resolución 25/2004. (12 de Enero de 2004). Boletín Nacional. Buenos Aires, Argentina: Secretaría de Energía.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>556</b> de <b>615</b>

## CAPÍTULO XIII - ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>557</b> de <b>615</b>

## 13.1 - INTRODUCCIÓN

Este estudio tiene por finalidad determinar la conveniencia de invertir o no en un proyecto a través de una serie de criterios de evaluación o un conjunto de antecedentes económicos que permitan juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de asignar recursos a una determinada iniciativa.

### 13.1.1 - ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

El análisis económico-financiero es la disciplina que diagnostica la capacidad que tiene un determinado proyecto para generar beneficios y atender adecuadamente los egresos, evalúa su viabilidad futura y facilita tomar decisiones encaminadas a reconducir y mejorar la gestión de los recursos de la empresa para lograr crear valor y, así, continuar en el mercado.

Este estudio nos permite estimar y predecir, dentro de ciertos límites, la evolución futura de la situación económica y financiera para poder emitir un juicio crítico y razonado que posibilite, ante una toma de decisiones, la más viable.

Una de las fases más importantes antes de comenzar cualquier proyecto, con independencia de cuáles sean sus características, es realizar un estudio de viabilidad, con el propósito de analizar si su puesta en marcha es factible o no.

Sin embargo, la eficacia del estudio dependerá de si se han tenido en cuenta todos los factores que intervienen en el proceso y que pueden suponer un grave riesgo para el éxito del mismo. La puesta en marcha de cualquier proyecto debe ir precedida de un análisis exhaustivo de:

- El entorno en el que se asienta la empresa, a fin de conocer su situación.
- El mercado al que se dirige, para conocer sus características concretas.
- Las características técnicas que hacen falta para llevarlo a cabo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>558</b> de <b>615</b>

- Los recursos administrativos que hay que tener presente para su puesta en marcha.
- Los requisitos legales que hay que cumplir para que el proyecto se ejecute.
- Los gastos económicos que conlleva poner en funcionamiento el proyecto.

En la preparación del estudio se reconocen, dos subetapas: una que se caracteriza por recopilar información a través de estudios específicos (de mercadeo, de ingeniería, de organización y financiero) y otra que se encarga de sistematizar, en términos monetarios, la información proporcionada por los estudios previos, mediante el estudio económico. Este último proporciona información financiera sobre aspectos no incluidos en los estudios restantes, como los relativos a financiamiento e impuestos, entre otros.

En el siguiente capítulo se describe paso a paso, el estudio en cuestión realizado para nuestro Proyecto de producción de Propilenglicol.

## 13.2 - INVERSIONES DEL PROYECTO

En todo proyecto existen tres tipos de inversiones, cuya suma proporcionará el total de inversiones necesario para poner en marcha el proyecto.

### 13.2.1 - INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS

Las inversiones en activos fijos son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto.

Constituyen activos fijos, entre otros, los terrenos y recursos naturales, las obras físicas, el equipamiento de la planta y oficinas, y la infraestructura de servicios de apoyo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>559</b> de <b>615</b>

### 13.2.2 - INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO O ACTIVOS CIRCULANTES

Se trata de determinar los recursos necesarios para poner en funcionamiento el proyecto (materias primas, mano de obra, etc). Para calcular este capital de trabajo, es preciso restar a los activos corrientes que ya posee la empresa para poner en marcha el proyecto (capital disponible en efectivo o no, materias primas, repuestos y productos), los pasivos o deudas por pagar a proveedores.

También hay que tener en cuenta cuales son las fuentes de financiación del proyecto y en qué medida lo van a financiar, si se posee capital, existen inversores, se va a pedir un crédito a los bancos o si la financiación va a ser mixta, combinando dos o más fuentes de financiación.

### 13.2.3 - GASTOS PREVIOS PREOPERATORIOS

Son aquellos destinados a la realización de estudios, captación de capital, y la realización de diseños y planes, previos a la puesta en marcha del proyecto.

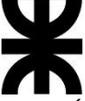
### 13.2.4 - INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS

Los activos fijos son inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto.

Los activos fijos, exceptuando los terrenos, están sujetos a depreciación, lo cual significa que afectará al resultado de la evaluación por su efecto sobre el cálculo de los impuestos. Los terrenos no se deprecian, por el hecho de que muchas veces generan desarrollo humano a su alrededor como en sí mismos.

En algunos casos, con el correr del tiempo los terrenos aumentan su valor en lugar de decrecer. En nuestro Proyecto de producción de Propilenglicol, los activos fijos se dividieron en:

1. Obras y edificios.
2. Equipos de proceso.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>560</b> de <b>615</b>

### 13.2.5 - COSTOS DE OBRAS

En principio, para poder determinar cuáles obras serán necesarias para la puesta en marcha del Proyecto, se investiga la importancia de dichas obras para el correcto funcionamiento operativo. Luego, con los datos obtenidos del layout de la planta se lista cada unidad con su correspondiente área, como también el costo de su construcción en U\$s.

A continuación, se muestra una tabla la cual define la unidad edilicia a construir, el área en m<sup>2</sup> que ocupa en el terreno y el costo de dicha inversión.

<b>OBRAS Y EDIFICIOS</b>		
Unidad	Área (m <sup>2</sup> )	Costo (U\$s)
Oficinas	30	37.500
Taller de mantenimiento	100	12.500
Sala de control	16	20.000
Laboratorio	16	20.000
Comedor	12	12.000
Sanitarios	6	7.500
Porteria	9	11.250
Zona de Tanques	2.000	2.500.000
Cargadero	100	50.000
Servicios auxiliares	2.340	2.925.000
Proceso (A-100/200/300)	4.400	5.500.000
Terreno	64.113	1.205.324
Montaje de Equipos	-----	949.281
<b>TOTAL</b>	<b>73.142</b>	<b>13.250.356</b>

*Tabla 163 - Obras y edificios.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>561</b> de <b>615</b>

### 13.2.6 - COSTOS DE EQUIPOS DE PROCESO

Para obtener el costo de los equipos necesarios para el proceso se determinó características tales como tipo, material y alguna variable del proceso como por ej: Caudal.

Con estos datos, se pudo determinar el valor de los mismos en el mercado, mediante una página web de venta internacional como Matches. Esta página ofrece cotizaciones en la moneda estadounidense referidas al período 2014, teniendo éstas que ser actualizadas al corriente año mediante el índice CEPCI.

Este índice, regula el costo de una planta de ingeniería en USA, y calcula todos los años un valor que indica el aumento anual incluyendo inflación.

Para el corriente año 2020, se obtuvo un CEPCI: 1,0541. Esto significa que todas las cotizaciones de equipos obtenidas con Matches referidas al año 2014 deben ser multiplicadas por este factor para obtener el equivalente al año 2020.

De esta manera se aproximaron los valores en dólares de los equipos utilizados.

A continuación, se describen los equipos utilizados en el proceso, sus características principales, las unidades a requerir y sus respectivos costos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 562 de 615

COSTO DE EQUIPOS						
Unidad	TAG	DETALLE	COSTO (U\$s) 2014	UNIDADES	INDICE CEPCI	COSTO (U\$s) 2019
BOMBAS	P-101	Centrífuga	4.200	1	1,054162855	4427,48
	P-102	Piston duplex	10.200	1	1,054162855	10752,46
	P-201	Centrífuga	10.700	1	1,054162855	11279,54
	P-301	Centrífuga	7.500	1	1,054162855	7906,22
	P-302	Centrífuga	1.500	1	1,054162855	1581,24
	P-303	Centrífuga	4.200	1	1,054162855	4427,48
	P-304	Centrífuga	1.000	1	1,054162855	1054,16
	P-305	Centrífuga	3.900	1	1,054162855	4111,24
	P-306	Centrífuga	1.000	1	1,054162855	1054,16
COLUMNAS	T-301		308.603	1	1,054162855	308603,00
	T-302		317.900	1	1,054162855	317900,00
	T-303		317.900	1	1,054162855	317900,00
COMPRESORES	K-101		60.000	4	1,054162855	63249,77
INTERCAMBIADORES DE CALOR	E-101		15.300	23	1,054162855	370959,91
CALDERA	H-101		1.271.900	1	1,054162855	1340789,73
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	TK-401/402	Glicerol	69.000	2	1,054162855	145474,47
	TK-403	Agua	92.800	1	1,054162855	97826,31
	TK-404	Hidrógeno	67.300	1	1,054162855	70945,16
	TK-501/502	Propilenglicol	82.500	2	1,054162855	173936,87
	TK-503/504	Etilenglicol	36.800	2	1,054162855	77586,39
	TK-505	Glicerol	46.900	1	1,054162855	49440,24
MEZCLADORES	M-101		24000	3	1,054162855	75899,73
ANTORCHA	TF-SA		382336	1	1,054162855	403044,41
HORNO REFORMADOR	H-701		358000	1	1,054162855	377390,30
SPLITTERS	X-801		8500	2	1,054162855	17920,77
SEPARADORES	V-201		21900	2	1,054162855	46172,33
REACTORES	R-201		52100	2	1,054162855	109843,77
REBOILERS	H-301		3434	3	1,054162855	10859,99
SERVICIOS AUX.	-----	Skid gas/aire	98700	1	1,054162855	104045,87
<b>TOTAL (U\$s)</b>			<b>3.680.073</b>			<b>4.526.383</b>

Tabla 164 - Costo de equipos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>563</b> de <b>615</b>

Para obtener la inversión total en activos fijos inicial, se suman ambos activos fijos, es decir el activo en obras y edificios, y el activo en el costo de los equipos. La siguiente tabla resume los costos fijos iniciales totales.

ACTIVOS FIJOS	
Concepto	Total (U\$s/año)
Obras y Edificios	13.250.356
Equipos	4.526.383
<b>TOTAL</b>	<b>17.776.739</b>

*Tabla 165 - Activos fijos.*

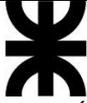
### 13.3 - AMORTIZACIONES

Para poder calcular el valor de las cuotas o pagos con los que se debe de cubrir una deuda, se debe definir primero lo que es una amortización y cuáles son sus características. Se puede definir una amortización como un proceso financiero con el cual se cancela una deuda de forma gradual mediante pagos periódicos. Existen diferentes tipos de amortización, entre los cuales se encuentran la amortización gradual y la amortización constante.

La amortización gradual es aquella en la cual la deuda se liquida mediante pagos iguales, de los cuales una parte corresponde a intereses y el resto es la cantidad que se abona a la deuda para ir reduciéndola. En este tipo de amortizaciones el abono de la deuda es mayor en cada pago, mientras que el interés va disminuyendo.

Por su parte, la amortización constante es aquella en la que la deuda se liquida con pagos decrecientes, es decir, el valor de los pagos va disminuyendo, y en este caso el abono a la deuda es constante.

La amortización constituye una partida de dinero que se debe reservar cada año para disponer, al final de la vida útil del bien, de una cantidad suficiente para

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>564</b> de <b>615</b>

reponerlo en su estado original adquiriendo un nuevo bien de capital de las mismas características.

El cálculo de los costos de amortización, así como los intereses, puede seguir diversos métodos. El más simple de ellos es el método lineal. El mismo supone que la mortificación anual es igual para todos los años del período y resulta de la siguiente expresión:

$$A = \frac{V_o}{n}$$

Donde:

- $V_o$  = Valor o costo de inversión del bien nuevo.
- $n$  = Vida útil o plazo de amortización en años.

A continuación, se muestra una tabla con los montos anuales de depreciación y amortización de las inversiones iniciales utilizando el método de línea recta, teniéndose en cuenta que los equipos se deprecian a un período de 10 años, mientras que las obras civiles lo hacen en períodos de 20 años.

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Obras y Edificios	1.325.036	1.325.036	1.325.036	1.325.036	1.325.036	1.325.036	1.325.036	1.325.036	1.325.036	1.325.036
Equipos	452.638	452.638	452.638	452.638	452.638	452.638	452.638	452.638	452.638	452.638
<b>TOTAL</b>	<b>1.777.674</b>									

*Tabla 166 - Amortizaciones.*

### 13.4 - INGRESOS

Los ingresos del proyecto básicamente son los ingresos por venta del producto principal, es decir, Propilenglicol, y los productos secundarios, Etilenglicol, Hidrógeno, Monóxido de carbono y Dióxido de carbono. Las ventas anuales estimadas se realizaron teniendo en cuenta el consumo aparente del producto,

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 565 de 615

por lo que las ventas en el primer año equivalen a 10.138 ton/año a un precio por tonelada de 1.400 U\$.

A continuación, se muestran los ingresos con respecto al producto principal como así también los ingresos por venta de los productos secundarios, resumiendo finalmente los ingresos totales por ventas anuales del proyecto.

AÑO	Propileng.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	Producción (ton/año)	---	10.138	10.138	10.138	10.138	10.138	10.138	10.138	10.138	10.138	10.138
	Precio (U\$/ton)	---	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
	Total (U\$/año)	---	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200
	TOTAL (U\$/año)	---	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200	14193200

Tabla 167 - Ingresos Propilenglicol.

AÑO	Etilenglicol	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	Producción (ton/año)	---	1.253	1.253	1.253	1.253	1.253	1.253	1.253	1.253	1.253	1.253
	Precio (U\$/ton)	---	954	954	954	954	954	954	954	954	954	954
	Total (U\$/año)	---	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362
	TOTAL (U\$/año)	---	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362	1195362

Tabla 168 - Ingresos Etilenglicol.

AÑO	Hidrógeno	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	Producción (ton/año)	---	36,38	36,38	36,38	36,38	36,38	36,38	36,38	36,38	36,38	36,38
	Precio (U\$/ton)	---	0,7485	0,7485	0,7485	0,7485	0,7485	0,7485	0,7485	0,7485	0,7485	0,7485
	Total (U\$/año)	---	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23
	TOTAL (U\$/año)	---	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23

Tabla 169 - Ingresos Hidrógeno.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 566 de 615

AÑO	CO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	Producción (ton/año)	---	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591
	Precio (U\$/ton)	---	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	Total (U\$/año)	---	70.920	70.920	70.920	70.920	70.920	70.920	70.920	70.920	70.920	70.920
	TOTAL (U\$/año)	---	70920	70920	70920	70920	70920	70920	70920	70920	70920	70920

Tabla 170 - Ingresos CO.

AÑO	CO2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	Producción (ton/año)	---	4.757	4.757	4.757	4.757	4.757	4.757	4.757	4.757	4.757	4.757
	Precio (U\$/ton)	---	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Total (U\$/año)	---	380.560	380.560	380.560	380.560	380.560	380.560	380.560	380.560	380.560	380.560
	TOTAL (U\$/año)	---	380560	380560	380560	380560	380560	380560	380560	380560	380560	380560

Tabla 171 - Ingresos CO2.

### INGRESOS TOTALES:

PERÍODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL (U\$/año)	15840069	15840069	15840069	15840069	15840069	15840069	15840069	15840069	15840069	15840069

Tabla 172 - Ingresos totales.

## 13.5 - EGRESOS

En cualquier proyecto a realizar, se debe tener previo conocimiento de los costos del mismo, que son los principales egresos. Estos costos pueden ser fijos o variables, definidos al volumen de producción o ventas de la empresa, componiendo el flujo de caja de la misma.

También deben considerarse el cálculo de los impuestos, que requerirán de la cuantificación de la depreciación, condicionando el monto de los tributos por pagar al no ser un ingreso efectivo de fondos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>567</b> de <b>615</b>

1. **COSTO FIJO**: Son aquellos en los que incurre la empresa y que en el corto plazo o para ciertos niveles de producción, no dependen del volumen de productos.

Ejemplos: Costos de mantenimiento, costos de recursos humanos.

2. **COSTO VARIABLE**: Costo que incurre la empresa y guarda dependencia importante con los volúmenes de fabricación. Costos de materia prima, gas, agua y energía son ejemplos de costos variables.

A continuación, se listan los costos necesarios para la puesta en marcha de la planta.

1. Costos de recursos humanos.
2. Costos de materias primas.
3. Costos de mantenimiento.
4. Costos de servicios auxiliares (Agua, gas natural, energía).

### 13.5.1 - COSTOS DE RECURSOS HUMANOS

Para cuantificar el costo de recursos humanos, se debe tener en cuenta que la planta trabaja los 365 días del año. Se divide al personal de la planta en personal operativo y no operativo, siendo la diferencia entre estos el hecho de ubicar su lugar de trabajo dentro de la planta. Un trabajador del personal no operativo no es necesario que trabaje dentro de la instalación, es decir es todo aquel que no está abocado al proceso químico del lugar.

Los puestos de trabajo dependerán de la cantidad de turnos y sectores a dividir.

En nuestra planta se dividirá de acuerdo a dos turnos: diurno y nocturno, de 12 horas cada uno, solamente para los trabajadores que estén abocados al proceso de producción. Los trabajadores no operativos lo harán en turnos de 8 horas de

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>568</b> de <b>615</b>

lunes a viernes, cumpliendo guardias rotativas en los fines de semanas y feriados.

En los turnos de 12 horas se listan los siguientes puestos de trabajo a cubrir:

- 4 Supervisores de Planta.
- 4 Operadores de Producción.
- 4 Operadores de Sala de control.
- 3 Operadores de Mantenimiento.
- 2 Operadores de Seguridad.
- 4 Laboratoristas.

En los turnos diurnos de 8 horas con guardias en los fines de semana se listan los siguientes puestos de trabajo:

- 1 Jefe de Planta.
- 1 Gerente general.
- 2 Responsables técnicos.
- 1 Médico.
- 2 Enfermeros.
- 1 Responsable de compra y venta de insumos.
- 1 Operador de almacén.
- 1 Técnico en RRHH.
- 3 Personal de Maestranza.
- 1 Contador.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>569</b> de <b>615</b>

- 1 Administrativo.

En dicha lista no se tienen en cuenta puestos de trabajo subcontractados.

Los turnos de 12 horas para trabajadores operativos serán de 07:00 hs a 19:00 hs, y de 19:00 a 07:00 hs, respectivamente.

Por turno ingresarán a Planta 1 supervisor, 2 operadores de sala de control, 1 operador de producción, 1 operador de mantenimiento y 1 laboratorista.

Los trabajos no operativos se dividirán en turno mañana y turno tarde:

- Turno de mañana: de 06:00 a 14:00.
- Turno de tarde: de 14:00 a 22:00.

A continuación, se resumen los costos por recursos humanos de la Planta.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>570</b> de <b>615</b>

COSTO DE RECURSOS HUMANOS									
Personal		Recurso (Persona)	Sueldo (U\$/mes)		Sueldo (U\$/año)		Prestaciones Sociales (U\$/año)		TOTAL (U\$/año)
			Por persona	Total	Por persona	Total	Por persona	Total	
Oper.	Jefe de Planta	1	2500	2500	32500	32500	14625	14625	47125
	Gerente general	1	3000	3000	39000	39000	17550	17550	56550
	Supervisores de Planta	4	1700	6800	88400	353600	39780	159120	512720
	Operadores de Sala de Control	4	1400	5600	72800	291200	32760	131040	422240
	Op. de Mantenimiento	3	1600	4800	62400	187200	28080	84240	271440
	Op. de Seguridad	2	1400	2800	36400	72800	16380	32760	105560
	Responsables Técnicos	2	1900	3800	49400	98800	22230	44460	143260
	Téc de Laboratorio	4	1200	4800	62400	249600	28080	112320	361920
Op. de Producción	4	2250	9000	117000	468000	52650	210600	678600	
<b>Total</b>		<b>25</b>	<b>5.350</b>	<b>43.100</b>	<b>560.300</b>	<b>1.792.700</b>	<b>252.135</b>	<b>806.715</b>	<b>2.599.415</b>
No oper.	Compra y Venta de insumos	1	1.200	1.200	15.600	15.600	7.020	7.020	22.620
	Médicos	1	2.200	2.200	28.600	28.600	12.870	12.870	41.470
	Enfermeros	2	1.850	3.700	24.050	48.100	10.823	21.645	69.745
	Almacén	1	1.200	1.200	15.600	15.600	7.020	7.020	22.620
	Téc. en RRHH	1	1.500	1.500	19.500	19.500	8.775	8.775	28.275
	Maestranza	3	1.250	3.750	16.250	48.750	7.313	21.938	70.688
	Transporte	1	2.000	2.000	26.000	26.000	11.700	11.700	37.700
	Pers. Administrativo	1	1.180	1.180	15.340	15.340	6.903	6.903	22.243
<b>Total</b>		<b>11</b>	<b>12.380</b>	<b>16.730</b>	<b>160.940</b>	<b>217.490</b>	<b>72.423</b>	<b>97.871</b>	<b>315.361</b>
<b>TOTAL</b>									<b>2.914.776</b>

Tabla 173 - Costos de recursos humanos.

### 13.5.2 - COSTOS DE MATERIAS PRIMAS

Se calculó el caudal de materia prima necesario para producir 10138 ton/año (IPA 2019) de propilenglicol gracias al software de simulación Aspen HYSYS, luego se investigaron los precios de mercado de materia prima en U\$, resumiendo los costos finales por materias primas en la siguiente tabla.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>571</b> de <b>615</b>

COSTO DE MATERIA PRIMA			
Materia Prima	Consumo (ton/año)	Precio (U\$/ton)	Total (U\$/año)
Glicerol	19.610	122,0	2.392.410
Gas Natural	2.007	0,1627	327
Agua	1.428.000	0,17	242.760
<b>TOTAL</b>			<b>2.635.497</b>

*Tabla 174 - Costo de materias primas.*

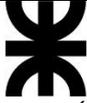
### 13.5.3 - COSTO DE ENERGÍA

La energía utilizada en equipos (compresores, bombas) y la energía utilizada en el alumbrado de la planta como también en la iluminación de los edificios, se toma al precio de 0,08 U\$/KW. La siguiente tabla resume los consumos energéticos asociados a los equipos de proceso.

EQUIPOS	
TAG	CONSUMO (KW/h)
P-101	2,133
P-102	9,288
P-201	0,1471
P-301	4,758
P-302	0,4741
P-303	0,0117
P-304	0,0018
P-305	0,7051
P-306	0,0089
P-601	0,4296
K-101	21,52
K-102	21,76
<b>TOTAL</b>	<b>65,40 KW/h</b>
<b>TOTAL</b>	<b>572.983 KW/año</b>

*Tabla 175 - Costo de equipos.*

El costo energético del alumbrado externo de la planta y la iluminación en oficinas se calcula como el 3% y el 2% del costo energético asociado a los equipos del proceso. La siguiente tabla resume los costos por energía totales del proceso.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>572</b> de <b>615</b>

COSTO DE ENERGÍA			
Utilización	Consumo (KWh/año)	Precio (U\$/KWh)	Total (U\$/año)
Equipos	572.983	0,0838	48.016
Alumbrado	17.189	0,0838	1.440,48
Oficina	11.460	0,0838	960,32
<b>TOTAL</b>			<b>50.417</b>

*Tabla 176 - Costos de energía.*

#### 13.5.4 - COSTOS DE MANTENIMIENTO

Para un buen funcionamiento de los equipos de proceso, se deben realizar mantenimientos preventivos. En ciertas ocasiones, la fuga se produce en turnos no operables de la cuadrilla de mantenimiento por lo que pasa a ser un mantenimiento correctivo, es decir, se enfocan en reparar un equipo roto.

Para cuantificar estos costos, se toma como referencia la inversión en activos fijos del Proyecto. De esa inversión el 7% corresponde a mantenimiento total del proceso. Este 7% se divide a su vez en dos porcentajes más; el 70% representa un mantenimiento predictivo y el 30% un mantenimiento correctivo.

A continuación, la tabla 13.15 resume los costos totales por mantenimiento del Proyecto.

COSTO DE MANTENIMIENTO	
Utilización	Total (U\$/año)
Planta	1.244.372
<b>TOTAL</b>	<b>1.244.372</b>

*Tabla 177 - Costos de mantenimiento.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>573</b> de <b>615</b>

### 13.5.5 - COSTO DE AGUA

El agua de consumo es diferenciada del agua de proceso por las diferentes dosis de productos químicos aplicadas. Para cuantificar el agua necesaria para consumo del personal en planta se tomó en cuenta un informe de la Organización Mundial de la Salud, la cual afirma que por persona son necesarios 100 litros al día para satisfacer las necesidades tanto de consumo como de higiene.

La planta dispone de 36 trabajadores, pero éstos al estar en turnos rotativos, jamás conviven al mismo tiempo. Se estipula un máximo de 18 personas para aproximar el cálculo.

La siguiente tabla resume el caudal de agua necesario para el óptimo funcionamiento de la planta, y su costo respectivo.

COSTO DE AGUA			
Utilización	Consumo (m3/año)	Precio (U\$/m3)	Total (U\$/año)
Consumo	1296	0,17	218
Proceso	1.428.000	0,17	239.904
<b>TOTAL</b>			<b>240.122</b>

*Tabla 178 - Costos de agua de consumo.*

### 13.5.6 - COSTO DE GAS NATURAL

La caldera H-1001 es alimentada con gas natural. El consumo de este gas se calcula en base a los KW que dicha caldera tiene que suministrar a las corrientes con aceite térmico.

La siguiente tabla indica los costos de gas natural asociado.

COSTO DE GAS NATURAL			
Utilización	Consumo (m3/año)	Precio (U\$/m3)	Total (U\$/año)
Gas Natural	2.502.382	0,0690	172.664,33
<b>TOTAL</b>			<b>172.664</b>

*Tabla 179 - Costos de gas natural.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>574</b> de <b>615</b>

## 13.6 - FLUJO DE CAJA

El flujo de caja hace referencia a las salidas y entradas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto en un período determinado.

La diferencia de estos ingresos y egresos, es decir, al resultado de restar a los ingresos que tiene la empresa, los costos totales lo llamamos “flujo de caja neto”. Esta herramienta es crucial, ya que aporta información muy importante de la empresa, indicando si ésta se encuentra en una situación sana económicamente o si se encuentra en déficit.

El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de tres elementos básicos:

- a) Egresos iniciales de fondos.
- b) Ingresos y egresos de operación
- c) Momento en que ocurre estos ingresos y egresos.

Para poder realizar un buen flujo de caja, previamente se deben definir dos indicadores económicos de suma importancia como son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Ambos indicadores son muy importantes, ya que la evaluación económico-financiera del proyecto finaliza con la aprobación o reprobación del mismo en base a sus valoraciones. Así, se analizan los valores obtenidos y se define el proyecto como aceptado, postergado o rechazado.

### 13.6.1 - VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El Valor Actual Neto de una inversión o proyecto de inversión se define como la sumatoria de los flujos netos de caja medidos en el momento inicial del mismo, menos la inversión inicial que se ha debido efectuar para llevarlo a cabo. El VAN nos permite conocer los futuros ingresos del Proyecto, a una tasa de interés y período determinado, a fin de comparar las ganancias brutas con la inversión inicial realizada.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>575</b> de <b>615</b>

El cálculo consiste en actualizar al momento cero (hoy), todos los flujos de caja generados por el proyecto. A partir de esto hay 3 posibles interpretaciones:

- **VAN > 0** Un resultado positivo indica que el proyecto estudiado arroja rentabilidad superior a la exigida por la inversionista, concluida la inversión. Es conveniente llevar a cabo el proyecto.
- **VAN = 0** En caso de presentarse un resultado igual a cero, el VAN indica que el proyecto arroja una rentabilidad igual a la exigida por el inversionista. La ejecución del proyecto es opcional.
- **VAN < 0** Si por el contrario, el valor actual neto es negativo no significa que el proyecto estudiado arroje pérdidas, únicamente la rentabilidad es inferior a la exigida por el inversionista y para él, particularmente no es conveniente el proyecto.

Otro indicador económico muy importante a la hora de aprobar, postergar o rechazar un Proyecto es la Tasa de Descuento a utilizar.

Generalmente al evaluar Proyectos, el VAN se calcula utilizando una Tasa de Descuento superior a la tasa de Interés de Oportunidad (TIO), logrando así estar cubiertos ante riesgos tales como efectos inflacionarios, liquidez o cualquier desviación no calculada al momento de la aprobación del Proyecto.

### 13.6.2 - TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La Tasa Interna de Retorno no es más que aquella tasa de descuento en el que el VAN se hace cero. Si la TIR es alto, estamos ante un proyecto empresarial rentable, que supone un retorno de la inversión equiparable a unos tipos de interés altos que posiblemente no se encuentren en el mercado. Sin embargo, si la TIR es baja, posiblemente podríamos encontrar otro destino para nuestro dinero.

El criterio que se utiliza indica que todo Proyecto que posea una TIR mayor que la Tasa de Descuento exigida será aceptado.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>576</b> de <b>615</b>

A continuación, se presenta en la siguiente tabla el flujo de caja del Proyecto para un período de 10 años y una tasa de descuento de 13%, dicho valor se evaluó a partir de datos tomados de bancos mundiales y se añadió un 10% para ofrecer un mayor rendimiento para captar inversionistas.

PERÍODO		0	1	2	3	4	5
<b>INVERSIÓN</b>	Activo Fijo (U\$s)	17.776.739					
	Capital de Trabajo (U\$s)	530.601					
	<b>Total (U\$s)</b>	<b>18.307.339</b>					
<b>INGRESOS</b>	Por Ventas (U\$s)		15.840.069	15.840.069	15.840.069	15.840.069	15.840.069
	<b>Total (U\$s)</b>		15.840.069	15.840.069	15.840.069	15.840.069	15.840.069
<b>EGRESOS</b>	Costo Fijo (U\$s)		4.159.147	4.159.147	4.159.147	4.159.147	4.159.147
	Costo Variable (U\$s)		3.098.700	3.098.700	3.098.700	3.098.700	3.098.700
	<b>Total (U\$s)</b>		7.257.847	7.257.847	7.257.847	7.257.847	7.257.847
<b>AMORTIZACIONES (U\$s)</b>			1.777.674	1.777.674	1.777.674	1.777.674	1.777.674
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>			6.804.549	6.804.549	6.804.549	6.804.549	6.804.549
<b>IMPUESTOS</b>	Ganancia (35 %)		2.381.592	2.381.592	2.381.592	2.381.592	2.381.592
	Ingresos Brutos (1,5 %)		102.068	102.068	102.068	102.068	102.068
	De Sellos (2 %)	366.147					
	<b>Total (U\$s)</b>	366.147	2.483.660	2.483.660	2.483.660	2.483.660	2.483.660
<b>UTILIDAD NETA</b>			4.320.888	4.320.888	4.320.888	4.320.888	4.320.888
<b>AMORTIZACIONES (U\$s)</b>			1.777.674	1.777.674	1.777.674	1.777.674	1.777.674
<b>FLUJO NETO DE FONDOS</b>		-18.673.486	6.098.562	6.098.562	6.098.562	6.098.562	6.098.562
<b>FLUJO NETO DE FONDOS ACUMULADOS</b>		-18.673.486	-12.574.924	-6.476.362	-377.800	5.720.763	11.819.325
<b>TASA DE DESCUENTO</b>	<b>13%</b>						
<b>TIR</b>	<b>30%</b>						
<b>VAN</b>	<b>\$ 14.418.797</b>						

Tabla 180 - Flujo de caja del Proyecto.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>577</b> de <b>615</b>

PERÍODO		6	7	8	9	10
INVERSIÓN	Activo Fijo (U\$s)					
	Capital de Trabajo (U\$s)					
	<b>Total (U\$s)</b>					
INGRESOS	Por Ventas (U\$s)	15.840.069	15.840.069	15.840.069	15.840.069	15.840.069
	<b>Total (U\$s)</b>	15.840.069	15.840.069	15.840.069	15.840.069	15.840.069
EGRESOS	Costo Fijo (U\$s)	4.159.147	4.159.147	4.159.147	4.159.147	4.159.147
	Costo Variable (U\$s)	3.098.700	3.098.700	3.098.700	3.098.700	3.098.700
	<b>Total (U\$s)</b>	7.257.847	7.257.847	7.257.847	7.257.847	7.257.847
<b>AMORTIZACIONES (U\$s)</b>		1.777.674	1.777.674	1.777.674	1.777.674	1.777.674
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>		6.804.549	6.804.549	6.804.549	6.804.549	6.804.549
IMPUESTOS	Ganancia (35 %)	2.381.592	2.381.592	2.381.592	2.381.592	2.381.592
	Ingresos Brutos (1,5 %)	102.068	102.068	102.068	102.068	102.068
	De Sellos (2 %)					
	<b>Total (U\$s)</b>	2.483.660	2.483.660	2.483.660	2.483.660	2.483.660
<b>UTILIDAD NETA</b>		4.320.888	4.320.888	4.320.888	4.320.888	4.320.888
<b>AMORTIZACIONES (U\$s)</b>		1.777.674	1.777.674	1.777.674	1.777.674	1.777.674
<b>FLUJO NETO DE FONDOS</b>		6.098.562	6.098.562	6.098.562	6.098.562	6.098.562
<b>FLUJO NETO DE FONDOS ACUMULADOS</b>		17.917.887	24.016.449	30.115.011	36.213.574	42.312.136
<b>TASA DE DESCUENTO</b>	<b>13%</b>					
<b>TIR</b>	<b>30%</b>					
<b>VAN</b>	<b>\$ 14.418.797</b>					

Tabla 181 - Flujo de caja del Proyecto (Cont.).

Al observar el flujo de caja, se pueden identificar los valores del VAN y TIR:

<b>VAN</b>	14.418.797 U\$s
<b>TIR</b>	30%

Tabla 182 - Valores de TIR y VAN.

Comparando estas cantidades con los criterios expuestos anteriormente, puede concluirse que el proyecto actual se clasificaría como un Proyecto Aprobado; porque el VAN es mayor a cero y la Tasa Interna de Retorno es mayor que la tasa de descuento.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>578</b> de <b>615</b>

## 13.7 - PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio, en términos de contabilidad de costos, representa aquel punto de actividad (volumen de ventas) donde los ingresos totales son iguales a los costos totales, es decir, el punto de actividad donde no existe utilidad ni pérdida. Hallar el punto de equilibrio es hallar el número de unidades a vender, de modo que se cumpla lo anterior (que las ventas sean iguales a los costos totales).

Hallar y analizar el punto de equilibrio nos permite, por ejemplo:

- Obtener una primera simulación que nos permita saber a partir de qué cantidad de ventas empezaremos a generar utilidades.
- Conocer la viabilidad de un proyecto (cuando la demanda supera el punto de equilibrio).
- Saber a partir de qué nivel de ventas puede ser recomendable cambiar un costo variable por un costo fijo o viceversa, por ejemplo, cambiar comisiones de ventas por un sueldo fijo en un vendedor.

El PE se define, matemáticamente, como:

$$PE(\text{volumen de ventas}) \frac{CF}{1 - \frac{CV}{P \cdot Q}} = \frac{COSTOS FIJOS TOTALES}{\frac{COSTOS VARIABLES TOTALES}{VOLUMEN TOTAL DE VENTAS}}$$

La siguiente tabla, indica los valores asociados a nuestro Proyecto.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>579</b> de <b>615</b>

CONCEPTO		
Ingresos	I (U\$s)	14.193.200
Costo Fijo	CF (U\$s)	4.159.147
Costo Variable	CV (U\$s)	3.098.700
Costo Variable Unitario	CV unit (U\$s/tn)	306
Costo Total	CT (U\$s)	7.257.847
Producción	Q (tn)	10.138
Precio por unidad	P (U\$s/tn)	1.400
Punto de Equilibrio	PE (tn)	<b>3.801</b>
	PE (U\$s)	<b>5.320.799</b>

*Tabla 183 - Valores de Punto de Equilibrio.*

Para poder apreciar los resultados gráficamente, se construye la siguiente tabla:

CF		CV		CT		I	
Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
4.159.147	0	0	0	4.159.147	0	0	0
4.159.147	5.000	1.528.260	5.000	5.687.407	5.000	7.000.000	5.000
4.159.147	15.000	4.584.779	15.000	8.743.927	15.000	21.000.000	15.000
4.159.147	25.000	7.641.299	25.000	11.800.446	25.000	35.000.000	25.000
4.159.147	35.000	10.697.819	35.000	14.856.966	35.000	49.000.000	35.000
4.159.147	45.000	13.754.338	45.000	17.913.486	45.000	63.000.000	45.000
4.159.147	60.000	18.339.118	60.000	22.498.265	60.000	84.000.000	60.000
4.159.147	80.000	24.452.157	80.000	28.611.304	80.000	112.000.000	80.000

*Tabla 184 - Valores de punto de equilibrio (Cont.).*

A continuación, se ilustra el siguiente gráfico, indicando el mismo zonas de pérdida, zonas de ganancia y punto de equilibrio.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>580</b> de <b>615</b>

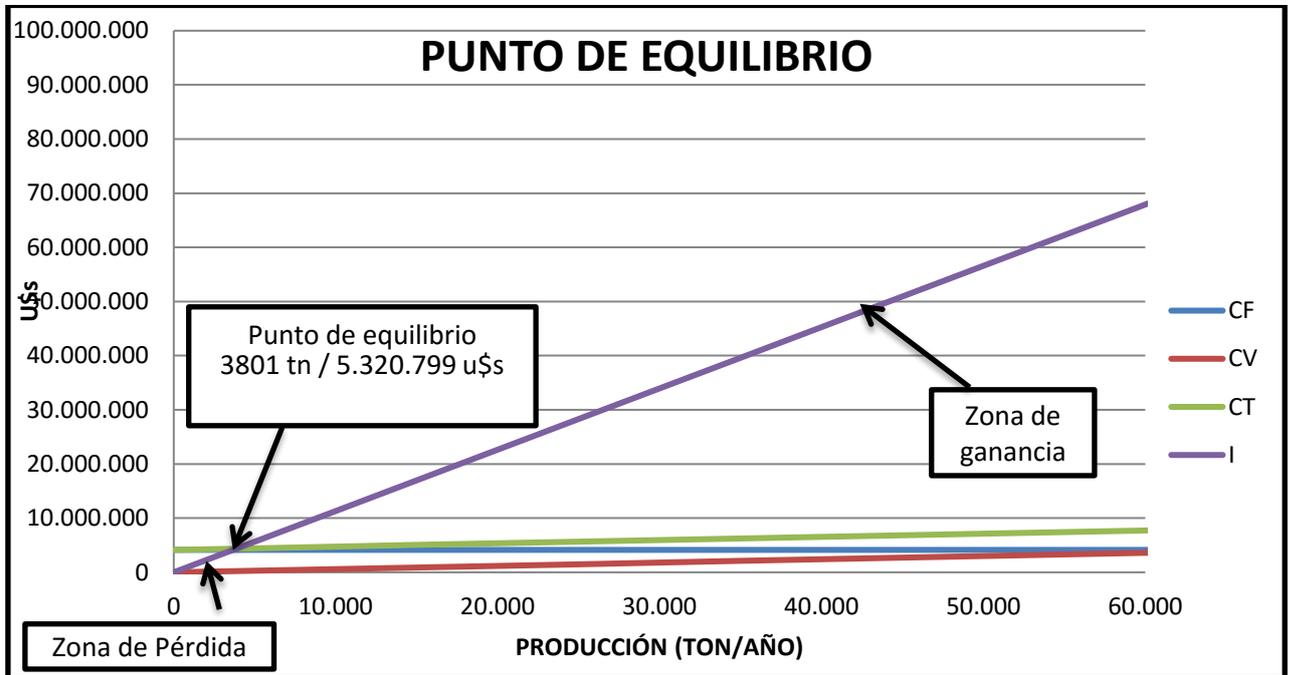


Ilustración 144 - Punto de equilibrio.

## 13.8 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Un análisis de sensibilidad es una técnica utilizada para determinar cómo diferentes valores de una variable independiente impactan en una variable dependiente particular bajo un conjunto dado de suposiciones. Esta técnica se usa dentro de límites específicos que dependen de una o más variables de entrada, como el efecto que los cambios en las tasas de interés tienen en los precios de los productos.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen simultáneamente, el análisis se puede clasificar como unidimensional o multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilización se aplica a una sola variable, mientras que en el multidimensional se examinan los efectos sobre los resultados que se producen por la incorporación de variables simultáneas en dos o más variables relevantes.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>581</b> de <b>615</b>

Para obtener una información más sólida de la situación económica-financiera del proyecto, se realiza el siguiente análisis de sensibilidad. Dicho análisis está compuesto por:

- Análisis de sensibilidad al VAN.
- Análisis de sensibilidad a la TIR.
- Análisis de sensibilidad a los precios (materia prima y producto final).

### 13.8.1 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AL VAN

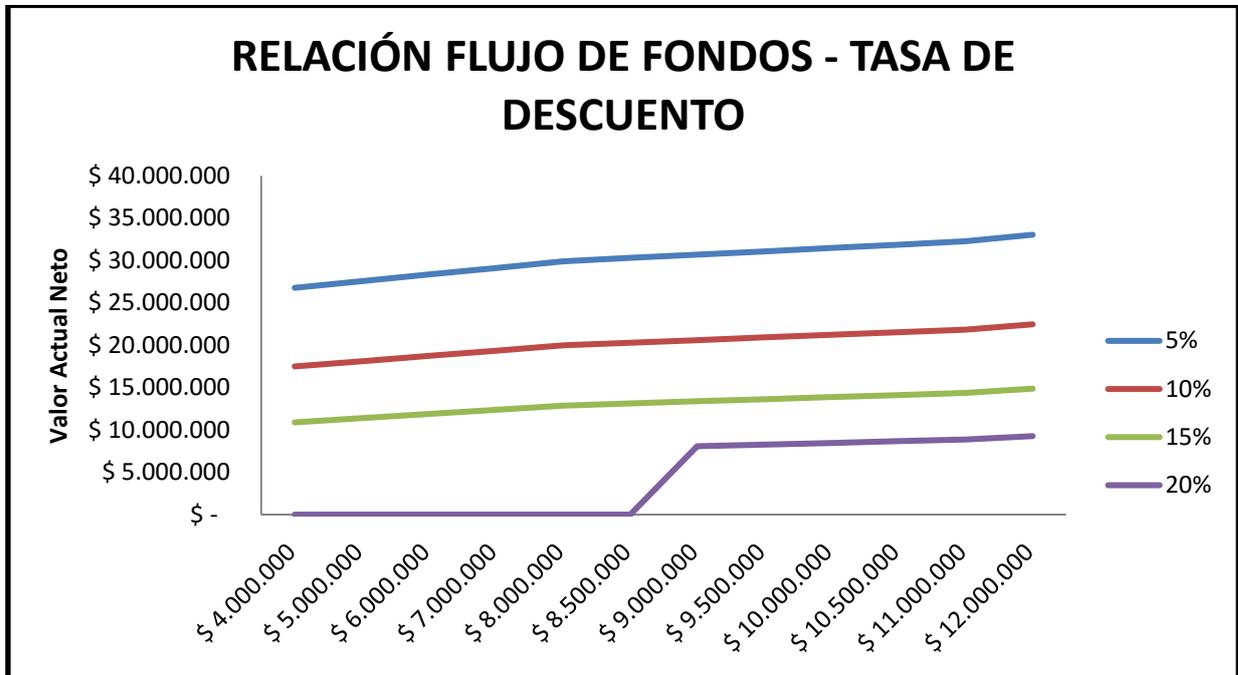
Para realizar el análisis de sensibilidad al VAN se confeccionan tablas de doble entrada, con el objetivo de observar cómo se modifica una variable al cambiar el valor de la otra.

Para el análisis de sensibilidad al VAN las variables utilizadas por el software Microsoft Excel para el cálculo son la tasa de descuento, la inversión inicial de fondos y los ingresos que recibiría el mismo. Un ítem importante a tener en cuenta al momento de realizar el cálculo es el valor del beneficio máximo, éste se obtiene restando los costos totales a la inversión total. El valor para nuestro Proyecto ronda a los **U\$s 8.000.000**.

Dado que son tres los parámetros utilizados para calcular el VAN y las tablas requieren solo dos de ellos, se elaboran tres tablas, a fin de analizar la mayor cantidad de escenarios posibles.

- Evaluación de factibilidad en función del flujo de fondos y de la tasa de descuento:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 582 de 615



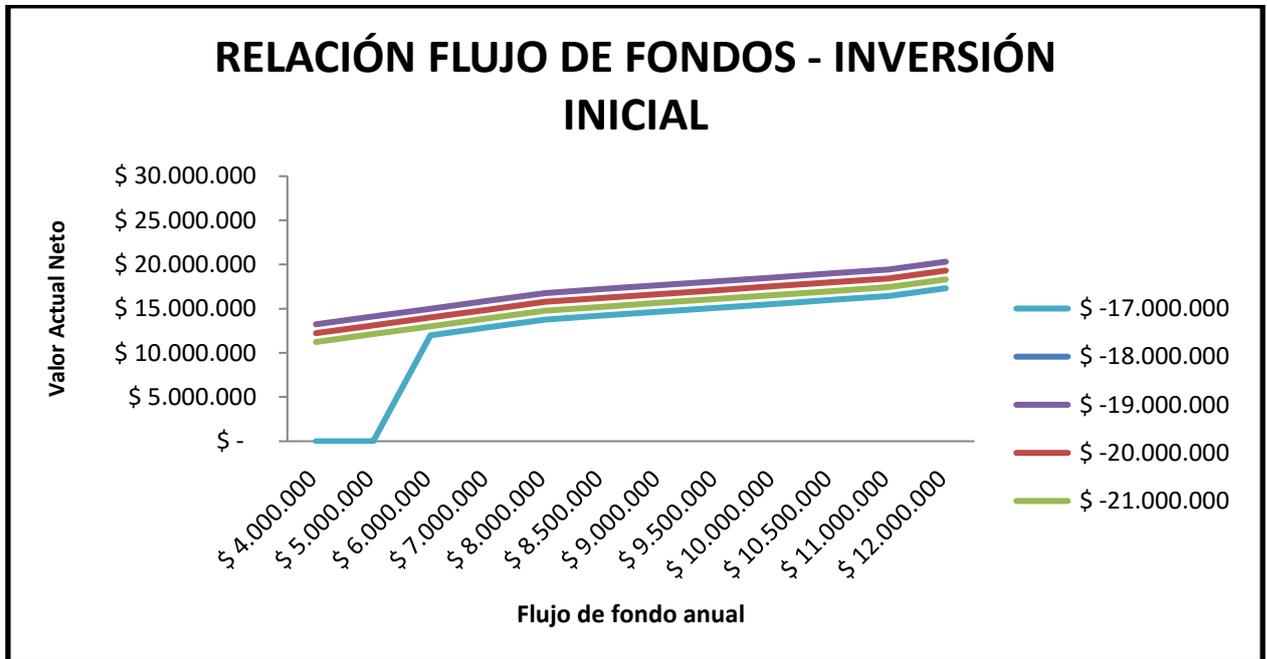
*Ilustración 145 - Flujo de fondos vs Tasa de descuento.*

TASA DE DESCUENTO							
FLUJO NETO POR AÑO	\$ 14.418.797	5%	10%	15%	20%	25%	28%
	\$ 4.000.000	\$ 26.773.716	\$ 17.496.497	\$ 10.890.430	No aceptable	No aceptable	No aceptable
	\$ 5.000.000	\$ 27.557.242	\$ 18.117.418	\$ 11.387.607	No aceptable	No aceptable	No aceptable
	\$ 6.000.000	\$ 28.340.769	\$ 18.738.339	\$ 11.884.784	No aceptable	No aceptable	No aceptable
	\$ 7.000.000	\$ 29.124.295	\$ 19.359.260	\$ 12.381.960	No aceptable	No aceptable	No aceptable
	\$ 8.000.000	\$ 29.907.821	\$ 19.980.182	\$ 12.879.137	No aceptable	No aceptable	No aceptable
	\$ 8.500.000	\$ 30.299.584	\$ 20.290.642	\$ 13.127.725	No aceptable	No aceptable	No aceptable
	\$ 9.000.000	\$ 30.691.347	\$ 20.601.103	\$ 13.376.314	\$ 8.060.588	No aceptable	No aceptable
	\$ 9.500.000	\$ 31.083.110	\$ 20.911.564	\$ 13.624.902	\$ 8.261.527	No aceptable	No aceptable
	\$ 10.000.000	\$ 31.474.873	\$ 21.222.024	\$ 13.873.491	\$ 8.462.466	No aceptable	No aceptable
	\$ 10.500.000	\$ 31.866.636	\$ 21.532.485	\$ 14.122.079	\$ 8.663.405	No aceptable	No aceptable
	\$ 11.000.000	\$ 32.258.399	\$ 21.842.946	\$ 14.370.667	\$ 8.864.344	No aceptable	No aceptable
	\$ 12.000.000	\$ 33.041.926	\$ 22.463.867	\$ 14.867.844	\$ 9.266.221	No aceptable	No aceptable

*Tabla 185 - Flujo de fondos vs Tasa de descuento.*

- Evaluación de factibilidad en función del flujo de fondos y la inversión inicial:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 583 de 615



*Ilustración 146 - Flujo de fondos vs Inversión inicial.*

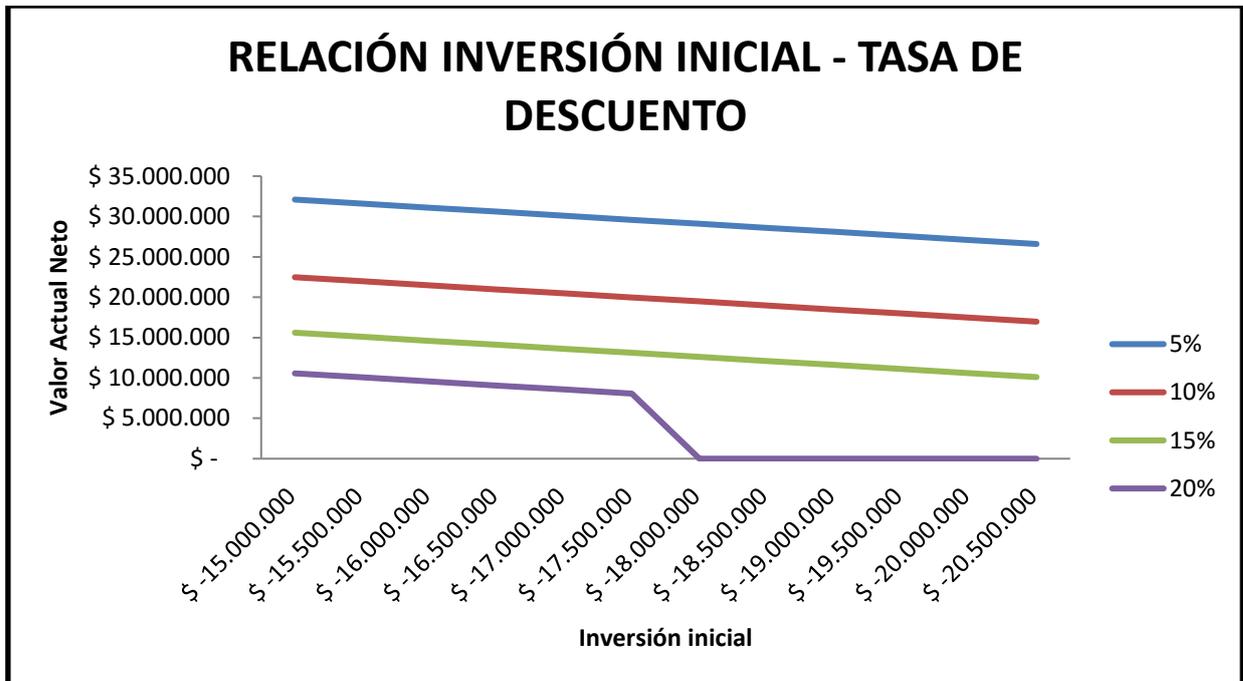
Beneficio máximo aceptado: **U\$s 11.200.000.**

INVERSION INICIAL						
FLUJO NETO POR AÑO	\$ 14.418.797	\$ -19.000.000	\$ -20.000.000	\$ -21.000.000	\$ -22.000.000	\$ -23.000.000
\$ 4.000.000	\$ 12.235.149	\$ 11.235.149	<b>No aceptable</b>	<b>No aceptable</b>	<b>No aceptable</b>	<b>No aceptable</b>
\$ 5.000.000	\$ 13.120.104	\$ 12.120.104	<b>No aceptable</b>	<b>No aceptable</b>	<b>No aceptable</b>	<b>No aceptable</b>
\$ 6.000.000	\$ 14.005.060	\$ 13.005.060	\$ 12.005.060	<b>No aceptable</b>	<b>No aceptable</b>	<b>No aceptable</b>
\$ 7.000.000	\$ 14.890.016	\$ 13.890.016	\$ 12.890.016	\$ 11.890.016	<b>No aceptable</b>	<b>No aceptable</b>
\$ 8.000.000	\$ 15.774.972	\$ 14.774.972	\$ 13.774.972	\$ 12.774.972	\$ 11.774.972	\$ 11.774.972
\$ 8.500.000	\$ 16.217.450	\$ 15.217.450	\$ 14.217.450	\$ 13.217.450	\$ 12.217.450	\$ 12.217.450
\$ 9.000.000	\$ 16.659.927	\$ 15.659.927	\$ 14.659.927	\$ 13.659.927	\$ 12.659.927	\$ 12.659.927
\$ 9.500.000	\$ 17.102.405	\$ 16.102.405	\$ 15.102.405	\$ 14.102.405	\$ 13.102.405	\$ 13.102.405
\$ 10.000.000	\$ 17.544.883	\$ 16.544.883	\$ 15.544.883	\$ 14.544.883	\$ 13.544.883	\$ 13.544.883
\$ 10.500.000	\$ 17.987.361	\$ 16.987.361	\$ 15.987.361	\$ 14.987.361	\$ 13.987.361	\$ 13.987.361
\$ 11.000.000	\$ 18.429.839	\$ 17.429.839	\$ 16.429.839	\$ 15.429.839	\$ 14.429.839	\$ 14.429.839
\$ 12.000.000	\$ 19.314.795	\$ 18.314.795	\$ 17.314.795	\$ 16.314.795	\$ 15.314.795	\$ 15.314.795

*Tabla 186 - Flujo de fondos vs Inversión inicial.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 584 de 615

- Evaluación de factibilidad en función de la tasa de descuento y de la inversión inicial:



*Ilustración 147 - Inversión inicial vs Tasa de descuento.*

TASA DE DESCUENTO							
INVERSION INICIAL	\$ 14.418.797	5%	10%	15%	20%	25%	30%
\$ -15.000.000	\$ 32.091.481	\$ 22.473.025	\$ 15.607.273	\$ 10.568.052	No acceptable	No acceptable	
\$ -15.500.000	\$ 31.591.481	\$ 21.973.025	\$ 15.107.273	\$ 10.068.052	No acceptable	No acceptable	
\$ -16.000.000	\$ 31.091.481	\$ 21.473.025	\$ 14.607.273	\$ 9.568.052	No acceptable	No acceptable	
\$ -16.500.000	\$ 30.591.481	\$ 20.973.025	\$ 14.107.273	\$ 9.068.052	No acceptable	No acceptable	
\$ -17.000.000	\$ 30.091.481	\$ 20.473.025	\$ 13.607.273	\$ 8.568.052	No acceptable	No acceptable	
\$ -17.500.000	\$ 29.591.481	\$ 19.973.025	\$ 13.107.273	\$ 8.068.052	No acceptable	No acceptable	
\$ -18.000.000	\$ 29.091.481	\$ 19.473.025	\$ 12.607.273	No acceptable	No acceptable	No acceptable	
\$ -18.500.000	\$ 28.591.481	\$ 18.973.025	\$ 12.107.273	No acceptable	No acceptable	No acceptable	
\$ -19.000.000	\$ 28.091.481	\$ 18.473.025	\$ 11.607.273	No acceptable	No acceptable	No acceptable	
\$ -19.500.000	\$ 27.591.481	\$ 17.973.025	\$ 11.107.273	No acceptable	No acceptable	No acceptable	
\$ -20.000.000	\$ 27.091.481	\$ 17.473.025	\$ 10.607.273	No acceptable	No acceptable	No acceptable	
\$ -20.500.000	\$ 26.591.481	\$ 16.973.025	\$ 10.107.273	No acceptable	No acceptable	No acceptable	

*Tabla 187 - Inversión inicial vs Tasa de descuento.*

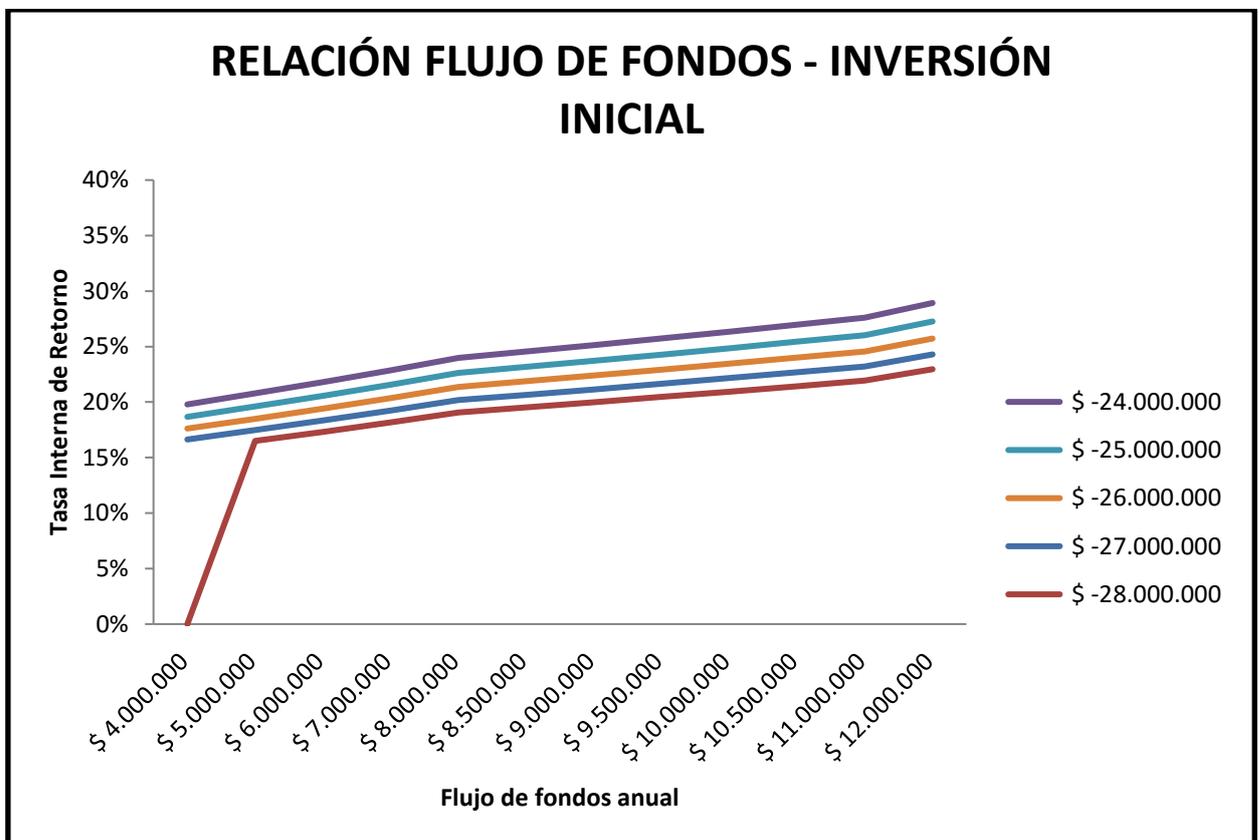
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>585</b> de <b>615</b>

### 13.8.2 - ANALISIS DE SENSIBILIDAD A LA TIR

Análogo al análisis de sensibilidad del VAN, éste persigue el mismo objetivo, analizar como varía cada indicador al modificar los parámetros que la definen.

Las variables que se utilizan en este caso son la inversión inicial y los flujos de fondos netos anuales.

A continuación, se muestra la tabla con los resultados obtenidos:



*Ilustración 148 - Flujo de fondos vs Inversión inicial.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 586 de 615

INVERSION INICIAL						
	30%	\$ -25.000.000	\$ -26.000.000	\$ -27.000.000	\$ -28.000.000	\$ -29.000.000
FLUJO NETO POR AÑO	\$ 4.000.000	19%	18%	17%	No aceptable	No aceptable
	\$ 5.000.000	20%	19%	17%	16%	No aceptable
	\$ 6.000.000	21%	19%	18%	17%	16%
	\$ 7.000.000	22%	20%	19%	18%	17%
	\$ 8.000.000	23%	21%	20%	19%	18%
	\$ 8.500.000	23%	22%	21%	20%	18%
	\$ 9.000.000	24%	22%	21%	20%	19%
	\$ 9.500.000	24%	23%	22%	20%	19%
	\$ 10.000.000	25%	23%	22%	21%	20%
	\$ 10.500.000	25%	24%	23%	21%	20%
	\$ 11.000.000	26%	25%	23%	22%	21%
	\$ 12.000.000	27%	26%	24%	23%	22%

Tabla 188 - Flujo de fondos vs Inversión inicial.

### 13.8.3 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS PRECIOS

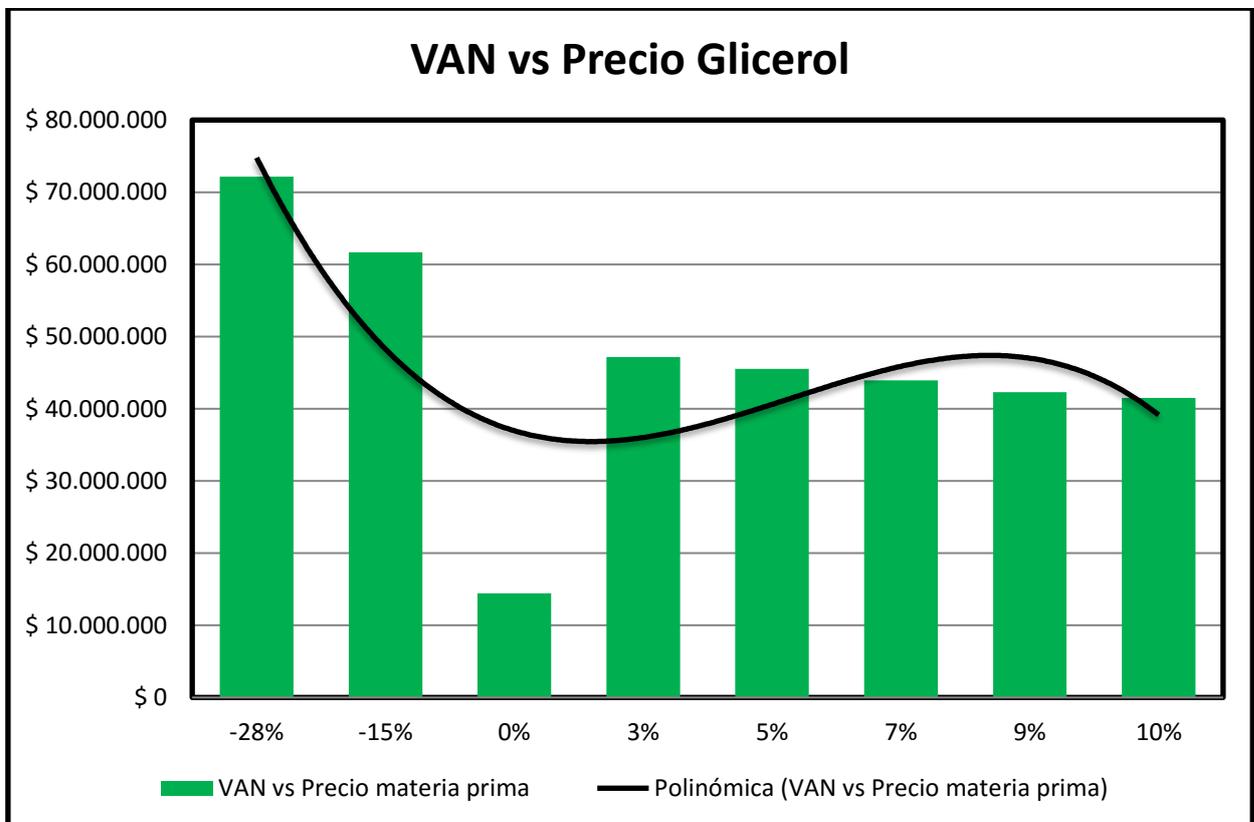
Como se mencionó con anterioridad, los parámetros más relevantes al momento del estudio son los precios de la materia prima y del producto final. Para este tipo de análisis se estudiaron estos parámetros y como variaba la TIR y el VAN de acuerdo al aumento porcentual de los mismos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>587</b> de <b>615</b>

- **Según el precio de la materia prima:**

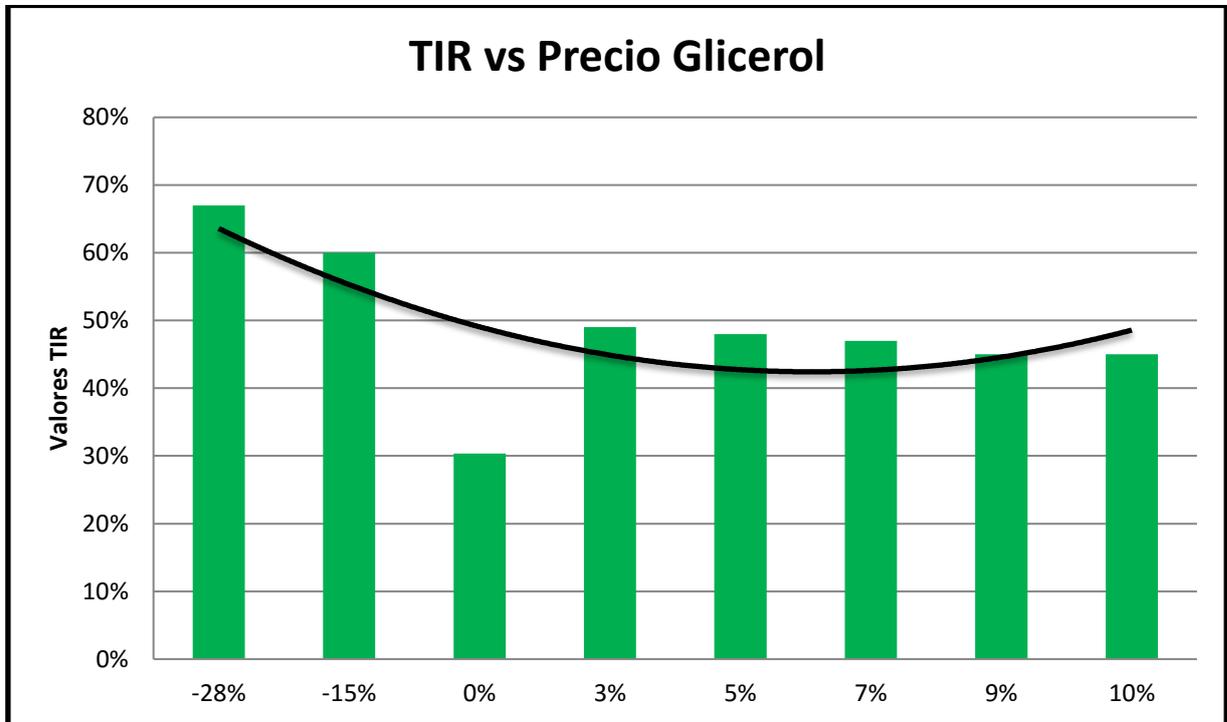
TIR y VAN SEGÚN EL PRECIO DE LA MATERIA PRIMA					
ESCENARIOS	VARIACIÓN	GLICEROL (\$/tn)	COSTO TOTAL MP	TIR	VAN
1 optimista	-28%	\$87,8	\$ 1.722.535	67%	\$ 72.147.146
2 optimista	-15%	\$103,7	\$ 2.033.549	60%	\$ 61.662.362
3 optimista	0%	\$122,0	\$ 2.392.410	30%	\$ 14.418.797
4 probable	3%	\$125,7	\$ 2.464.183	49%	\$ 47.144.968
5 probable	5%	\$128,1	\$ 2.512.031	48%	\$ 45.531.925
6 probable	7%	\$130,5	\$ 2.559.879	47%	\$ 43.918.881
7 pesimista	9%	\$133,0	\$ 2.607.727	45%	\$ 42.305.837
8 pesimista	10%	\$134,2	\$ 2.631.651	45%	\$ 41.499.315

*Tabla 189 - TIR y VAN vs Materia Prima.*



*Ilustración 149 - VAN vs Precio Glicerol.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>588</b> de <b>615</b>



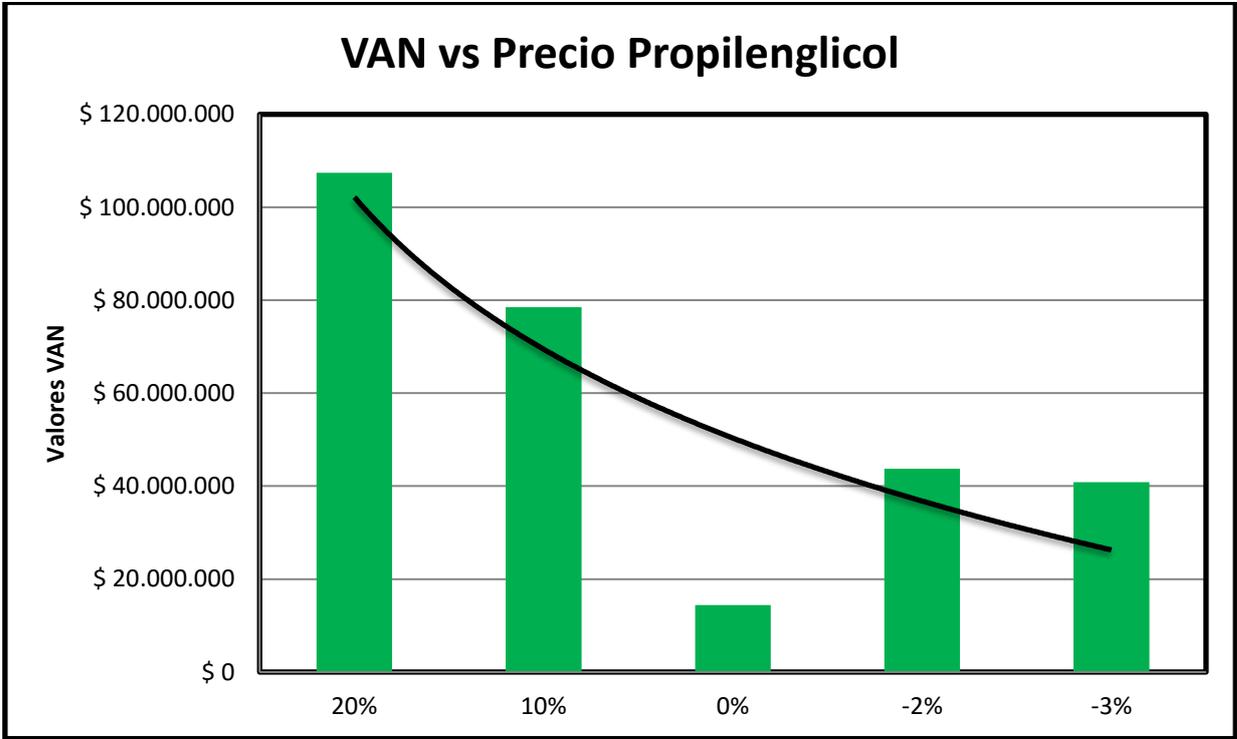
*Ilustración 150 - TIR vs Precio Glicerol.*

- Según el precio del Producto:

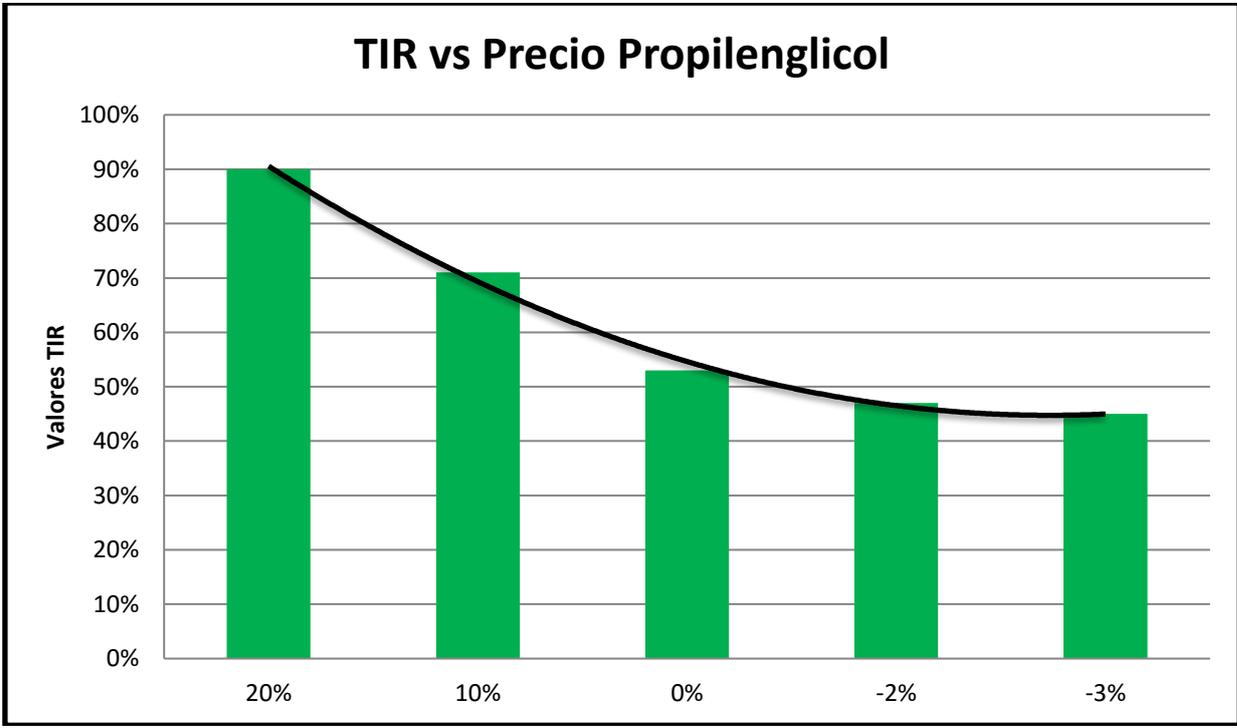
TIR y VAN SEGÚN EL PRECIO DEL PROPILENGLICOL					
ESCENARIOS	VARIACIÓN	PROPILENG. (\$/tn)	INGRESO TOTAL	TIR	VAN
1 optimista	20%	\$1.680,0	\$ 17.031.840	90%	\$ 107.451.699
2 optimista	10%	\$1.540,0	\$ 15.612.520	71%	\$ 78.508.117
3 optimista	0%	\$1.400,0	\$ 14.193.200	53%	\$ 14.418.797
4 pesimista	-2%	\$1.372,0	\$ 13.909.336	47%	\$ 43.775.817
5 pesimista	-3%	\$1.358,0	\$ 13.767.404	45%	\$ 40.881.459

*Tabla 190 - TIR y VAN vs Producto.*

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página 589 de 615



*Ilustración 151 - VAN vs Precio Propilenglicol.*



*Ilustración 152 - TIR vs Precio Propilenglicol.*

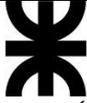
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>590</b> de <b>615</b>

## 13.9 - CONCLUSIONES FINALES

El análisis de sensibilidad a los precios nos indica que las variaciones negativas realizadas en los precios del producto principal, no altera significativamente la rentabilidad del mismo, ya que no entra en terreno de VAN negativo.

Con respecto a las materias primas, aún en un escenario pesimista (aumento del 10%), el Proyecto no sufre alteración. Esto se debe al amplio margen positivo generado por la venta de producto final.

Para finalizar, la conclusión más importante que resulta del análisis económico financiero del Proyecto de producción de Propilenglicol es que el mismo es un Proyecto rentable, ya que el mismo proporciona ganancias a partir del tercer año de su puesta en marcha y no presenta alteraciones importantes ante las variaciones de los precios de materia prima y producto final.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>591</b> de <b>615</b>

## 13.10 - BIBLIOGRAFÍA

- Chain, S. (2012). *Preparación y Formulación de Proyectos*.
- EFXTO. (2 de Abril de 2018). *Análisis de sensibilidad*. Obtenido de <https://efxto.com/diccionario/analisis-de-sensibilidad>
- *Estudio económico - financiero.xlsx*. (s.f.).
- Granel, M. (13 de Mayo de 2020). *Rankia*. Obtenido de <https://www.rankia.cl/blog/analisis-ipsa/3892041-como-calcular-valor-presente-neto-ejemplos>
- Kiziryan, M. (s.f.). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/flujo-de-caja.html#:~:text=El%20flujo%20de%20caja%20hace,proyecto%20en%20un%20per%C3%ADodo%20determinado.&text=La%20diferencia%20de%20los%20ingresos,'flujo%20de%20caja%20neto'>.
- *Matches Equipment Costs*. (2014). Obtenido de <https://www.matche.com/default.html>
- OBS. Business School. (s.f.). *Elementos claves en el estudio económico de un proyecto*. Obtenido de <https://obsbusiness.school/int/blog-project-management/etapas-de-un-proyecto/elementos-claves-en-el-estudio-economico-de-un-proyecto>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL Integración V  ING. QUÍMICA	Barros Maximiliano (3071) <a href="mailto:barrosmaxi@yahoo.com.ar">barrosmaxi@yahoo.com.ar</a> Quidel Jairo (3190) <a href="mailto:jairoquidel93@gmail.com">jairoquidel93@gmail.com</a>	 <b>Quimax</b>	
Obtención de propilenglicol a partir de glicerina			Año de cursada: 2018		
Fecha de inicio 26 / 04 / 18	Profesor: Ing. Spesot Horacio.	JTP: Ing. Krumrick, E.	Ayudante: Ing. Silva, C.	Versión: 9 Fecha: 07/08/20	Página <b>592</b> de <b>615</b>

## ANEXO I – HOJAS DE SEGURIDAD

# 1. PROPILENGLICOL



<b>HOJA DE SEGURIDAD DE PRODUCTO</b>					Revisión: 2
<b>1- IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y LA COMPANIA</b>					Julio 2014
<b>Nombre Comercial</b> PROPILENGLICOL					
<b>Formula Química</b> C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> / CH <sub>3</sub> CHOH CH <sub>2</sub> OH					
<b>Usos</b>	Síntesis orgánica, resinas poliéster y celofán, solución anticongelante, disolventes de grasas, ceras, resinas, colorantes, condimentos, aromatizantes y perfumes, agente higroscópico, lubricante en sistemas de refrigeración, plastificantes, fluidos hidráulicos, bactericida, cosméticos, acondicionadores textiles, en alimentos, como disolvente y humectante, emulsionante, aditivo de lienzos				
<b>Identificación de la compañía</b>	Laboratorios Ladco S.A. Calle 45 Nº 2487 - (1650) San Martín - Buenos Aires				
<b>Números de Teléfonos de Emergencia</b>	Tel. : ( 54 - 11) 4752-1010 (Rotativas) Fax: ( 54 - 11) 4753-8273				
Sinónimos: PROPANO-1,2-DIOL; 1,2-PROPILENGLICOL; 1,2 DIHIDROXIPROPANO; METILGLICOL; 1,2-PROPANODIOL					
<b>2- COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES</b>					
<b>Sustancia / Mezcla:</b>	<b>Nombre químico</b>	<b>Número DOT/ ONU</b>	<b>Número de Riesgo</b>	<b>Número de Intervención</b>	
<b>Sustancia</b>	<b>1,2-PROPANODIOL</b>	<b>NO TIENE</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	
Número de Chemical Abstract Service (C.A.S.) 67-55-8		DOT Requerimiento del rotulo de peligrosidad ND		Composición <b>PROPILENGLICOL &gt; 88.0%</b>	
<b>3-IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS</b>					
Sustancia clasificada como NO PELIGROSA. La exposición a los vapores o al líquido puede causar irritación del sistema respiratorio, piel y ojos.					
<b>4-MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS</b>					
Procedimientos de emergencia y primeros auxilios:					
<b>Contacto con ojos:</b>	Lave inmediatamente los ojos con grandes cantidades de agua durante 15 minutos(mínimo) levantando ocasionalmente los extremos superior e inferior de los párpados. Busque atención médica inmediatamente				
<b>Contacto con la piel:</b>	Lávese inmediatamente la parte contaminada con agua y jabón. Si penetró la ropa, quítela y lave la piel con abundante agua y jabón. Busque atención médica inmediatamente.				
<b>Inhalación:</b>	Retire a la persona del lugar de exposición al aire fresco inmediatamente. De ser necesario proveer a la persona de asistencia respiratoria y RCP. Derivar a centro médico asistencial.				
<b>Ingestión:</b>	Buscar atención médica inmediata a centro de toxicología. No inducir al vómito				
<b>5-MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS</b>					
<b>Métodos de Extinción:</b> Utilizar Polvo Químico 8000, spray de agua, espuma resistente a alcoholes, Dióxido de carbono en fuegos pequeños. No usar chorro de agua ya que el mismo puede dispersar y extender el incendio.					
Procedimientos específicos en la extinción del fuego: Use ropa de protección total y equipo de respiración autónomo. No utilice spray para diluir el derrame. Dispersar los vapores para mantener los contenedores fríos.					
Riesgos inusuales en la extinción total del fuego: Líquido combustible que puede incrementar el quemado de los materiales. Los contenedores pueden explotar en incendios. Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.					
<b>6-MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL</b>					
Alertar y cercar el área de derrame. Utilizar Equipos de Protección Respiratoria. Absorber el líquido con material absorbente, contener el derrame y depositarlo en tambores cerrados. Ventilador el área. Restringir el ingreso a toda persona que no está interviniendo en la operación de limpieza. Impedir el drenaje del producto a desagües o cursos de agua.					
<b>7-MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO</b>					
Almacenar en tambores metálicos firmemente cerrados en un espacio fresco, seco y bien ventilado lejos de fuentes de calor y materiales incompatibles. Proteger a los tambores contra golpes y daños físicos. Evitar el contacto con la boca, no respirar los vapores, evitar el contacto con la piel y ojos. No comer, beber o fumar durante el manejo del producto.					
<b>8-CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL</b>					
<b>Componentes peligrosos (identificación específica)</b>	<b>Límites de Exposición Resolución 295/03</b>	<b>NIOSH Límites de exposición</b>	<b>OSHA Límites de exposición</b>	<b>IDLH Riesgo inmediato a la salud y a la vida</b>	<b>ACGIH Límite de exposición</b>
1,2-PROPANODIOL	CMP: CMP-CPT: 100 mg/m <sup>3</sup>	REL(10 hs): STEL:	PEL(8 hs): STEL:	ND	TLV: STEL: 100 mg/m <sup>3</sup>
<b>Protección Respiratoria:</b>	Utilizar Equipos Autónomos de Protección Respiratoria.				
<b>Ventilación:</b>	Es recomendable la extracción local o sistemas mecánicos generales.				
<b>Guantes de Protección</b>		<b>Protección ocular</b>		<b>Otras protecciones</b>	
Neopreno o Nitrilo		Protector facial / anteojos de seguridad		Protección uniforme apropiada	
<b>Condiciones de trabajo e higiene:</b>	Siempre lave cuidadosamente sus manos luego de estar en contacto con el producto, nunca coma o beba o fume en áreas vecinas del producto.				



## 9-PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Punto de Ebullición 187°C ( 368.6°F)	Gravedad Específica (H <sub>2</sub> O = 1) 1.088 a 20°C ( 68°F)	Punto de Inflamación Flash: 108°C ( 217.4°F) Cubeta cerrada
Presión de Vapor (mm Hg) 0.08 a 20°C ( 68°F)	Peso Molecular: 78.1	Clasificación NFPA:
Densidad de Vapor (Aire = 1) 2.83	Punto de Fusión: -89.0 °C (-78°F)	Límite de explosión en % de aire en volumen: UEL(200°F): 12.5% LEL(200°F): 2.8%
Temperatura de auto ignición: 371°C (698.2°F)	Aspecto: Líquido incoloro, transparente, viscoso, casi inodoro.	Solubilidad: Completamente miscible con agua. Soluble en alcoholes, acetona y otros solventes polares.

## 10-ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	Condiciones a evitar:	Normalmente estable. No permitir que entre en contacto con los materiales incompatibles, fuego, llama, chispas o materiales a alta temperatura. No usar en espacios confinados, mal ventilados o áreas cerradas.
ESTABLE X	INESTABLE	Incompatibilidad (materiales a evitar): Cloruros de ácido, Anhídridos de ácido, Oxidantes, Cloroformatos, Agentes reductores.
Riesgo de polimerización	Condiciones a evitar:	Bajo condiciones normales de temperatura y presión no se espera que ocurra riesgo de polimerización peligrosa.
Puede Ocurrir X	No Ocurre	Peligro de Descomposición: Cuando se lo calienta hasta descomposición, emite humos acuos e irritantes, que incluye dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) gaseoso y monóxido de carbono gaseoso(CO).

## 11-INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Vías Primarias de Ingreso	¿INHALACIÓN?	X	¿ABSORCIÓN DE PIEL?	X	¿INGESTIÓN?	X
<b>INHALACIÓN:</b>	Es una vía poco probable debido a su baja volatilidad, aunque prolongadas exposiciones a atmósferas saturadas pueden producir irritación del aparato respiratorio.					
<b>ABSORCIÓN:</b>	Ligeramente irritante en contacto con los ojos. Puede causar ligera irritación, lacrimación y sensación de quemadura. Contacto con la piel puede causar irritación, probablemente por deshidratación, enrojecimiento, picazón e inflamación. Puede ser absorbido a través de la piel.					
<b>INGESTIÓN:</b>	Puede causar efectos adversos sobre el CN3. Otros efectos pueden incluir exaltación, euforia, dolor de cabeza, mareos, somnolencia, visión borrosa, fatiga, temblores, convulsiones, pérdida de conciencia, coma e incluso la muerte por fallo respiratorio. También puede causar daño renal y hematológico (hematoglobiuria). Reduce la presión intracraneal por aumento de la presión osmótica de la sangre.					
Carcinogenicidad:	¿NTP Clasificación?	Grupo de revisión del cáncer	Regulada por OSHA?	Órganos de Impacto		
Humana: Desconocida	NO	NO		Riñones, Ojos, Sistema respiratorio, CN3.		
Animal: Desconocida						

Existen datos que indican que el producto puede causar efectos adversos sobre la reproducción. No obstante, los datos no permiten concluir que esta sustancia sea tóxica para la reproducción en humanos.

## 12-INFORMACIÓN ECOLÓGICA

No hay datos disponibles.

## 13-CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICIÓN/ELIMINACIÓN

Disposición:	No hay métodos de disposición preferidos. Colocar en recipientes adecuados hasta disposición o quemar en incinerador con doble cámara. Deben observarse métodos de eliminación y disposición aprobados por las autoridades.
--------------	---

## 14-INFORMACIÓN DEL TRANSPORTE

TRANSPORTE TERRESTRE						
Denominación Técnica: 1,2-PROPANODIOL						
ONU	NO TIENE	CLASE	ND	GRUPO DE EMBALAJE	ND	
TRANSPORTE MARÍTIMO						
Denominación Técnica: 1,2-PROPANODIOL						
ONU	NO TIENE	CLASE	ND	GRUPO DE EMBALAJE	ND	
TRANSPORTE AEREO						
Denominación Técnica: 1,2-PROPANODIOL						
ONU	NO TIENE	CLASE	ND	GRUPO DE EMBALAJE	ND	
Instrucciones de embalaje:						
<b>SALUD</b>	<b>FUEGO</b>	<b>REACTIVIDAD</b>	<b>OTRA</b>	<b>GRADO DE PELIGROSIDAD</b>	<b>CÓDIGO DE COLORES</b>	<b>OTROS CÓDIGOS</b>
0	1	0		0= Mínimo riesgo 1= Riesgo despreciable 2= Riesgo moderado 3= Riesgo serio 4= Riesgo severo	SALUD = AZUL FUEGO = ROJO REACTIVIDAD = AMARILLO OTROS = BLANCO	OX = Oxidante ACID = Acido ALK = Alcalino COR = Corrosivo W = No usar agua

## 15-INFORMACIÓN REGULATORIA

NO REGULADO

Considerado como material de mínimo riesgo para la salud y ligero riesgo por su inflamabilidad.

## 16-INFORMACIÓN ADICIONAL

La información y recomendaciones indicadas están basadas en fuentes confiables, LABORATORIOS LADCO no asegura que sea completa o precisa. Es responsabilidad del usuario determinar si es adecuado y seguro para el uso que quiera darle y su apropiada disposición final. No hay garantías, expresas y/o implícitas de la comercialización o apropiado uso para el uso particular o de cualquier otra naturaleza. LABORATORIOS LADCO no asume ninguna responsabilidad adicional ni autoriza asumirla a ninguna persona por el uso dado a esta información o su confiabilidad.

## 2. ETILENGLICOL



<b>HOJA DE SEGURIDAD DE PRODUCTO</b>				Revisión: 3
<b>1- IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y LA COMPAÑIA</b>				Mayo 2018
<b>Nombre Comercial</b> <b>ETILENGLICOL</b>				
<b>Formula Química</b> <b>C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>(HO(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>OH)</b>				
<b>Usos</b>	Como anticongelante en sistemas de enfriamiento y calentamiento, en líquidos para frenos hidráulicos, como humectante industrial, ingrediente de condensadores electrolíticos, en formulaciones fotográficas, como agente suavizante de celofán, estabilizador de espuma de soya (extinguidor de fuego por gasolina o aceites), como solvente de pinturas y plástico, en la formulación de tintas para impresoras, tintas para estampas y lapiceras, pinturas, en cosméticos, en la síntesis de explosivos y de fibras polyester como el polietilentereftalato, para descongelar las alas de los aviones			
<b>Identificación de la compañía</b>		Laboratorios Ladco S.A. Calle 45 Nº 2487 - (1650) San Martín - Buenos Aires		
<b>Números de Teléfonos de Emergencia</b>		Tel. : ( 54 - 11) 4752-1010 (Rotativas) Fax: ( 54 - 11) 4753-8273		
Sinónimos: 1,2-DIHYDROXIETHANO; 1,2-ETANODIOL; GLICOL; GLICOL ALCOHOL; MONOETILEN GLICOL; ETANO-1,2-DIOL; ETILENO DIHIDRATO				
<b>2-IDENTIFICACION DELOSPELIGROS</b>				
<b>Clasificación de la sustancia de acuerdo al SGA</b>				
		H302 Nocivo en caso de ingestión. H373 Puede perjudicar a determinados órganos (Rifón) por exposición prolongada o repetida en caso de ingestión.		
<b>Elementos de la Etiqueta</b>				
<b>La sustancia se ha clasificado y etiquetado de acuerdo al SGA</b>				
<b>Pictogramas de peligro</b>	<b>Palabra de advertencia:</b>	<b>Indicaciones de peligro</b>		
	ATENCIÓN	H302 Nocivo en caso de ingestión. H373 Puede perjudicar a determinados órganos (Rifón) por exposición prolongada o repetida en caso de ingestión.		
<b>Consejos de prudencia</b>				
P260: No respirar polvos/humos/gases/neblinas/vapores/aerosoles. P270: No comer, beber o fumar mientras se manipula este producto. P264: Lavarse cuidadosamente tras la manipulación. P301+P330 +331+312: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. P312: Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGIA/Médico!...si la persona se encuentra mal. P501: Eliminar el contenido o el recipiente conforme a la reglamentación local/regional/nacional/internacional.				
<b>3- COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES</b>				
<b>Sustancia/ Mezcla:</b> <b>Sustancia</b>	<b>Nombrequímico</b> <b>1,2-ETANODIOL</b>	<b>NúmeroDOT/ CNU</b> <b>NO TIENE</b>	<b>Número de Riesgo</b> <b>ND</b>	<b>Número de Intervención</b> <b>ND</b>
<b>Número de Chemical Abstract Service (C.A.S.)</b> <b>107-21-1</b>	<b>DOTRequerimiento delrotulodepeligrosidad</b> <b>ND</b>	<b>N.C.M</b> <b>2905.81.00</b>	<b>GTIN</b>	
<b>4-MEDIDA SDEPRIMERO SAUXILIOS</b>				
<b>Procedimientos de emergencia y primeros auxilios:</b>				
<b>Indicaciones Generales</b>	Los síntomas de intoxicación pueden presentarse después de muchas horas, por lo que se requiere una supervisión médica durante un mínimo de 48 horas después del accidente.			
<b>Contacto conojos:</b>	Lave inmediatamente los ojos con grandes cantidades de agua durante 15 minutos (mínimo) levantando ocasionalmente los extremos superior e inferior de los párpados. Busque atención médica inmediatamente			
<b>Contacto conpiel:</b>	Lávese inmediatamente la parte contaminada con agua y jabón. Si penetró la ropa, quítese la ropa y lave la piel con abundante agua y jabón. Busque atención médica inmediatamente.			
<b>Inhalación:</b>	Retire a la persona del lugar de exposición al aire fresco inmediatamente. De ser necesario proveer a la persona de asistencia respiratoria y RCP. Derivar a centro médico asistencial.			
<b>Inyección:</b>	Buscar atención médica inmediata a centro de toxicología. No inducir al vómito			
<b>Indicaciones para el medico</b>	Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.			
<b>5-MEDIDA SPARACOMBATIR INCENDIOS</b>				
<b>Métodos de Extinción:</b>				
Utilizar Polvo Químico seco, spray de agua, espuma resistente a alcoholes, Dióxido de carbono en fuegos pequeños. No usar chorro de agua ya que el mismo puede dispersar y extender el incendio.				
<b>Peligros específicos de la sustancia:</b>				
<b>Se produce Monóxido de Carbono y Dióxido de Carbono</b>				
<b>Procedimientos específicos en la extinción del fuego:</b>				
Use ropa de protección total y equipo de respiración autónoma. No utilice spray para diluir el derrame. Dispersar los vapores para mantener los contenedores fríos.				

Código de objeto 2



Riesgos inusuales en la extinción total del fuego:

Líquido combustible que puede incrementar el quemado de los materiales. Los contenedores pueden explotar en incendios. Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.

### 6-MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

Aislar y cercar el área de derrame. Utilizar Equipos de Protección Respiratoria. Absorber el líquido con material absorbente, contener el derrame y depositarlo en tambores cerrados. Ventilar el área. Restringir el ingreso a toda persona que no está interviniendo en la operación de limpieza. Impedir el drenaje del producto a desagües o cursos de agua.

### 7-MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Precauciones para una manipulación segura:

Evitar la formación de aerosoles. Evitar el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina. Trasvasar y manejar el producto solamente en un sistema cerrado o con aspiración. No comer, beber o fumar durante el manejo del producto. Lavarse cuidadosamente las manos después de la manipulación.

Extracción neumática solo con nitrógeno y otros gases inertes.

Prevención de incendios y explosiones:

No rociar sobre flamas o cuerpos incandescentes.

Condiciones de almacenamiento seguro:

Almacenar en tambores metálicos firmemente cerrados (libre de aire) en un espacio fresco, seco y bien ventilado lejos de fuentes de calor y materiales incompatibles. Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

No contaminar otros pesticidas, fertilizantes, agua, o alimentos, por almacenamiento o deshecho. Controlar los inventarios seguidos. Proteger a los tambores contra golpes y daños físicos.

### 8-CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Componentes pesados (identificación específica)	Límites de Exposición Resolución 295/03	NIOSH Límites de exposición	OSHA Límites de exposición	IDLH Riesgo inmediato a la salud y al vida	ACGIH Límites de exposición
1,2-ETANODIOL	CMP: ND CMP-CPT: 100 mg/m <sup>3</sup>	REL (10 hs): ND STEL: ND	PEL (8 hs): ND STEL: ND	ND	TLV: ND STEL: 100 mg/m <sup>3</sup>

Protección Respiratoria: Utilizar Equipos Autónomos de Protección Respiratoria.

Ventilación: Es recomendable la extracción local o sistemas mecánicos generales.

Quantidad de Protección	Protección ocular	Otras protecciones
Neopreno o Nitrilo	Protector facial / anteojos de seguridad	Protección uniforme apropiada

Condiciones de trabajo/higiene: Siempre lave cuidadosamente sus manos luego de estar en contacto con el producto, nunca coma o beba o fume en áreas vecinas del producto.

### 9-PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Punto de Ebullición	Gravedad Específica (H <sub>2</sub> O=1)	Punto de Inflamación Flash:
186-189°C (384.8-383.4°F)	1.11 a 20°C (85°F)	111°C (231.8°F) Cubeta cerrada
Presión de Vapor (mmHg)	Peso Molecular:	Clasificación NFPA:
0.06 a 20°C (85°F)	82.1	
Densidad de Vapor (Aire =1)	Punto de Fusión:	Límite de explosión en % de aire en volumen:
2.14	-15.0 °C (3.8°F)	UEL (200°F): 16.3% LEL (200°F): 3.2%
Temperatura de autoignición	Aspecto	Solubilidad
410°C (770°F)	Líquido incoloro, transparente, viscoso con olor dulzón.	Completamente miscible con agua. Soluble en alcoholes, acetona y otros solventes polares.

### 10-ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	Condiciones a evitar:	Normalmente estable. No permitir que entre en contacto con los materiales incompatibles, fuego, flama, chispas o materiales a alta temperatura. No usaren espacios confinados, mal ventilados o áreas cerradas.
ESTABLE	Incompatibilidad (materiales a evitar):	Oxidantes fuertes, trióxido de cromo, permanganato de potasio, peróxido de sodio, es higroscópico, absorbe la humedad del aire.
X		
Riesgo de polimerización	Condiciones a evitar:	Bajo condiciones normales de temperatura y presión no se espera que ocurra riesgo de polimerización peligrosa.
Puede Ocurrir	No Ocurrirá	Peligro de Descomposición:
	X	Cuando se lo calienta hasta descomposición, emite humos azules e irritantes, que incluye dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) gaseoso y monóxido de carbono gaseoso (CO).

### 11-INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Vías Primarias de Ingreso: ¿INHALACIÓN? X ¿ABSORCIÓN DE PIEL? X ¿INGESTIÓN? X

**INHALACION:** Tos. Dolor de cabeza. Vértigo. Somnolencia. Náuseas. La exposición alta o repetida puede afectar al riñón y cerebro. La inhalación del vapor puede originar edema pulmonar. Cuando se lo calienta o nebuliza produce movimientos rápidos e involuntarios de los ojos y coma.

**ABSORCIÓN:** Ligera irritación. El contacto con los ojos causa enrojecimiento y dolor. Puede absorberse.

**INGESTIÓN:** Cuando se ingiere, pronto aparecen síntomas que imitan a los de embriaguez etílica y son seguidos de náuseas, vómitos, dolores abdominales, debilidad, languidez muscular, fallos respiratorios, convulsiones, colapso cardiovascular, edema pulmonar, hipocalcemia tetánica y acidosis metabólica severa. Sin tratamiento, la muerte puede ocurrir entre las 8 a 24 horas. Las víctimas que sobreviven al periodo de toxicidad inicial usualmente desarrollan fallos renales siempre con daños en el cerebro e hígado.



Cancerogenicidad:	¿NTPClasificación?	Grupoderevisión del cáncer	Regulado por OSHA?	Órganosdel impacto
Humana: Desconocida Animal: Desconocida	NO	NO		Riñones, Ojos, Sistema cardiovascular, Hígado, CN8.

Possible riesgo de malformaciones congénitas en el feto.

### 12-INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Esta sustancia no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (mPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

### 13-CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICIÓN/ELIMINACIÓN

Disposición:	No hay métodos de disposición preferidos. Colocar en recipientes adecuados hasta disposición o quemar en incinerador con doble cámara. Deben observarse métodos de eliminación y disposición aprobados por las autoridades nacionales y locales.
--------------	--

### 14-INFORMACIÓN DEL TRANSPORTE

#### TRANSPORTE TERRESTRE

Denominación Técnica:	1,2-ETANDIOL				
ONU	NO TIENE	CLASE	NO	GRUPO DE EMBALAJE ADR	NO

#### TRANSPORTE MARÍTIMO

Denominación Técnica:	1,2-ETANDIOL				
ONU	NO TIENE	CLASE	NO	GRUPO DE EMBALAJE IMDG	NO

#### TRANSPORTE AEREO

Denominación Técnica:	1,2-ETANDIOL				
ONU	NO TIENE	CLASE	NO	GRUPO DE EMBALAJE IATA	NO
Instrucciones de embalaje ICAO:	ND				

#### Clasificación de la sustancia de acuerdo a HMI8

SALUD	FUEGO	REACTIVIDAD	OTRA	GRADO DE PELIGROSIDAD	CÓDIGO DE COLORES	OTROS CÓDIGOS
2	1	0		0=Minimorriesgo 1=Riesgodespreciable 2=Riesgomoderado 3=Riesgoserio 4=Riesgocatastrófico	SALUD=AZUL FUEGO=ROJO REACTIVIDAD=AMARILLO OTRO3=BLANCO	OX=Oxidante ACID=Acido ALK=Alcalino COR=Corrosivo W=No usar agua

### 15-INFORMACIÓN REGULATORIA

#### NO REGULADO

Considerado comomaterialdemoderado riesgo para la salud y moderado riesgo por su inflamabilidad. La sustancia se ha clasificado y etiquetado de acuerdo al SGA.

### 16-INFORMACIÓN ADICIONAL

La información y recomendaciones indicadas están basadas en fuentes confiables. LABORATORIOS LADCO no asegura que sea completa o precisa. Es responsabilidad del usuario determinar si es adecuado y seguro para el uso que quiere darle y su apropiada disposición final. No hay garantías, expresas o implícitas, de la comercialización o propiedad o para el uso particular de cualquier otra naturaleza. LABORATORIOS LADCO no asume ninguna responsabilidad adicional ni autoriza asumir la a ninguna persona por el uso de o esta información o su confiabilidad.

### 3. HIDRÓGENO



## HIDROGENO



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL PRODUCTO.

<b>INFRA DE EL SALVADOR S.A. DE C.V.</b> 25 AV. NTE. No. 1080. EDIFICIO OXGASA, COLONIA MEDICA ZONA 8 SAN SALVADOR, EL SALVADOR, C.A. APTO POSTAL 1988 TEL. (503) 2234-3200 FAX. (503) 2225-8816  PLANTA: CARRETERA PANAMERICANA KM. 28 1/2, SAN JUAN OPICO, L.L. TEL.: (503) 2338-4242 FAX: (503) 2318-1988	<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b> Hidrógeno	No. CAS: 1333-74-0 No. UN: 1049
	<b>NOMBRE COMERCIAL Y SINÓNIMOS</b> Hidrógeno	
	<b>NOMBRE QUÍMICO Y SINÓNIMOS</b> Hidrógeno	
	<b>FÓRMULA</b> H <sub>2</sub> P.M. 2.016	<b>FAMILIA QUIMICA</b> Gases Inflamables

### INFORMACION NECESARIA PARA LA PROTECCION DE LA SALUD

<b>LIMITE DE EXPOSICION</b> El hidrógeno es un simple asfixiante por lo que no tiene un valor límite de exposición (TLV). El hidrógeno no está clasificado como cancerígeno por NTP, IARC, u OSHA. CPT: Asfixiante puro CCT: Asfixiante puro.
<b>SINTOMAS DE EXPOSICION</b> El hidrógeno no es tóxico y está clasificado como un simple asfixiante. Los síntomas de anoxia sólo ocurrirán cuando las concentraciones del gas estén dentro de los rangos de inflamabilidad y la mezcla no haya encendido. <b>NO ENTRAR EN ÁREAS DENTRO DEL RANGO DE INFLAMABILIDAD DEBIDO A LOS PELIGROS INMEDIATOS DE INCENDIO Y EXPLOSION.</b>
<b>PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS</b> El hidrógeno no es tóxico y está clasificado como un simple asfixiante, pero es extremadamente inflamable. El hidrógeno necesario para reducir las concentraciones del oxígeno en un nivel inferior al requerido para soportar la vida causaría mezclas dentro de los rangos de inflamabilidad. No entrar en áreas que contengan mezclas inflamables debido al peligro inmediato de incendio o explosión.
<b>TRATAMIENTO Y PRIMEROS AUXILIOS RECOMENDADOS</b> Las quemaduras de primer grado (sólo enrojecido, como quemadura de sol), o de segundo grado (ampolla) que sean ocasionadas por la exposición al fuego y se encuentran localizadas en una porción de alguna extremidad u otra pequeña área del cuerpo, pueden ser sumergidas en agua fría de 10 a 20 min. para aliviar el dolor. No sumergir el cuerpo entero en un baño de agua fría. Todas las quemaduras, excepto las de menor grado y que se localicen en un área pequeña deberán ser tratadas por un médico. Las áreas quemadas deben ser cubiertas con el material más limpio disponible, como una sábana limpia, previo al traslado del lesionado. No utilice ungüentos para quemaduras o materiales grasosos, a menos que sólo sean quemaduras de primer grado en áreas pequeñas. Las personas que sufran de falta de oxígeno deberán ser trasladadas a áreas con atmósfera normal. Si la víctima no está respirando aplique respiración artificial de preferencia boca a boca, si la respiración se dificulta administre oxígeno.
<b>MEZCLAS PELIGROSAS DE OTROS LIQUIDOS, SOLIDOS O GASES.</b> No mezclar con gases oxidantes tales como oxígeno, flúor, cloro, etc.

### PROPIEDADES FISICAS

PUNTO DE EBULLICIÓN @1 atm: -252.8 °C (- 423.0° F)	DENSIDAD DEL LÍQUIDO AL PUNTO DE EBULLICIÓN @ 1 atm: -70.96 Kg./m3
PRESION DE VAPOR N/A	DENSIDAD DEL GAS @ 21.1°C, 1 atm. 0.0834401 Kg./m3
SOLUBILIDAD EN AGUA @20°C (68°F), 1 atm: 3.35% por volumen	PUNTO DE CONGELAMIENTO @ 1 atm: -252.9°C (-434.5°F)
APARIENCIA Y OLOR El Hidrogeno es incoloro e inodoro.	

### INFORMACION SOBRE RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSION

DEFINICION DEL GRADO DE RIESGO SALUD : 0 INFLAMABILIDAD : 4 REACTIVIDAD : 0 ESPECIAL : NINGUNA		
PUNTO DE IGNICIÓN (MÉTODO USADO) N/A Gas a Temp. Normal	TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN 500°C (932°F)	LIMITES DE INFLAMABILIDAD % POR VOLUMEN INFERIOR 4.0% SUPERIOR 74.2%
MÉTODO DE EXTINCIÓN CO2, polvo químico, Halón		CLASIFICACIÓN ELECTRICA Clase 1 Grupo B
PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR INCENDIOS Cerrar la fuente de hidrógeno. Cuando sea posible, permita que el fuego se extinga por si mismo. Rociar agua al equipo adyacente para mantenerlo frío.		
PELIGROS INUSUALES DE FUEGO Y EXPLOSIÓN El hidrógeno se quema con una flama casi invisible de baja radiación térmica. Hay gente que ha caminado sin saber en flamas de hidrógeno. Fácilmente se incendia; la energía mínima de ignición es muy baja (0.2 MJ) y el rango de inflamabilidad es muy amplio. La flama se propaga muy rápidamente. Existe peligro potencial de explosión por reignición si el fuego se extingue sin cerrar la fuente de hidrógeno. El hidrógeno puede acumularse en las áreas superiores de los lugares cerrados.		

### DATOS DE REACTIVIDAD

ESTABILIDAD		CONDICIONES A EVITAR	
INESTABLE	ESTABLE X	Fuentes de ignición, flamas, objetos calientes.	
INCOMPATIBILIDAD (MATERIALES A EVITAR) Materiales Oxidantes. Algunos aceros son susceptibles de ataque o de hacerse quebradizos a altas temperaturas o presiones		RIESGO DE POLIMERIZACION	
		PUEDE OCURRIR	NO OCURRE X
PRODUCTOS DE DESCOMPOSICION PELIGROSOS Ninguno		CONDICIONES A EVITAR Ninguna	

### PROCEDIMIENTOS EN CASOS DE FUGAS O DERRAMES

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD EN CASOS DE FUGAS O DERRAMES.

NO ENTRAR en áreas que contengan mezclas inflamables de hidrógeno en aire. Ventilar las áreas cerradas para prevenir la formación de atmósferas inflamables o deficientes de oxígeno. Ver "VENTILACION" a continuación.

Eliminar todas las fuentes potenciales de ignición. Trasladar los cilindros de gases comprimidos al aire libre si la fuga es pequeña. Consultar a INFRASAL para obtener ayuda adicional.

### INFORMACION SOBRE ECOLOGIA

El hidrógeno no genera efectos adversos a la ecología, no contiene ningún químico de clase I o II que afecten la capa de ozono, el hidrógeno no está catalogado como contaminante marino. El hidrógeno por sus características se encuentra dentro del listado de los productos que si se almacenan, producen o transportan en cantidades iguales o mayores a la de reporte se considera la actividad como de alto riesgo, la cantidad de reporte para el hidrógeno es de 500 Kg.

#### METODO DE ELIMINACIÓN DE DESECHOS

No intentar desechar el hidrógeno residual en cilindros. Regresar los cilindros a INFRASAL con una presión residual positiva, las válvulas de los cilindros cerradas y el capuchón colocado en su lugar.

### INFORMACION PARA PROTECCION ESPECIAL

#### PROTECCION RESPIRATORIA

N/A

#### VENTILACIÓN

Natural o mecánica según se requiera. La ventilación mecánica debe cumplir con las especificaciones eléctricas para Clase 1 Grupo B.

#### GUANTES DE PROTECCION

Guantes de carmaza para el manejo de cilindros de gases comprimidos.

#### PROTECCIÓN OCULAR

Se recomienda el uso de anteojos de seguridad para el manejo de cilindros de gases comprimidos.

#### EQUIPO DE PROTECCIÓN

Zapato con casquillo y ropa 100% de algodón.

### PRECAUCIONES ESPECIALES

#### RECOMENDACIONES ESPECIALES PARA EL MANEJO DE HIDROGENO

Sólo utilizar en áreas con buena ventilación. Los cilindros de gases comprimidos contienen hidrógeno a una presión muy elevada, por lo que deben ser manejados con cuidado. Utilizar un regulador de presión cuando los cilindros se conecten a sistemas de baja presión. Asegurar los cilindros cuando estén en uso. Nunca utilizar flama directa para calentar los cilindros. Utilizar válvulas check para prevenir el retroceso de flujo al cilindro.

#### OTRAS PRECAUCIONES O RECOMENDACIONES

Los cilindros de hidrógeno sólo deben ser llenados por personal experimentado de los proveedores. Las atmósferas de las áreas en las cuales se haya venteado el hidrógeno y exista acumulación, deberán ser monitoreadas con un analizador portátil de gases inflamables.

## **NORMAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO, ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES Y CILINDROS DE GASES COMPRIMIDOS**

### **NORMAS DE LIMPIEZA**

- No permita el contacto del cilindro con aceites, grasas, u otras sustancias combustibles, para evitar mezclas que puedan producir peligrosas explosiones.
- No lubrique las válvulas de los cilindros, reguladores y manómetros con aceite u otras sustancias combustibles.
- No repinte el cilindro ni pinte marcas en ellos.

### **NORMAS DE TRANSPORTE**

- Los cilindros deben ser transportados y almacenados con la tapadera protectora.
- Utilice carretilla para transportar los cilindros.
- Los cilindros de acetileno deben ser transportados y almacenados en posición vertical.
- No transporte cilindros dentro de la cabina del vehículo, si por emergencia tiene que hacerlo, hágalo con las ventanas abiertas y no fume.
- Mueva los cilindros con cuidado, no los golpee cuando sean cargados o descargados de los vehículos de transporte.
- No suspenda los cilindros colgándolos de la tapa protectora.

### **NORMAS EN EL USO**

- Para conectar el regulador u otro accesorio, utilice llaves fijas de la medida exacta. No utilice llaves regulables que puedan resbalar y provocar chispas.
- Retorne los cilindros vacíos con 25 psig de presión para evitar contaminaciones.
- No apriete con excesiva fuerza las conexiones de los cilindros, el bronce es blando y se ajusta con mucha facilidad.
- No fume ni provoque chispas donde se esta usando oxígeno o cualquier gas inflamable, como el acetileno.

### **NORMAS DE ALMACENAMIENTO**

- Nunca deje los cilindros bajo el sol o a la intemperie, estos deben ser almacenados en un lugar fresco, seco y bien ventilado.
- No almacene los cilindros en sitios donde puedan convertirse en parte de un circuito eléctrico.
- Asegure los cilindros a una estructura sólida para evitar que se caigan.
- No almacene cilindros de oxígeno junto a otros cilindros que contengan gases combustibles (por ejemplo: propano, acetileno).

### **NORMAS GENERALES**

- Para detectar fugas de gas, utilice soluciones como agua jabonosa., nunca pruebe fugas acercando una llama.
- No sopletee piezas con oxígeno, este no es sustituto del aire.
- Cada cilindro esta diseñado para un gas específico, no haga trasiegos de un cilindro a otro.

#### 4. GLICEROL



### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (NCH 2245. Of 2015)

GLICEROL  
BM-0800

## GLICEROL

### SECCION 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y DE LA EMPRESA

Identificación del producto químico	Glicerol (para Biología Molecular)
Código	BM-0800
Usos recomendados	Aplicaciones técnicas (análisis químicos), industria Química en general, Docencia.
Nombre del proveedor	WINKLER LTDA.
Descripción del proveedor	El Quilley 496, Parque Industrial Valle Grande Lampa, Santiago / Chile.
Número de teléfono del proveedor	+562 24829500
Número telefónico de emergencias Químicas en Chile (CITUC)	+562 22473600
Número telefónico de emergencias Toxicológica en Chile (CITUC)	+562 26353800
Dirección electrónica del proveedor	www.winklerltda.com

### SECCION 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGRO

Clasificación según NCH382 / NCH2190	Clasificación según GHS
Sustancias varias	NO CLASIFICADO
NO CLASIFICADO	
Señal de seguridad según NCh1411/4	Clasificación específica
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">CLASIFICACION DE PELIGRO</p> <p style="margin: 0;">0 = No representativo</p> <p style="margin: 0;">1 = Leve</p> <p style="margin: 0;">2 = Moderado</p> <p style="margin: 0;">3 = Severo</p> <p style="margin: 0;">4 = Extremo</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">NORMA NFPA 1-1-0</p> </div>	<p style="text-align: center;">Código Almacenaje Winkler Verde: Normal</p> <div style="background-color: green; width: 100px; height: 20px; margin: 10px auto;"></div>

#### Descripción de peligros y sus efectos

Inhalación	Iritaciones en el tracto respiratorio.
Contacto con la piel	Causa irritaciones.
Contacto con los ojos	Produce irritaciones.
Ingestión	Riesgo improbable con manejo adecuado. Ingi. ingestión de grandes cantidades: cansancio, dolor de cabeza, somnolencia.

### SECCION 3: COMPOSICION / INFORMACION DE LOS COMPONENTES

Formula Química	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>
Concentración	99,5%
Peso molecular	92,1 g/mol
Sinónimos	Glicerina - 1,2,3-Propanotriol - 1,2,3-Trihidroxiopropano - Alcohol Glicólico.
Número CAS del producto	56-81-5
Número UN	No regulado.

### SECCION 4: PRIMEROS AUXILIOS

En caso de contacto accidental con el producto proceder de acuerdo con:	
Inhalación	Trasladar a la persona donde está aire fresco.
Contacto con la piel	Quitarse la ropa contaminada inmediatamente. Lavarse con abundante Agua, a lo menos de 10 a 15 minutos. Utilizar de preferencia una ducha de emergencia. De haber lesión, llevar al médico.
Contacto con los ojos	Lavarle con abundante agua corriente en un lavadero de ojos, como mínimo entre 10 y 15 minutos, separando los párpados. De persistir daño, derivar a un centro de atención médica.
Ingestión	Lavar la boca con bastante agua. Dar a beber Agua (máximo 2 vasos). En caso de malestar consultar a un médico.
Principales síntomas y efectos agudos y retardados	Tras ingestión de grandes cantidades: Cansancio dolores de estómago, Somnolencia, Dolor de cabeza
Protección de quienes brindan los primeros auxilios	Usar equipo de protección personal adecuado
Notas especiales para un médico	No hay información disponible.

Instante	
----------	--

**SECCION 5: MEDIDAS PARA LUCHA CONTRA INCENDIO**

Agentes de extinción	En general, uso de extintores de Polvo Químico Seco, Espuma Química y/o Anhídrido Carbónico, agua.
Agentes de extinción inapropiados	No existen limitaciones de agentes extinguidores para esta sustancia/mezcla.
Productos que se forman en la combustión y degradación térmica	Molido de Carbono, Dioxido de Carbono y Acroleína.
Peligros específicos asociados	En caso de incendio posible formación de gases de combustión o vapores peligrosos. En caso de fuerte calentamiento pueden producirse mezclas explosivas con el aire. El fuego puede provocar emanaciones de acroleína.
Métodos específicos de extinción	En general, uso de extintores de Polvo Químico Seco, Espuma Química y/o Anhídrido Carbónico, de acuerdo a características del fuego circundante. Aplicar Agua sólo en forma de neblina para enfriar contenedores y reprimir los vapores generados. Impedir la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas por el agua que ha servido a la extinción de incendios.
Precauciones para el personal de emergencia y/o los bomberos	Permanezca en la zona de riesgo sólo con sistema de respiración artificial e independiente. En caso de fuego, proteja las vías respiratorias con un equipo respiratorio autónomo. Protección de la piel mediante ropa protectora adecuada y observación de distancia de seguridad.

**SECCION 6: MEDIDAS QUE SE DEBEN TOMAR EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL**

Precauciones personales	Evitar la inhalación de los vapores aerosoles, evacuar el área de trabajo, respete los procedimientos de emergencia.
Equipo de protección	Usar ropa adecuada, equipo de protección personal.
Procedimientos de emergencia	Evacue el área de peligro, respetar los procedimientos de emergencia, consultar con expertos.
Precauciones medioambientales	No tirar los residuos al desagüe.
Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento	Cubre las alcantarillas. Recoja con material absorbente, proceder a la eliminación de los residuos.
Métodos y materiales de limpieza	
Recuperación	Recoger con material absorbente de líquidos.
Neutalización	No hay información disponible.
Disposición final	Los residuos deben eliminarse de acuerdo a las normativas vigentes. Mantenga el producto en los recipientes originales. No mezcle con otros residuos, maneje los recipientes sucios como el mismo producto.
Medidas adicionales de prevención de desastres	No hay información disponible.

**SECCION 7: MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO**

<b>Manipulación</b>	
Precauciones para la manipulación segura	Observar las indicaciones de la etiqueta.
Medidas operacionales y técnicas	Proteger contra el daño físico.
Otras precauciones	Sustituir ropa contaminada. Lavar manos al término del trabajo.
Prevención del contacto	Mantener los envases cerrados y debidamente etiquetados.
<b>Almacenamiento</b>	
Condiciones para el almacenamiento seguro	Área general de almacenamiento de reactivos y soluciones químicas, sustancias químicas que no ofrecen un riesgo importante para ser clasificadas. Almacenar en lugar fresco, seco y con buena ventilación, temperatura de almacenamiento entre 5°C y 30°C. Disponer de algún medio de contención de derrames.
Medidas técnicas	Mantener alejado de condiciones y sustancias incompatibles. Proteger contra el daño físico. Tener los envases cerrados y debidamente etiquetados.
Sustancias y mezclas incompatibles	Almacenar alejado de condiciones y productos incompatibles.
Material de envase y/o embalaje	Se recomienda contener en recipiente de vidrio o plástico apropiado con cierre hermético.

**SECCION 8: CONTROL DE EXPOSICION / PROTECCION ESPECIAL**

Concentración máxima permisible	No contiene valores con límites de exposición profesional.
Elementos de protección personal	Aplicar procedimientos de trabajo seguro. Cuidar respecto a los riesgos químicos y su prevención. Contar con ficha de seguridad química del producto y conocer su contenido. Mantener los envases con sus respectivas etiquetas. Respetar prohibiciones de no fumar, comer y beber bebidas en el lugar de trabajo. No pipetear con la boca. Usar pró pipeta. Utilizar elementos de protección personal: Guantes de seguridad, Guantes de nitrilo, sólo en caso de presencia de vapores / aerosoles, protección respiratoria Filtro para gases y vapores orgánicos.
Protección respiratoria	Aplicación de protección respiratoria sólo en caso de generación de vapores / aerosoles. Debe ser específico para vapores orgánicos. En caso de sobrepasarse el nivel IDLH, ambientes con concentración desconocida o situaciones de emergencia, debe utilizarse sistema de respiración autónoma.
Protección de manos	Utilización de guantes de Butilo, Nitrilo, Viton, Neopreno y/o PVC. No recomendado: PVA.



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (NCH 2245. Of 2015)

GLICEROL  
HM-0000

Protección de ojos	Uso de lentes de seguridad resistentes contra salpicaduras y proyecciones de la sustancia química
Protección de la piel y el cuerpo	Ropa adecuada. Utilizar calzado cerrado, no absorbente, con resistencia química y de planta baja.
Medidas de ingeniería	Esta información no está disponible

### SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado físico	Líquido.
Apariencia	Incoloro, viscoso e higroscópico.
Olor	Sin olor.
pH	Aprox. 5, 100g/l a 20°C
Temperatura de ebullición	290°C a 1.013 hPa (descomposición)
Temperatura de fusión	18°C
Temperatura de inflamación	199°C
Temperatura de autoignición	370°C
Densidad (Agua = 1)	1.264 kg/L a 20°C
Presión De Vapor	< 0.001 mmHg a 20°C
Densidad De Vapor (Aire = 1)	3.18
Solubilidad	Completamente soluble en Agua. Soluble en Alcohol Etilico. Insoluble en Benceno, Cloroformo, éter de Petróleo y Tetracloruro de Carbono.

### SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad Química	Estable bajo condiciones normales ( a temperatura ambiente)
Condiciones que se deben evitar	Altas temperaturas (se descompone). Llamas y otras fuentes de ignición. Humedad (es higroscópico). Aire.
Incompatibilidades Químicas	Riesgo de explosión con: Halógenos, Agentes Oxidantes fuertes, peróxido de hidrógeno, nitrato, ácido perclórico, óxidos de plomo, ácido nítrico, ácido sulfúrico. Peligro de ignición o de formación de gases o vapores combustibles con: permanganato de potasio, hidruros, hipoclorito de calcio, fluor, óxidos de plomo. Reacción exotérmica con: óxidos de Boro, cromo (VI) óxido, haluros de Boro, anhídrido acético, oxidoruro de Boro, anilina, nitrobenzeno
Polimerización peligrosa	Puede ocurrir polimerización por aumento de temperatura
Productos peligrosos de la descomposición	Monóxido de Carbono, Dióxido de Carbono y Acetalina.

### SECCION 11: INFORMACION TOXICOLOGICA

Cancerígeno	En estudio
Mutágeno	No hay evidencias
Teratogéno	No hay evidencias
Otros efectos	Tras ingestión de grandes cantidades: Cianosis, Dolor de cabeza, Somnolencia Los riesgos son improbables con manejo adecuado. Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.
Toxicidad aguda	DL50 (oral, rata) 12.600 mg/kg
Toxicidad cutánea aguda	DL50 (piel, conejo): > 18.700 mg/kg
Lesiones oculares graves/irritación ocular	Riesgo de ceguera
Sensibilización respiratoria o cutánea	Información no disponible
Toxicidad reproductiva	Información no disponible
Toxicidad específica en órganos particulares - exposición única	Información no disponible
Toxicidad específica en órganos particulares - exposiciones repetidas	Información no disponible
Peligro de inhalación	Información no disponible
Toxicocinética	Información no disponible
Metabolismo	Información no disponible
Distribución	Información no disponible
Patogenicidad e infección aguda (oral, dérmica e inhalatoria)	Información no disponible
Disrupción endorina	Información no disponible
Neurotoxicidad	Información no disponible
Inmunotoxicidad	Información no disponible



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD  
(NCH 2245. Of 2015)

GLICEROL

HM-0000

**SECCION 12: INFORMACION ECOLOGICA**

Ecotoxicidad (EC, IC y LC)	Toxicidad para los peces: LCS0 <i>Carassius auratus</i> (pez dorado): > 5.000 mg/l, 24hr Toxicidad para las daphnias y otros invertebrados acuáticos: ECS a. subatum: 3.2000mg/l, 72hr CE50 <i>Daphnia magna</i> (pulga de mar grande): > 10.000 mg/l, 24 h Toxicidad para las algas: ICS <i>Scenedesmus quadricauda</i> (alga verde): > 10.000 mg/l, 7 días Toxicidad para las bacterias ECS <i>Pseudomonas putida</i> : > 10.000 mg/l, 16 h
Persistencia y degradabilidad	Biodegradabilidad: 63%, 14 días, fácilmente biodegradable Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO): 870 mg/g , 5 días Demanda química de oxígeno ( DCO) 1.160 mg/g Demanda térmica de oxígeno (DTO) 1.217 mg/g Ratio BOD/ThBOD: DB05 71% Ratio COD/ThCOD 95%
Potencial bioacumulativo	Coefficiente de reparto n-octanol agua: log Pow=-1,76. No se de esperar una bioacumulación
Movilidad en suelo	No hay información disponible. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

**SECCION 13: INFORMACIÓN SOBRE DISPOSICION FINAL**

Residuos	Disponer los residuos directamente a un vertedero autorizado para contenerlos. Es importante considerar para la eliminación de residuos, que se realice conforme a lo que disponga la autoridad competente respectiva, solicitándose previamente la autorización correspondiente.
Envase y embalaje contaminados	Maneje los recipientes como el propio producto
Material contaminado	Maneje el material contaminado como el propio producto

**SECCION 14: INFORMACION SOBRE EL TRANSPORTE**

	Modalidad de transporte		
	Terrestre	Marítima	Aérea
Número NU	No regulado	No regulado	No regulado
Designación oficial de transporte	No regulado	No regulado	No regulado
Clasificación de peligro primario NU	No regulado	No regulado	No regulado
Clasificación de peligro secundario NU	No regulado	No regulado	No regulado
Grupo de embalaje/envase	No regulado	No regulado	No regulado
Peligros ambientales	No regulado	No regulado	No regulado
Precauciones especiales	No regulado	No regulado	No regulado
Transporte a granel de acuerdo con MARPOL 73/78, Anexo II, y con IBC Code	No relevante		

**SECCION 15: INFORMACION REGLAMENTARIA**

Regulaciones nacionales	NCh2245 - Hoja de datos de seguridad para productos químicos. NCh382 - Transporte terrestre de sustancias peligrosas - Clasificación general. NCh2190 - Transporte de sustancias peligrosas - Distintivos para la identificación de riesgos. NCh14114 - Señales de seguridad para la identificación de riesgos. D.S. 504 - Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de trabajo. D.S. 398 - Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. D.S. 148 - Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos. D.S. 43 - Almacenamiento de sustancias peligrosas.
El receptor debería verificar la posible existencia de regulaciones locales aplicables al producto químico	

## 5. METANO



# Hoja de datos de seguridad del producto

# CH<sub>4</sub>

INFRASAL S.A. DE C.V. 25 AV. NTE. No. 1080. EDIFICIO OXGASA, COLONIA MEDICA ZONA 8 SAN SALVADOR, EL SALVADOR, C.A. APTO POSTAL 1958 TEL. (503) 234-3200 FAX. (503) 225-8816  PLANTA: CARRETERA PANAMERICANA KM. 26 1/2, SAN JUAN OPICO, L.L. TEL.: (503) 338-4242 FAX: (503) 318-1989	NOMBRE DEL PRODUCTO Metano	No. CAS: 74-82-8
	NOMBRE COMERCIAL Y SINÓNIMOS  Metano, Hidruro de Metilo, Gas de los Pantanos	
	NOMBRE QUÍMICO Y SINÓNIMOS  Metano	
	FÓRMULA=  CH <sub>4</sub> PM: 16.04	FAMILIA QUÍMICA  Hidrocarburos alifáticos

## INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD

<b>LÍMITE DE EXPOSICIÓN</b> OSHA: Ninguno establecido. ACGIH: Asfixiante simple.
<b>SÍNTOMAS DE EXPOSICIÓN</b> INHALACION: Altas concentraciones de metano para no admitir un suministro adecuado de oxígeno a los pulmones producirán mareos, respiración profunda debido a la necesidad de aire, posibles náuseas y la inconsciencia eventual.
<b>PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS</b> El metano es inactivo biológicamente y esencialmente no es tóxico; por lo tanto, el mayor riesgo de sobreexposición es la no admisión de un suministro adecuado de oxígeno a los pulmones. El metano no está clasificado como cancerígeno o potencialmente cancerígeno por NTP, IARC u OSHA Subparte Z
<b>TRATAMIENTO Y PRIMEROS AUXILIOS RECOMENDADOS</b> SE REQUIERE ATENCIÓN MÉDICA INMEDIATA EN TODOS LOS CASOS DE SOBREEXPOSICIÓN AL METANO. EL PERSONAL DE RESCATE DEBE ESTAR EQUIPADO CON EL EQUIPO DE PROTECCIÓN APROPIADO (EQUIPO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMO, ETC.) PARA PREVENIR LA EXPOSICIÓN INNECESARIA Y ESTAR CONSCIENTE DEL PELIGRO EXTREMO DE FUEGO Y EXPLOSIÓN. INHALACIÓN: Las personas conscientes deben ser trasladadas a un área sin contaminación e inhalar aire fresco suministrando oxígeno suplementario si está disponible. Las personas inconscientes deben ser trasladadas a un área sin contaminación, si no está respirando, dar resucitación boca a boca y oxígeno suplementario. Remover a la persona rápidamente del área contaminada es lo más importante. El tratamiento posterior debe ser sintomático y de apoyo.
<b>MEZCLAS PELIGROSAS DE OTROS LÍQUIDOS, SÓLIDOS O GASES</b> Forma mezclas explosivas o inflamables con la mayoría de los agentes oxidantes (oxígeno, cloro, flúor, etc) y es inflamable en aire en un amplio rango.

### PROPIEDADES FÍSICAS

<b>PUNTO DE EBULLICIÓN @ 1 atm.</b> -258.8 °F (-161.4 °C)	<b>DENSIDAD DEL LÍQUIDO AL PUNTO DE EBULLICIÓN</b> 26.4 lb/ft <sup>3</sup> (424.7 kg/m <sup>3</sup> )
<b>PRESIÓN DE VAPOR @ 70 °F (21.1 °C) arriba de la temperatura crítica de -116.17 °F (-82.8 °C)</b>	<b>DENSIDAD DEL GAS A 70°F, 1 atm</b> 0.042 lb/ft <sup>3</sup> (0.673 kg/m <sup>3</sup> )
<b>SOLUBILIDAD EN AGUA A 64 °F (vol./vol.)</b> Insuficiente	<b>PUNTO DE CONGELAMIENTO</b> -296.45 °F (-182.47 °C)
<b>APARIENCIA Y OLOR</b> Gas incoloro e inodoro. Gravedad específica a 70 °F (21.1°C), 1 atm (aire = 1) = 0.555	

### INFORMACIÓN SOBRE RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

<b>PUNTO DE IGNICIÓN (METODO USADO)</b> -306 °F (-188 °C) C. C.	<b>TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN</b> 1076 °F (580 °C)	<b>LÍMITES DE INFLAMABILIDAD % POR VOLUMEN</b>	
		INFERIOR	SUPERIOR
		5	15
<b>METODO DE EXTINCIÓN</b> Polvo químico, CO <sub>2</sub> ó agua.		<b>CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA</b> Clase 1, Grupo D	
<b>PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR INCENDIOS</b> Si es posible, cierre la fuente de metano. Desde una distancia segura, use chorro de agua para enfriar los cilindros adyacentes hasta que el fuego sea extinguido por completo. Si es posible sin arriesgarse, mueva los cilindros a un área alejada del incendio.			
<b>PELIGROS INUSUALES DE FUEGO Y EXPLOSIÓN</b> Si la flama es extinguida y el flujo de gas continúa, incremente la ventilación para prevenir la formación de una atmósfera inflamable o explosiva. Los cilindros expuestos al calor o flama pueden ventearse rápidamente o explotar.			

### DATOS DE REACTIVIDAD

<b>ESTABILIDAD</b>		<b>CONDICIONES A EVITAR</b> Altas temperaturas.
<b>INESTABLE</b>	<b>ESTABLE</b> X	
<b>INCOMPATIBILIDAD (MATERIALES A EVITAR)</b> Oxidantes.		<b>PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS</b> Ninguno
<b>RIESGO DE POLIMERIZACIÓN</b>		<b>CONDICIONES A EVITAR</b> Ninguna
<b>PUEDA OCURRIR</b>	<b>NO OCURRE</b> X	

## PROCEDIMIENTOS EN CASOS DE FUGAS O DERRAMES

### MEDIDAS DE SEGURIDAD EN CASOS DE FUGAS O DERRAMES.

Evacue a todo el personal del área afectada. Incremente la ventilación en el área de la fuga. Use un explosímetro calibrado para monitorear la concentración de metano. Existe un riesgo inmediato de explosión en atmósferas con concentraciones mayores a 5%. Utilice equipo de protección apropiado (equipo de protección autónomo y ropa resistente al fuego). Nunca entre a un área donde la concentración sea mayor al 20% del límite inferior de inflamabilidad. Si el cilindro tiene fuga llame al teléfono de emergencias de INFRA. Si la fuga esta en el sistema del usuario cierre la válvula del cilindro, libere la presión y purgue las líneas con gas inerte antes de intentar reparaciones.

### MÉTODO DE ELIMINACION DE DESECHOS

Regrese el producto no utilizado a su proveedor. El producto residual en el sistema puede ser quemado si existe un equipo adecuado (incinerador) en el lugar. Esto deberá realizarse de acuerdo con las reglamentaciones federales, estatales y municipales. Los residuos que contengan este material pueden ser clasificados como residuos peligrosos por su inflamabilidad. Regrese los cilindros a INFRA con presión positiva, la válvula bien cerrada y el capuchón bien enroscado.

## INFORMACIÓN PARA PROTECCIÓN ESPECIAL

### PROTECCIÓN RESPIRATORIA

En situaciones de emergencia debe utilizarse equipo de respiración autónomo. Precaución: No entre en áreas donde la concentración de sea mayor de 1.00% (20% del Límite Inferior de Inflamabilidad).

### VENTILACIÓN

Provea buena ventilación o sistema de extracción para prevenir la acumulación de concentraciones de gas por encima del límite inferior de inflamabilidad.

### GUANTES DE PROTECCIÓN

Se recomienda el uso de guantes de camaza y zapatos de seguridad para el manejo de cilindros.

### PROTECCIÓN OCULAR

Se recomienda el uso de anteojos de seguridad para el manejo de cilindros

### EQUIPO DE PROTECCIÓN

En situaciones de emergencia utilice ropa resistente al fuego.

## PRECAUCIONES ESPECIALES

### INFORMACIÓN ESPECIAL DE CLASIFICACIÓN

El metano está clasificado como un gas inflamable, clase de riesgo 2.1. Debe especificarse en la calcomanía "GAS INFLAMABLE". El nombre correcto para transportación es METANO O METANO COMPRIMIDO. El número UN es 1971.

### RECOMENDACIONES ESPECIALES PARA EL MANEJO

SOLO USELO EN AREAS BIEN VENTILADAS. Los capuchones de protección de las válvulas deben permanecer en su lugar a menos de que el cilindro este asegurado y la válvula acoplada al punto de uso. Utilice un regulador reductor de presión cuando los cilindros se conecten a tuberías o sistemas de baja presión (<3000 psig). Utilice una válvula de retención para prevenir retroceso a los cilindros. Nunca aplique flama o calor directo a ninguna parte del cilindro para incrementar el flujo de descarga del cilindro. Evite arrastrar, deslizar ó rodar los cilindros, aún en distancias cortas. Use un carro apropiado para el traslado de cilindros.

Para recomendaciones adicionales en el manejo de cilindros consulte el folleto P-1 de la Compressed Gas Association (CGA).

#### RECOMENDACIONES ESPECIALES PARA EL ALMACENAMIENTO

Proteja los cilindros de daños físicos. Almacénelos en áreas con buena ventilación, secas y frías construídas con materiales no inflamables y localizados en áreas que no contengan tráfico pesado o salidas de emergencia. Los cilindros deben almacenarse en posición vertical y bien sujetos para prevenir caídas o que sean tirados. No permita que la temperatura de las áreas de almacenamiento excedan 125 °F (52 °C). No deberá haber fuentes de ignición en las áreas de almacenamiento o uso. Coloque señales de "No Fumar" o "No usar flamas" en las áreas de almacenamiento o uso. Separe los cilindros vacíos de los llenos. Use un sistema de inventarios de "primeras entradas - primeras salidas" para prevenir que los cilindros llenos sean almacenados por períodos excesivos de tiempo.

Para recomendaciones adicionales sobre el almacenamiento consulte el folleto P-1 de la CGA.

#### RECOMENDACIONES ESPECIALES PARA EL ENVASADO

El metano no es corrosivo y puede ser usado con cualquier material estructural común.

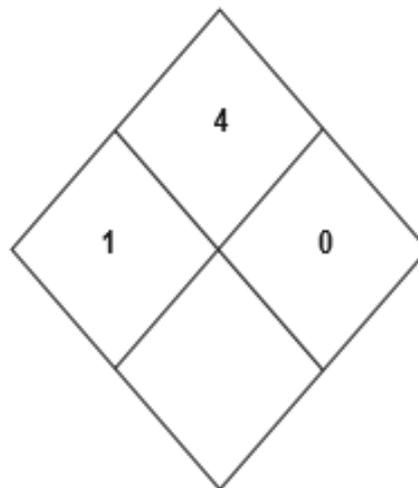
#### OTRAS PRECAUCIONES O RECOMENDACIONES

Las líneas y el equipo asociado con el sistema de metano deben ser conectadas a tierra. Todo el equipo eléctrico debe ser antichispas o a prueba de explosión. Los cilindros de gases comprimidos sólo deben ser llenados por el personal experimentado de productores calificados. Los cilindros deben transportarse asegurados en posición vertical en una unidad con buena ventilación. Nunca los transporte en el compartimiento de pasajeros de un vehículo.

### PROCEDIMIENTOS ESPECIALES

#### IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS DE INCENDIO DE MATERIALES.

	RIESGOS A LA SALUD	INFLAMABILIDAD	REACTIVIDAD	RIESGOS ESPECIFICOS
NFPA	1	4	0	-



## 6. METANOL



<b>HOJA DE SEGURIDAD DE PRODUCTO</b>		Revisión: 3 Noviembre 2016		
<b>1- IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y LA COMPAÑIA</b>				
Nombre Comercial	METANOL			
Formula Química	CH <sub>4</sub> O/CH <sub>3</sub> OH			
Usos	Materia prima para la producción de metil t-butil éter (MTBE), formaldehído, ácido acético, cloro metano, metacrilato de metilo, melilaminas, dimetil tereftalato, ésteres metílicos de ácidos orgánicos e inorgánicos, etilenglicol y plaguicidas. Como solvente en compuestos para limpiar parabrisas de automóviles, anticongelante en radiadores de automóviles y frenos de aire; como combustible reemplazando la gasolina en las mezclas gasolina-diesel; como combustible en estufas de picnic y antorchas de soldadura; en la extracción de aceites de animales y vegetales; en la desnaturalización de etanol; como agente suavizante de plásticos de piroxilina y otros polímeros. Disolvente en la fabricación de colesterol, estreptomicina, vitaminas, hormonas y otros productos farmacéuticos; Ingrediente de pintura, removedores de barnices, productos de limpieza y de desparafinado. Utilizado en la fabricación de película fotográfica, el celuloide, jabón textil, tintes para la madera, tejidos recubiertos, vidrio irrompible, revestimiento de papel, las formulaciones de impermeabilización, cuero artificial, indigo sintético y otros colorantes.			
Identificación de la compañía	Laboratorios Ladco S.A. Calle 45 Nº 2487 - (1650) San Martín - Buenos Aires			
Números de Teléfonos de Emergencia	Tel. : ( 54 - 11 ) 4752-1010 (Rotativas) Fax: ( 54 - 11 ) 4753-8273			
Sinónimos: ALCOHOL METILICO, METIL ALCOHOL, CARBINOL, HIDROXIMETANO, METILOL, MONOHIDROXIMETANO, ESPIRITU DE LA MADERA, ALCOHOL DE MADERA, HIDRATO DE METILO, NAFTA DE MADERA, HIDROXIDO DE METILO				
<b>2-IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS</b>				
Clasificación de la sustancia de acuerdo al GGA				
	H228: Líquido y vapores muy inflamables	H301 + 311 + 331: Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación. H370: Provoca daños en los órganos(ojos).		
Elementos de la Etiqueta				
La sustancia se ha clasificado y etiquetado de acuerdo al GGA				
Pictogramas de peligro	Palabra de advertencia:	Indicaciones de peligro		
	PELIGRO	H228: Líquido y vapores muy inflamables H301 + 311 + 331: Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación. H370: Provoca daños en los órganos(ojos).		
<b>Consejos de prudencia</b>				
<p>P210: Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.</p> <p>P233: Manténgase el recipiente bien cerrado.</p> <p>P240: Conectar a tierra / enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción.</p> <p>P241: Utilizar equipos eléctricos/de ventilación/de iluminación a prueba de explosiones.</p> <p>P242: Utilizar únicamente herramientas que no produzcan chispas.</p> <p>P243: Tomar medidas de precaución contra descargas electrostáticas.</p> <p>P260: No respirar gases/ nieblas/ vapores/ aerosoles.</p> <p>P264: Lavarse las manos concienzudamente tras la manipulación.</p> <p>P270: No comer, beber o fumar mientras se manipula este producto.</p> <p>P271: Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado.</p> <p>P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.</p> <p>P308 + 310: En Caso de exposición confirmada o presunta consultar a un médico</p> <p>P303+P361+P353: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Enjuagar la piel con agua o ducharse.</p> <p>P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.</p> <p>P311: Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico/...</p> <p>P301+P310 EN CASO DE INGESTIÓN llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico/...</p> <p>P301 + P330 + P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.</p> <p>P370 + 378: En caso de incendio: Utilizar pulverización de agua, dióxido de carbono, productos químicos secos o espuma para su extinción.</p> <p>P363: Lavar la ropa contaminada antes de volverla a usar.</p> <p>P403+P233: Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente herméticamente cerrado.</p> <p>P235: Mantener en lugar fresco.</p> <p>P405: Guardar bajo llave.</p> <p>P501: Desechar el contenido y el recipiente en un depósito para basura o de reciclaje adecuado de acuerdo con las reglamentaciones locales y nacionales.</p> <p>P210: Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.</p>				
<b>3-COMPOSICION/INFORMACION DE LOS COMPONENTES</b>				
Sustancia/ Mezcla:	Nombre químico	Número DOT/ ONU	Número de Riesgo	Número de Intervención
Sustancia	ALCOHOL METILICO	1230	33	131
Número de Chemical Abstract Service (C.A.S.)	DOT Requirimiento del rotulo de peligrosidad		N.C.M	GTIN
67-68-1	Líquido inflamable Tóxico		2806.11.00	8880000000608

Continúa en página 2

**4-MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS**

Procedimientos de emergencia y primeros auxilios:

<b>Contacto con ojos:</b>	Lave inmediatamente los ojos con grandes cantidades de agua durante 15 minutos (mínimo) levantando ocasionalmente los extremos superior e inferior de los párpados. Consultar a un oftalmólogo inmediatamente.
<b>Contacto con piel:</b>	Lávese inmediatamente la parte contaminada con abundante agua y jabón. Si penetró la ropa, quítese la ropa y lave la piel con abundante agua. Busque atención médica inmediatamente. Lavar la ropa contaminada antes de volverla a usar.
<b>Inhalación:</b>	Retire a la persona del lugar de exposición al aire fresco inmediatamente. De ser necesario proveer a la persona de asistencia respiratoria y RCP. Derivar a centro médico asistencial.
<b>Ingestión:</b>	Tras ingestión: aire fresco. Enjuagar la boca con agua. Hacer beber etanol (p. ej. 1 vaso de una bebida alcohólica 40%). Consultar inmediatamente al médico (referirse al Metanol) o a centro de toxicología. Solamente en casos excepcionales, si no es posible la asistencia médica dentro de una hora, provocar el vómito (solamente en personas despiertas y plenamente conscientes) y administrar de nuevo etanol (aprox. 0,3 ml de una bebida alcohólica del 40% / Kg de peso corporal / hora).
<b>Indicaciones para el médico:</b>	Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

**5-MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS**

Métodos de extinción:

**Agua pulverizada. Polvo Químico Seco, spray de agua, espuma resistente a alcoholes, Dióxido de carbono en fuegos pequeños. No utilice chorro de agua.****Inflamable. Los vapores son más pesados que el aire y pueden expandirse a lo largo del suelo, prestar atención al retorno de la llama. Son posibles mezclas explosivas con el aire a temperaturas normales.****En caso de incendio posible formación de gases de combustión o vapores peligrosos: monóxido de carbono y dióxido de carbono.**

Procedimientos específicos en la extinción del fuego:

**Use ropa de protección total y equipo de respiración autónomo. No utilice spray para diluir el derrame. Enfriar los contenedores cerrados expuestos al fuego con agua pulverizada. Impedir la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas por el agua que ha servido a la extinción de incendios.**

Riesgos inusuales en la extinción total del fuego:

**Líquido combustible que puede incrementar el quemado de los materiales. Los contenedores pueden explotar en incendios.****6-MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL****Precauciones individuales:**

Evitar el contacto con piel, ojos. No inhalar vapor. Extinguir llamas. Eliminar fuentes de ignición. No fumar. Evitar chispas. Debido a la toxicidad o inflamabilidad del producto, evacúe a todo el personal no necesario, advierta o evacúe a las personas que se encuentren en las proximidades o a favor del viento. Cortar fugas, si es posible sin riesgo personal. Tomar medidas de precaución contra descargas estáticas.

**Protección personal:**

Usar guantes de caucho de nitrilo, tipo guantelete, chaqueta y pantalón de caucho de nitrilo. Botas de seguridad de caucho hasta la rodilla.

En presencia de vapores usar Máscara respiratoria completa con botella para vapores orgánicos. En lugares cerrados, usar Equipo respiratorio autónomo de circuito abierto.

**Precauciones para la protección del medio ambiente:**

Diluir con mucha agua. Prevenir la contaminación de suelo y agua. Prevenir su extensión o entrada en desagües, canales, ríos o aguas subterráneas o que penetre en el alcantarillado, en fosas o en sótanos mediante el uso de arena, tierra u otras barreras apropiadas. Si el líquido alcanzara alguna corriente de agua superficial avisar al servicio de emergencia.

**Métodos de limpieza - Derrames pequeños:**

Absorber o evitar la extensión del líquido con arena, tierra u otro producto que controle el derrame. Recoger y colocar en depósito que se etiquetará y cerrará hasta posterior eliminación bajo apropiadas medidas de seguridad. Meter el recipiente con fugas en un bidón etiquetado. Limpiar a fondo las superficies contaminadas con abundante agua. Retener los restos de lavado como residuos contaminados.

**Métodos de limpieza - Derrames grandes:**

Trasladar a un depósito que se etiquetará y cerrará hasta su recuperación o eliminación bajo necesarias medidas de seguridad. Actuar con los residuos como si se tratara de derrame pequeño.

**Otras informaciones:**

Notificar a las autoridades si se produce, o es probable que se produzca, cualquier exposición al público en general o al medio ambiente. Las autoridades locales deben de ser informadas si los derrames importantes no pueden ser contenidos.

Riesgo de explosión. Los vapores pueden formar mezcla explosiva con el aire. Utilice herramientas limpias y a prueba de chispa para recoger el producto absorbido.

**7-MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO****Precauciones para una manipulación segura:**

No inhalar el vapor. Evitar la exposición prolongada o repetida. Evitar el contacto con la boca, los ojos y la piel. Trasvasar y manejar el producto solamente en un sistema cerrado o con aspiración.

Sustituir la ropa contaminada. Es recomendable una protección preventiva de la piel.

Extracción neumática solo con nitrógeno y otros gases inertes.

**Prevención de incendios y explosiones:**

Mantener apartado de las llamas abiertas, de las superficies calientes y de los focos de ignición. No fumar.

Tomar medidas contra las cargas electrostáticas.

**Condiciones de almacenamiento seguro:**

Almacenar en tambores metálicos firmemente cerrados (libre de aire) en un espacio fresco, seco y bien ventilado lejos de fuentes de calor y materiales incompatibles.

Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

No contaminar otros pesticidas, fertilizantes, agua, o alimentos, por almacenamiento o deshecho. Controlar los inventarios seguidos. Proteger a los tambores contra golpes y daños físicos.



**8-CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL**

Componentes peligrosos (identificación específica)	Límites de Exposición Resolución 295/03	NIOSH Límites de exposición	OSHA Límites de exposición	IDLH Riesgo inmediato a la salud y a la vida	ACGIH Límites de exposición
Alcohol Metílico 1ppm=1.51mg/m <sup>3</sup>	CMP: 200 ppm (260 mg/m <sup>3</sup> ) CMP-CPT: 250 ppm (327.5mg/m <sup>3</sup> )	REL(10 hs): 200 ppm (260 mg/m <sup>3</sup> ) STEL: 250 ppm (327.5mg/m <sup>3</sup> )	PEL(8 hs): 200 ppm (260 mg/m <sup>3</sup> ) STEL:	6.000ppm	TLV: 200 ppm (260 mg/m <sup>3</sup> ) STEL: 250 ppm (327.5mg/m <sup>3</sup> )

Protección Respiratoria: Utilizar Equipos Autónomos de Protección Respiratoria.

Ventilación: Es recomendable la extracción local o sistemas mecánicos generales.

Guantes de Protección	Protección ocular	Otras protecciones
Neopreno o Nitrilo	Protector facial / anteojos de seguridad	Protección uniforme apropiada

Condiciones de trabajo/higiene: Siempre lave cuidadosamente sus manos luego de estar en contacto con el producto, nunca coma o beba o fume en áreas vecinas del producto.

**9-PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

Punto de Ebullición	Gravedad Específica(H <sub>2</sub> O=1)	Punto de Inflamación Flash
64.7°C ( 48.6°F)	0.78 a 20°C (88°F)	12°C ( 53°F) Cubeta cerrada
Presión de Vapor (mmHg)	Peso Molecular:	Clasificación NFPA:
98 a 20°C (88°F)	32.04	Clase IB líquido inflamable
Densidad de Vapor (Aire =1)	Punto de Fusión:	Límite de explosión en% de aire en volumen:
1.11	-88 °C (-144.4°F)	UEL(200°F): 38.0% LEL(200°F): 8.0%
Temperatura de autoignición	Aspecto	Solubilidad
455°C (851°F)	Líquido incoloro con olor característico similar al alcohol	Miscible con agua. Soluble en alcohol, éter, cloroformo, acetona, tolueno y la mayoría de los solventes orgánicos

**10-ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

Estabilidad	Condiciones a evitar:	Normalmente estable. Evite el contacto con los materiales incompatibles. Evite el contacto con el fuego, llama, chispas o materiales a alta temperatura.
ESTABLE	INESTABLE	
X	Incompatibilidad (materiales a evitar):	Riesgo de explosión con: Oxidantes, ácido perclórico, percloratos, halogenatos, bromo(VI)óxido, halogenóxidos, óxidos de nitrógeno, óxidos no metálicos, ácido bromosulfónico, cloratos, hidruros, dióxido de zinc, halógenos, magnesio, peróxido de hidrógeno/a agua oxigenada, Ácido nítrico. Reacción exotérmica con: Halogenuros de ácido, Anhídridos de ácido, Agentes reductores, ácidos. Desprendimiento de gases o vapores peligrosos con: Metales alcalinotérreos, metales alcalinos
Riesgo de polimerización	Condiciones a evitar:	Bajo condiciones normales de temperatura y presión no se espera que ocurra riesgo de polimerización peligrosa.
Puede Ocurrir	No Ocurrirá	Cuando se lo calienta hasta descomposición, emite humos, que incluye dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) y monóxido de carbono (CO) gaseoso.
	X	

**11-INFORMACION TOXICOLÓGICA**

Vías Principales de Ingreso	¿INHALACIÓN?	X	¿ABSORCIÓN DE PIEL?	X	¿INGESTIÓN?	X
-----------------------------	--------------	---	---------------------	---	-------------	---

<b>INHALACION:</b>	Dolor de cabeza, náuseas, vértigo, vómito e irritación de membranas y mucosas. Pueden ocurrir síndromes metabólicos y efectos visuales graves después de un período de latencia 08-24 horas. Pueden ocurrir coma y muerte, por lo general debido a una insuficiencia respiratoria, si no se recibe tratamiento médico. Los efectos visuales pueden incluir reactividad reducida y / o aumento de la sensibilidad a la luz, visión borrosa, doble y / o reducida, y ceguera definitiva. Los efectos del metanol son acumulativos y una exposición constante aún a bajos niveles, puede causar muchos de los efectos mencionados arriba. Por evaporación a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire
<b>ABSORCIÓN:</b>	Aunque no produce fuertes irritaciones tanto los vapores como el líquido son muy peligrosos, pues se ha observado que el metanol tiene un efecto específico sobre el nervio óptico y la retina. El contacto directo produce dermatitis y los efectos tóxicos (mencionados arriba) de los vapores de metanol que se absorben por la piel.
<b>INGESTIÓN:</b>	La ingestión de tan sólo 10 ml de metanol puede causar ceguera y 80 ml (1 onza) puede causar la muerte si la víctima no es tratada. La ingestión causa leve depresión del sistema nervioso central (SNC) con náuseas, dolor de cabeza, vómitos, mareos, falta de coordinación y síntomas similares a la embriaguez. Pueden ocurrir síndromes metabólicos y efectos visuales graves después de un período de latencia 08-24 horas. Pueden ocurrir coma y muerte, por lo general debido a una insuficiencia respiratoria, si no se recibe tratamiento médico. Los efectos visuales pueden incluir reactividad reducida y / o aumento de la sensibilidad a la luz, visión borrosa, doble y / o reducida, y ceguera definitiva.

Carcinogenicidad:	¿NTP Clasificación?	Grupo de revisión del cáncer	Regulado por OSHA?	Órganos del Impacto
Humana: Desconocida Animal: Desconocida	NO	NO	28 CFR 1910.1000 Tabla Z-1	Piel, Ojos, Sistema respiratorio, CN8.

Condiciones médicas agravadas por exposición: Cualquier desorden del sistema nervioso puede ser agravado por la exposición.



### 12-INFORMACIÓN ECOLÓGICA

El producto es fácilmente biodegradable. Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.  
La descarga en el ambiente debe ser evitada.

### 13-CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICIÓN/ELIMINACIÓN

**Disposición:** No hay métodos de disposición preferidos. Colocar en recipientes adecuados hasta disposición o quemar en incinerador con doble cámara. Deben observarse métodos de eliminación y disposición aprobados por las autoridades nacionales y locales. Para un posible reciclaje, contactar organismos procesadores de desechos industriales. Los embalajes que no se pueden limpiar, deben desecharse de la misma manera que la sustancia.

### 14-INFORMACION DEL TRANSPORTE

#### TRANSPORTE TERRESTRE

Denominación Técnica: **METANOL (ALCOHOL METÍLICO)**

ONU | 1280 | CLASE | 3 | GRUPO DE EMBALAJE ADR | II

#### TRANSPORTE MARÍTIMO

Denominación Técnica: **METANOL (ALCOHOL METÍLICO)**

ONU | 1280 | CLASE | 3 | GRUPO DE EMBALAJE IMDG | II

#### TRANSPORTE AEREO

Denominación Técnica: **METANOL (ALCOHOL METÍLICO)**

ONU | 1280 | CLASE | 3 | GRUPO DE EMBALAJE IATA | II

Instrucciones de embalaje: **CAO 388/PAX 366**

#### Clasificación de la sustancia de acuerdo a HMI3

SALUD	FUEGO	REACTIVIDAD	OTRA	GRADO DE PELIGROSIDAD	CÓDIGO DE COLORES	OTROS CÓDIGOS
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>		0=Minimorriesgo 1=Riesgo despreciable 2=Riesgo moderado 3=Riesgo serio 4=Riesgo severo	SALUD-AZUL FUEGO-ROJO REACTIVIDAD-AMARILLO OTROS-BLANCO	OX=Oxidante ACID=Acido ALK=Alcalino COR=Corrosivo W=No usar agua

### 15-INFORMACION REGULATORIA

Líquido inflamable clase 1B. Considerado como material de moderado riesgo para la salud y alto riesgo por su inflamabilidad.

Figura en el listado del acuerdo MERCOSUR-Reglamento General de Transporte de Mercancías Peligrosas.

La sustancia figura en la lista III de precursores químicos del RENPRE.

Sustancia controlada por el SEDRONAR.

La sustancia se ha clasificado y etiquetado de acuerdo al SGA.

### 16-INFORMACION ADICIONAL

La información y recomendaciones indicadas están basadas en fuentes confiables, LABORATORIOS LADCO no asegura que sea completa o precisa. Es responsabilidad del usuario determinar si es adecuado y seguro para el uso que quiere darle y su apropiada disposición final. No hay garantías, expresas o implícitas, de la comercialización o propiedad o uso particular de cualquier otro producto natural o sintético. LABORATORIOS LADCO no asume ninguna responsabilidad adicional ni autoriza a ninguna persona por el uso de esta información o su confiabilidad.

#### Abreviaturas y Acrónimos:

- ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales)
- ADR: European agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera)
- CAO: passenger aircraft (Aeronave de pasajeros)
- CMP: Concentración máxima permisible
- CMP-CPT: Concentración máxima permisible para cortos periodos de tiempo
- DOT: United States Department of Transportation
- GTIN: Global Trade Item Number (Número de artículo Comercio Global)
- HMI3: Hazardous Materials Identification System (Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos)
- IATA: International Air Transport Association (Asociación Internacional de Transporte Aéreo)
- ICAO: International Civil Aviation Organization (Organización Internacional de Aviación Civil)
- IDLH: Immediately Dangerous to Life or Health (Inmediatamente peligroso para la vida o la salud)
- IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods (Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas)
- LEL: Lower explosive limit (Límite inferior de explosividad)
- N.C.M.: Nomenclatura común del Mercosur
- NFPA: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra el fuego de Estados Unidos)
- NIOBH: The National Institute for Occupational Safety and Health (Instituto Nacional de seguridad y salud ocupacional)
- NTP: National Toxicological Program (Programa Nacional Toxicológico, Estados Unidos)
- ONU: Organización de las Naciones Unidas
- OSHA: Occupational Safety and Health Administration (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos)
- PAX: freight aircraft (Aeronave de carga)
- PEL: Permissible exposure limit (Límite de exposición permisible)
- REL: Recommended Exposure Limits (Límite de exposición recomendados)
- RENPRE: Registro Nacional de Precursores Químicos
- SGA: Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos
- STEL: Short Term Exposure Limit (límite de exposición a corto plazo)
- TLV: Threshold Limit Values (Valores límite Umbral)
- NA: No Aplicable
- ND: No Disponible

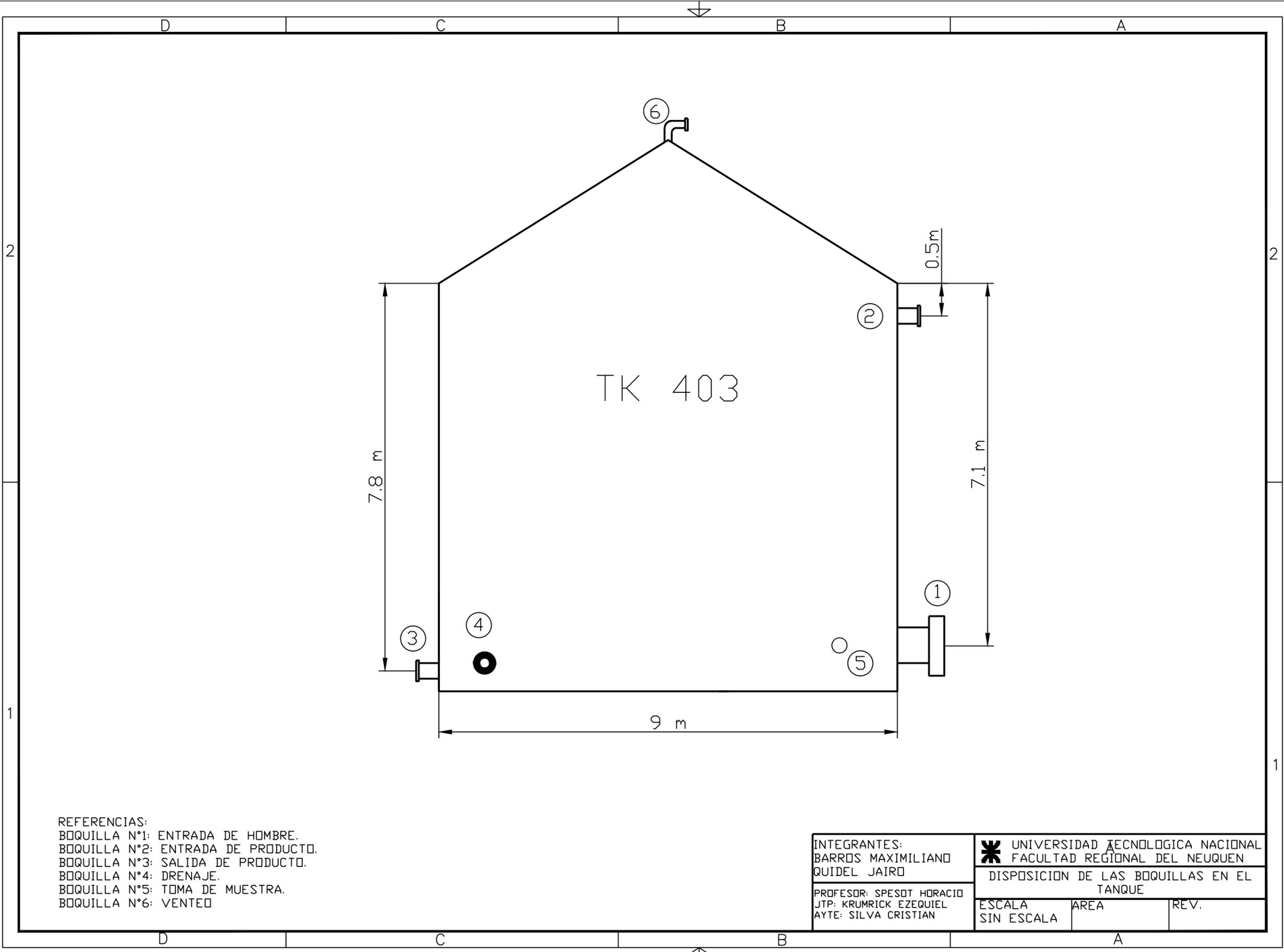
## BIBLIOGRAFÍA

- LADCO. (Julio de 2014). *Propilenglicol Hoja de seguridad*. Obtenido de <https://ladco.com.ar/MSDS/Propilenglicol.pdf>
- LADCO. (Noviembre de 2015). *Metanol Hoja de seguridad*. Obtenido de <https://ladco.com.ar/MSDS/Metanol.pdf>
- LADCO. (Mayo de 2016). *Etilenglicol Hoja de seguridad*. Obtenido de <https://ladco.com.ar/MSDS/Etilenglicol.pdf>
- S.A, I. (s.f.). *Hidrógeno Hoja de seguridad*. Obtenido de <http://www.infrasal.com/gases/images/msds/hidrogeno.pdf>
- S.A, I. (s.f.). *Metano Hoja de seguridad*. Obtenido de <http://www.infrasal.com/gases/images/msds/metano.pdf>
- WINKLER. (Noviembre de 2017). *Glicerol Hoja de seguridad*. Obtenido de <http://winklerltda.cl/quimicav2/wp-content/uploads/2018/12/GLICEROL-BM.pdf>

# ANEXO II – DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO

# ANEXO III – P&ID DEL PROCESO

# ANEXO IV – LAYOUT DEL PROCESO



TK 403

7.8 m

9 m

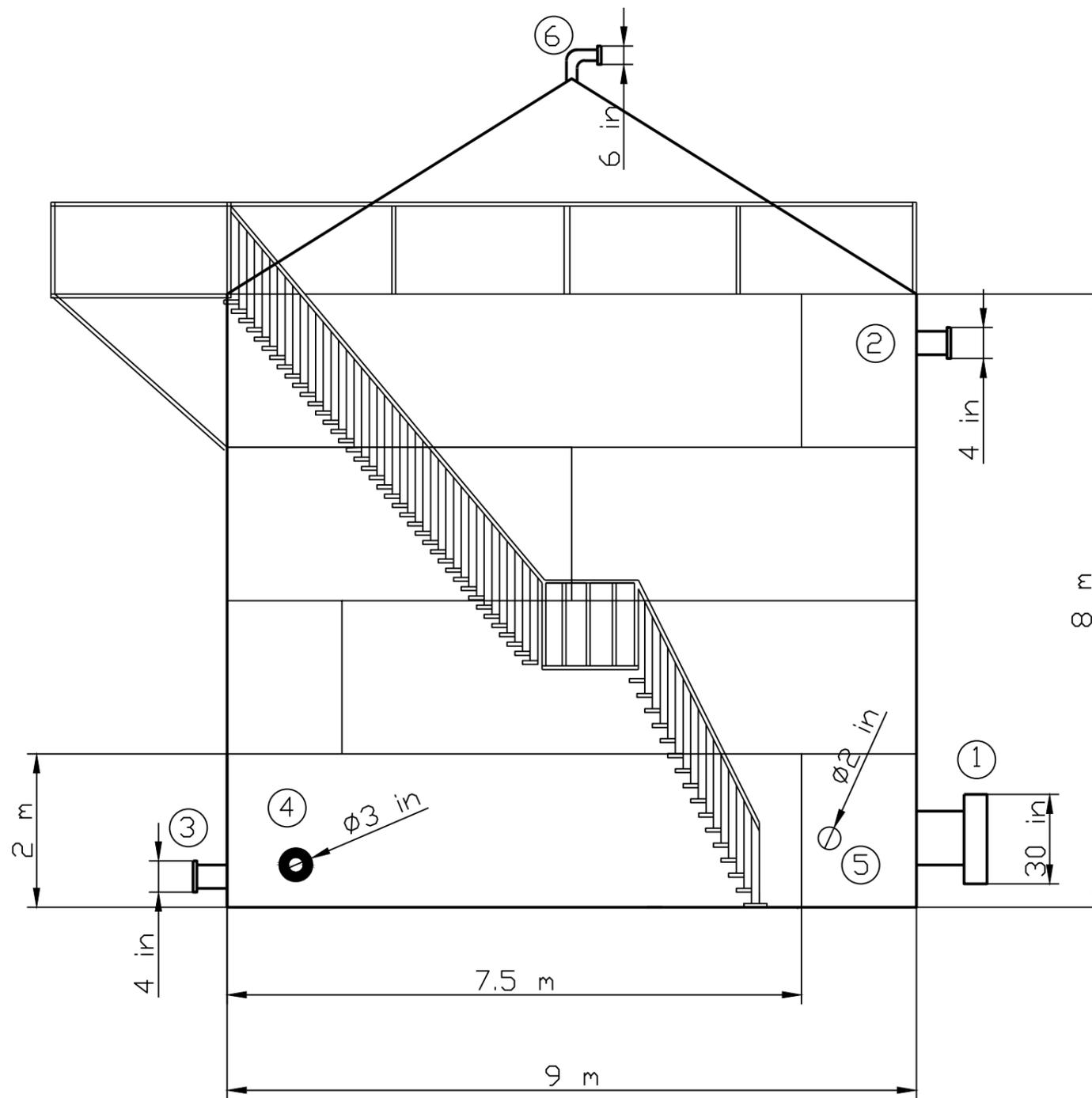
7.1 m

0.5 m

- REFERENCIAS:  
 BOQUILLA N°1: ENTRADA DE HOMBRE.  
 BOQUILLA N°2: ENTRADA DE PRODUCTO.  
 BOQUILLA N°3: SALIDA DE PRODUCTO.  
 BOQUILLA N°4: DRENAJE.  
 BOQUILLA N°5: TOMA DE MUESTRA.  
 BOQUILLA N°6: VENTEO

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRO  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

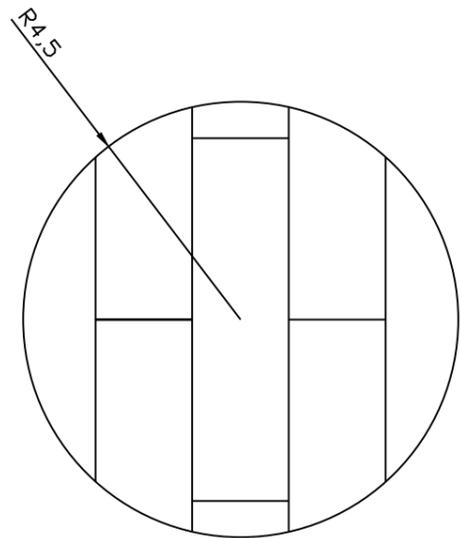
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN		
DISPOSICION DE LAS BOQUILLAS EN EL TANQUE		
ESCALA SIN ESCALA	AREA	REV.



ESPECIFICACIONES:  
 VOLUMEN: 650 m<sup>3</sup>  
 PRODUCTO DE ALMACEN: AGUA DE PROCESO  
 TECHO CONICO AUTOSOPORTADO  
 MATERIAL: ACERO A285 GRADO C

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

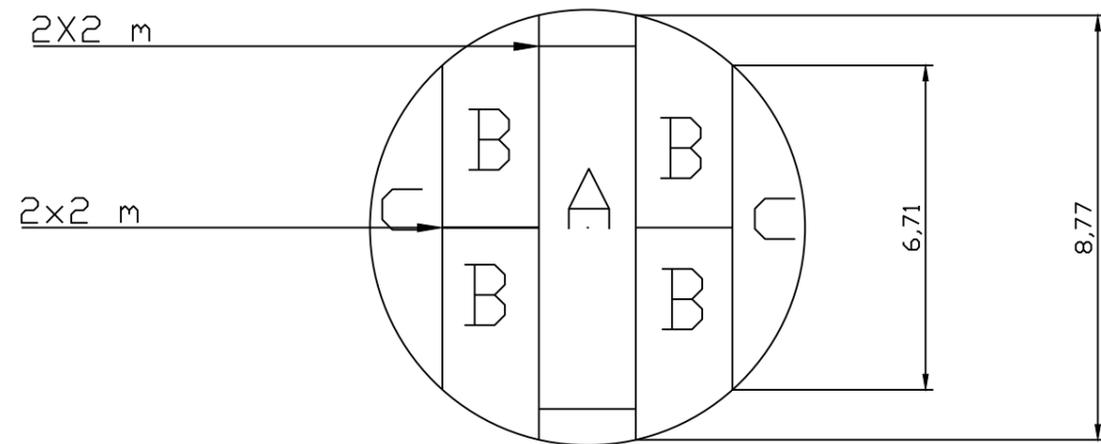
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN		
TANQUE 403		
ESCALA SIN ESCALA	AREA 400	REV.



VISTA INFERIOR

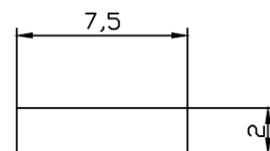
SOLDADURAS LONGITUDINALES

SOLDADURAS TRANSVERSALES



PANELES COMPLETOS= 1  
 PANELES SEMEINCLOPLETOS=4  
 PANELES INCOMPLETOS=4

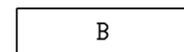
DIMENSIONES



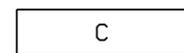
PANEL COMPLETO



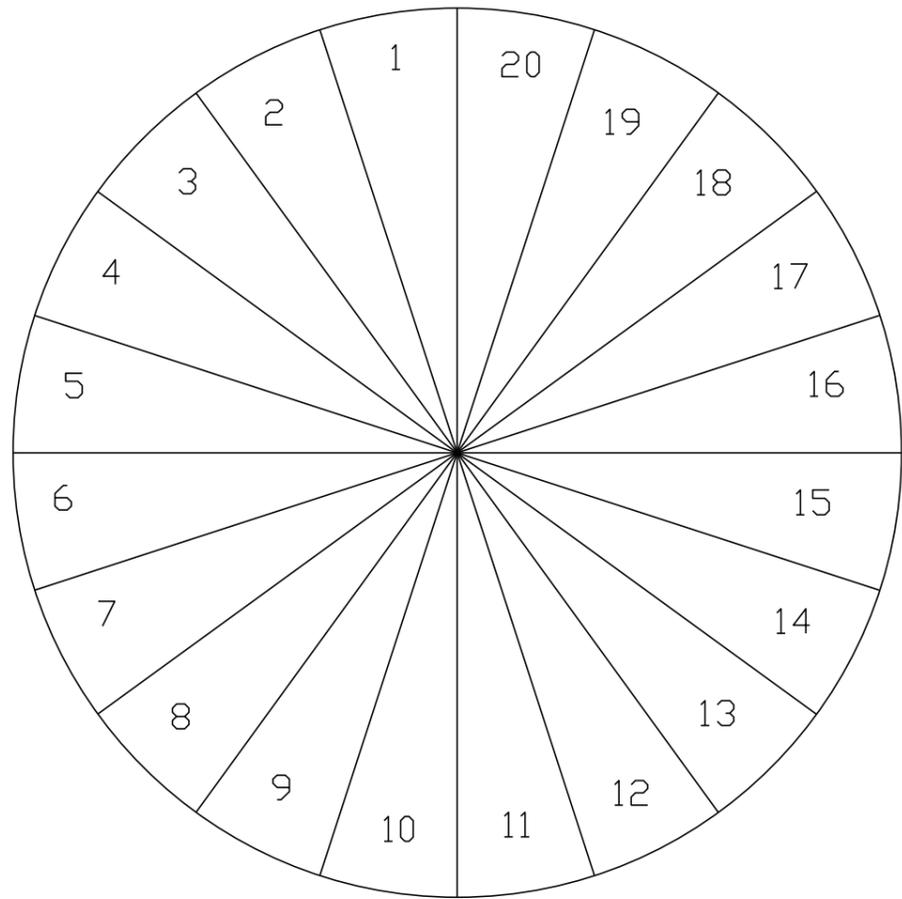
PANEL SEMICOMPLETO



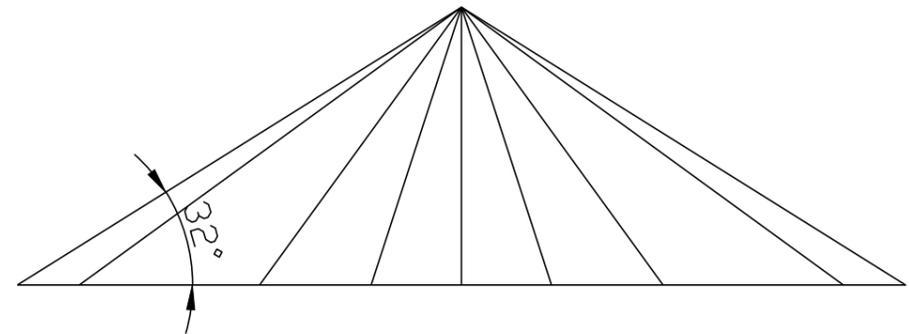
PANEL INCOMPLETO



INTEGRANTES: BARROS MAXIMILIANO QUIDEL JAIRO	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN	
VISTA INFERIOR		
PROFESOR: SPESOT HORACIO JTP: KRUMRICK EZEQUIEL AYTE: SILVA CRISTIAN	ESCALA SIN ESCALA	AREA REV.



PLANIA



ALZADO

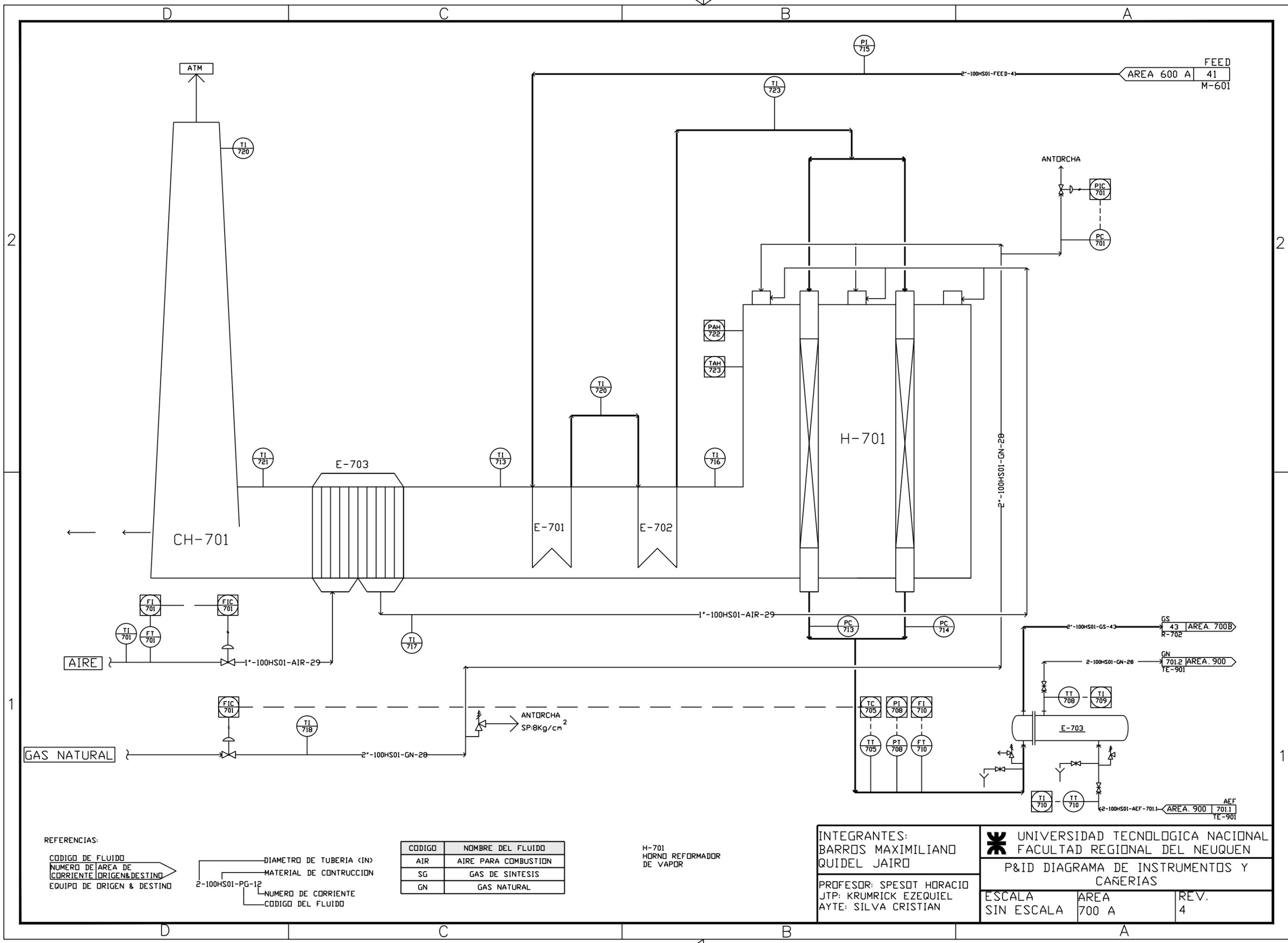
INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRO

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
 FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN

VISTA SUPERIOR DEL TANQUE

ESCALA SIN ESCALA	AREA	REV.
----------------------	------	------



REFERENCIAS:

- CODIGO DE FLUIDO
- NUMERO DE AREA DE CORRIENTE | ORIGEN & DESTINO
- EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO
- DIAMETRO DE TUBERIA (IN)
- MATERIAL DE CONTRUCCION
- NUMERO DE CORRIENTE
- CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
AIR	AIRE PARA COMBUSTION
SG	GAS DE SINTESIS
GN	GAS NATURAL

H-701  
HORNO REFORMADOR  
DE VAPOR

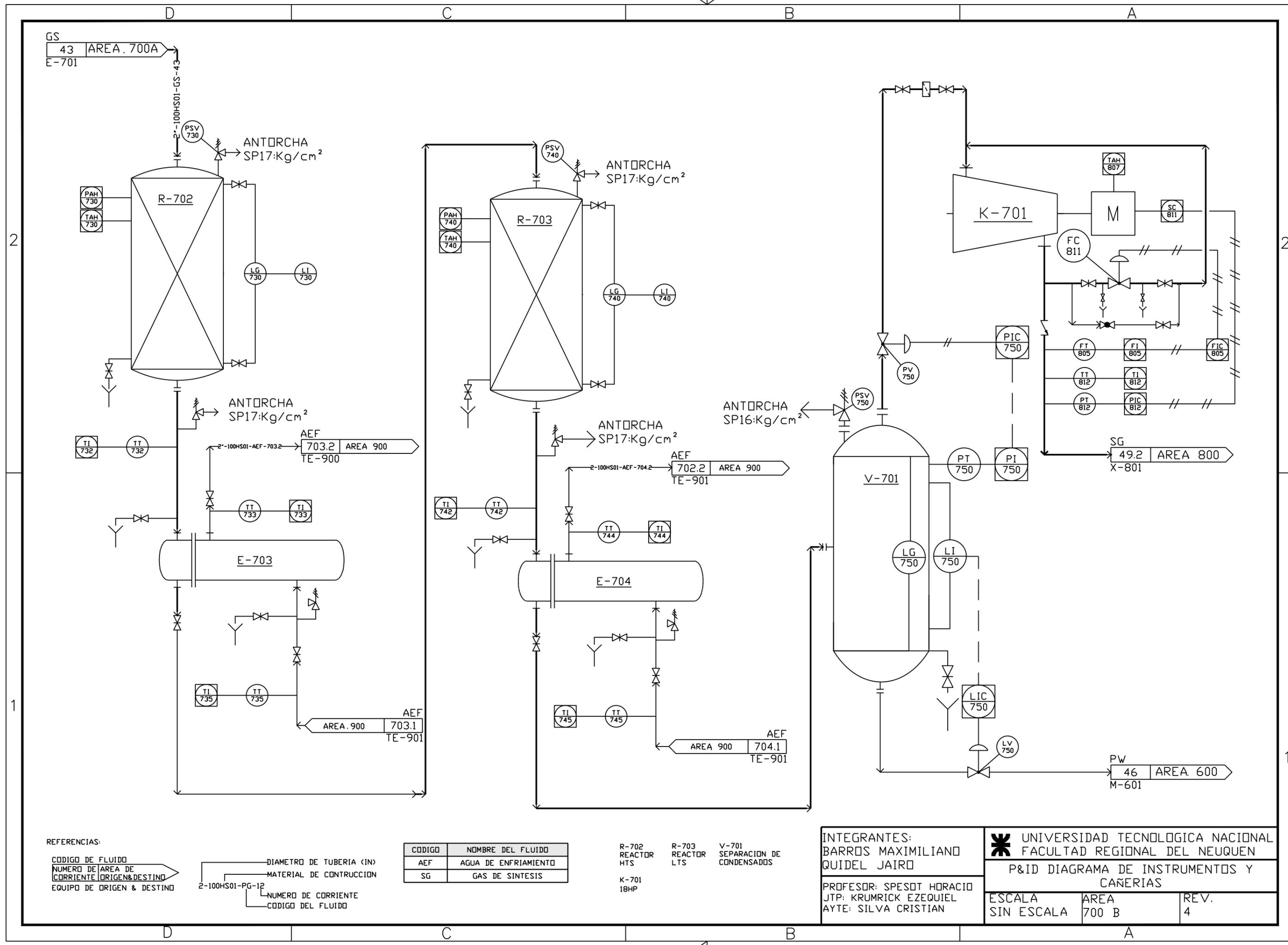
INTEGRANTES:  
BARROS MAXIMILIANO  
QUIDEL JAIRO

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
AYTE: SILVA CRISTIAN

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN

P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y  
CAÑERIAS

ESCALA SIN ESCALA	AREA 700 A	REV. 4
----------------------	---------------	-----------



REFERENCIAS:

- CODIGO DE FLUIDO
- NUMERO DE AREA DE CORRIENTE ORIGEN & DESTINO
- EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO
- DIAMETRO DE TUBERIA (IN)
- MATERIAL DE CONTRUCCION
- NUMERO DE CORRIENTE
- CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO
SG	GAS DE SINTESIS

- R-702 REACTOR HTS
- R-703 REACTOR LTS
- V-701 SEPARACION DE CONDENSADOS
- K-701 18HP

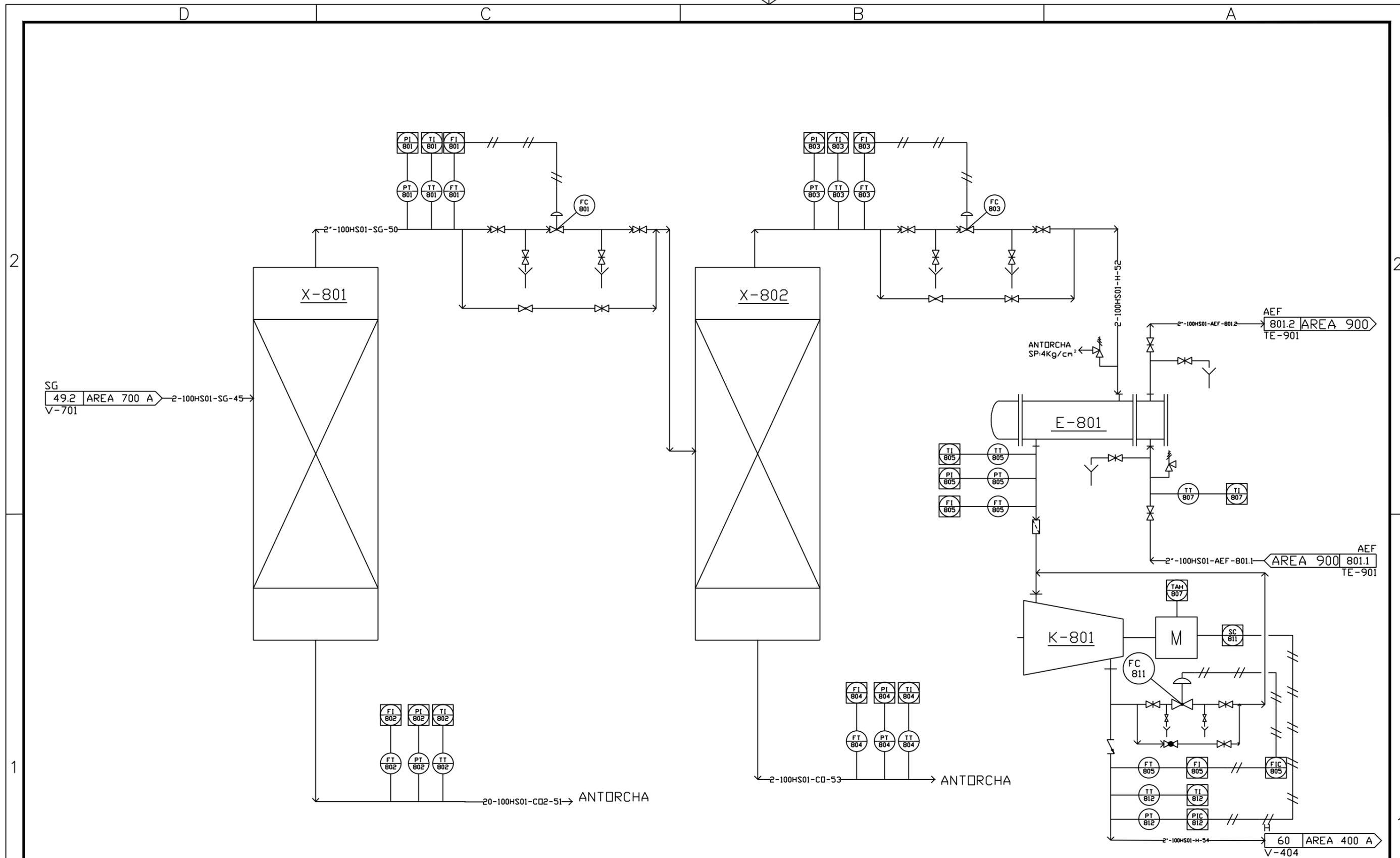
INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRO

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**

P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS

ESCALA SIN ESCALA	AREA 700 B	REV. 4
-------------------	------------	--------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
H	HIDROGENO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO
SG	GAS DE SINTESIS
CO	MONOXIDO DE CARBONO
CO2	DIOXIDO DE CARBONO

X-801  
 COLUMNA DE LECHO  
 ABSORBENTE

X-802  
 COLUMNA DE LECHO  
 ABSORBENTE

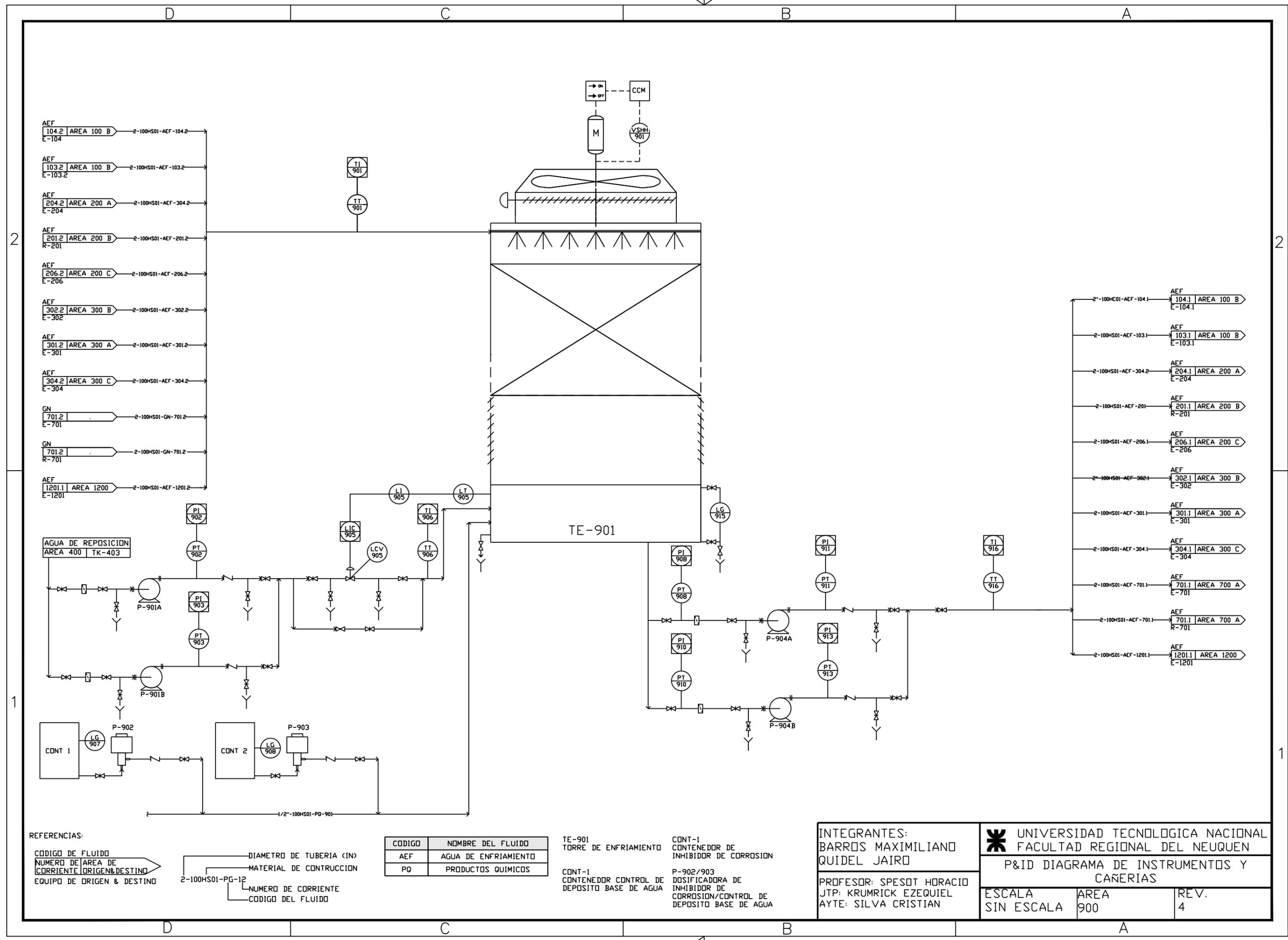
K-801  
 12 HP

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
 P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS

ESCALA SIN ESCALA	AREA 800 A	REV. 4
----------------------	---------------	-----------



REFERENCIAS:  
 CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE ORIGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

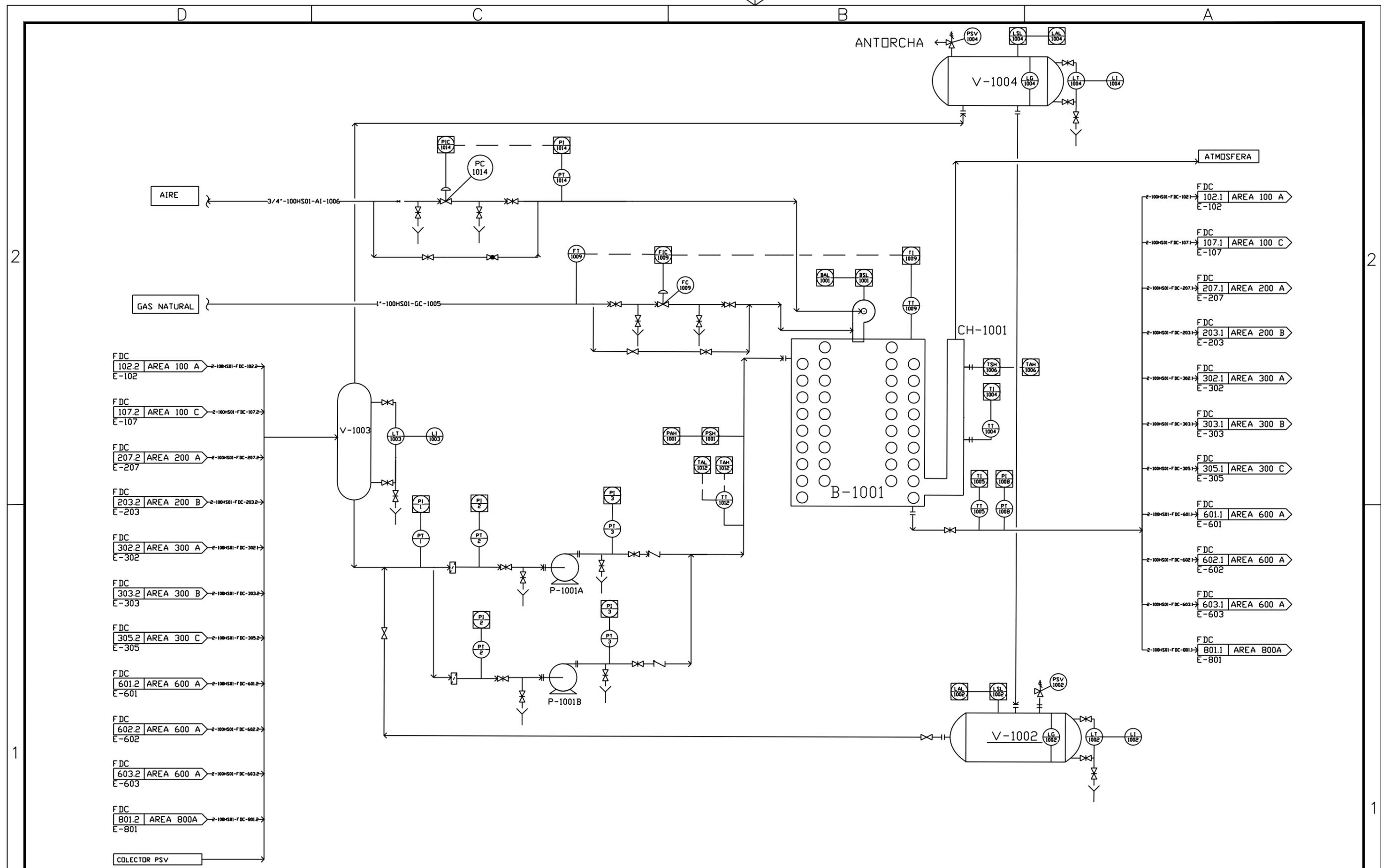
CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO
PQ	PRODUCTOS QUIMICOS

TE-901  
 TORRE DE ENFRIAMIENTO  
 CONT-1  
 CONTENEDOR CONTROL DE DEPOSITO BASE DE AGUA  
 P-902/903  
 DOSIFICADORA DE INHIBIDOR DE CORROSION/CONTROL DE DEPOSITO BASE DE AGUA

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
**P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS**

ESCALA SIN ESCALA	AREA 900	REV. 4
----------------------	-------------	-----------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE | ORIGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONSTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO
AI	AIRE
GC	GAS DE COMBUSTION

V-1002  
 DEPOSITO DE RECOLECCION DE FLUIDO

V-1003  
 COLECTOR DE GASES

V-1004  
 DEPOSITO DE EXPANSION

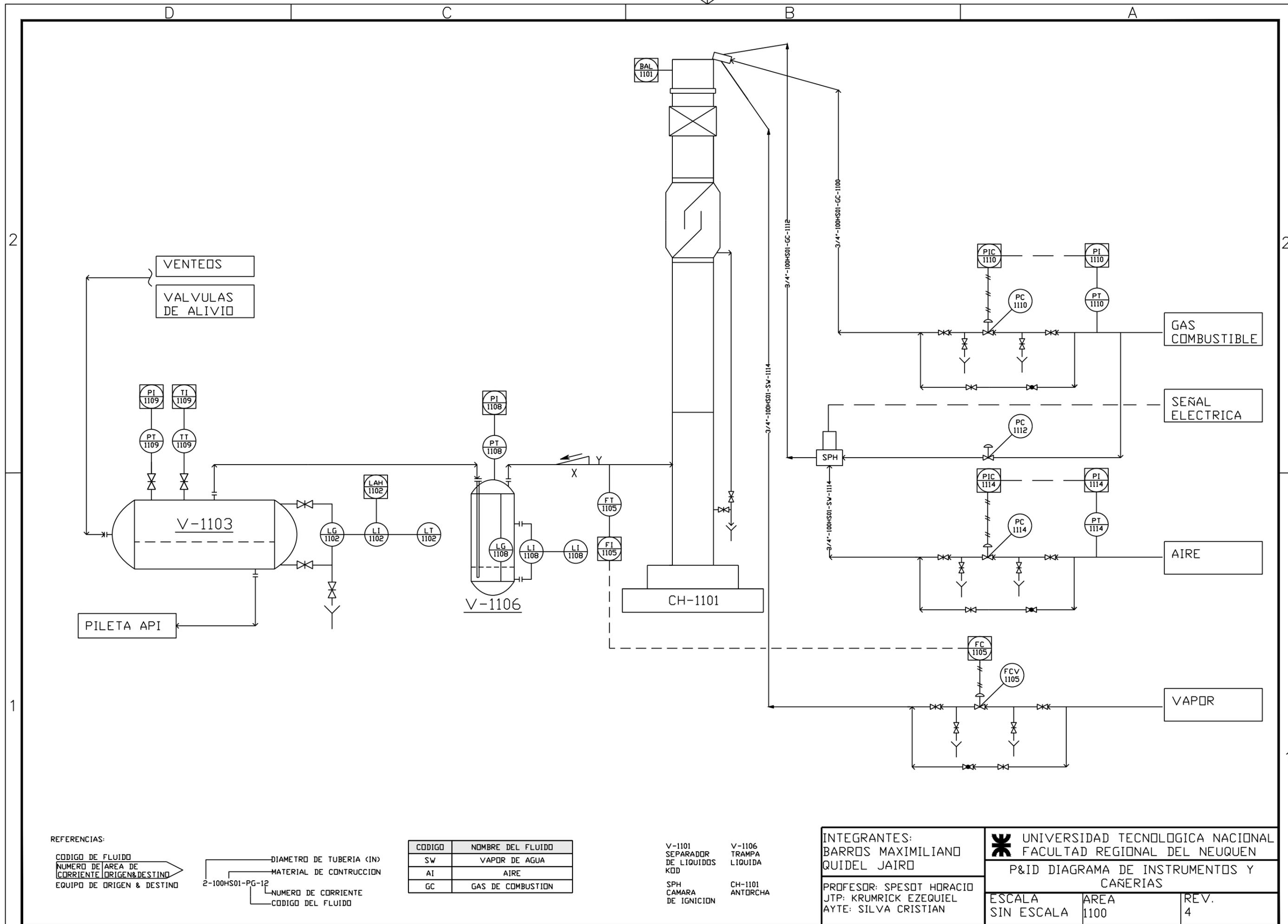
B-1001  
 CALDERA DE ACEITE TERMICO

**INTEGRANTES:**  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
**P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS**

ESCALA SIN ESCALA	AREA 1000 A	REV. 4
----------------------	----------------	-----------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE  
 ORIGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

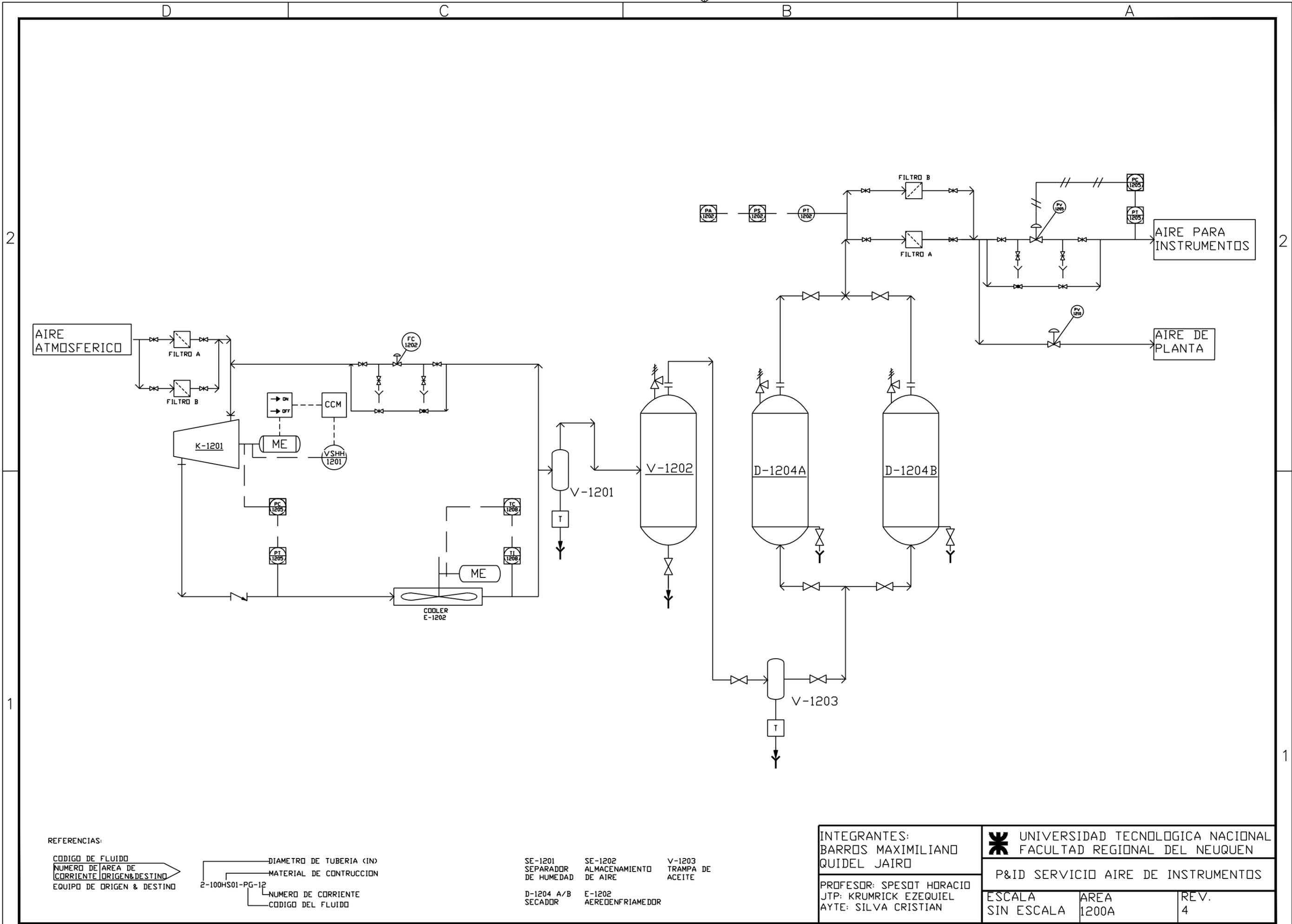
DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
SW	VAPOR DE AGUA
AI	AIRE
GC	GAS DE COMBUSTION

V-1101 SEPARADOR DE LIQUIDOS KOD  
 SPH CAMARA DE IGNICION  
 V-1106 TRAMPA LIQUIDA  
 CH-1101 ANTORCHA

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL  
 FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN  
 P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS  
 ESCALA SIN ESCALA  
 AREA 1100  
 REV. 4



REFERENCIAS:

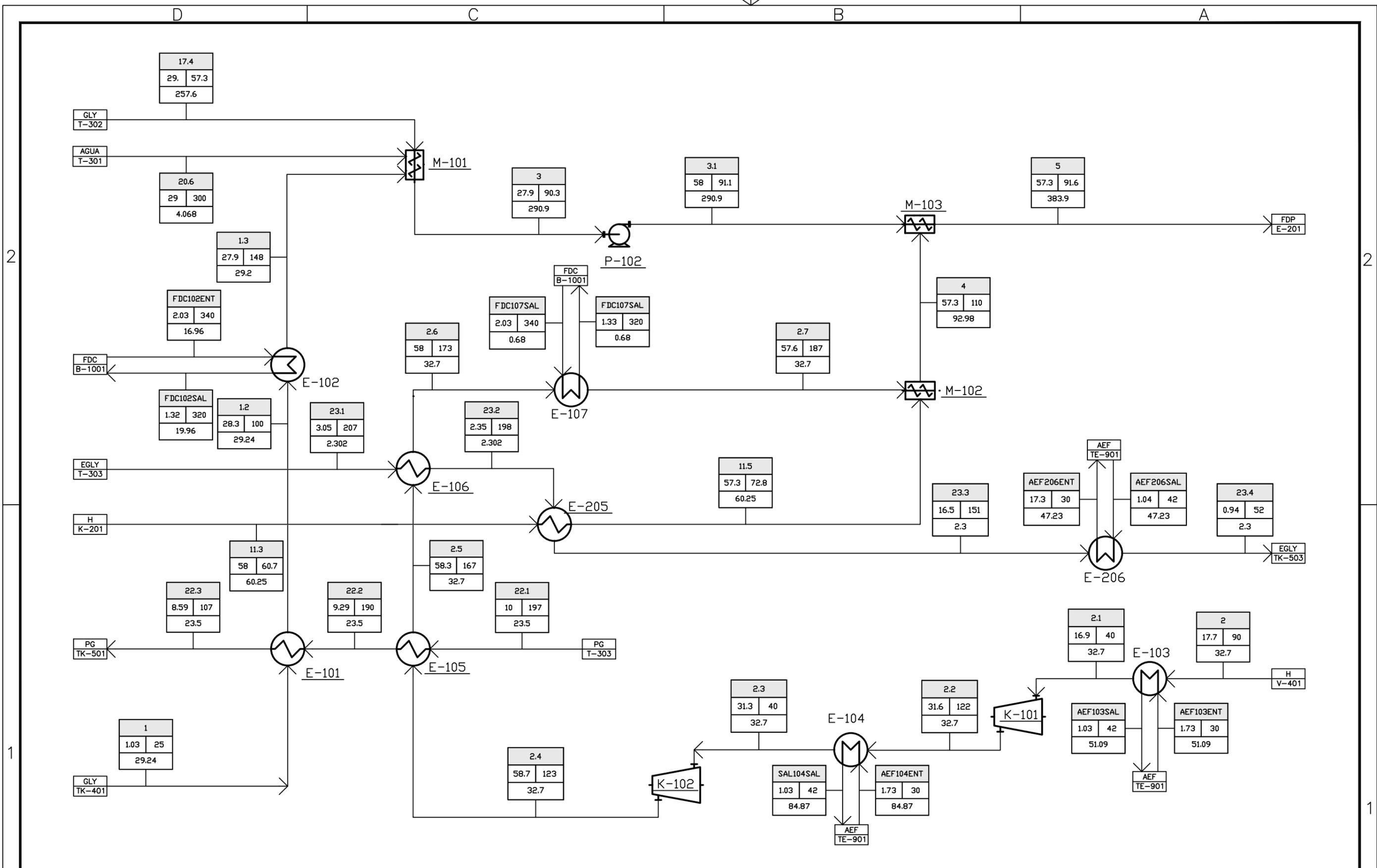
CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE, ORIGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

SE-1201 SEPARADOR DE HUMEDAD  
 SE-1202 ALMACENAMIENTO DE AIRE  
 V-1203 TRAMPA DE ACEITE  
 D-1204 A/B SECADOR  
 E-1202 AERODENFRIADOR

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN		
P&ID SERVICIO AIRE DE INSTRUMENTOS		
ESCALA SIN ESCALA	AREA 1200A	REV. 4



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO	NOMBRE DE FLUIDO
FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO
GLY	GLICEROL
FDP	FLUIDO DE PROCESO
EGLY	ETILENGLICOL
H	HIDROGENO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO

K-101 COMPRESOR HIDROGENO  
E-101 PROPILENGLICOL & GLICEROL

K-102 COMPRESOR HIDROGENO  
E-102 FLUIDO DE CALENTAMIENTO & GLICEROL

B-101A/B BOMBA DE ENGRANAJES  
E-103 AGUA DE ENFRIAMIENTO & HIDROGENO

M-101 MEZCLADOR ESTATICO  
E-104 AGUA DE ENFRIAMIENTO & HIDROGENO

M-102 MEZCLADOR ESTATICO  
E-105 PROPILENGLICOL & HIDROGENO

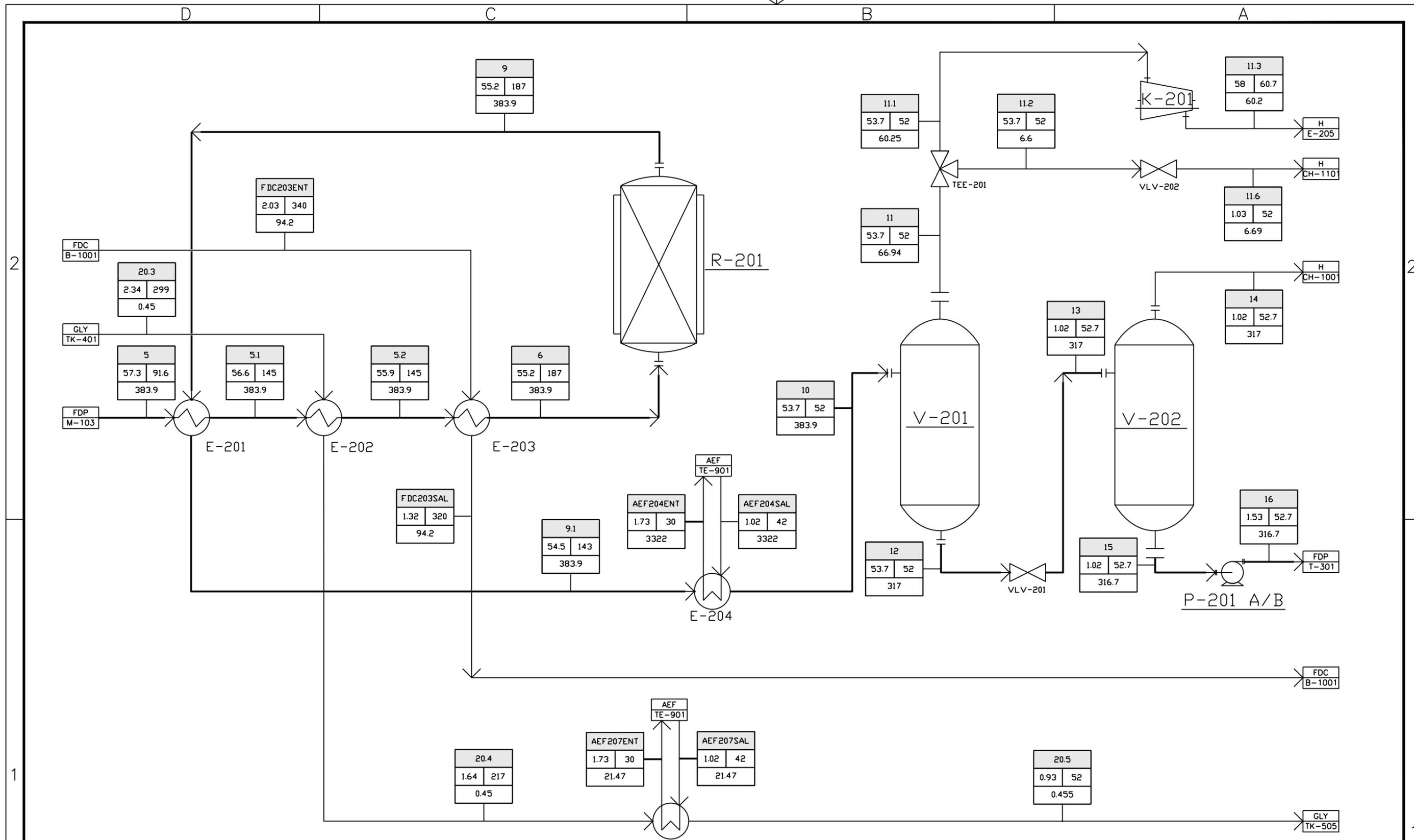
M-103 MEZCLADOR ESTATICO  
E-106 ETILENGLICOL & HIDROGENO

TODAS LAS PRESIONES SON ABSOLUTAS, A MENOS QUE SE INDIQUE  
E-107 HIDROGENO & FLUIDO DE CALENTAMIENTO

INTEGRANTES:  
BARROS MAXIMILIANO  
QUIDEL JAIRD  
PROFESOR: SPESOT HORACIO  
JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
**DIAGRAMA DE FLUJO SINTESIS DE PROPILENGLICOL**

ESCALA SIN ESCALA	AREA 100	REV. 5
-------------------	----------	--------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO	NOMBRE DE CORRIENTE		CODIGO	NOMBRE DE FLUIDO
	ORIGEN & DESTINO	kg/cm <sup>2</sup>		
FDC			FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO
GLY			GLY	GLICEROL
FDP			FDP	FLUIDO DE PROCESO
EGLY			EGLY	ETILENGLICOL
AEF			AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO

R-201 REACTOR PROPILENGLICOL  
E-201 FLUIDO DE PROCESO

V-201 SEPARADOR FLASH PRIMARIO  
E-202 FLUIDO DE PROCESO & GLICEROL

V-202 SEPARADOR FLASH SECUNDARIO  
E-203 FLUIDO DE PROCESO & FLUIDO DE CALENTAMIENTO

K-201 COMPRESOR HIDROGENO  
E-204 FLUIDO DE PROCESO & AGUA DE ENFRIAMIENTO

M-201 MEZCLADOR ESTATICO  
E-206 AGUA DE ENFRIAMIENTO & ETILENGLICOL

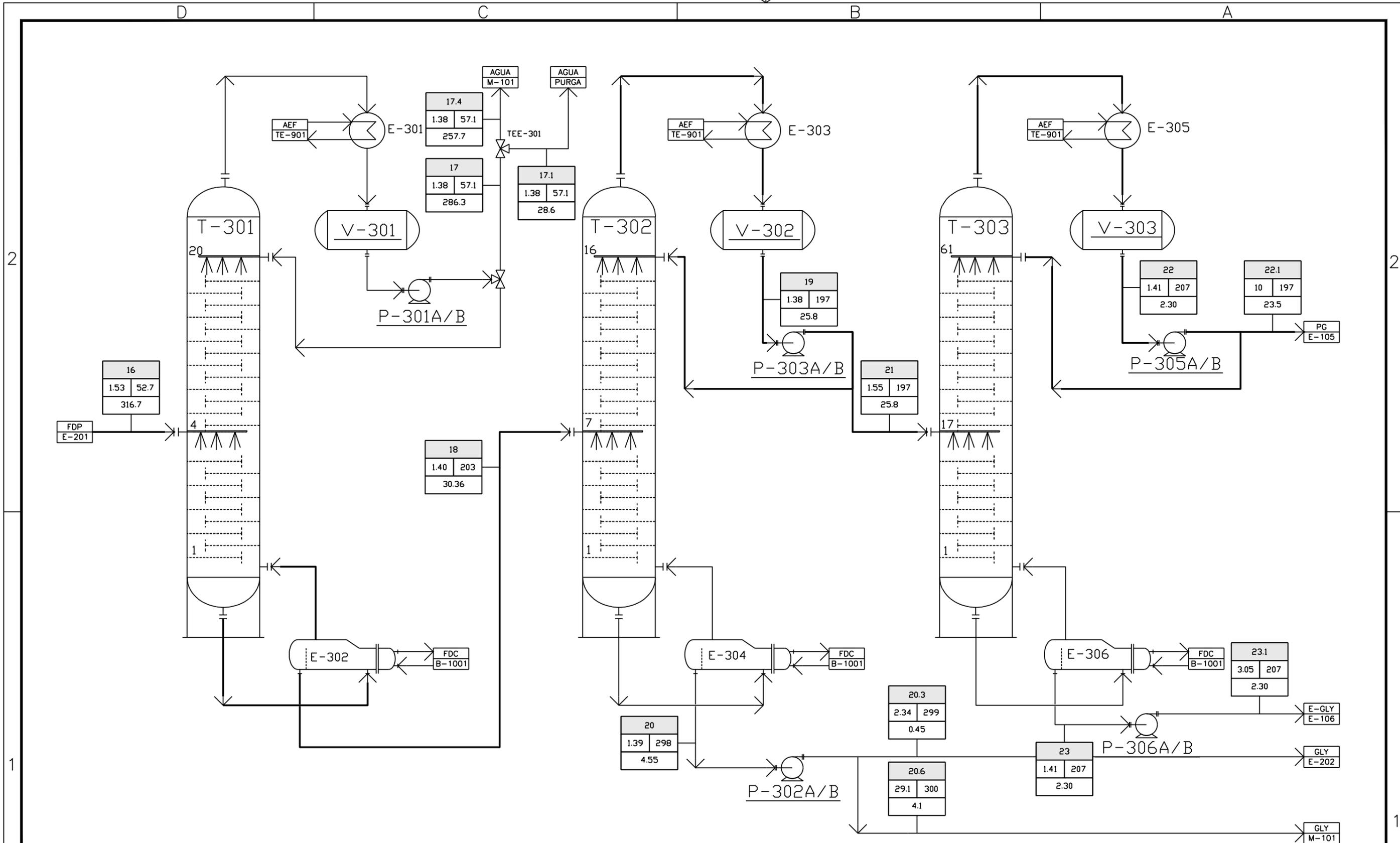
P-201 A/B BOMBA CENTRIFUGA  
E-207 GLICEROL & AGUA DE ENFRIAMIENTO

TODAS LAS PRESIONES SON ABSOLUTAS, A MENOS QUE SE INDIQUE

INTEGRANTES:  
BARROS MAXIMILIANO  
QUIDEL JAIRD  
PROFESOR: SPESOT HORACIO  
JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN  
DIAGRAMA DE FLUJO SINTESIS DE PROPILENGLICOL

ESCALA SIN ESCALA	AREA 200	REV. 5
----------------------	-------------	-----------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO	NOMBRE DE CORRIENTE	
	kg/cm <sup>2</sup>	°C
FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO	
GLY	GLICEROL	
FDP	FLUIDO DE PROCESO	
EGLY	ETILENGLICOL	
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO	
PG	PROPILENGLICOL	

T-301  
COLUMNA  
SEPARACION  
DE AGUA

E-302  
REBOILER  
FLUIDO DE  
PROCESO

T-302  
COLUMNA  
SEPARACION  
GLICEROL

E-304  
REBOILER  
GLICEROL

T-303  
COLUMNA DE  
PROPILENGLICOL  
DE AGUA  
PURO

E-306  
REBOILER  
ETILENGLICOL

E-301  
ENFRIADOR  
DE AGUA

V-301  
CONDENSADOR  
DE AGUA

E-303  
ENFRIADOR  
FLUIDO DE  
PROCESO

V-302  
CONDENSADOR  
FLUIDO DE  
PROCESO

E-305  
ENFRIADOR  
DE  
PROPILENGLICOL

V-303  
CONDENSADOR  
PROPILENGLICOL

TODAS LAS  
PRESIONES SON  
ABSOLUTAS, A  
MENOS QUE SE  
INDIQUE

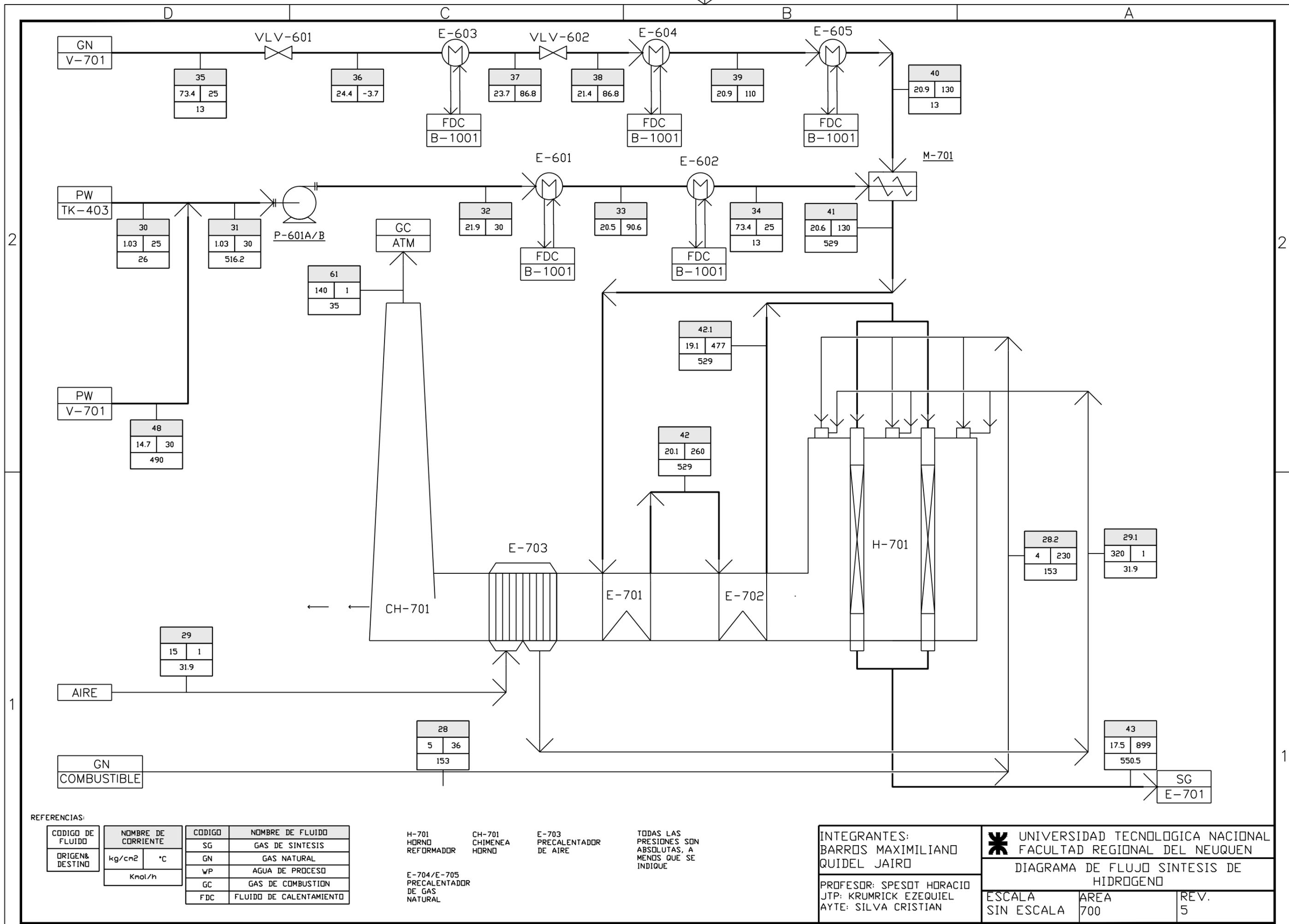
INTEGRANTES:  
BARROS MAXIMILIANO  
QUIDEL JAIRO

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**

DIAGRAMA DE FLUJO SINTESIS DE  
 PROPILENGLICOL

ESCALA SIN ESCALA	AREA 300 C	REV. 5
----------------------	---------------	-----------



REFERENCIAS:

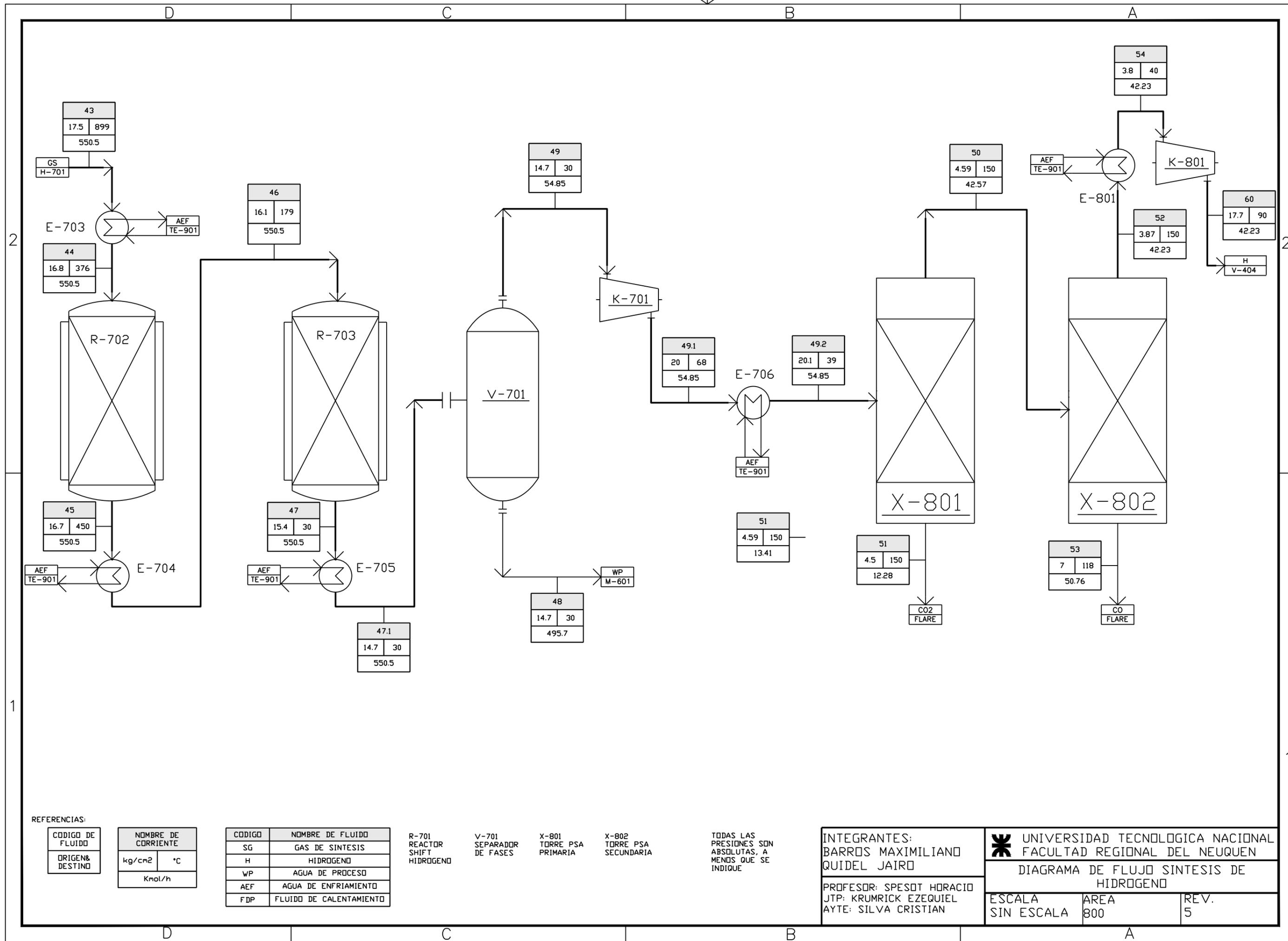
CODIGO DE FLUIDO	NOMBRE DE CORRIENTE		CODIGO	NOMBRE DE FLUIDO
	kg/cm <sup>2</sup>	°C		
ORIGEN & DESTINO	Km <sup>3</sup> /h		SG	GAS DE SINTESIS
			GN	GAS NATURAL
			WP	AGUA DE PROCESO
			GC	GAS DE COMBUSTION
			FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO

H-701 HORNO REFORMADOR  
 CH-701 CHIMENEA HORNO  
 E-703 PRECALENTADOR DE AIRE  
 E-704/E-705 PRECALENTADOR DE GAS NATURAL

TODAS LAS PRESIONES SON ABSOLUTAS, A MENOS QUE SE INDIQUE

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIR  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
 DIAGRAMA DE FLUJO SINTESIS DE HIDROGENO  
 ESCALA SIN ESCALA AREA 700 REV. 5



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO
ORIGEN & DESTINO

NOMBRE DE CORRIENTE	
kg/cm <sup>2</sup>	°C
Kmol/h	

CODIGO	NOMBRE DE FLUIDO
SG	GAS DE SINTESIS
H	HIDROGENO
WP	AGUA DE PROCESO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO
FDP	FLUIDO DE CALENTAMIENTO

R-701  
REACTOR  
SHIFT  
HIDROGENO

V-701  
SEPARADOR  
DE FASES

X-801  
TORRE PSA  
PRIMARIA

X-802  
TORRE PSA  
SECUNDARIA

TODAS LAS  
PRESIONES SON  
ABSOLUTAS, A  
MENOS QUE SE  
INDIQUE

INTEGRANTES:  
BARROS MAXIMILIANO  
QUIDEL JAIRD

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
AYTE: SILVA CRISTIAN



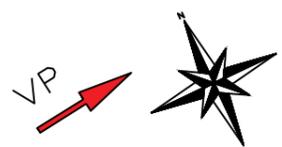
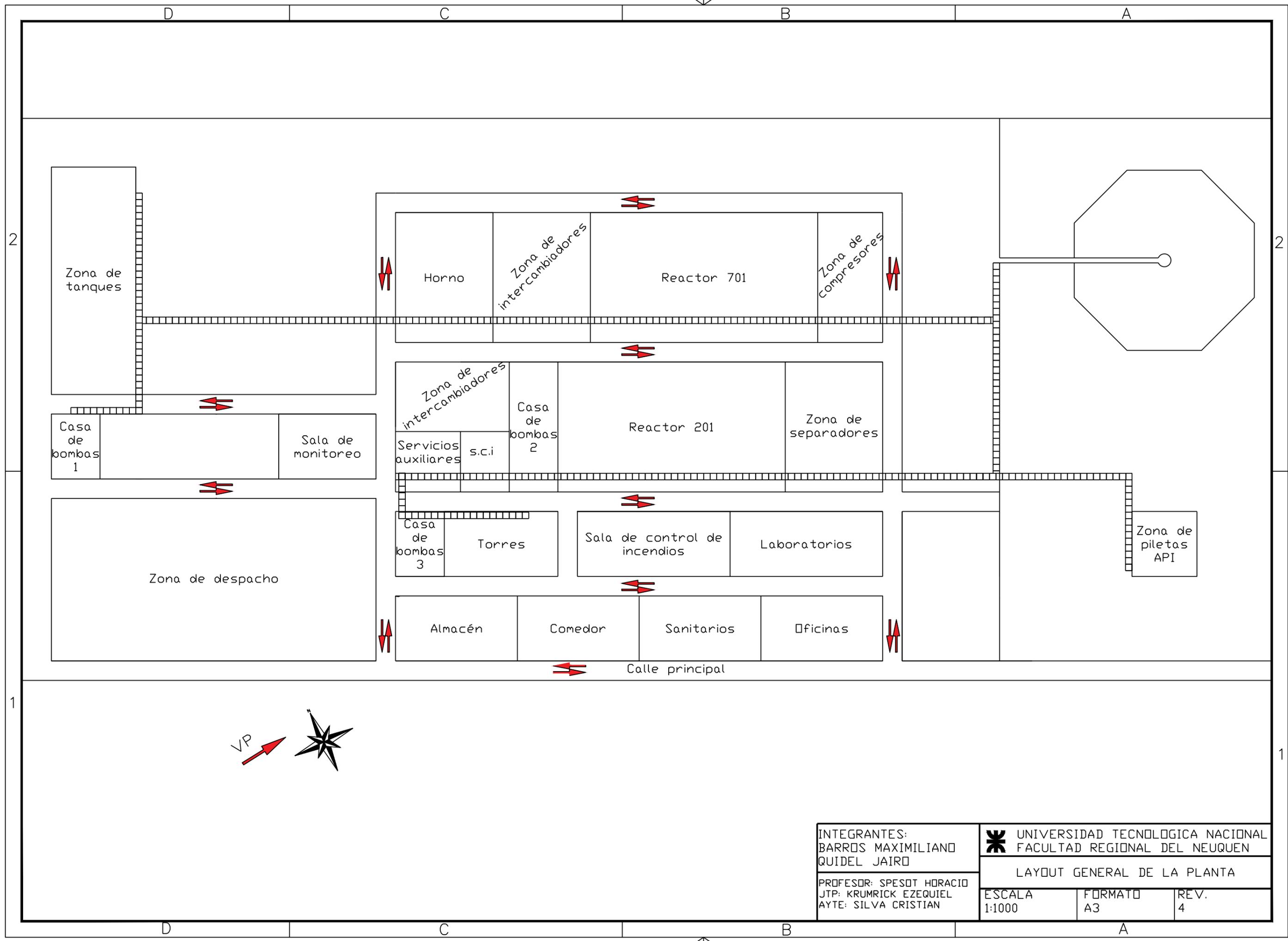
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN

DIAGRAMA DE FLUJO SINTESIS DE  
HIDROGENO

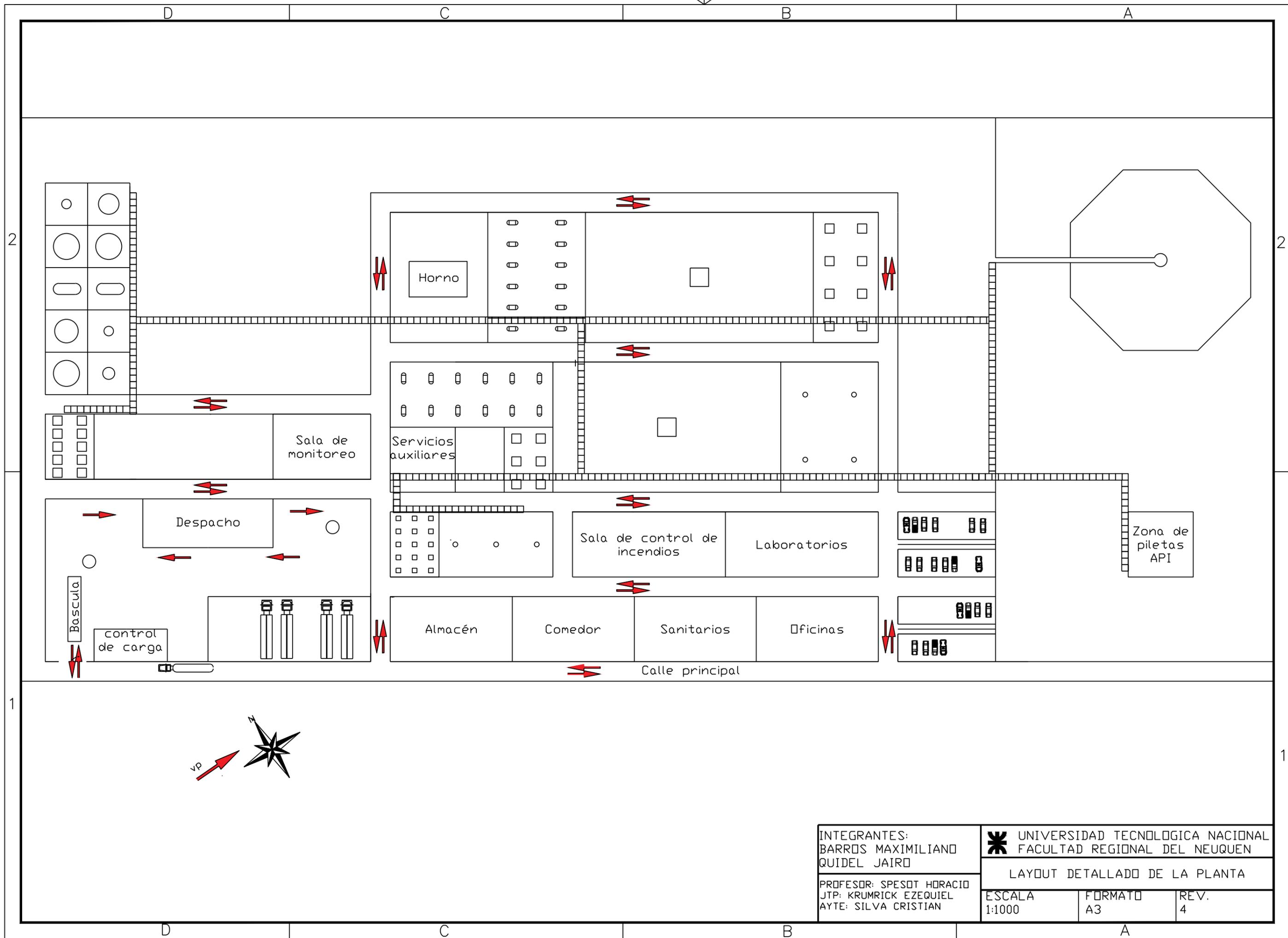
ESCALA  
SIN ESCALA

AREA  
800

REV.  
5



INTEGRANTES: BARROS MAXIMILIANO QUIDEL JAIRD		 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN	
LAYOUT GENERAL DE LA PLANTA			
PROFESOR: SPESOT HORACIO JTP: KRUMRICK EZEQUIEL AYTE: SILVA CRISTIAN	ESCALA 1:1000	FORMATO A3	REV. 4



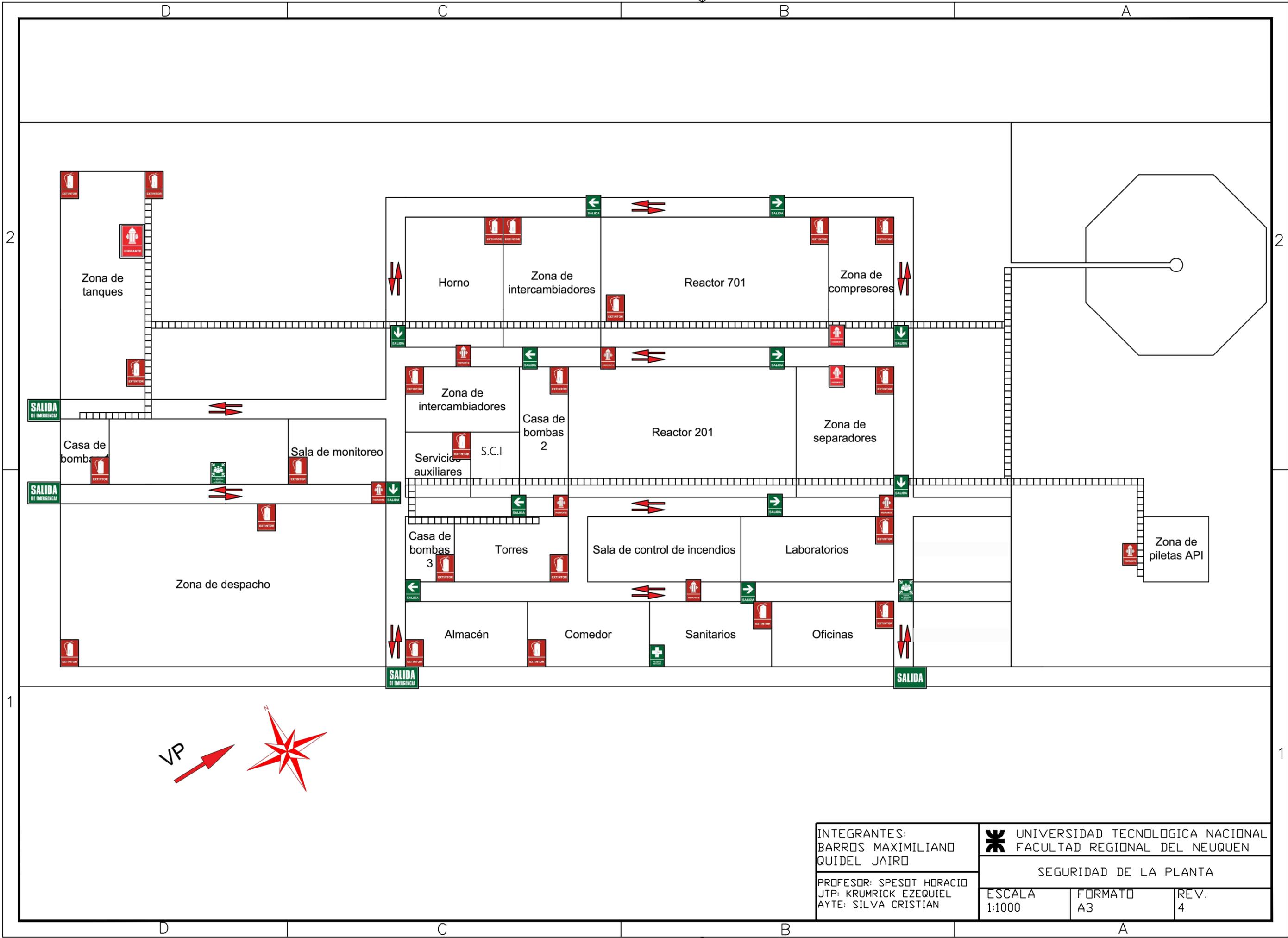
INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRO

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
 FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN

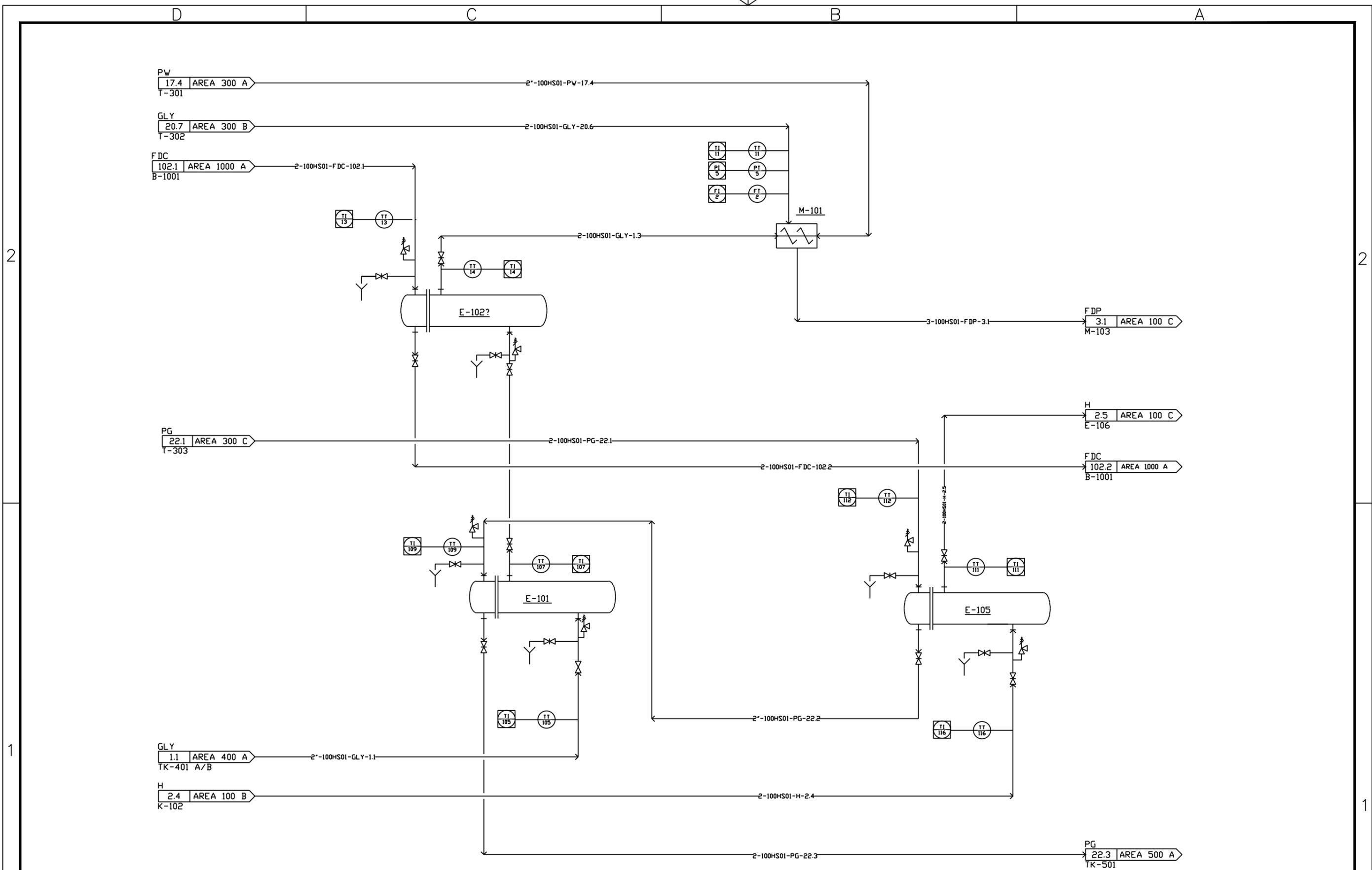
LAYOUT DETALLADO DE LA PLANTA

ESCALA 1:1000	FORMATO A3	REV. 4
------------------	---------------	-----------



INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN		
SEGURIDAD DE LA PLANTA		
ESCALA 1:1000	FORMATO A3	REV. 4



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE  
 CORRIENTE ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
H	HIDROGENO
GLY	GLICEROL
PG	PROPILENGICOL
PW	AGUA DE PROCESO
FDP	FLUIDO DE PROCESO

M-101  
 MEZCLADOR  
 ESTATICO

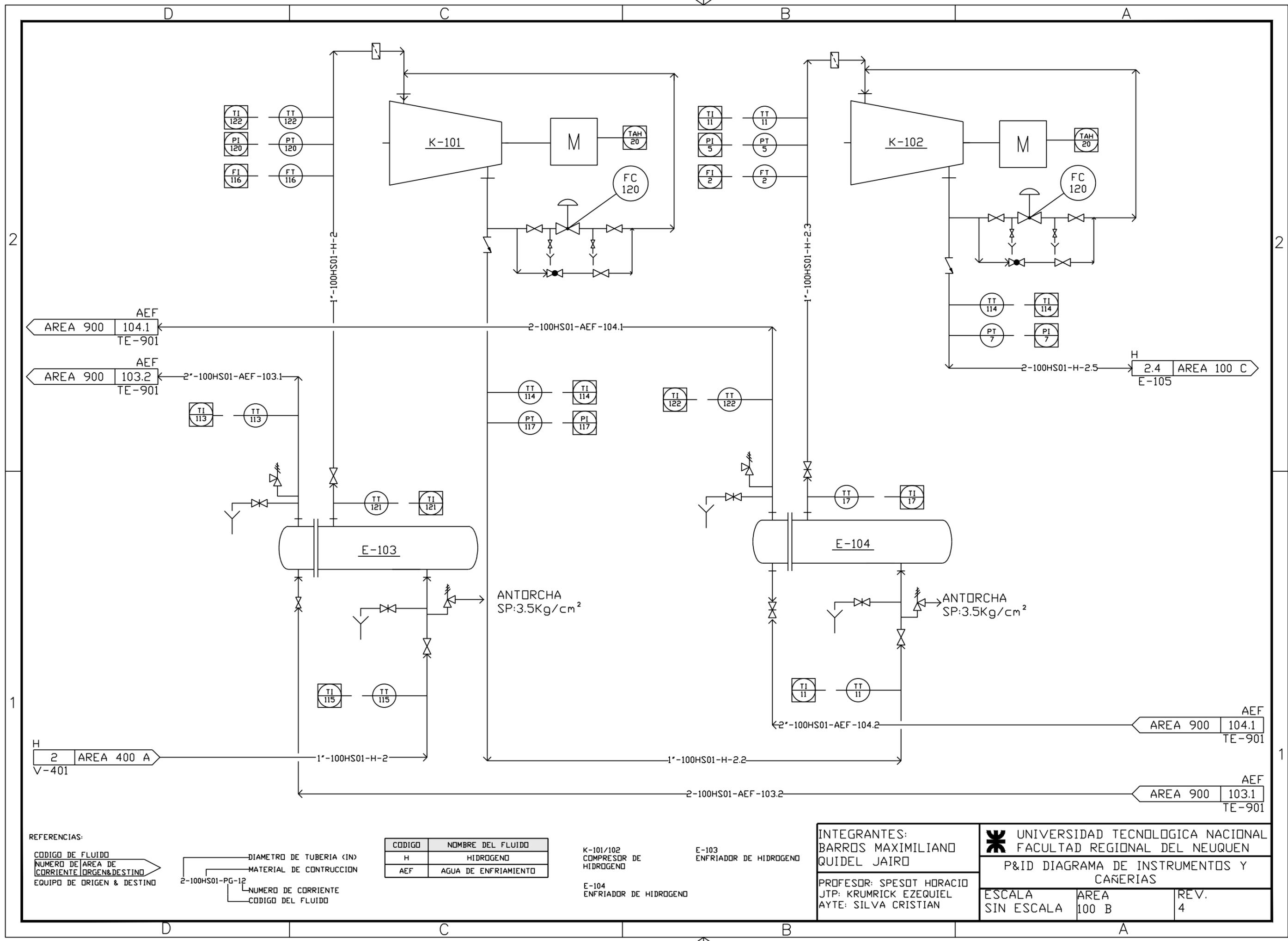
E-101  
 PRECALENTADOR  
 DE GLICEROL

E-102  
 PRECALENTADOR DE  
 GLICEROL

E-105  
 PRECALENTADOR DE  
 HIDROGENO

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
**P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y**  
**CAÑERIAS**  
 ESCALA SIN ESCALA | AREA 100 A | REV. 4



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
H	HIDROGENO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO

K-101/102  
 COMPRESOR DE  
 HIDROGENO

E-103  
 ENFRIADOR DE HIDROGENO

E-104  
 ENFRIADOR DE HIDROGENO

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

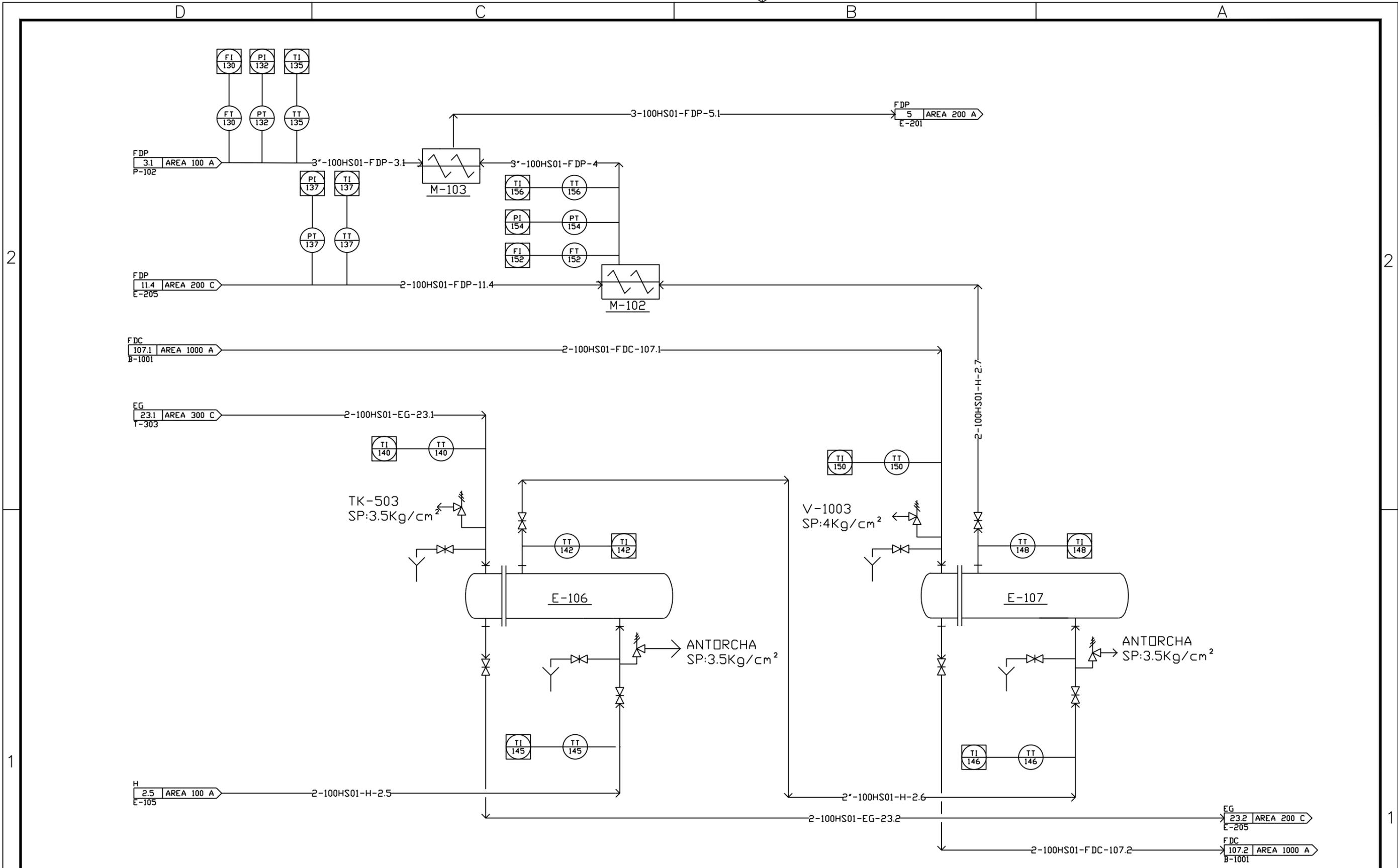
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL  
 FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN

P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y  
 CAÑERIAS

ESCALA  
 SIN ESCALA

AREA  
 100 B

REV.  
 4



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE  
 CORRIENTE ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
H	HIDROGENO
FDP	FLUIDO DE PROCESO
EG	ETILENGLICOL
FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO

M-102  
 MEZCLADOR  
 ESTATICO

E-106  
 PRECALENTADOR  
 DE HIDROGENO

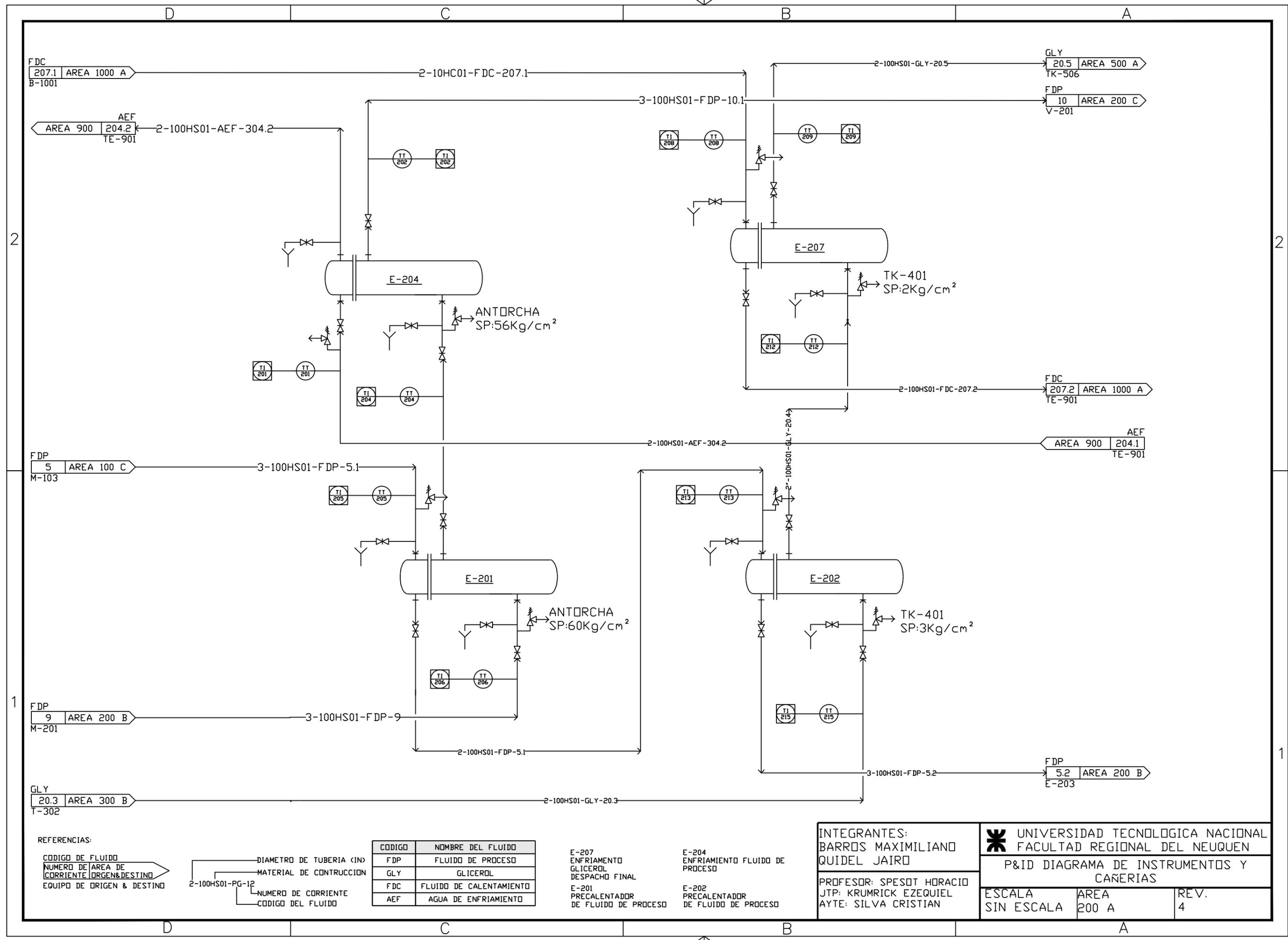
M-103  
 MEZCLADOR  
 ESTATICO

E-107  
 PRECALENTADOR  
 DE HIDROGENO

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
**P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS**

ESCALA SIN ESCALA	AREA 100 C	REV. 4
----------------------	---------------	-----------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE ORGEN & DESTINO  
 CODIGO DE CORRIENTE  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
FDP	FLUIDO DE PROCESO
GLY	GLICEROL
FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO

E-207  
 ENFRIAMIENTO GLICEROL DESPACHO FINAL  
 E-201  
 PRECALENTADOR DE FLUIDO DE PROCESO

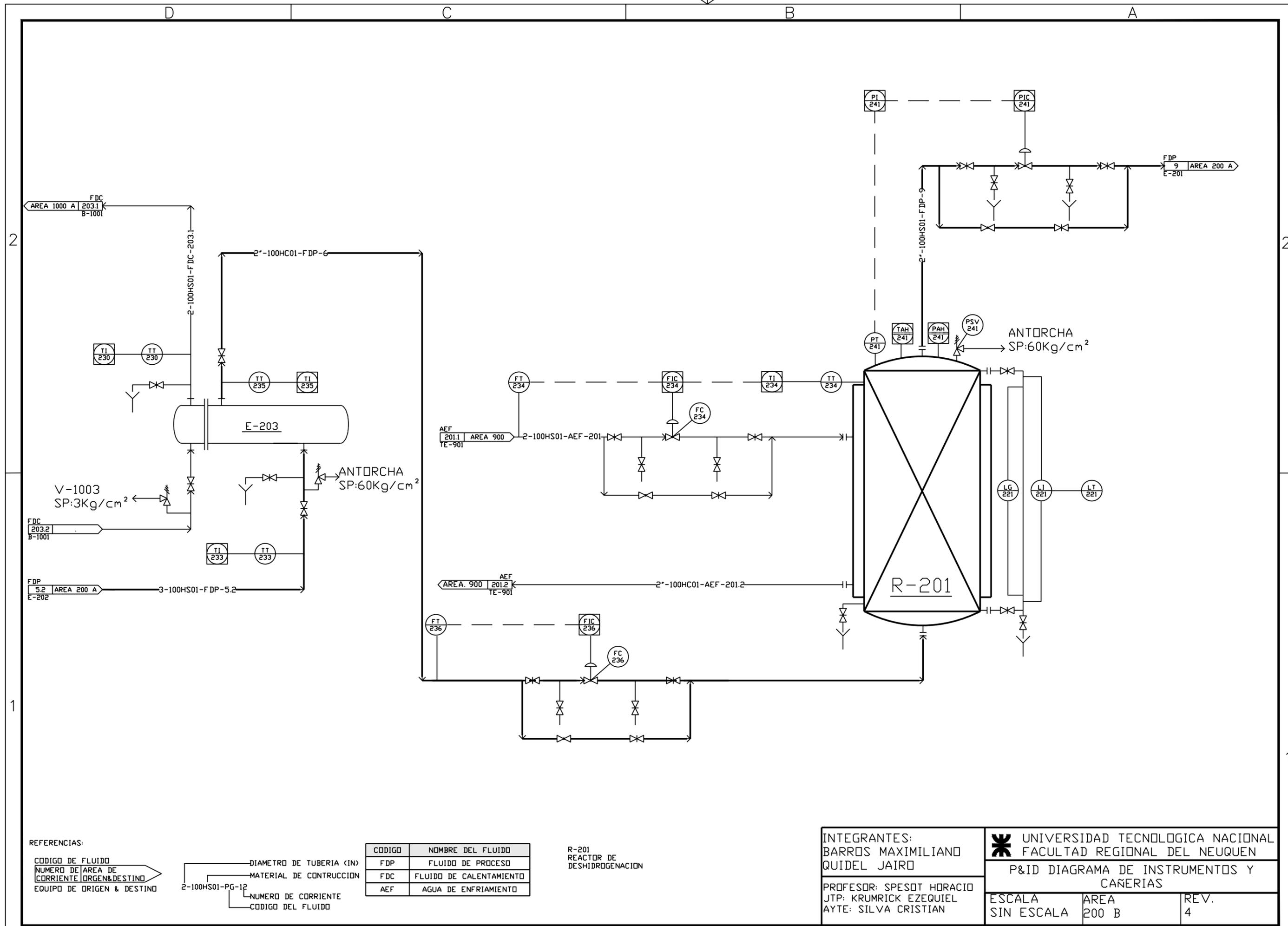
E-204  
 ENFRIAMIENTO FLUIDO DE PROCESO  
 E-202  
 PRECALENTADOR DE FLUIDO DE PROCESO

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
**P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS**

ESCALA SIN ESCALA	AREA 200 A	REV. 4
----------------------	---------------	-----------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE  
 CORRIENTE ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

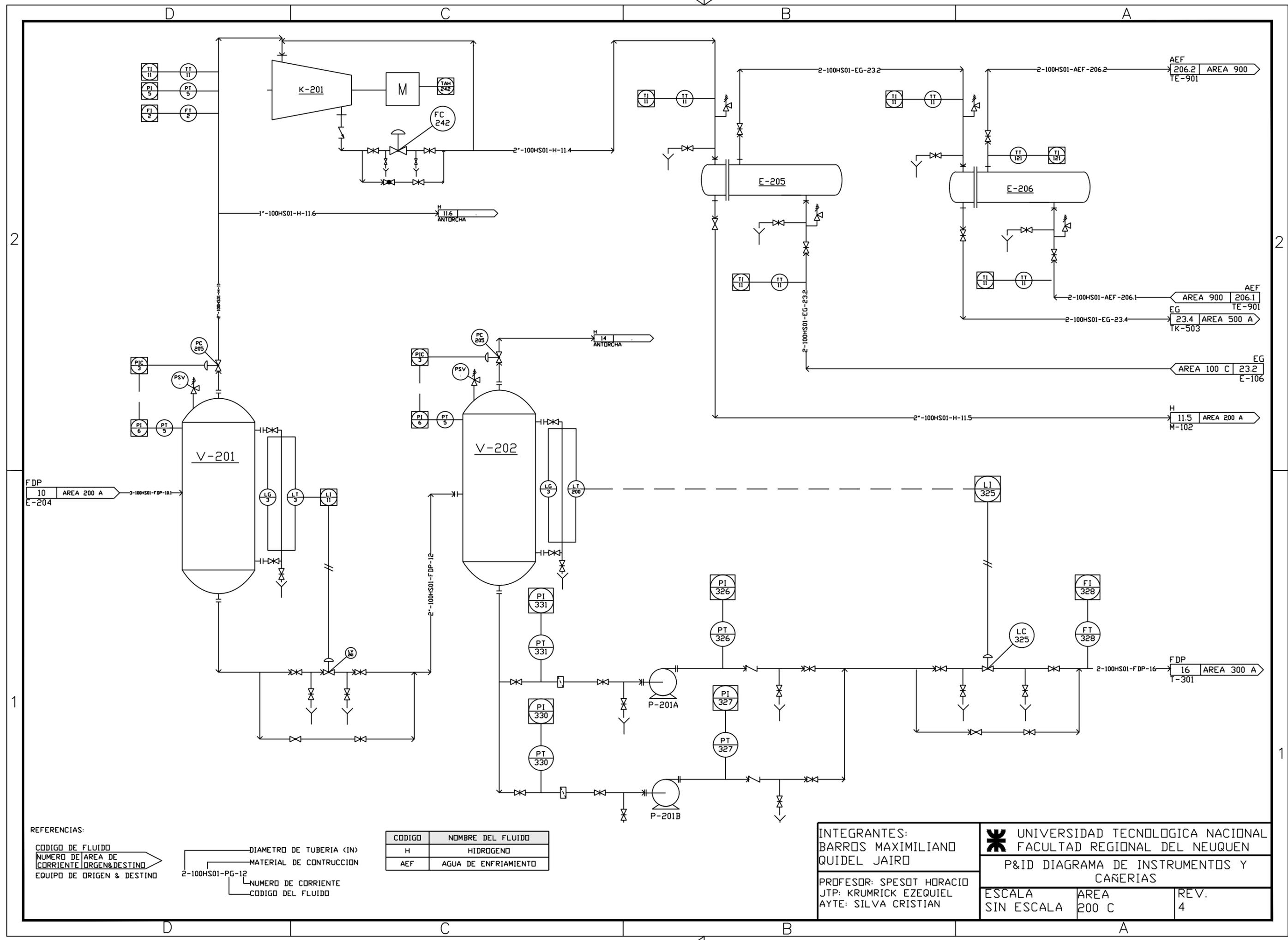
DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
FDP	FLUIDO DE PROCESO
FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO

R-201  
 REACTOR DE  
 DESHIDROGENACION

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL  
 FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN  
 P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y  
 CAÑERIAS  
 ESCALA SIN ESCALA  
 AREA 200 B  
 REV. 4



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE  
 CORRIENTE ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

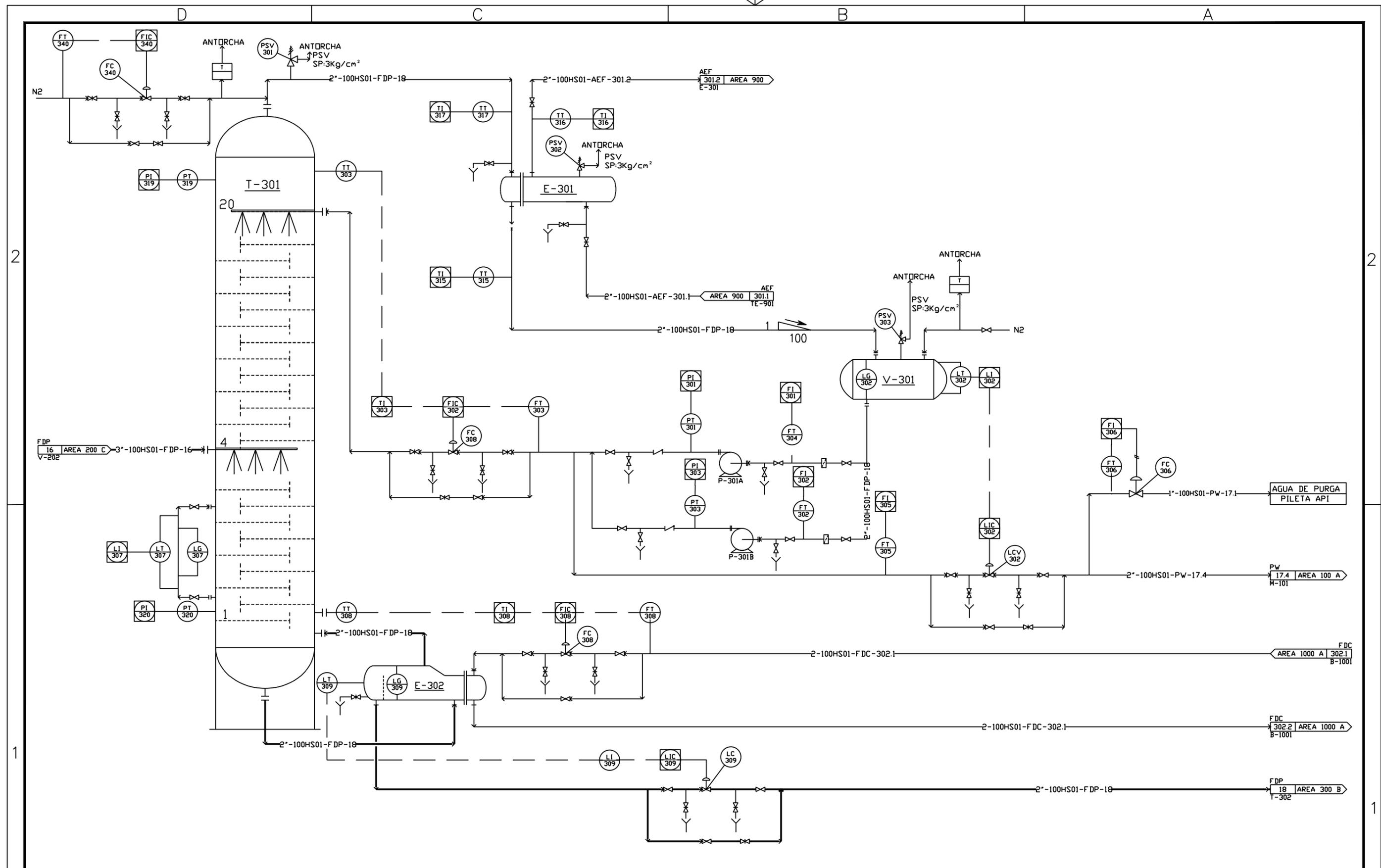
DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
H	HIDROGENO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
**P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS**

ESCALA SIN ESCALA	AREA 200 C	REV. 4
----------------------	---------------	-----------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

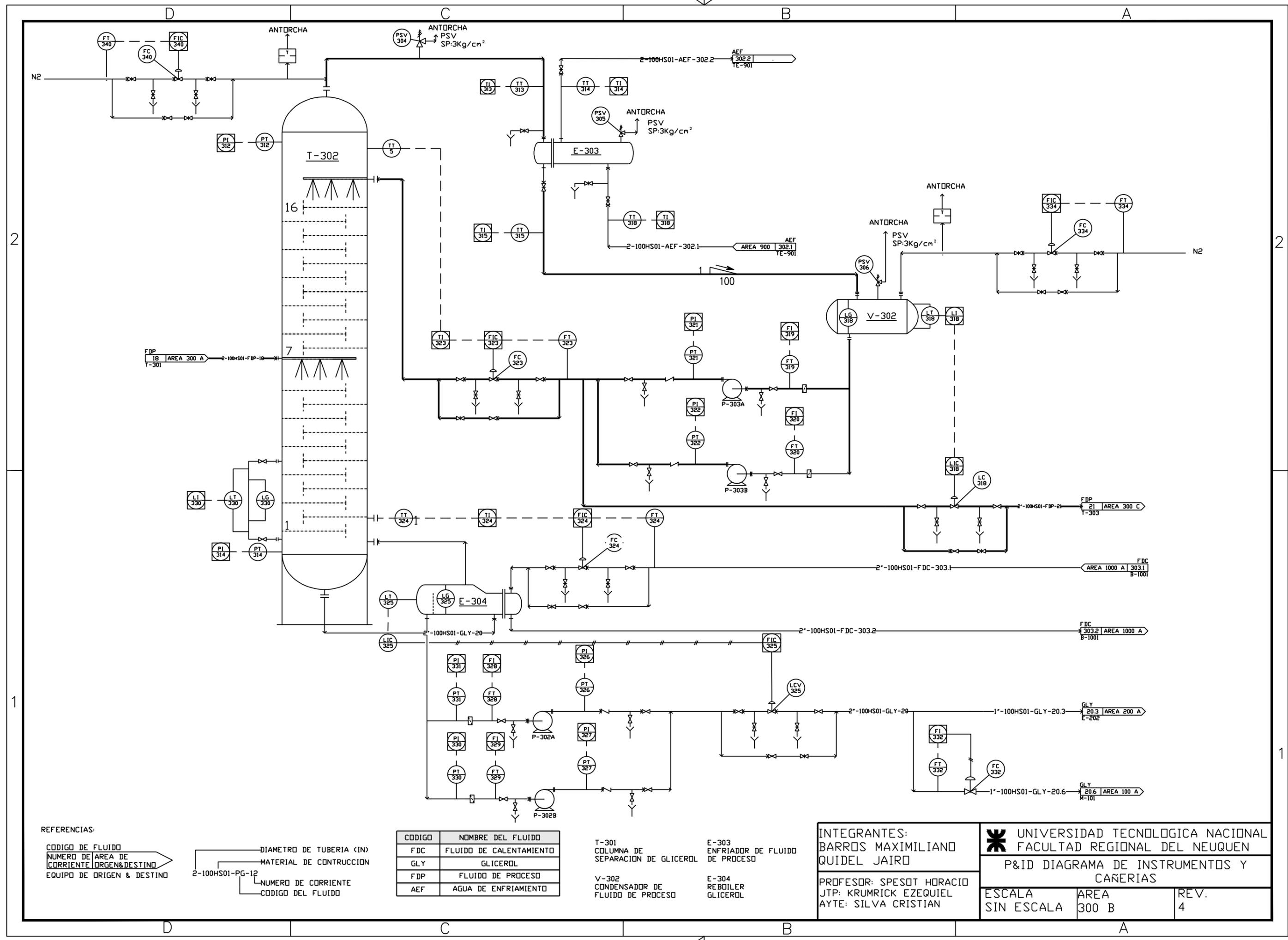
CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO
PW	AGUA DE PROCESO
FDP	FLUIDO DE PROCESO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO

T-301 COLUMNA DE SEPARACION DE AGUA REMANENTE  
 V-301 CONDENSADOR DE AGUA  
 E-301 ENFRIADOR DE AGUA  
 E-302 REBOILER FLUIDO DE PROCESO

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
**P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS**

ESCALA SIN ESCALA	AREA 300 A	REV. 4
----------------------	---------------	-----------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE  
 CORRIENTE ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

2-100HS01-PG-12

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO
GLY	GLICEROL
FDP	FLUIDO DE PROCESO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO

T-301  
 COLUMNA DE  
 SEPARACION DE GLICEROL

V-302  
 CONDENSADOR DE  
 FLUIDO DE PROCESO

E-303  
 ENFRIADOR DE FLUIDO  
 DE PROCESO

E-304  
 REBOILER  
 GLICEROL

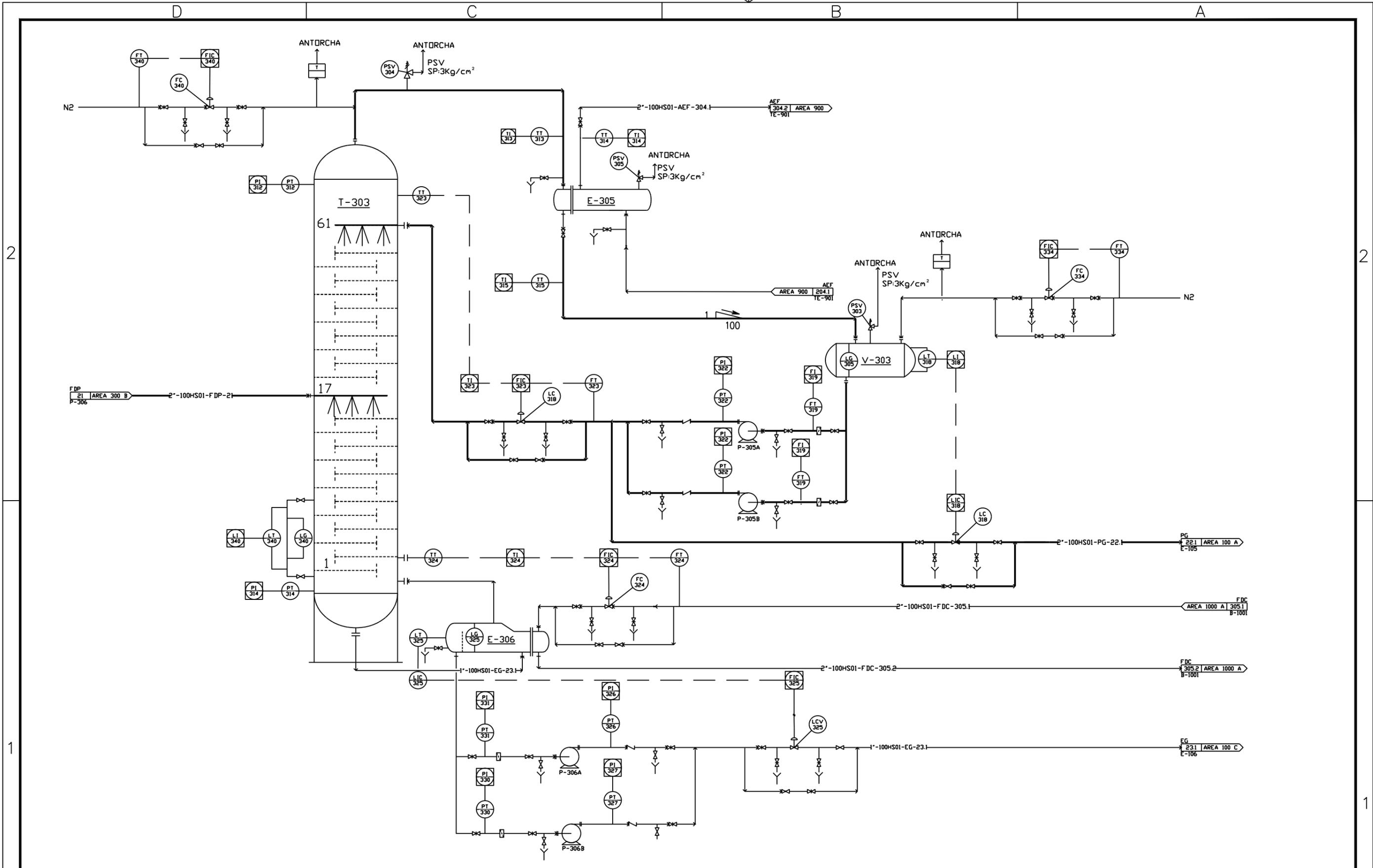
INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**

P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y  
 CAÑERIAS

ESCALA SIN ESCALA	AREA 300 B	REV. 4
----------------------	---------------	-----------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
FDC	FLUIDO DE CALENTAMIENTO
PG	PROPILENGLICOL
FDP	FLUIDO DE PROCESO
EGLY	ETILENGLICOL
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO

T-301  
 COLUMNA DE PROPILENGLICOL PURO

E-305  
 ENFRIADOR DE PROPILENGLICOL

E-306  
 REBOILER ETILENGLICOL

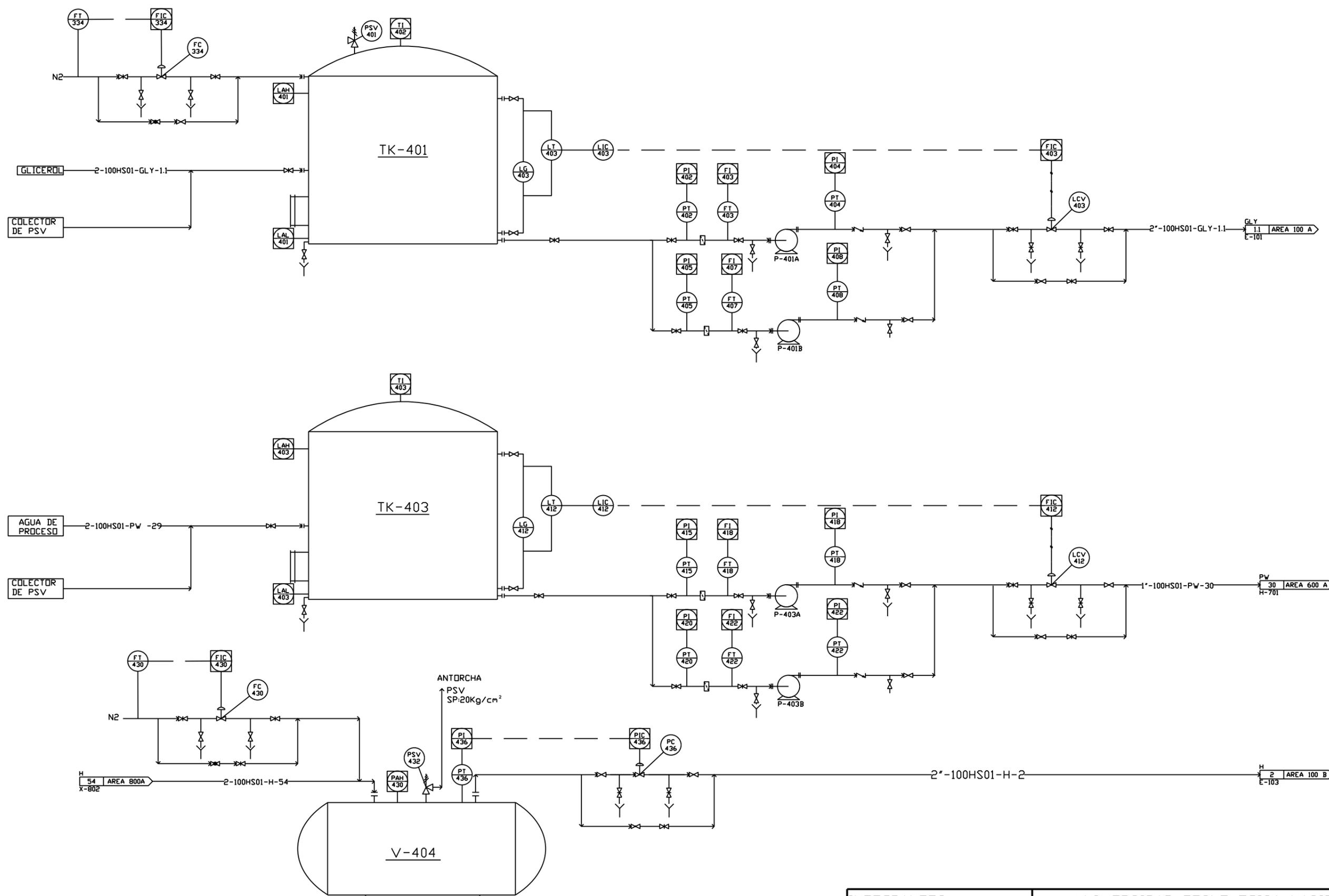
INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**

P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS

ESCALA SIN ESCALA	AREA 300 C	REV. 4
----------------------	---------------	-----------



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

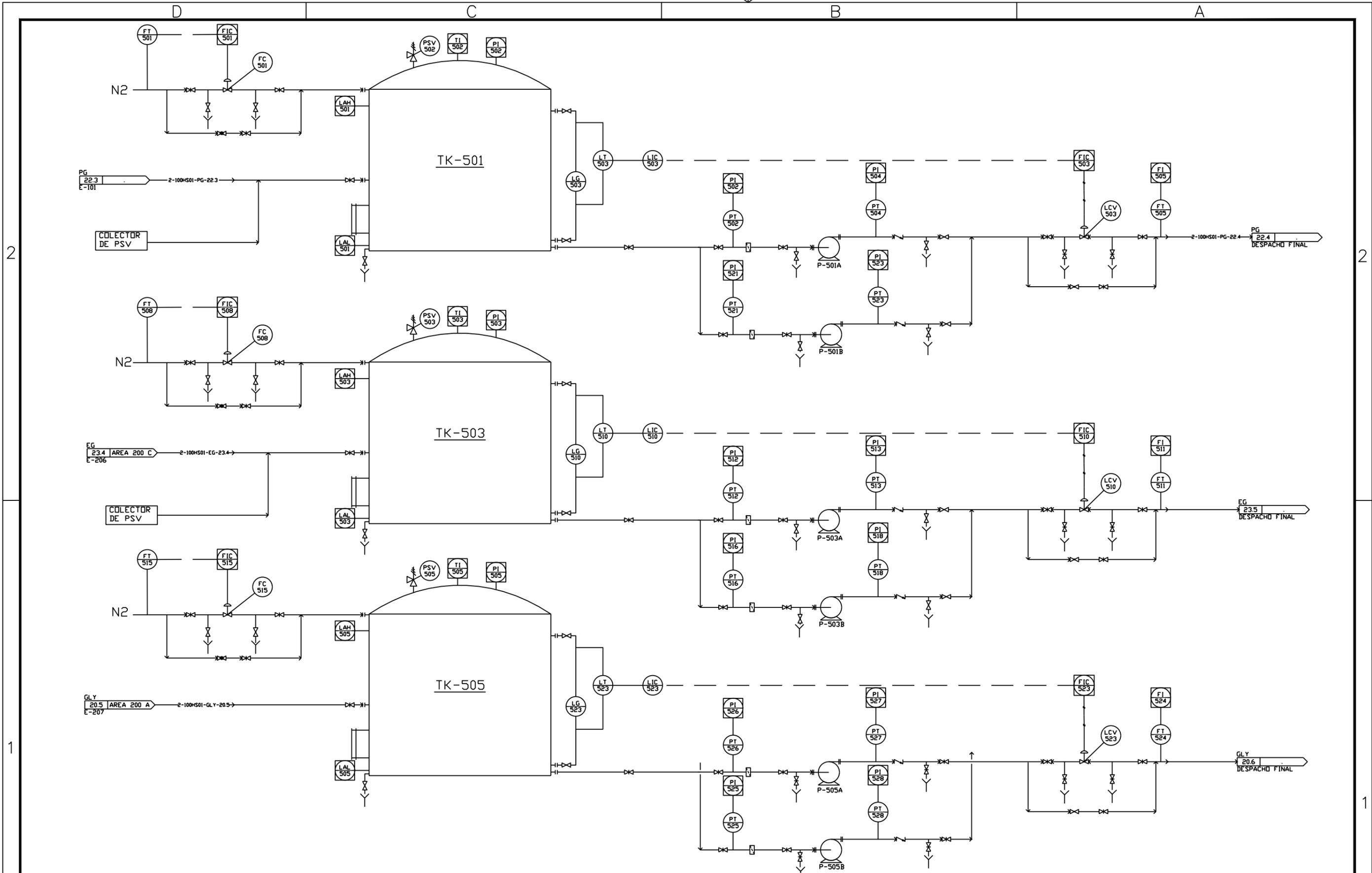
CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
GLY	GLICEROL
PW	AGUA DE PROCESO
H	HIDROGENO

TK-401/402  
 ALMACENAMIENTO DE GLICEROL  
 TK-403  
 ALMACENAMIENTO DE AGUA  
 V-404  
 ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD  
 PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN**  
**P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS**

ESCALA SIN ESCALA	AREA 400 A	REV. 4
----------------------	---------------	-----------



CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE | ORGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
GLY	GLICEROL
EG	ETILENGLICOL
PG	PROPILENGLICOL

TK-501  
 ALMACENAMIENTO FINAL DE PROPILENGLICOL

TK-503  
 ALMACENAMIENTO FINAL DE ETILENGLICOL

TK-505  
 ALMACENAMIENTO FINAL DE GLICEROL

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

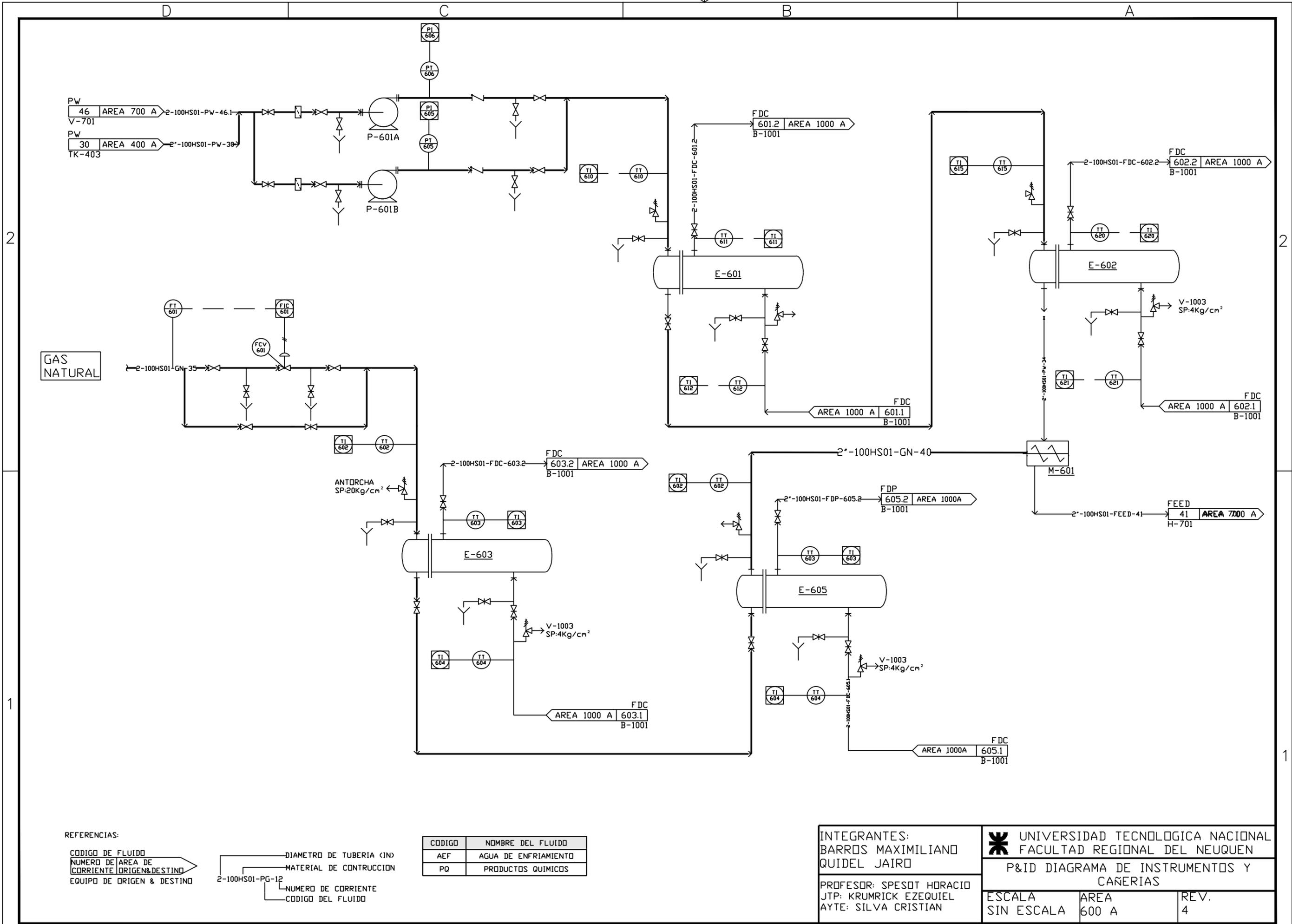
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL  
 FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN

P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS

ESCALA  
 SIN ESCALA

AREA  
 500 A

REV.  
 4



REFERENCIAS:

CODIGO DE FLUIDO  
 NUMERO DE AREA DE CORRIENTE ORIGEN & DESTINO  
 EQUIPO DE ORIGEN & DESTINO

DIAMETRO DE TUBERIA (IN)  
 MATERIAL DE CONSTRUCCION  
 NUMERO DE CORRIENTE  
 CODIGO DEL FLUIDO

CODIGO	NOMBRE DEL FLUIDO
AEF	AGUA DE ENFRIAMIENTO
PQ	PRODUCTOS QUIMICOS

INTEGRANTES:  
 BARROS MAXIMILIANO  
 QUIDEL JAIRD

PROFESOR: SPESOT HORACIO  
 JTP: KRUMRICK EZEQUIEL  
 AYTE: SILVA CRISTIAN

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL  
 FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUEN

P&ID DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y CAÑERIAS

ESCALA SIN ESCALA	AREA 600 A	REV. 4
----------------------	---------------	-----------