

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
DEPARTAMENTO INGENIERÍA QUÍMICA**

PRODUCCIÓN DE ÉTER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL

**Carletti Ornella Cecilia
Pastorino Agustina María
Varela Eliana Elisabeth**

Año 2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

Alumnos:

Apellido y Nombres:

Firma:

Apellido y Nombres:

Firma:

Apellido y Nombres:

Firma:

Aceptado por Facultad Regional Villa María de la UTN, Villa María

Nota Aprobación

Aprobado por su Contenido y Estilo:

Presidente del Tribunal:

Primer Miembro Vocal:

Segundo Miembro Vocal:

Agradecimientos

La realización del proyecto final fue posible gracias a los aportes fundamentales de los Ing. Miguel Rosa, Diego Semprini, Roger Illanes y Rubén Baccifava. Queremos destacar la colaboración de cada uno de ellos, que con su estilo de enseñanza nos brindaron las herramientas necesarias para guiarnos en la dirección correcta.

Agradecemos a nuestra facultad y a todo el cuerpo docente que forma parte de ella, por habernos hecho sentir como en nuestra casa en cada tiempo que transitamos.

Agustina

En primer lugar, agradezco a la casa de estudios por los conocimientos adquiridos, tanto teóricos como prácticos y por brindarme las herramientas necesarias para mi desarrollo profesional.

Agradezco a los profesores, que a lo largo de la carrera supieron servir de guía y modelo, impartiendo tanto sus conocimientos como experiencias.

Agradezco a mi madre, el apoyo, la confianza y el esfuerzo realizado para que yo pueda alcanzar este gran objetivo.

A mi marido, quién estuvo a mi lado en cada paso, me sostuvo, me acompañó y me ayudó a levantar de cada caída.

A mi hijo, por la paciencia de este último tiempo y por su amor infinito e incondicional, que fue mi fuerza motriz.

A mi hermano, por su incondicionalidad.

A mis suegros, quienes me brindaron todo su apoyo y cariño.

A mis amigas de toda la vida, porque siempre creyeron en mí.

A mis ángeles, que desde el cielo supieron guiarme, acompañarme y darme la fortaleza y voluntad necesaria.

A mi compañera de estudio y amiga, Malena, por tantas horas compartidas entre libros, risas y charlas.

Gracias a mis amigas, y ahora colegas, Virginia y Paola.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

Infinitamente agradecida, a Eliana y Ornella, que me aceptaron como compañera para llevar a cabo este proyecto sin siquiera conocerme, por confiar en mí, por su trabajo, su esfuerzo y su apoyo incondicional.

Eliana

En principio, me gustaría expresar mi agradecimiento especial al Profesor Ing. Miguel Rosa, porque ha sido un gran educador para mí y recordar a Mónica Guerrero porque sus mensajes fueron una importante influencia.

Luego, tengo que agradecer a muchas personas por escucharme. Cada uno de ellos, han sido inquebrantables en su apoyo personal durante el tiempo que pasé en la Universidad. Les agradezco, familia y amigos por permanecer, y por pertenecer a cada uno de los eslabones de mi vida.

Finalmente, agradezco a Marcelo, por haber sido mi guía absoluto.

Ornella

A mi abuelo Telmo, que siempre me apoyó y me sigue guiando desde el cielo.

A mis padres, Alejandro y Sandra, porque la educación que me brindaron, el amor y los valores que me transmitieron han hecho posible que hoy culmine esta importante etapa de mi vida.

A mi novio Alexis, por crecer juntos desde la adolescencia, acompañándonos en todos estos años de estudio.

A mis hermanas, Chiara y Giovanna por estar disponibles para escucharme y ayudarme.

A mis abuelos, tíos y primos, porque la experiencia de vivir en familia me incentivó a mantenerme firme en mi objetivo.

A Victoria, mi amiga del alma, por tantas tardes de estudio y estar presente en cada paso de la carrera.

A mis compañeras de trabajo final de grado, Eliana y Agustina, con quien compartí tantos momentos enriquecedores.

A mis amigos, de quienes me llevo hermosos recuerdos que han superado el ámbito académico.

ÍNDICE

Contenido

CAPÍTULO Nº 1: OBJETIVOS Y GENERALIDADES	17
1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO.....	18
1.2. GENERALIDADES DEL PROYECTO	18
CAPÍTULO Nº 2: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y DE MATERIAS PRIMAS.....	20
2.1 INTRODUCCIÓN	21
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	21
2.3 DESCRIPCION DE LA MATERIA PRIMA	23
2.3.1 Bioetanol (BE).....	23
2.3.2 Ácido Sulfúrico.....	24
CAPÍTULO Nº 3: ESTUDIO DE MERCADO	26
3.1. INTRODUCCIÓN	27
3.2. MERCADO INTERNACIONAL	27
3.2.1. Contexto internacional: Producción mundial y principales productores	27
3.2.2. Contexto Sudamericano.....	31
3.2.3 Análisis Del Mercosur	39
3.2.4 Análisis de Mercado Argentino.....	42
3.3 MERCADO DE LA MATERIA PRIMA.....	58
3.4 ANÁLISIS DE PRECIOS	62
3.4.1 Análisis de precios de importaciones de EE.....	62
3.4.2 Análisis de precios del mercado interno de EE.	71
3.4.3 Estrategias de introducción al mercado interno.....	75
3.4.4 Análisis de las materias primas.....	84
3.5 ANÁLISIS DE FODA	89
3.6 CONCLUSIÓN	90
CAPÍTULO Nº 4: MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN.....	92
4.1. MACROLOCALIZACIÓN.....	93
4.1.1. Cercanía a las fuentes de materia prima.....	93

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

4.1.2. Cercanía al mercado consumidor	93
4.1.3. Impuestos locales	94
4.2 Microlocalización	97
4.2.1 Precio del lote	98
4.2.2 Servicios disponibles	98
4.2.3 Beneficios impositivos ofrecidos por los parques	100
4.2.4 Mano de obra disponible.....	101
4.2.5 Vías de acceso	103
4.3 Ponderación de criterios.....	104
4.4 CONCLUSIÓN	106
CAPÍTULO Nº 5: SELECCIÓN DE PROCESO	107
5.1 INTRODUCCIÓN	108
5.2 DIFERENTES PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE EE	108
5.2.1 Deshidratación catalítica sobre aluminio	108
5.2.2 Hidratación Catalítica de etileno.....	109
5.2.3 Deshidratación de etanol con ácido sulfúrico	110
5.3 SELECCIÓN DEL PROCESO	113
CAPÍTULO Nº 6: CAPACIDAD PRODUCTIVA	114
6.1 INTRODUCCION	115
6.2 Factores que determinan el tamaño de un proyecto	115
6.3 Demanda del producto	116
6.4 Determinación de la capacidad óptima.....	116
6.5 Tamaño del proyecto y las materias primas	118
6.6 Tamaño del proyecto y la capacidad de las plantas existentes.....	118
CAPÍTULO Nº 7: BALANCE DE MASA Y ENERGÍA	119
7.1 INTRODUCCIÓN	120
7.2. Definición de la masa de materia prima necesaria.	120
7.3 Balances de masa y energía calculados por hora.	122
7.3.1 Reactor adiabático de lecho fluidizado R01	123

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

7.3.2 Intercambiador I04	126
7.3.3 Columna de Neutralización C01	127
7.3.4 Columna de Deshidratación C02	129
7.3.5 Columna de Purificación de EE C03	131
7.3.6 Intercambiador de calor I05	132
7.3.7 Intercambiador de calor I06	133
7.3.8 Tanque de almacenamiento T02.....	133
7.3.9 Tanque de almacenamiento T01.....	135
7.3.10 Intercambiador de calor I01.....	135
7.3.11 Torre de Absorción de Gases C04.....	136
7.3.12 Intercambiador de calor I02.....	138
7.3.13 Intercambiador de calor I03.....	138
7.4. CONCLUSIÓN	139
CAPÍTULO Nº 8: DISEÑO Y ADOPCIÓN DE EQUIPOS	140
8. INTRODUCCIÓN	141
8.1 ADOPCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	141
8.1.1 Consideraciones de adopción.....	141
8.1.2 Tanque de almacenamiento de AE	141
8.1.3 Tanque de almacenamiento de Ácido Sulfúrico el 56%, T03.	145
8.1.4 Tanque de almacenamiento de hidróxido de sodio al 50%, T04.	147
8.1.5 Tanque de almacenamiento de EE al 98%, T02.	148
8.2 DISEÑO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	149
8.2.1 Consideraciones de diseño.....	149
8.2.1 Intercambiador de calor I01	149
8.2.2 Intercambiador de calor I02	150
8.2.3 Intercambiador de calor I03	151
8.2.4 Intercambiador de calor I04	152
8.2.5 Intercambiador de calor I05	153
8.2.6 Intercambiador de calor I06	154

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

8.3 DISEÑO DEL REACTOR R01 ADIABÁTICO E ISOTÉRMICO.....	155
8.3.1 Consideraciones de diseño.....	155
8.3.2 Cálculo de las dimensiones del reactor.....	155
8.3.4 Cálculo del sistema de agitación y calentamiento.	158
8.4 DISEÑO DE COLUMNAS DEL PROCESO.....	160
8.4.1 Consideraciones de diseño.....	160
8.4.2 Columna de Neutralización C01.....	161
8.4.3 Columna de Deshidratación C02.....	161
8.4.4 Columna de Purificación de EE C03.....	161
8.4.5 Torre de Absorción de Gases C04.....	161
8.5 DISEÑO Y ADOPCIÓN DE LAS BOMBAS DEL PROCESO.....	161
8.5.1 Consideraciones de diseño.....	165
8.5.2 Bomba B01, para llevar AE ₁ desde el A01 y A02 hasta T01.....	166
8.5.3 Bomba B02, para llevar AE ₁ desde I01 hasta C04.....	168
8.5.4 Bomba B03, para llevar AE desde C04 a I02.....	170
8.5.5 Bomba B04, para llevar AS desde I04 hasta R01.....	171
8.5.6 Bomba B05, para llevar HS desde T04 hasta C01.....	173
8.5.7 Bomba B06, para llevar SN desde C01 a C02.....	175
8.5.8 Bomba B07, para llevar AERE desde I06 hasta T01.....	177
8.5.8 Bomba B08, Bomba de Impulsión de EE desde T02 a A05-06.....	179
8.6 CONCLUSIÓN.....	180
CAPÍTULO Nº 9: ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	182
9.1 INTRODUCCIÓN.....	183
9.2 ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN.....	183
9.3 DEFINICIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO.....	185
9.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO.....	186
9.4.1 Gerencia.....	186
9.4.2 Departamento de producción.....	187
9.4.3 Departamento de mantenimiento.....	189

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

9.4.4 Departamento de comercialización y logística	190
9.4.5 Departamento de calidad	191
9.4.6 Departamento de administración	192
9.5 PLAN DE PRODUCCIÓN.....	193
9.6 CONCLUSIÓN	194
CAPÍTULO Nº 10: OBRAS CIVILES	196
10.1 INTRODUCCIÓN	197
10.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA DISTRIBUCIÓN DEL PREDIO.....	197
10.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PREDIO POR SECTORES.....	200
10.3.1 Producción.....	202
10.3.2 Laboratorio y mantenimiento.....	203
10.3.3 Comedores	204
10.3.4 Vestuarios y baños	204
10.3.5 Oficinas y recepción.....	205
10.3.6 Sala de caldera	205
10.3.7 Sala de control.....	207
10.3.8 Sala de aire comprimido	208
10.3.9 Sistema frigorífico	210
10.3.10 Sector tablero electrónico	211
10.3.11 Sala de producción de nitrógeno.....	212
10.3.12 Lagunas de tratamiento de efluente	213
10.4 Dimensionamiento.....	214
10.5 CONCLUSIÓN	216
CAPÍTULO Nº 11: SERVICIOS AUXILIARES	217
11. INTRODUCCIÓN	218
11.1 PRODUCCIÓN DE VAPOR.....	218
11.1.1 Consideraciones y características de la instalación	218
11.1.2 Adopción de la caldera.....	220
11.1.3 Características y Dimensionamiento de la Red de Distribución de Vapor.	221

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

11.2 EQUIPAMIENTO FRIGORÍFICO, DISEÑO DE RED DE AGUA FRÍA	236
11.2.1 Ciclo frigorífico y dimensionamiento de los equipamientos principales.....	236
11.2.2 Dimensionamiento de los tanques de almacenamiento de agua y cálculo de bombas.....	240
11.2.3 Cálculo de la pérdida de calor y necesidades de aislamiento en las cañerías..	244
11.3 PRODUCCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.	246
11.3.1 Generalidades de la red de aire comprimido	246
11.3.2 Dimensionamiento del compresor	249
11.3.3 Sistema de distribución del aire comprimido y determinación del diámetro mínimo de la cañería	251
11.4 ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	254
11.4.1 Dimensionamiento del tanque de abastecimiento y diseño de la red de agua..	254
11.5 GAS NATURAL	258
11.5.1 Generalidades de la red de gas natural	258
11.5.2 Consumo de gas natural	260
11.5.3 Obtención del diámetro mínimo y adopción del diámetro de cañería	260
11.6 POTENCIA ELÉCTRICA	263
11.6.1 Generalidades del sistema de distribución de la energía eléctrica	263
11.6.2 Determinación y cálculo de la potencia eléctrica necesaria.....	265
11.7 NITRÓGENO.....	271
11.7.1 Generador de nitrógeno PSA, S N C01.....	273
11.7.1 Tanque pulmón de Nitrógeno Gaseoso, S N T01.....	274
11.7.2 Compresor S N CP01.	276
11.7.3 Sistema purificador de aire.....	277
11.8 RED DE INCENDIOS CON EXTINCIÓN A BASE DE AGUA	277
11.8.1 Determinación de los parámetros hidráulicos de la instalación	277
11.8.2 Diseño del sistema.....	278
11.9 CONCLUSIONES.....	293
CAPÍTULO Nº 12: TRATAMIENTO DE EFLUENTES	294

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

12.1 INTRODUCCIÓN	295
12.2 LEGISLACIÓN VERTIDO DE EFLUENTES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA.....	295
12.3 MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE SULFATO DE SODIO.....	297
12.3.1 Remoción a través de membranas.....	297
12.3.2 Enfoques de precipitación de azufre	299
12.3.3 Reducción de sulfato biológico.....	302
12.4 MÉTODO QUÍMICO DE PRECIPITACIÓN MEDIANTE HIDRÓXIDO DE CALCIO	302
12.4.1 Etapa 1: Precipitación inicial de sulfato	303
12.4.2 Etapa 2: Precipitación de hidróxido de metal	303
12.4.3 Etapa 3: Precipitación final de sulfato	304
12.4.4 Etapa 4: Reducción del pH – recarbonatación	304
12.5 DISEÑO LAGUNA DE TRATAMIENTO.....	304
12.5.1 Dimensionamiento de la Laguna 1	305
12.5.2 Dimensionamiento de la Laguna 2.....	306
12.5.3 Dimensionamiento de la Laguna 3.....	308
12.6 DISPOSICIÓN FINAL DE SULFATO DE CALCIO.....	309
12.7 CONCLUSIÓN	310
CAPÍTULO Nº 13: CONTROL DE CALIDAD.....	311
13. INTRODUCCIÓN	312
13.1 CONTROL DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA	312
13.2 CONTROL DE CALIDAD DENTRO DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	314
13.2.1 Control en el reactor R01	315
13.3 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL.....	315
13.4 CONCLUSIÓN	315
CAPÍTULO 14: CONTROL AUTOMÁTICO DEL PROCESO.....	319
14. INTRODUCCIÓN	320
14.1 CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	320
14.1.1 Control en tanques de almacenamiento A01 y A02.....	320

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

14.1.2 Control en tanque pulmón T01	321
14.1.3 Control en el reactor adiabático R01	322
14.1.4 Control en el intercambiador de calor I01.....	324
14.1.5 Control en el intercambiador de calor I02.....	324
14.1.6 Control en el intercambiador de calor I03.....	324
14.1.7 Control en el intercambiador de calor I04.....	325
14.1.8 Control en el intercambiador de calor I05.....	325
14.1.9 Control en el intercambiador de calor I06.....	325
14.1.10 Control en la columna de neutralización C01	325
14.1.11 Control en la columna de deshidratación C02	326
14.1.12 Control en la columna de purificación C03	326
14.1.13 Control en la torre de absorción de gases C04	327
14.1.14 Control en los tanques de almacenamiento de EE A05 y A06.....	328
14.1.15 Control en los tanques de almacenamiento de AS, T03 y A03, y HS, T04 y A04	328
14.2 CONTROL DE LA CALIDAD EN SERVICIOS AUXILIARES: GENERACIÓN DE VAPOR	330
14.2.1 Control en caldera.....	330
14.3 CONTROL DE LA CALIDAD EN SERVICIOS AUXILIARES: EQUIPO FRIGORÍFICO, PRODUCCIÓN DE AGUA FRÍA.....	332
14.4 CONTROL DE LA CALIDAD EN SERVICIOS AUXILIARES: ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	334
14.5 CONTROL DE LA CALIDAD EN SERVICIOS AUXILIARES: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE NITRÓGENO.	335
14.6 CONTROL DE CALIDAD EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES.	335
14.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS DIVERSOS CONTROLADORES SELECCIONADOS.	336
14.7.1 Controladores de temperatura – termistores.	336
14.7.2 Controladores de presión – Tubo de Bourdon.....	337
14.7.3 Controladores de nivel – Sistemas basados en flotadores	338

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

14.7.4 Controladores de flujo – Medidor de orificio	338
14.7.5 Controladores de concentración – Medidor de densidad y concentración.....	339
14.8 SISTEMAS DE CONTROL Y COMANDO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE LA RED DE INCENDIO.....	340
14.9 CONCLUSIÓN	343
CAPÍTULO 15: SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	344
15.1 LA ESTRUCTURA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL	345
15.1.1 Condiciones de seguridad laboral	345
15.1.2 Condiciones de seguridad sobre los productos	347
15.1.3 Condiciones de seguridad que debe cumplir el personal (EPP)	350
15.1.4 Equipo de seguridad de personal de planta	351
15.1.5 Equipo de seguridad de personal de planta en contacto con líquidos explosivos y/o corrosivos	353
15.1.6 Equipo de seguridad de personal de laboratorio	355
15.1.7 Señalización	356
15.2 UTILIZACIÓN DE COLORES EN LA INDUSTRIA.....	357
15.3 UTILIZACIÓN DE FORMAS EN LA INDUSTRIA.....	359
15.3.1 Señales a utilizar en las distintas partes de la empresa.	359
15.4 CONCLUSIÓN	368
CAPÍTULO Nº16: ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO	369
16.1 INTRODUCCIÓN	370
16.2 DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN INICIAL TOTAL	370
16.2.1 Activos fijos.....	371
16.2.2 Capital de trabajo.....	377
16.2.3 Activos nominales	382
16.2.4 Determinación de la inversión total	383
16.3 FINANCIACIÓN DEL PROYECTO	383
16.4 CRÉDITO FISCAL.....	384
16.5 ANÁLISIS FINANCIERO Y FLUJO DE FONDOS.....	385

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

16.4.1 Cálculo del VAN.....	387
16.4.2 Cálculo de la TIR	388
16.4.3 Cálculo del PR	388
16.5 Análisis de sensibilidad	388
16.6 CONCLUSIONES.....	391
BIBLIOGRAFÍA.....	393
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y LAS MATERIAS PRIMAS.	394
CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE MERCADO.....	394
CAPÍTULO 4: MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN	397
CAPÍTULO 5: SELECCIÓN DEL PROCESO	397
CAPÍTULO 6: CAPACIDAD DE LA PLANTA.....	399
CAPÍTULO 7: BALANCE DE MASA Y ENERGÍA	399
CAPÍTULO 8: DISEÑO Y ADOPCIÓN DE EQUIPOS.....	399
CAPÍTULO 9: ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	400
CAPÍTULO 10: OBRAS CIVILES	401
CAPÍTULO 11: SERVICIOS AUXILIARES	402
CAPÍTULO 12: TRATAMIENTO DE EFLUENTES	404
CAPÍTULO 13: CONTROL DE CALIDAD.....	406
CAPITULO Nº 14: CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS.....	406
CAPÍTULO Nº 15: SEGURIDAD INDUSTRIAL	406
CAPÍTULO Nº 16: ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO.....	407
ANEXO AI: ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS	409
HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS.....	410
Al 1. Listado de equipos por sector.....	410
Al 2. Producción y Purificación de EE a partir de Bioetanol	415
Al 3. Almacén de Materias Primas.....	437
Al 4. Almacén de Insumos	439
Al 5. Almacén de Productos Terminados.....	441
Al 6. Servicios.....	443

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

ANEXO AII: COLUMNA C01	465
HOJAS DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01	466
ANEXO AIII: COLUMNA C02	472
HOJAS DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02	473
ANEXO AIV: COLUMNA C03	490
HOJAS DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03	491
ANEXO AV: COLUMNA C04	508
HOJAS DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04	509
ANEXO AVI: ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS	516
HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS DE PROCESO	517
ANEXO CI: SERVICIOS AUXILIARES	569
1. PRODUCCIÓN DE VAPOR	570
ANEXO CII: REGISTROS DE CONTROL DE CALIDAD	576
REGISTROS DE CONTROL DE CALIDAD	577
ANEXO CIII: TÉCNICAS DE CONTROL DE CALIDAD	586
TA01 - Determinación de la temperatura	587
TA02 - Determinación de la densidad específica – Método del Tubo en U oscilante. .	587
TA03 - Determinación de la pureza del AE – Cromatografía de gases (CG)	589
TA04 Control de la pureza por cromatografía de gases	591
TA05 Control de los vapores de peróxidos	592
ANEXO CIV: ESPECIFICACIONES DE DENSÍMETRO	596
DENSÍMETRO – DESCRIPCIÓN GENERAL	597
ANEXO CV: ESPECIFICACIONES CROMATÓGRAFO DE GASES	599
CROMATÓGRAFO DE GASES – DESCRIPCIÓN GENERAL	600
ANEXO CVI: ESPECIFICACIONES DE PHMETRO	602
pHMETRO – DESCRIPCIÓN GENERAL	603
ANEXO D: PLANIMETRÍA	605

CAPÍTULO N° 1: OBJETIVOS Y GENERALIDADES

En el presente trabajo final de grado, para acceder al título de ingeniero químico por parte de las alumnas Carletti, Ornella C., Pastorino, Agustina, Varela, Eliana E. en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María, se intenta demostrar si el proyecto de instalación de una planta productora de éter etílico (EE) a partir de Bioetanol (BE) en Argentina es o no técnicamente factible, justificando además, desde un punto de vista económico, haber seleccionado la mejor alternativa en tamaño, localización y proceso productivo para abastecer el mercado demandante.

Además, integrar los conocimientos y habilidades profesionales del ingeniero químico adquiridos durante la carrera para poder llevar a cabo las tareas involucradas en el proyecto.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

- Realizar un estudio de mercado que permita conocer las características de los proveedores de las materias primas, potenciales consumidores y actuales competidores, con el objetivo de tomar las decisiones adecuadas, basándonos en los conocimientos anticipados de la evolución de los mismos.
- Establecer las características y factibilidades de un nicho de mercado, para venta en corte de combustible; como actividad central a futuro, incorporándose dentro de los compuestos energéticos renovables.
- Seleccionar la localización adecuada del establecimiento que asegure accesibilidad, tanto a materia prima como al mercado consumidor, con el menor costo posible.
- Definir el tamaño óptimo de la planta para operar con los menores costos o la máxima rentabilidad posible.
- Analizar los diversos procesos existentes para la producción de EE con el fin de elegir cuál es el más adecuado en base a las ventajas y desventajas que presenta cada uno.
- Diseñar, haciendo uso de las ingenierías básica y de detalle, los equipos e instalaciones involucrados en el proceso de obtención de EE.
- Determinar la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.
- Confeccionar un estudio económico-financiero para evaluar la viabilidad económica de una industria elaboradora de EE.

1.2. GENERALIDADES DEL PROYECTO

En el presente proyecto se analiza la factibilidad técnico-económica de instalar una planta de elaboración de EE partir de Bioetanol, utilizando el método de producción que se considere

más apropiado, con el fin de obtener un producto que sea competitivo tanto en precio como en calidad.

El interés en este producto en particular surge gracias a que se conoce que, por un lado, puede utilizarse como corte de combustible, y por otro, que existe un creciente y pujante mercado productor de Bioetanol en nuestro país, mientras que en Sudamérica se cuenta con una única planta elaboradora del EE en cuestión, ubicada en Villa María, Córdoba, Argentina, la cual no llega a abastecer el mercado consumidor de los países vecinos, teniendo, éstos, que importar el producto desde países como India, Alemania o Estados Unidos.

Se analiza la situación del mercado a distintas escalas de análisis geográfico: mundial, continental (América), regional (América del Sur) y nacional, obteniendo a partir de los datos actuales, estimaciones de las tendencias futuras de producción, consumo y precios, tanto de la materia prima como del EE, lo que posibilita la toma de las decisiones más adecuadas a cerca de la manera de llevar a cabo el proyecto en cuanto a la ubicación de la planta, los mercados proveedores y consumidores, la cantidad de producto a elaborar, la tecnología a emplear, que tienen directa incidencia sobre el análisis económico financiero.

Posteriormente se describen todos los procesos de producción de EE y se los evalúa teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas, para seleccionar el más conveniente. En base a este último, se realiza, mediante la ingeniería básica y de detalle, el diseño de la planta de producción, para lo cual se desarrolla un análisis técnico que avale la posibilidad de llevar a cabo el proyecto desde este enfoque.

Se tienen en cuenta también, las normas de seguridad, el acceso a los servicios auxiliares en cantidad y calidad necesaria para obtener EE de características óptimas y superiores a las existentes en el mercado.

Por último, se realiza un estudio económico-financiero que, luego de cuantificar con relativa exactitud el monto de inversión requerido, permitirá evaluar la viabilidad económica del proyecto propuesto.

CAPÍTULO Nº 2: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO, MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

2.1 INTRODUCCIÓN

Los éteres son compuestos de fórmula R-O-R' en la que R y R' pueden ser grupos alquilo o arilo (fenilo). Los éteres podrían considerarse derivados del agua, por simple sustitución de los átomos de hidrógeno por grupos alquilo.

Los éteres se caracterizan por su falta de reactividad química lo que les hace ser muy empleados como disolventes en un gran número de reacciones orgánicas. El éter de mayor importancia comercial es éter etílico (EE). Los éteres carecen del grupo hidroxilo polar de los alcoholes, pero siguen siendo compuestos polares. Tienen momentos dipolares grandes que causan atracciones dipolo-dipolo y no forman interacciones por puentes de hidrógeno, lo que hace que sean más volátiles que los alcoholes con pesos moleculares semejantes, Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Comparación de volatilidad entre agua y alcoholes con los éteres.

COMPUESTO	ESTRUCTURA	PESO MOLECULAR	PUNTO DE EBULLICIÓN (°C)	MOMENTO DIPOLAR (D)
Agua	H_2O	18	100	1.9
Etanol	$CH_3CH_2 - OH$	46	78	1.7
Dimetil Éter	$CH_3 - O - CH_3$	46	-25	1.3
Propano	$CH_3CH_2CH_3$	44	-42	0.1
n-butanol	$CH_3CH_2CH_2CH_2 - OH$	74	118	1.7
Dietil Éter	$CH_3CH_2 - O - CH_2CH_3$	74	35	1.2
Pentano	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	72	36	0.1

El EE tiene un extendido uso industrial y se utiliza en una gran variedad de reacciones orgánicas, especialmente en las síntesis de Grignard y Wurtz.

En la actualidad, se impone como coadyuvante en los combustibles, marcando una tendencia importante para su utilización a futuro, obteniéndose a partir de bioalcoholes.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El EE es un líquido incoloro con un olor característico. Es insoluble en agua y tiene una menor densidad. Tiende a generar peróxidos en presencia de luz y aire, por lo que puede encontrarse fijado con limadura de hierro, naftoles, polifenoles, aminas aromáticas y aminofenoles, para disminuir el riesgo de explosiones.

Su fórmula química es $CH_3CH_2 - O - CH_2CH_3$ y su nombre IUPAC, etoxietano.

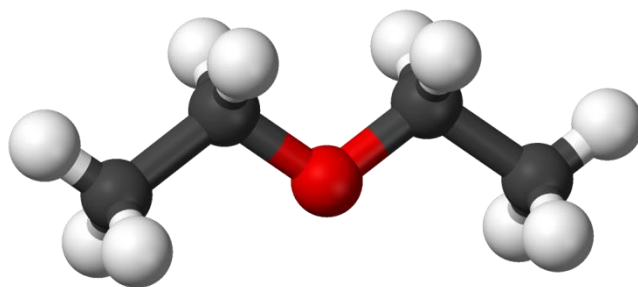


Figura 2.1: Molécula de EE

El EE, es obtenido como subproducto en la producción de etanol a través de la hidratación en fase vapor de etileno, utilizando ácido fosfórico como catalizador; y mediante la deshidratación de etanol con ácido sulfúrico

Se usa como anestésico y como disolvente de grasas, aceites, ceras, resinas, gomas, perfumes, alcaloides, acetato de celulosa, nitrato de celulosa, hidrocarburos y colorantes, principalmente. Es muy utilizado en la extracción de principios activos de tejidos de plantas y animales debido a que es fácilmente eliminado.

En la Tabla 2.2 se indican algunas propiedades físicas y químicas del EE.

Tabla 2.2: Propiedades físicas y químicas del EE.

PROPIEDADES FÍSICAS	
Apariencia	Incoloro
Densidad	713,4 kg/ m ³
Masa molecular	74,12 g/mol
Punto de fusión	-116,3 °C
Punto de ebullición	34,6 °C
Índice de refracción	1,353
Presión de Vapor	440 mmHg
Viscosidad	0,224 cP
PROPIEDADES QUÍMICAS	
Solubilidad en agua	6,9 g/100 ml (20 °C)
Momento Dipolar	1,15 D

Reacciona violentamente con:

- Halógenos y derivados como cloro, bromo, trifluoruro de bromo y heptafluoruro de yodo.

- Agentes oxidantes como aire líquido, ácido perclórico, cloruro de cromilo, ácido permangánico, cloruro de sulfurilo, peróxido de sodio y agua y óxido de yodo (VII).

Se comercializa en camiones transportadores acondicionados, protegidos de la luz a una temperatura de 8 – 15°C.

2.3 DESCRIPCION DE LA MATERIA PRIMA

2.3.1 Bioetanol (BE)

El maíz (*Zea mays* spp.), al igual que la caña, es una planta C4 de la familia de las gramíneas, con ciclo productivo anual. Originario de Mesoamérica, el maíz se cultiva actualmente en todos los continentes.

El bioetanol de maíz se puede producir por medio de dos procesos, denominados molienda seca y húmeda. La forma húmeda era la opción más común hasta los años 90, pero en la actualidad la opción seca se ha consolidado como el proceso más utilizado. A pesar de no proporcionar una gran variedad de coproductos, como en el caso húmedo, las innumerables mejoras realizadas en el proceso seco lo han convertido en una opción con costos de inversión y operativos más bajos, hecho que disminuye bastante el costo final del bioetanol.

Los alcoholes son compuestos orgánicos formados a partir de los hidrocarburos mediante la sustitución de uno o más átomos de hidrógeno por un número igual de grupos hidroxilo. La molécula de AE está formada por una cadena de dos carbonos (etano), en la que un H ha sido sustituido por un grupo hidroxilo (-OH). Su estructura química se presenta en la Figura 2.2.

Su fórmula química es CH₃-CH₂-OH. Los nombres con los que se lo identifica son: Etanol, alcohol etílico, hidróxido de etilo, etil carbinol. Su número CAS es 64-17-5.

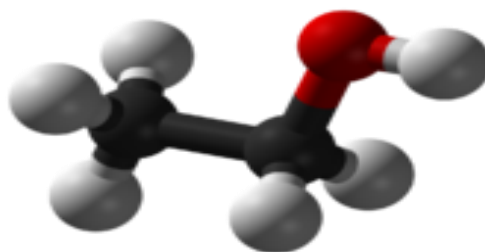


Figura 2.2: Molécula de AE

Las características físicas y químicas del alcohol etílico se expresan en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Propiedades físicas y químicas del AE

PROPIEDADES FÍSICAS	
Aspecto	Líquido transparente e incoloro
Olor	Característico alcohólico
pH	neutro
Punto de inflamación	14°C
Punto de ebullición	78.3°C
Punto de fusión	-114°C
Temperatura de autoignición	365°C
Presión de vapor (20°C)	1.5 mmHg
Densidad	789 kg/m ³
PROPIEDADES QUÍMICAS	
Solubilidad	Agua, alcohol metílico, éter, cloroformo, acetona y benceno.

2.3.2 Ácido Sulfúrico

De toda la lista de compuestos químicos que se producen industrialmente el ácido sulfúrico es el producto que anualmente se fabrica en mayor cantidad de masa. La importancia de este compuesto químico llega hasta tal punto que su producción ha sido utilizada como uno de los datos que indican la fortaleza industrial de un país.

A lo largo de la historia, podemos hablar de dos grandes procesos de producción del ácido sulfúrico. El método más antiguo produce ácidos poco concentrados, por lo que actualmente está entrando en una fase de desuso. Utiliza una catálisis homogénea. Por otro lado, el método de contacto, más moderno, se caracteriza por el empleo de catalizadores heterogéneos que permiten obtener ácidos muy concentrados. En ambos métodos, el reactivo azufrado de partida es el SO₂, dióxido de azufre, que se obtiene a partir de la tostación de piritas. La pirita es un mineral de color amarillo-blanquecino brillante, de fórmula FeS₂.

La mayoría de los usos del ácido sulfúrico no lo implican de forma directa como una materia prima, sino como de uso indirecto en forma de catalizador. El ácido posee una estructura de tipo piramidal, donde el átomo de azufre se encuentra situado en el medio de la estructura rodeado de los átomos de oxígeno que se colocan a los extremos vértices. Los átomos de hidrógeno por otro lado se unen a los oxígenos a través de un enlace de tipo doble, su estructura se muestra en la Figura 2.3.

Los sinónimos del mercado son: ácido de vitriolo, ácido fertilizante, sulfato de hidrógeno, ácido de batería. Su número CAS es 7664-93-9.

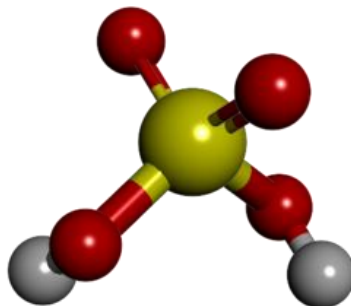


Figura 2.3: Molécula de AS

Las características físicas y químicas del ácido sulfúrico se expresan en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4: Propiedades físicas y químicas del HS

PROPIEDADES FÍSICAS	
Aspecto	Líquido transparente e incoloro, higroscópico
Olor	Característico irritante
Punto de inflamación	No es inflamable
Punto de ebullición	330°C
Punto de fusión	-114°C
Temperatura de autoignición	No aplica
Presión de vapor (20°C)	0.001 mm Hg, puede emitir gases
Densidad relativa	1.84
PROPIEDADES QUÍMICAS	
Solubilidad	Muy soluble en agua

CAPÍTULO Nº 3: ESTUDIO DE MERCADO

3.1. INTRODUCCIÓN

El EE es un producto muy versátil, que se utiliza a nivel industrial mundialmente; su uso es variado; desde el sector farmacéutico hasta el automovilístico. Sus principales productores se encuentran focalizados en India, Estados Unidos y algunos países europeos.

En el siguiente estudio de mercado se analiza el contexto internacional, sudamericano del producto. Mientras que se estudia en detalle el mercado nacional, tanto económica como cuantitativamente. Cabe mencionar que se establecen dos posibles nichos de mercado para el EE, uno de ellos, emplearlo como solvente para producción de biocombustibles y el otro como corte de combustible.

Se piensa en generar un producto con tecnología de avanzada que supere a la existente y como materia prima bioetanol (BE) a base de maíz, que se obtiene a través de fermentación biológica.

3.2. MERCADO INTERNACIONAL

3.2.1. Contexto internacional: Producción mundial y principales productores

Debido a su inercia, el éter etílico se utiliza como medio de reacción o de extracción en las industrias química, de fragancia y farmacéutica.

Es un disolvente excelente para ceras, resinas y gomas. Como medio de extracción, se utiliza para extraer ácidos acéticos y orgánicos de sistemas acuosos en la industria del acetato de celulosa y plásticos.

En el sector industrial y automotor, el éter etílico tiene aplicaciones variadas como el uso como octano, potenciador de oxígeno en gasolina, fluido de arranque diésel, aceite lubricante, plastificantes, productos para vehículos y eliminación de pinturas y barnices. Cuando se combina con etanol, el éter etílico se utiliza como disolvente para nitrato de celulosa en la fabricación de nitrocelulosa y plásticos de piroxilina.

Es un producto obtenido de varias empresas internacionales, siendo Alemania, India y Estados Unidos los principales fabricantes. Luego en menor medida de producción se encuentran países como Bélgica, Países Bajos y China, Figura 3.4 y Figura 3.5.

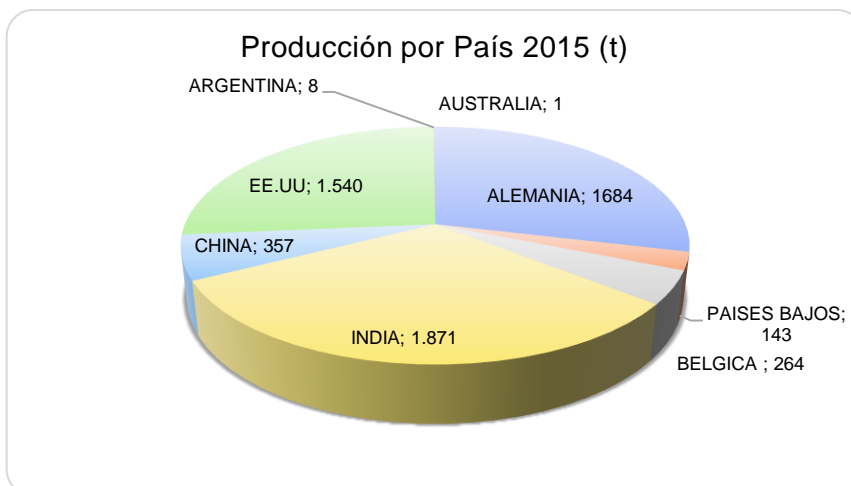


Figura 3.4: Producción Internacional de éter etílico, 2015. Total, estimado, 5.868 en toneladas.

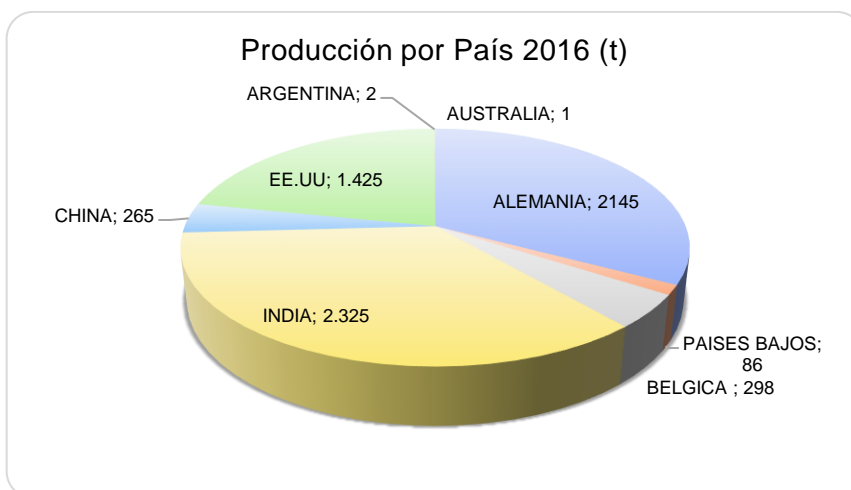


Figura 3.5: Producción Internacional De Éter Etílico, 2016. Total, estimado 6.547 toneladas.

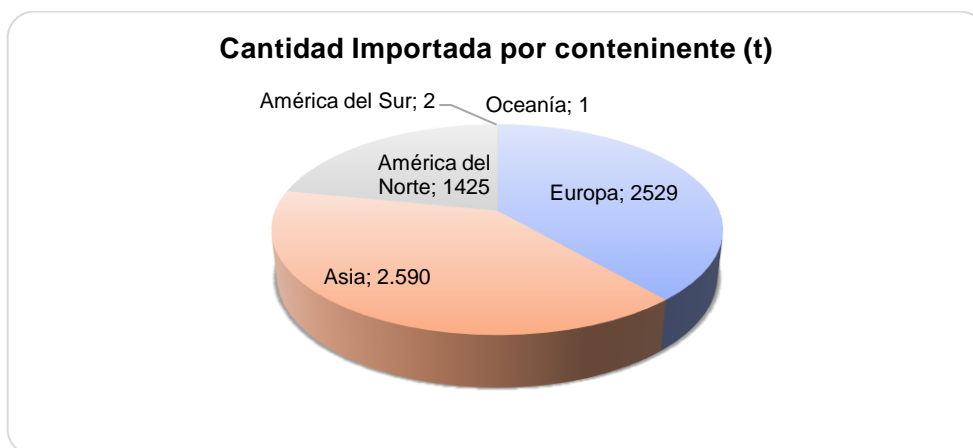


Figura 3.6: Capacidad Mundial Por Continente De Éter Etílico, 2016. Fuente: Trade Map

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

La producción mundial de éter en el año 2016, para los principales países productores fue de un total de 6.547 toneladas, con un crecimiento del 11% con respecto a los años anteriores. El consumo mundial alcanzó, un total de 12.586 toneladas, Tabla 3.5, teniendo en cuenta en ese valor países que exportan e importan.

El comportamiento anterior indica que el mercado del éter etílico se encuentra radicado masivamente en los continentes de Asia y Europa, Figura 3.6. En la actualidad, India es el mayor productor de éter etílico sumando más del 33% del suministro global.

Tabla 3.5 : Evolución De Las Importaciones Mundiales De Éter Etílico (Elaboración a partir de datos de Trade Map, mayo 13 – 2017)

PRINCIPALES IMPORTADORES (Cantidad importada en toneladas)										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Alemania	238	189	111	147	507	2116	5340	5849	4189	4224
Países Bajos	452	26806	10947	5648	8276	679	593	1226	508	471
Bélgica	758	465	536	479	629	656	981	484	372	338
Francia	341	796	868	602	618	642	600	747	487	853
Reino Unido	240	235	360	451	401	337	506	246	184	150
Suiza	265	377	264	337	342	410	356	438	356	443
España	199	158	147	124	203	243	223	177	298	381
Suecia	206	240	191	220	237	250	237	221	226	233
Eslovenia	79	89	62	77	141	180	184	291	311	280
Malasia	1256	883	1439	1061	1800	889	1029	758	745	304
Rep. De Corea	459	290	233	284	221	199	189	201	255	230
Canadá	916	772	1099	1537	822	1021	954	1132	1449	1156
EE. UU.	3421	1696	1483	2238	1362	766	728	1293	623	1542
México	28	32	13	3	2	10	3	85	2	3
Argentina	3	3	3	2	2	1	1	1	2	2
Costa De Marfil	23	7	19	18	14	9	25	14	9	19
Egipto	7	136	28	92	0	27	92	404	444	33
Australia	39	28	22	48	50	470	491	587	566	33
Brasil	16	25	25	15	15	15	26	34	41	13
Uruguay	18	17	15	15	11	11	15	9	8	14
Paraguay	2	0	1	3	1	0	1	1	1	1
Chile	20	8	7	8	10	8	8	6	5	6
Perú	3	5	3	4	5	3	3	5	4	2

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

TOTAL	8989	33257	17876	13413	15669	8942	12585	14209	11085	10731
-------	------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------



Figura 3.7: Importación Internacional. Fuente: elaboración con datos de Trade Map, mayo 13-2017

Se examinan las importaciones a nivel internacional, para estudiar el comportamiento de estos valores y poder compararlos con los datos de exportación, Tabla 3.5 y Figura 3.7.

Seguido a lo anterior, se describe la evolución de las exportaciones mundiales del éter etílico para el periodo de 2007- 2016 en la Tabla 3.6 y Figura 3.8.

Tabla 3.6: Evolución De Las Exportaciones Mundiales De Éter Etílico (Elaboración a partir de datos de Trade Map, mayo 13 – 2017)

PRINCIPALES EXPORTADORES (TONELADAS)										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Alemania	0	0	1703	2020	1880	1567	1390	1232	1684	2145
Países Bajos	123	85	156	144	184	277	411	551	143	86
Bélgica	417	301	449	465	460	559	1.079	460	264	298
India	1099	1952	1931	930	2030	1986	2551	2899	1871	2325
China	415	308	364	350	296	244	267	312	357	265
EE. UU	1145	1104	1315	2020	1099	1480	1661	1444	1540	1425
Argentina	19	17	16	15	10	12	15	7	8	2
Australia	2	4	2	2	2	3	3	1	1	1
TOTAL	3220	3771	5936	5946	5961	6128	7377	6906	5868	6547



Figura 3.8: Exportación Internacional. Fuente: elaboración con datos de Trade Map, mayo 13-2017

Al analizar las importaciones y exportaciones de manera conjunta se hace notorio el hecho de que las primeras superan en cantidad a las segundas nombradas de manera constante en los últimos diez años. Lo que conlleva a asegurar que la demanda del producto en estudio será positiva en los años venideros.

3.2.2. Contexto Sudamericano

En análisis de las importaciones, Tabla 3.7, desde el 2005 al 2015 de todos los países del continente sudamericano, Brasil es el principal consumidor de EE, al que le siguen Chile y Venezuela. Mientras que los demás poseen un porcentaje constante y menor.

A partir de los valores y toneladas exportados, que se muestran en la Tabla 3.8 y Figura 3.9, por los diferentes países de América del Sur, se afirma que el foco de mercado se encuentra en Argentina, esto se debe a que existe solo una planta productora de EE en América del Sur, localizada en la ciudad Villa María departamento San Martín, provincia de Córdoba. La misma cuenta con una producción promedio de 7000 litros por día que se destinan a consumo interno y externo.

Tabla 3.7: Países Importadores de Éter Etílico en América del Sur (Elaboración a partir de datos de Trade Map, mayo 13-2017)

PRINCIPALES IMPORTADORES (t)										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Uruguay	18	17	15	15	11	11	15	9	8	14
Paraguay	2	0	1	3	1	0	1	1	1	1
Brasil	16	25	25	15	15	15	26	34	41	13

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Chile	20	8	7	8	10	8	8	6	5	6
Bolivia	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Perú	3	5	3	4	5	3	3	5	4	2
Guyana	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Colombia	2	2	2	2	1	2	1	3	1	2
Venezuela	2	3	0	2	0	0	0	1	4	1
Ecuador	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
Argentina	3	3	3	2	2	1	1	1	2	2
Méjico	28	32	13	3	2	10	3	85	2	3
TOTAL	95	96	71	58	49	51	59	147	69	45

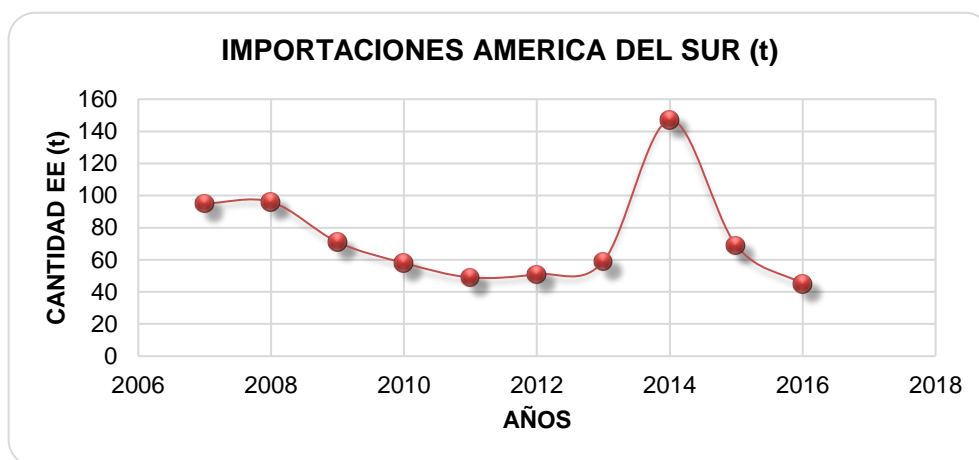


Figura 3.9: Importaciones de Éter Etílico en Latinoamérica (Elaboración a partir de datos de Trade Map, mayo 13-2017)

Tabla 3.8: Países Exportadores de Éter Etílico en Latinoamérica (Elaboración a partir de datos de Trade Map, mayo 13-2017)

PRINCIPALES EXPORTADORES (t)										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Méjico	550	564	418	598	334	350	357	686	299	388
Argentina	19	17	16	15	10	12	15	7	8	2
TOTAL	569	581	434	613	344	362	372	693	307	390

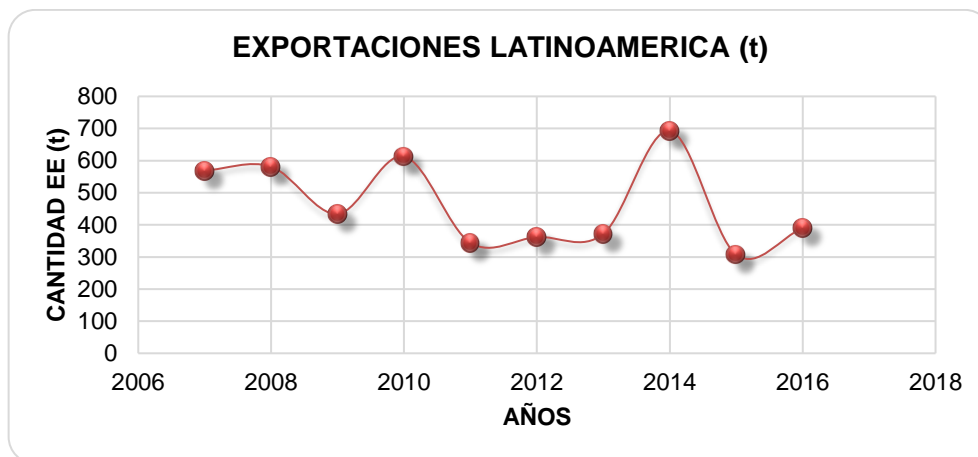


Figura 3.10: Exportaciones de EE en América del Sur. Elaboración a partir de datos de Trade Map, mayo 13-2017.

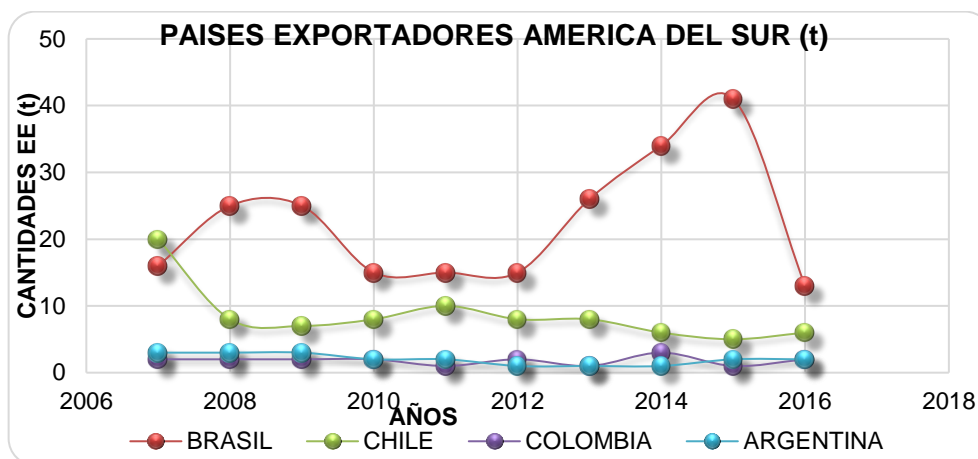


Figura 3.11: Países Exportadores de EE en América del Sur.

Al tener presente los consumidores de mayor importancia (Brasil, Chile, Colombia y Perú) en el mercado latinoamericano, y que la empresa existente no abastece a ninguno de ellos, se analiza el origen del consumo en los mismos, los cuales se detallan en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9: Empresas Consumidoras de EE en los Principales Países de América del Sur. (Elaboración a partir de Trade Map y Páginas específicas de las Empresas)

BRASIL	
EMPRESA	ACTIVIDAD QUE DESARROLLA
ARCH QUÍMICA BRASIL LTDA.	Anestesia En General. Solvente Para Obtención De Productos
AROMAX	Solvente En Extracción De Esencias

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

ARUÁ	Solvente En Detergentes Y Ceras En General
BASF PERFORMANCE POLYMERS INDÚSTRIA DE POLÍMEROS Y PLÁSTICOS DE ENGENHARIA LTDA	Producción De Tintas Y Revestimiento. Industria Farmacéutica. Productos De Limpieza. Productos E Insumos Automovilísticos.
BETEL INDUSTRIA	Resinas, Agentes De Síntesis, Anticongelantes
BEPIC PLASTIC	Plásticos Y Resinas
BLUE STAR SILICONES	Agentes De Limpieza, Anticongelantes
BRASKEM	Biopolímeros, Combustibles, Solvente
CARBONIFERA METROPOLITANAS/A	Solvente En Agricultura
CHEVRON BRASIL	Anticongelante
CHO	Industria Alimenticia, Pinturas, Plásticos, Ceras Y Cementos
CITRAL	Aceites Esenciales Y Químicos Aromáticos
CLEOMAR	Pigmentos Orgánicos E Inorgánicos Y Anticorrosivos
CJ CHEILJEDANG	Aminoácidos Sintéticos, Vitaminas Y Nucleótidos
COLOR QUIMICA	Insumos Industria Textil
COLORZEN	Solvente Detergente Y Emulsionantes
EMULZINT	Emulsionantes. Industria Alimenticia
EFTEC	Insumos Industria Automotriz
CRODA	Insumos Productos Químicos En General
CROMATO PRODUCTOS QUIMICOS	Productos Químicos
DYNATECH	Pulpa Y Papel, Pigmentos Y Auxiliares, Especialidades, Cueros Y Textiles
DND QUIMICA	Insumos Para La Producción De Etanol, Azúcar Y Desengrasante
DOLES	Anestesia

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

DOW CORNING	Como Solvente Para Insumos En General
EVONIK	Industria Alimenticias, Agricultura, Automotriz
FRIMOX QUIMICA	Insumos Industrias, Neutralización, Corte
GIVAUDAN	Esencias Y Fragancias
GLOBAL QUIMICA	Industria De Desinfección
HAGEN DO BRASIL	Insumos Para La Construcción En General
LESSENCE	Productos Químicos Aromáticos Y Esteres
GRUPO BRAIDO	Industria Química
LABORATORIOS UNIVERSAL	Aditivos Para Lubricantes Y Combustibles
JALLES MACHADO	Industria De La Caña De Azúcar
LANXESS	Productos Químicos Básicos Y Finos
OLEOPLANT	Aceites De Vegetales Y Plátanos
OXITENO	Especialidades Químicas Y Tensoactivos
MCM INDUSTRIAL	Productos Químicos De Nutrición Animal
MERIDIONAL TCS	Oleo químicos Para La Industria Y Biocombustibles
RENUKA DO BRASIL S/A	Empresa Productora De Etanol De Azúcar
MOMENTIVE	Insumos Para Todas Las Industrias
NOVA QUIMICA DO SUL	Desinfección Y Cosmética
PETROM	Plastificantes
OUROFINO	Plaguicidas
QGP QUIMICA	Pinturas, Plásticos Y Auxiliares En General
QUIMIN VEST	Emulsionantes Y Aceites
EUROYSER	Derivados De Colofonia
SENSIENT	Esencias Y Aromatizantes
EASTMAN	Plastificantes Manométricos, Polioles De Poliéster Y Esteres Para Lubricantes
ROBERTET	Aceites Esenciales

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

PARAFINA SANTA CRUZ	Parafina
SOURCETECH	Ingredientes Activos Para La Industria Farmacéutica Y Alimenticia
TANAC	Extractos De Plantas Y Chips De Acacia Negra
TECNPIEL	Complejos Activos Engrasantes
WANA QUIMICA	Industria De Pinturas
CHILE	
EMPRESA	ACTIVIDAD QUE DESARROLLA
LABORATORIOS RECALCINE SA - RECALCINE	Farmacéutica
METHANEX CHILE LIMITADA	Producción De Metanol
DU PONT CHILE SOCIEDAD ANONIMA	Agricultura, Polímeros.
BASF CONSTRUCTION CHEMICALS LIMITADA	Agricultura, Polímeros.
ADITIVOS QUIMICOS S.A. - ADIQUIM S.A.	Agricultura
AROMEX S.A.	Productos De Farmacia, Aromas Y Esencias
PERÚ	
EMPRESA	ACTIVIDAD QUE DESARROLLA
PALMAS DEL ESPINO S.A.	Aceites, Mantecas, Jabones De Tocador Y Jabones De Lavar
CORPORACION PERUANA DE PRODUCTOS QUIMICOS S.A. - C.P.P.Q. S.A.	Pintura
QUIMTIA S.A.	Detergentes, Plásticos
SUCROALCOLERA DEL CHIRA S.A.	Etanol
CLARIANT (PERU) S.A. - CLARIANT	Plásticos, Lubricantes, Pinturas, Solventes, Fluidos De Automoción
PURE BIOFUELS DEL PERU S.A.C.	Aceites, Detergentes
PTC S.A.C.	Grasas Y Lubricantes
HIDROQUIMICA INDUSTRIAL S.A. - HISA	Plásticos, Lubricantes, Pinturas, Solventes, Explosivos, Entre Otras
LABORATORIOS LA COOPER S.A.C.	Farmacéutica (Cosméticos)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

CALLIZO AROMAS S.A.C.	Fragancias Aromas Sabores
ESENCIAS QUIMICAS S.A.C. - ESQUISA	Esencias Y Colorantes
ESENCIAS FRAGANCIAS Y SABORES INDUSTRIALES S.A. - EFYSISA	Esencias, Fragancias, Sabores
CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A. - COAZUCAR DEL PERU S.A.	Empresa Azucarera
PROLIMSO S.A.C.	Plásticos
AROMAS DEL PERU S.A.	Aromas Y Esencias
INDUSTRIAS LAS TRES MARIAS S.A.C.	
COLOMBIA	
EMPRESA	ACTIVIDAD QUE DESARROLLA
INGENIO DEL CAUCA S A - INCAUCA O INCAUCA S A	Azúcar, Etanol
MANUELITA S A - ACEITES MANUELITA S A	Azúcar, Etanol, Aceites
INGENIO PROVIDENCIA S A - PROVIDENCIA	Azúcar, Etanol
BRINSA S A - BNS S A	Productos De Limpieza, Desinfección, Fertilizantes
MONOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S A - MONOMEROS S A	Plásticos
PRODUCTOS QUIMICOS PANAMERICANOS S A	Productos De Limpieza Y Desinfección
COMPANIA GLOBAL DE PINTURAS S A - PINTUCO COLOMBIA S A	Pinturas
LABORATORIOS BUSSIE S A	Farmacéutico
INVESA S A	Pinturas Productos Agroquímicos
LINDE COLOMBIA S A	Farmacéutico
SUCROAL S A	Farmacéutico/ Alimentos
BAYER S A	Farmacéutico – Productos Agropecuarios
COLORQUIMICA S A	Pinturas
ANHIDRIDOS Y DERIVADOS DE COLOMBIA S A ANDERCOL - ANDERCOL S A	Alcoholes

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

NUBIOLA COLOMBIA PIGMENTOS S A S - PIGMENTOS S A S	Pinturas
QUIMPAC DE COLOMBIA S A	Saponificantes Y Eliminadores De Grasas.
SIMONIZ S A	Fragancias, Lubricantes Automotrices, Productos De Limpieza.
DORICOLOR S A S	Pinturas
ESCOBAR Y MARTINEZ S A - EYM S A	Productos De Caucho Y Adhesivos
LIPESA COLOMBIA S A	Polímeros, Pulpa Y Papel
BIOFILM S A	Plásticos
BASF QUIMICA COLOMBIANA S A	Agricultura, Polímeros
EUROFARMA COLOMBIA SAS	Farmacéutica
PREFLEX S A	Pinturas
ELECTROQUIMICA WEST S A - ELECTROWEST	Productos De Limpieza
MEJISULFATOS S A S	Productos Agroquímicos
ALLERS S A - ALLERS GROUP	Farmacéuticos
FIRMENICH S A	Saborizantes Colorantes Esencias
AMTEX S A	Alimentos, Farmacéutica, Estética
BIO D S A	Biodiesel, Glicerol
PINTURAS TONNER Y CIA LTDA	Pinturas
ARBOFARMA S A S	Farmacéutico
LUCTA GRANCOLOMBIANA S A S	Aromas, Fragancias
SUMINISTRO MATERIAS COLORANTES S A - SUMICOLOR S A	Pinturas
PROTECNICA INGENIERÍA S A	Pinturas, Agroquímicos
PRODUCTORA NACIONAL DE AROMAS FRAGANCIAS Y COLORANTES S A - DISAROMAS S A	Saborizantes Colorantes Esencias
SYMRISE LTDA	Fragancias, Aromas Cosméticos
INDUSTRIAS LEMBER S A	Pinturas
ECODIESEL COLOMBIA S A	Biocombustibles
CABOT COLOMBIANA S A	Plásticos
LA TOUR S A	Fragancias, Esencias, Aromas
NOPCO COLOMBIANA S A	Pinturas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

LABORATORIOS MEREY LTDA	Farmacéutico
GRUPO IT INDUSTINTAS S A S - INDUSTINTAS S A S	Pinturas
OILTANKING COLOMBIA S A	Aceites Vegetales
MACROMED S A S	Farmacéutico
TRIADA EMA S A SUCURSAL COLOMBIA - TRICOLSA	Fertilizantes, Fungicidas
DESTILERIA RIOPAILA S A S	Etanol
PRODUCCIONES QUIMICAS S A	Solventes
QUIMICA AROMATICA ANDINA S A S	Aromas, Fragancias
FOSFORERA MANIZALES LTDA	Explosivos

A modo de conclusión, se puede decir que las principales empresas consumidoras se distribuyen en las siguientes áreas:

- Farmacéutica
- Insumos agropecuarios
- Industria de polímeros y plásticos
- Industria de esencias, fragancias y aromas
- Industria de jabones, aceites, mantecas
- Ingenios azucareros, producción de BE
- Industria de productos de desinfección
- Industria de explosivos
- Producción de biocombustibles
- Solventes específicos.

3.2.3 Análisis Del Mercosur

Dentro de los países miembros y asociados del MerCoSur, la situación que se presenta es similar al contexto latinoamericano, donde los principales consumidores son Brasil, Uruguay y Chile, cuyo destino se describió con anterioridad. (Figura 3.12)

Analizando el comercio particular de los países miembros y asociados del MerCoSur, se observa una tendencia a la baja en la importación de EE, que, de manera generalizada, a través de revisión bibliográfica, se llega a la conclusión de que es debida a la baja del barril del petróleo; principal comodities a nivel mundial.

Si bien, la única empresa existente a nivel latinoamericano se encuentra radicada en nuestro país, se puede ver claramente como ésta no comercializa el producto en la mayoría de los estados miembros del MerCoSur, incluyendo las potencias del mismo, lo cual se ve reflejado en la Figura 3.9; dónde se puede decir que los principales vendedores son Estados Unidos,

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Méjico, España, Francia e India. Argentina sólo exporta en Uruguay y Paraguay, que son países que demandan el EE en menor cantidad.

Se analiza en detalle la cantidad exportada por Argentina e importada por el resto de los países integrantes del MerCoSur, viéndose que la demanda del EE supera ampliamente la oferta del país productor.

El principal abastecedor del mercado brasilero es India, que desde 2010 a la actualidad el consumo de EE aumentó de manera considerable, llegando a un máximo de 38 toneladas, existiendo una baja en 2016, por problemas políticos internos.

Por otra parte, el mercado chileno, presenta oscilaciones de compra constantes que rondan las 6 toneladas anuales, las cuales provienen de Alemania y Méjico.

La compra de EE por parte de Uruguay a nuestro país presenta una tendencia decreciente en los 10 años analizados; iniciando en 2005 con 18 toneladas anuales compradas, mientras que en la actualidad tan solo una tonelada. Se destaca la entrada al mercado de Estados Unidos, si se analizan los precios de venta por tonelada, a través de datos que se obtienen de Trade Map (última visita mayo 23), Argentina ofrece el producto a 8 miles de dólares mientras que Estados Unidos lo hace a 6.33 miles de dólares, pudiendo atribuirse dicho factor como una de las posibles pérdidas del mercado.

Paraguay, desde 2013 se abastece del mercado argentino con un consumo constante de una tonelada anual, a un precio de 8 USD.

De manera general, se menciona que el resto de los países tienen un mercado minoritario con respecto a los mencionados con anterioridad, en el que Argentina no se encuentra presente, pudiendo ser una posible oportunidad de venta a futuro.

Es en base a esto que se puede afirmar con certeza, que existe la posibilidad de producir EE e introducirlo en dichos mercados.

Teniendo en cuenta, además, la posibilidad de emplear tecnología de avanzada y materia prima de alta calidad (BE a partir de maíz), será posible generar un producto de características superiores al que se encuentra en el mercado.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3



Figura 3.12: Importaciones de EE en los países miembros y asociados del MerCoSur. Elaboración a partir de datos de Trade Map, Mayo 17-2017.

3.2.4 Análisis de Mercado Argentino

Al tener en cuenta las importaciones provenientes, principalmente de Alemania, Figura 3.13, se observa una tendencia constante de consumo de 2 toneladas anuales. Con respecto a la exportación, se hace notable la caída de la misma, que se atribuye a factores internos de comercialización de la empresa productora, Figura 3.14.

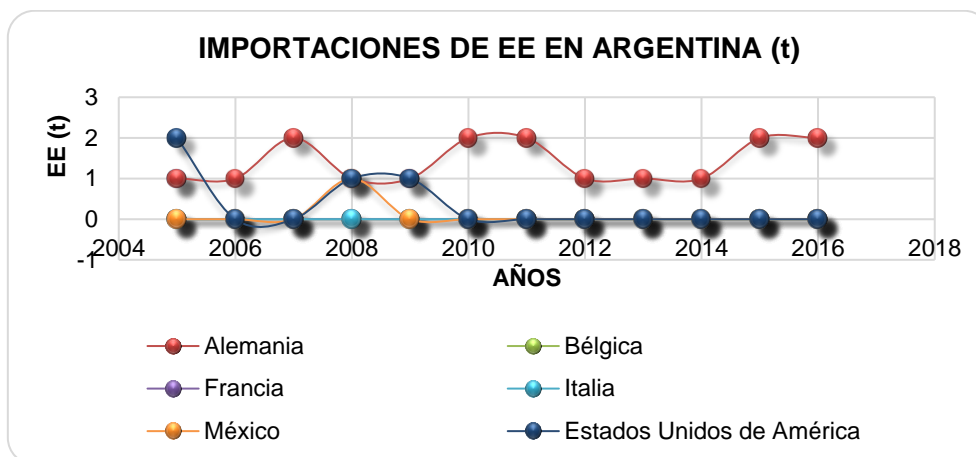


Figura 3.13: Importaciones de EE en Argentina. Elaboración a partir de datos de Trade Map, mayo 17-2017

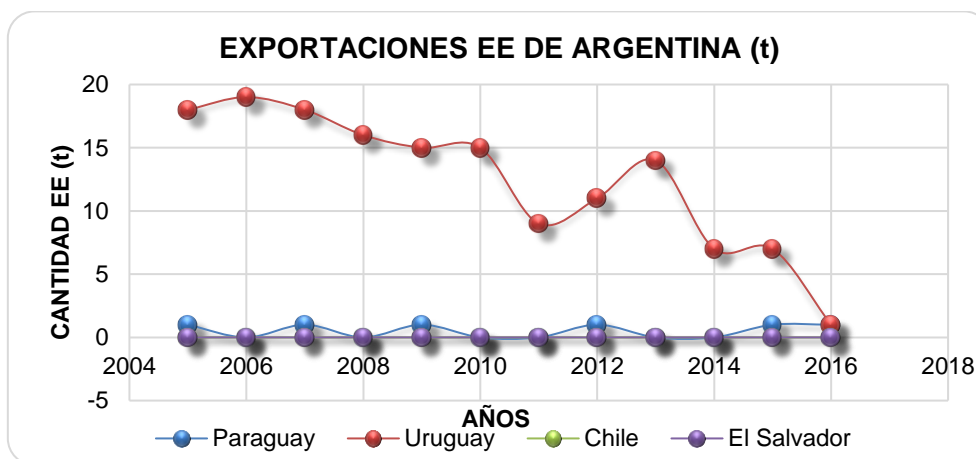


Figura 3.14: Exportaciones de EE en Argentina. Elaboración a partir de datos de Trade Map, mayo 17-2017

3.2.4.1 Análisis de la Demanda

A nivel nacional la principal empresa que consume el EE producido en la actualidad es la Fábrica Militar De Pólvoras y Explosivos Villa María, donde el destino final del producto es como solvente precursor de pólvora y explosivos.



Además, es empleado en industrias de diversos rubros y en laboratorios en análisis de aceites y grasas, en menor proporción.

Análisis del consumo aparente

El propósito del análisis de la demanda, es determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado, así como establecer la posibilidad de participación del EE en la satisfacción de dicha demanda.

El consumo nacional aparente (CNA) es la cantidad de EE que el mercado requiere, expresado como:

$$Demanda = CNA = Producción nacional + Importaciones - Exportaciones$$

La serie de valores analizados en el periodo 2002 – 2016 se expresan en la Tabla 3.10, en la que se trabaja solo con lo que la Fábrica Militar destina a comercialización, sin tener en cuenta la cantidad que emplea en el proceso productivo. Por lo cual se reformula la ecuación anterior:

$$Demanda = CNA = Produccion Mercado Externo + Importaciones - Exportaciones$$

Tabla 3.10: Cálculo del Consumo Aparente de EE. (Elaboración a partir de datos brindados por la empresa, mayo 26-2017)

AÑO	IMPORT.	EXPORT.	TOTAL PRODUCIDO	TOTAL CONSUMO INTERNO	TOTAL MERCADO EXTERNO	CONSUMO APARENTE MERCADO EXTERNO
2002	3	13	49,788	36,933	12,855	2,855
2003	0	26	68,465	43,493	24,972	-1,028
2004	3	19	73,985	56,184	17,801	1,801
2005	3	18	66,217	48,912	17,305	2,305
2006	2	19	68,498	50,053	18,445	1,445
2007	3	19	75,598	57,896	17,702	1,702
2008	3	17	71,743	55,614	16,129	2,129
2009	3	16	65,311	50,195	15,116	2,116
2010	2	15	53,332	38,359	14,973	1,973
2011	2	10	50,623	42,067	8,556	0,556
2012	1	12	39,643	31,087	8,556	-2,444
2013	1	15	39,643	26,809	12,834	-1,166
2014	1	7	42,78	35,65	7,13	1,13
2015	2	8	35,793	28,663	7,13	1,13

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

2016	2	2	25,811	25,811	0	0
------	---	---	--------	--------	---	---

El análisis de esta distribución se tiene en cuenta en un marco socio – económico internacional y nacional, donde los altibajos del consumo pueden ser atribuidos a Legislación sobre la producción y comercialización del EE, limitaciones impuestas por el poder ejecutivo y posibles restricciones en la comercialización por organismos internacionales.

En el período de 2002 la caída de las importaciones por encima de las exportaciones reduce el comercio total, pero incrementa fuertemente el saldo positivo de la balanza comercial argentina. A partir de 2011 el crecimiento de la economía argentina nuevamente se contrae, presentando un estancamiento en el segundo y tercer trimestre de 2012 (0% y 1% de crecimiento interanual respectivamente). Durante el año 2012 el comercio exterior argentino represento un decrecimiento de 5,2% respecto a los 157.887 millones de dólares que había alcanzado en 2011. La retracción de las exportaciones fue responsable de un 33,6% de la baja del comercio, mientras que la reducción de las importaciones explicó el 66,4% restante. De este modo el comercio exterior argentino vio interrumpida la trayectoria positiva en la que se había ubicado durante los años previos (Cámara Argentina de Comercio).

Mientras que para los años sucesivos se ve un notorio aumento en el consumo aparente. El descenso en las importaciones del 2016 se debió a una caída de 3,5% en los precios (principalmente en combustibles y lubricantes), en este sentido, el descenso de las compras al exterior en el 2016 se da en el marco de una caída del nivel de actividad industrial en general (Cámara Argentina de Comercio).

3.2.4.1.1 Análisis de Tendencia

Al analizar los valores del consumo aparente en los distintos periodos, es lógico que presente fluctuaciones, por lo que se hace necesario generar una tendencia, que expresada por una función permite representar aproximadamente el consumo del EE.

A través del R^2 asociado a los valores mediante la función hallada se tiene cierto grado de seguridad en la correlación de los datos. Este valor debe ser cercano a uno, debido a que cuanto más alejado se encuentre menos certeza se tiene.

Al examinar los valores del consumo aparente de la Figura 3.15, es notorio que el R^2 es muy bajo, por lo cual se debe intentar aislar las posibles alteraciones que distorsionan la tendencia.

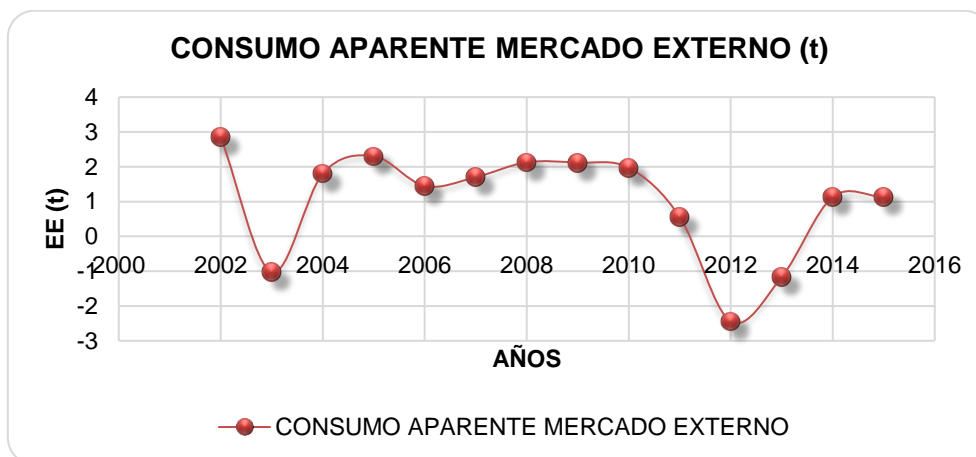


Figura 3.15: Consumo Aparente Mercado Externo EE (Elaboración a partir de datos brindados por FM, mayo 26-2017)

Los años que se consideran críticos en primera instancia son 2003, 2012 y 2013, por lo que se sustituye cada uno por la media calculada entre los valores contiguos. La nueva regresión se muestra en la Figura 3.16 que condice con los valores de la Tabla 3.11, donde R^2 ha aumentado, pero aún no es lo suficiente fidedigno para utilizarla.

Tabla 3.11: Cálculo del Consumo Aparente Suavizado de EE. (Elaboración a partir de datos brindados por FM, mayo 26-2017)

AÑO	IMPORT.	EXPORT.	TOTAL, MERCADO EXTERNO	CONSUMO APARENTE MERCADO EXTERNO	CURVA SUAVIZADA
2002	3	13	12,855	2,855	2,9
2003	0	26	24,972	-1,028	2,328
2004	3	19	17,801	1,801	1,801
2005	3	18	17,305	2,305	2,305
2006	2	19	18,445	1,445	1,445
2007	3	19	17,702	1,702	1,702
2008	3	17	16,129	2,129	2,129
2009	3	16	15,116	2,116	2,116
2010	2	15	14,973	1,973	1,973
2011	2	10	8,556	0,556	0,556
2012	1	12	8,556	-2,444	0,843
2013	1	15	12,834	-1,166	0,843
2014	1	7	7,13	1,13	1,13

2015	2	8	7,13	1,13	1,13
2016	2	2	0	0	0

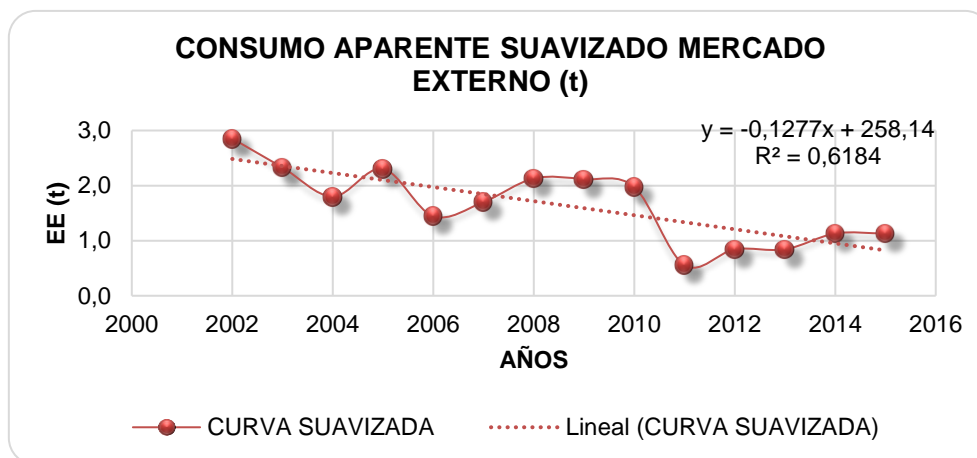


Figura 3.16: Consumo Aparente Suavizado Mercado Externo EE. (Elaboración a partir de datos brindados por FM, mayo 26-2017)

La función lineal $y = -0,1277x + 258,14$ arroja un valor de confiabilidad de 0,6184; que tampoco es satisfactorio, por lo que se procede al cálculo de los valores de residuos, que se obtienen de la diferencia entre el consumo aparente suavizado y la tendencia hallada a partir de la ecuación de la función lineal suavizada, Tabla 3.12.

Tabla 3.12: Cálculo de Tendencia y residuos.

AÑO	CONSUMO APARENTE MERCADO EXTERNO	CURVA SUAVIZADA	TENDENCIA	RESIDUO
2002	2,855	2,9	2,4846	0,4
2003	-1,028	2,328	2,3569	0,0
2004	1,801	1,801	2,2292	-0,4
2005	2,305	2,305	2,1015	0,2
2006	1,445	1,445	1,9738	-0,5
2007	1,702	1,702	1,8461	-0,1
2008	2,129	2,129	1,7184	0,4
2009	2,116	2,116	1,5907	0,5
2010	1,973	1,973	1,463	0,5
2011	0,556	0,556	1,3353	-0,8
2012	-2,444	0,843	1,2076	-0,4

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

2013	-1,166	0,843	1,0799	-0,2
2014	1,13	1,13	0,9522	0,2
2015	1,13	1,13	0,8245	0,3
2016	0	0	0,6968	-0,7

Se genera un gráfico de control, Figura 3.17, con un criterio de aceptación de 1,25 sigmas; así es posible establecer aquellos valores que se encuentran fuera del rango. El que presenta una media de -0,04 y una desviación estándar de 0,412.

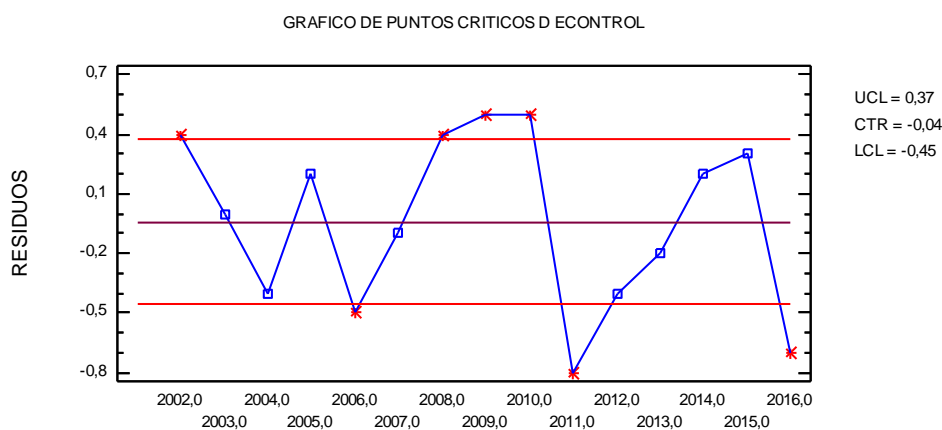


Figura 3.17:: Gráfico de Control de Residuos.

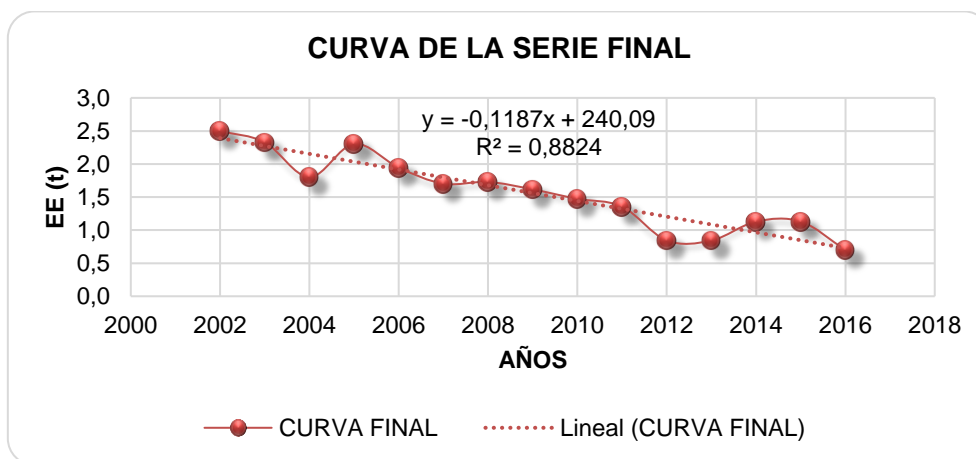


Figura 3.18: Representación de la Tendencia en base a valores ajustados del Consumo Aparente.

Identificados los valores extremos y recalculados mediante la diferencia entre el consumo aparente y el residuo, se obtiene la serie final, cuya regresión lineal es $y = -0,1187x + 240,09$, con un R^2 de 0.88. La cual se muestra en la Figura 3.18.

La tendencia final es calculada a partir de la función lineal mencionada anteriormente, que se muestra en la Tabla 3.13.

Tabla 3.13: Tendencia con Serie Final en base a Valores Ajustados del Consumo Aparente.

AÑO	CURVA FINAL	TENDENCIA CON SERIE FINAL
2002	2,5	2,4526
2003	2,328	2,3339
2004	1,801	2,2152
2005	2,305	2,0965
2006	1,945	1,9778
2007	1,702	1,8591
2008	1,729	1,7404
2009	1,616	1,6217
2010	1,473	1,503
2011	1,356	1,3843
2012	0,843	1,2656
2013	0,843	1,1469
2014	1,13	1,0282
2015	1,13	0,9095
2016	0,7	0,7908

La tendencia de mercado se encuentra en baja; cuestión que se atribuye a que la Fábrica Militar de Pólvora produce EE para consumo propio en primera instancia, no teniendo como eje central la venta del mismo. Por lo cual las cantidades comercializadas se ven afectadas a la actividad económica particular de dicha empresa; lo expresado se puede ver de manera clara en Figura 3.19, donde se presenta una relación directa entre el consumo aparente total producido (mercado interno y mercado civil) y el consumo interno total, presentando disminución de venta de EE en las mismas etapas donde no existe necesidad del mismo por parte de la fábrica; mientras que el mercado externo se mantiene relativamente constante a lo largo de los años, más allá de posibles bajas debidas a crisis económicas, nacionales o internacionales.

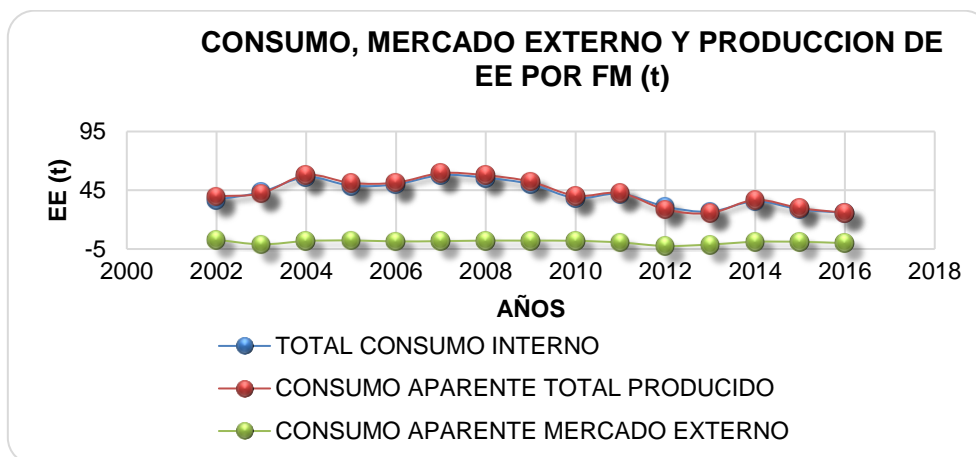


Figura 3.19: Consumo, Mercado Externo y Producción de EE (t) por FM.

3.2.4.1.2 Estrategias de introducción al mercado

Existe en la actualidad un nicho de mercado en el cual es posible insertar el EE que no se encuentra contemplado en el análisis anterior, éste es, emplearlo como solvente en la industria aceitera para producción de biodiesel y como corte de combustible.

A continuación, se expresan todas las industrias argentinas dedicadas a los rubros mencionados.

Empresas elaboradoras de biocombustibles y su mezcla con gasoil y/o nafta

- ACA Bio Cooperativa Limitada
- Advanced Organic Materials S.A.
- Agro M Y G S.A.
- Akzo Nobel Functional Chemicals S.A.
- Alconoa S.R.L.
- Aripar Cereales S.A.
- Bh Biocombustibles S.R.L.
- BioBahía S.A.
- BioBal Energy S.A.
- BioBin S.A.
- Biorcorba S.A.
- Bioenergía La Corona S.A.
- Bioenergía Santa Rosa S.A.
- BE Rio Cuarto S.A.
- Bio Ledesma S.A.
- Bio Nogoya S.A.
- Bio Ramallo S.A.
- Biotrinidad S.A.
- Cargill S.A.C.I.
- Cofco Argentina S.A.
- Colalao Del Valle S.A.
- Compañía Bioenergética La Florida S.A.
- Cremer Y Asociados S.A.
- Diaser S. A.
- Diaser S. A. (Planta De BE)
- Diferoil S.A.
- Doble L Bioenergías S.A.
- Energía Renovable S.A

- Energías Ecológicas Del Tucumán
- Energías Renovables Argentinas S.R.L.
- Establecimiento El Albardón S.A.
- Explora S.A.
- Fronterita Energía S.A.
- Hector A. Bolzan Y Cia. S.R.L.
- Latin Bio S.A.
- Ldc Argentina S.A.
- Molinos Río De La Plata S.A.
- Pampa Bio S.A.
- Patagonia Bioenergía S.A.
- Promaíz S.A.
- Refinar Bio S.A.
- Renova S.A.
- Río Grande S.A.
- Rosario Bioenergy S.A.
- Soyenergy S.A.
- T 6 Industrial S.A.
- Unitec Bio S.A.
- Vicentin S.A.I.C. (Planta De Biodiesel)
- Vicentín S.A.I.C. (Planta De BE)
- Viluco S.A.

Empresas cortadoras de combustibles y/o nafta

- Axion Energy Argentina S.A.
- Petrobras Argentina S.A.
- Fox Petrol S.A.
- Refinería del Norte S.A.
- Shell Argentina C.A.P.S.A.
- YPF S.A.
- Energía y Derivados del Petróleo S.A.
- Oil Combustibles S. A.
- Trafigura Argentina

3.2.4.1.2.1 Estrategia I: Uso como solvente

Según la Bolsa de Comercio de Rosario, en el ranking de países productores de aceites y grasas, Argentina está consolidada en el 7° lugar a nivel mundial. El excelente posicionamiento obedece a su lugar relevante en el crushing mundial de semillas oleaginosas y, específicamente, el de poroto de soja que le permite obtener aceite de soja.

Dentro de los países exportadores de aceites y grasas, nuestro país mejora su calificación ubicándose en el tercer lugar, luego de Indonesia y Malasia. Estos dos países son los principales exportadores de aceites y grasas por sus despachos de aceite de palma. En cambio, las exportaciones argentinas de aceites y grasas, dependen centralmente del aceite de soja y, en menor medida, del aceite de girasol.

Por revisión bibliográfica, se llega a la conclusión que el EE puede ser empleado, cuidando temperaturas, como solvente a nivel industrial. Para analizar la posible inserción del producto en estudio, se analiza la producción nacional de aceite de las principales oleaginosas del país destinados a biodiesel; así poder obtener una regresión que permita estimar la necesidad del mismo a futuro.

Se emplearon datos suministrados por (CIARA) de producción de aceite desde 2000 a 2015; considerando que el Complejo Oleaginoso abarca desde la producción de granos hasta su industrialización (aceites crudos y refinados, subproductos de la industria aceitera procesados –pellets- y biodiesel); siendo el 30% del total empleado para la producción de biodiesel. A Continuación, en la Tabla 3.14 y Figura 3.20, se presentan los valores y regresiones obtenidas.

La relación entre el aceite producido y la cantidad de solvente que se emplea se calculó en base a información suministrada por profesionales en el tema, la cual se basa en que por cada tonelada de semilla molida se pierde en reflujo 0,5 L de solvente y que, por cada tonelada de soja, girasol y maní se obtiene 0.200 toneladas de aceite de soja y 0.400 Toneladas de aceite de girasol y maní.

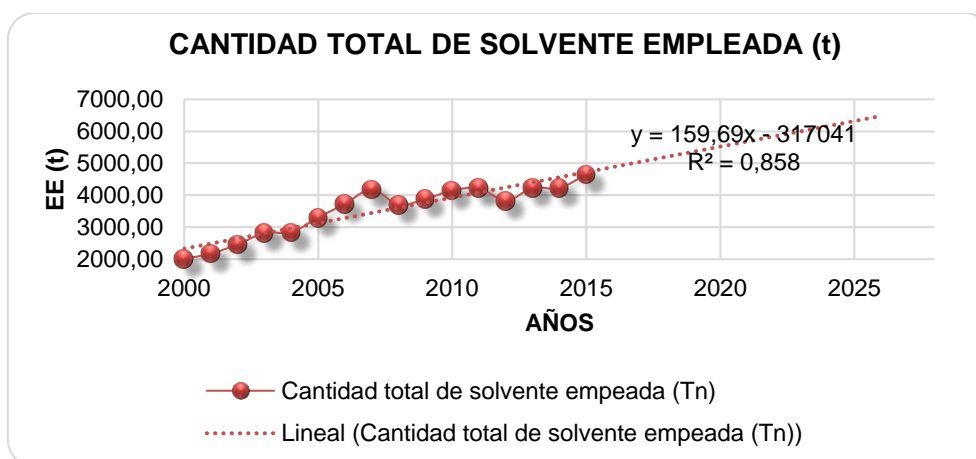


Figura 3.20: Cálculo de la Cantidad de Solvente a emplear en la Extracción de Aceite para Biodiesel.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Tabla 3.14: Cálculo de la Cantidad de Solvente a emplear en la Extracción de Aceite para Biodiesel.

Años	ACEITES (t)			COMBUSTIBLE (t)			SOLVENTE (t)			TOTAL SOLVENTE (t)
	Soja	Girasol	Maní	Soja	Girasol	Maní	Soja	Girasol	Maní	
2000	3.097.273	1.275.793	50.220	929.182	382.738	15.066	1656,27	341,12	13,43	2010,81
2001	3.388.056	1.304.798	57.086	1.016.417	391.439	17.126	1811,76	348,87	15,26	2175,90
2002	3.958.068	1.246.788	52.200	1.187.420	374.036	15.660	2116,58	333,36	13,96	2463,89
2003	4.554.662	1.398.626	47.567	1.366.399	419.588	14.270	2435,61	373,96	12,72	2822,28
2004	4.569.718	1.459.915	42.629	1.370.915	437.975	12.789	2443,66	390,34	11,40	2845,40
2005	5.395.724	1.521.204	49.097	1.618.717	456.361	14.729	2885,36	406,73	13,13	3305,22
2006	6.161.214	1.579.554	55.564	1.848.364	473.866	16.669	3294,71	422,33	14,86	3731,90
2007	6.962.675	1.659.807	58.712	2.088.803	497.942	17.614	3723,29	443,79	15,70	4182,78
2008	6.024.101	1.740.060	61.860	1.807.230	522.018	18.558	3221,39	465,25	16,54	3703,18
2009	6.512.088	1.418.821	80.631	1.953.626	425.646	24.189	3482,34	379,36	21,56	3883,26
2010	7.000.075	1.454.264	67.894	2.100.023	436.279	20.368	3743,29	388,83	18,15	4150,28
2011	7.113.681	1.489.706	71.406	2.134.104	446.912	21.422	3804,04	398,31	19,09	4221,44
2012	6.353.360	1.541.580	76.976	1.906.008	462.474	23.093	3397,46	412,18	20,58	3830,22
2013	7.105.037	1.515.643	82.516	2.131.511	454.693	24.755	3799,42	405,25	22,06	4226,73
2014	7.096.392	1.528.612	87.384	2.128.918	458.583	26.215	3794,80	408,71	23,36	4226,87
2015	7.894.377	1.522.127	90.553	2.368.313	456.638	27.166	4221,52	406,98	24,21	4652,71
2016							4430,71	429,83	23,84	4884,38
2017							4585,56	433,89	24,61	5044,06

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Años	ACEITES (t)			COMBUSTIBLE (t)			SOLVENTE (t)			TOTAL SOLVENTE (t)
	Soja	Girasol	Maní	Soja	Girasol	Maní	Soja	Girasol	Maní	
2018							4895,27	442,00	26,16	5363,43
2019							4927,87	442,86	26,33	5397,05
2020							5085,16	446,98	27,11	5559,26
2021							5242,46	451,10	27,90	5721,46
2022							5399,76	455,22	28,69	5883,67
2023							5557,06	459,35	29,47	6045,88
2024							5714,35	463,47	30,26	6208,08
2025							5871,65	467,59	31,05	6370,29
2026							6028,95	471,71	31,84	6532,49
2027							6186,24	475,83	32,62	6694,70

3.2.4.1.2.2 Estrategia II: Uso como corte en combustible

El aumento de los precios del petróleo, el aumento de la amenaza para el medio ambiente, las emisiones de gases de escape y el calentamiento global son de interés internacional en el desarrollo de alternativas de combustibles para motores. Es lo que hace que se investigue información adecuada para garantizar el uso de EE como corte en diésel, naftas y biocombustibles.

Por un lado, el uso de biocombustibles en motores puede reducir el monóxido de carbono, hidrocarburos y las emisiones de humo, pero los óxidos de nitrógeno pueden aumentar a causa del contenido de oxígeno que provoca altas temperaturas locales por el exceso de oxidación de hidrocarburos. Por otro lado, la menesterosa propiedad de los combustibles en el flujo frío es una barrera para el uso en clima frío. En consecuencia, se podría esperar que el EE mejore las propiedades de flujo a baja temperatura, aumentando el contenido de oxígeno, lo que puede reducir aún más las emisiones de escape del motor.

En una revisión bibliográfica, los combustibles puros se mezclan con EE en diferentes proporciones que en carácter analítico arrojan una buena alternativa de automatismo.

A partir de investigación bibliográfica detallada, se llega a la conclusión de que el uso de EE en corte de combustible (nafta, diésel y biocombustibles) es beneficioso debido a:

- En conjunto con las mezclas etanol-combustible aumentan la temperatura de escape de gas lo que hace que disminuya el tiempo de ignición. Coexisten un mayor octanaje, mayor volatilidad y mayor velocidad de cambio.
- Disminuyen la emisión de óxidos de nitrógeno
- Se incrementa el rendimiento y aumenta la eficiencia térmica.
- En un porcentaje de hasta el 5% en volumen puede utilizarse en motores diésel, sin modificación, y aprovechar las propiedades contributivas.
- Mejora el número de cetano en la mezcla con etanol.
- Es un óptimo potenciador de encendido.

Si se consideran las normativas a largo plazo generadas por el gobierno actual, estipulado en el Art. N° 8 de la Resolución 37/2016 de la Ley 26.093, existe una posibilidad de implementación de EE como corte de combustible, información corroborada a partir de comunicaciones telefónicas con el Subsecretario de Refinación y Comercialización (Secretaría de Recursos Hidrocarburíferos, Ministerio de Energía y Minería, con el Lic.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Torroba, teléfono: 011- 40211513). Los cuales establecen que se debe remitir a la mencionada Ley para posible incorporación de EE.

En el análisis que se genera a continuación, se considera el pronóstico más desfavorable que puede presentarse del compuesto a emplear, este es, un porcentaje de 0,03% sobre el total de las ventas de combustible. Los resultados que se obtuvieron con un R² fehaciente se presentan en las Tabla 3.15 y Tabla 3.16, Figura 3.21 y Figura 3.22.

Tabla 3.15: Cálculo de la Cantidad de EE a emplear en Corte de Diesel.

AÑO	DIESEL (m³)	TENDENCIA SUAVIZADA	Cantidad EE (m³)	Cantidad EE (t)
2004	11.125.452	11125452	3337,6356	2379,7342
2005	11.975.300	11886720	3566,016	2542,5694
2006	12.647.988	12647988	3794,3964	2705,4046
2007	13.513.811	13513811	4054,1433	2890,6042
2008	13.562.010	13562010	4068,603	2900,9139
2009	12.856.520	13647215,5	4094,1647	2919,1394
2010	13.732.421	13732421	4119,7263	2937,3649
2011	14.210.514	13612050	4083,615	2911,6175
2012	13.491.679	13680651	4104,1952	2926,2911
2013	13.749.251	13749251	4124,7753	2940,9648
2014	13.476.866	13732800	4119,84	2937,4459
2015	13.716.349	13716349	4114,9047	2933,9271
2016	14363185,1	14442066,3	4332,6199	3089,158
2017		14630503,2	4389,151	3129,4646
2018		14818940,1	4445,682	3169,7713
2019		15007377	4502,2131	3210,0779
2020		15195813,9	4558,7442	3250,3846
2021		15384250,8	4615,2752	3290,6912
2022		15572687,6	4671,8063	3330,9979
2023		15761124,5	4728,3374	3371,3045
2024		15949561,4	4784,8684	3411,6112
2025		16137998,3	4841,3995	3451,9178
2026		16326435,2	4897,9306	3492,2245

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

2027		16514872,1	4954,4616	3532,5311
-------------	--	------------	-----------	-----------

Tabla 3.16: Cálculo de la Cantidad de EE a emplear en Corte de Nafta.

AÑO	NAFTA (m³)	TENDENCIA	Cantidad EE (m³)	Cantidad EE (t)
2004	3449083	3449083	1034,7249	737,758854
2005	4041473	4041473	1212,4419	864,471075
2006	4630258	4630258	1389,0774	990,412186
2007	4968044	4968044	1490,4132	1062,66461
2008	5518712	5518712	1655,6136	1180,4525
2009	5917394	5917394	1775,2182	1265,73058
2010	6228262	6228262	1868,4786	1332,22524
2011	6966016	6966016	2089,8048	1490,03082
2012	7502395	7502395	2250,7185	1604,76229
2013	8164894	8164894	2449,4682	1746,47083
2014	8081045	8081045	2424,3135	1728,53553
2015	8543539	8543539	2563,0617	1827,46299
2016		9223550,894	2767,06527	1972,91754
2017		9693698,275	2908,10948	2073,49112
2018		10163845,66	3049,1537	2180,05231
2019		10633993,04	3190,19791	2338,61103
2020		11104140,42	3331,24213	23799,18237
2021		11574287,8	3472,28634	2508,74428
2022		12044435,18	3613,33055	2578,33472
2023		12514582,56	3754,37477	2677,80453
2024		12984729,94	3895,41898	2777,82372
2025		13454877,32	4036,4632	2898,00237
2026		13925024,71	4177,50741	2978,563472
2027		14395172,09	4318,55163	3079,13348

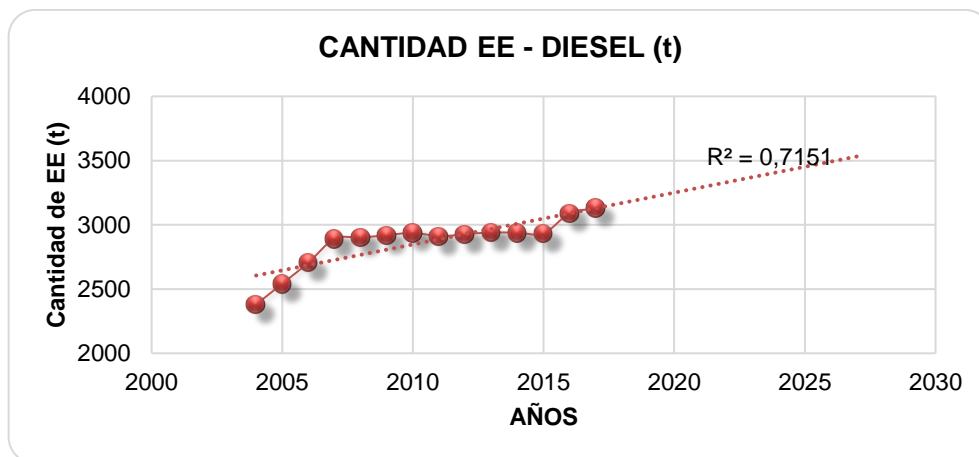


Figura 3.21: Cálculo de la Cantidad de EE a emplear en Corte de Diésel.

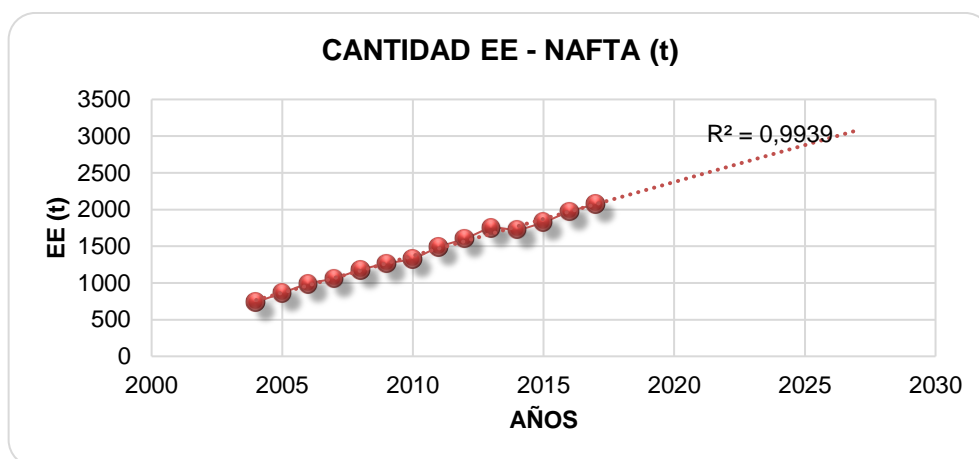


Figura 3.22: Cálculo de la Cantidad de EE a emplear en Corte de Nafta.

Los resultados que se obtienen, Tabla 3.17, aseguran amplia necesidad de combustible en los años futuros, esto hace que la demanda de EE para corte también sea positiva; considerando además la tendencia creciente de sustitución de combustible fósil por biocombustible, teniendo en cuenta que el primero mencionado es un recurso no renovable y escaso.

Tabla 3.17: Cálculo de la cantidad de EE total a emplear en Combustible.

AÑOS	EE EN DIESEL(t)	EE EN NAFTA (t)	TOTAL(t)
2017	3129,46	2073,49	5202,95
2018	3169,77	2180,05	5349,82

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

2019	3210,08	2338,61	5548,69
2020	3250,38	23799,18	5649,56
2021	3290,69	2508,74	5799,43
2022	3331	2578,3	5909,3
2023	3371,3	2677,8	6049,17
2024	3411,61	2777,82	6189,43
2025	3451,92	2898	6349,92
2026	3492,22	2978,56	6470,79
2027	3532,53	3079,13	6611,66

Los datos que se mencionan en la Tabla anterior, correspondiente a las toneladas de EE que se demandaría, de existir la incorporación como corte, hacen visible la necesidad de una nueva planta industrial dado que estos números superan ampliamente la capacidad instalada.

Se presenta un porcentaje promedio creciente de demanda en los diez años proyectado a futuro de 18% anual, lo que permite asegurar que la nueva planta de éter etílico será económicamente rentable.

3.3 MERCADO DE LA MATERIA PRIMA

En la producción de éter etílico se emplea como materia prima principal el etanol; en el caso particular de este estudio, BE a base de maíz, debido a que las características físico – químicas que posee son superiores a los demás existentes en el mercado.

A continuación, se detalla la situación del producto mencionado en el comercio nacional; en primera instancia se tiene en cuenta la producción nacional de maíz, para garantizar la existencia a futuro de la materia prima para el proceso en estudio.

El análisis de la oferta de BE inicia con la producción nacional y su tendencia de crecimiento; para luego determinar la cantidad disponible.

Como se observa en la Figura 3.23, la producción nacional de maíz a lo largo de los últimos diez años presenta una tendencia positiva lo que asegura el abastecimiento de materia prima para la producción de EE.

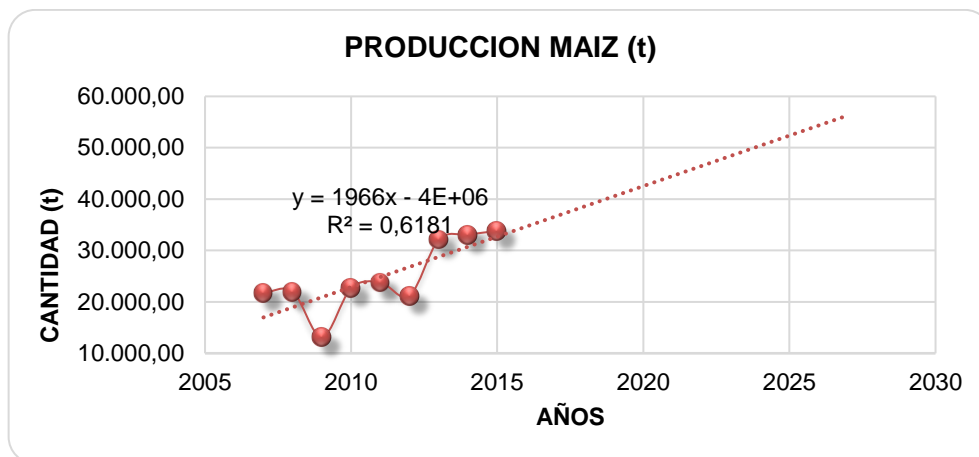


Figura 3.23: Producción Nacional de Maíz en toneladas. Elaborado a partir de datos obtenidos de la Bolsa de Comercio de Rosario, Santa Fe, última revisión junio 21-2017.

Dos tipos de cultivos energéticos son los utilizados para la obtención del BE. En primer lugar, aparece la producción de maíz, cereal que constituye uno de los granos de mayor difusión mundial cuyos principales destinos son actividades forrajeras, así como molienda para alimentación. En segundo lugar, surge la caña de azúcar, cuya producción se concentra en zonas cálidas. Además del azúcar, de la caña se obtienen subproductos como melaza, de donde deriva el etanol y el bagazo, o celulosa de papel.

Si bien la caña de azúcar es la materia prima más difundida para la producción de BE, la posibilidad de disponer de mayores áreas agroecológicas para expandir la producción de este cultivo se encuentra actualmente imposibilitada, a causa de la ocupación total de las tierras aptas. Por otro lado, la introducción de tierras marginales no parece una alternativa viable dada la baja o nula rentabilidad que presentan. Por esto, y ante la facilidad de producción de maíz y aumento en rinde por híbridos en el mercado, que se opta por emplear en el proceso productivo de EE al BE a base de maíz. En la Tabla 3.18 se muestran las empresas productoras de BE, a partir de caña de azúcar y de maíz radicadas en el país.

Tabla 3.18: Empresas Productoras de BE según materia prima empleada. Tabla obtenida del Ministerio de Energía y Minería.

CATEGORIAS DE EMPRESAS	
CAÑA	MAIZ
Alconoa S.R.L.	Aca Bio Cooperativa Ltda.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Bioenergía La Corona S.A.	BE Rio Cuarto S.A.
Bioenergía Santa Rosa S.A.	Diaser S.A.
Bio Ledesma S.A.	Promaíz S.A.
Bio San Isidro S.A.	Vicentín S.A.I.C.
Biotrinidad S.A.	
Compañía Bioenergética La Florida S.A.	
Energías Ecológicas del Tucumán	
Rio Grande Energía S.A.	

Se analiza de manera particular la producción de BE a partir de maíz, como también las exportaciones e importaciones nacionales, para determinar la cantidad de etanol que se encuentra disponible para producción.

En la Tabla 3.19 y Figura 3.24 se muestran la oferta de BE en la actualidad y su respectiva tendencia a futuro; que al ser positiva, permite asegurar la existencia de materia prima para la producción de EE.

Tabla 3.19: Producción Nacional de BE en Argentina. Elaboración a partir de datos del MINEM.

AÑOS	PRODUCCION TOTAL (t)
2009	18.381
2010	98.570
2011	136.989
2012	197.636
2013	372.708
2014	529.514
2015	643.357
2016	702.167

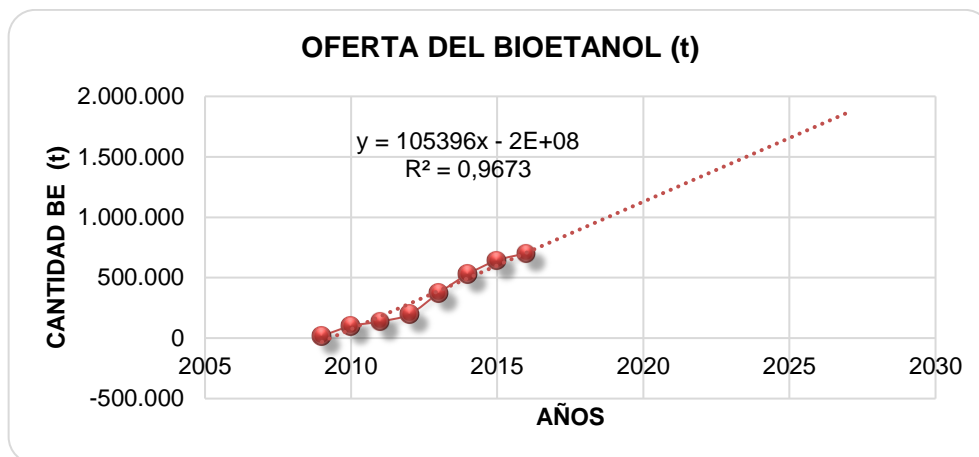


Figura 3.24: Oferta del BE a través de la Producción Nacional en Argentina. Elaboración a partir de datos del MINEM.

Por otro lado, el ácido sulfúrico empleado como catalizador en el proceso productivo de EE se puede adquirir de las siguientes empresas, Tabla 3.20, radicadas en el territorio nacional, según la Cámara de la Industria Química y Petroquímica Argentina.

Tabla 3.20: Empresas productoras de Ácido Sulfúrico en Argentina. Elaboración a partir de datos de CIQPA.

EMPRESA	LOCALIDAD	PROVINCIA
Akzo Nobel Functional Chemicals S.A. (ex ICI Argentina)	San Lorenzo	Santa Fe
AR ZINC S.A.	Planta Fray Luis Beltrán	Santa Fe
Dirección General de Fabricaciones Militares	Azul Río Tercero Villa María	Buenos Aires Córdoba Córdoba
MERANOL S.A.C.I.	Dock Sud Avellaneda	Buenos Aires
Valentín Balcarce S.A.	Parque industrial Pilar	Buenos Aires

3.4 ANÁLISIS DE PRECIOS

3.4.1 Análisis de precios de importaciones de EE

En análisis de los precios de las importaciones de EE, que se encuentran a partir de Trade Map; expresados en precios CIF (Cost, Insurance and Freight), los que incluyen fletes y seguros junto con la carga ingresada al país; se muestra en la Figura 3.25. Se estudia la variación de los precios desde 2006, realizado a partir de la Tabla 3.21.

Tabla 3.21: Evolución de precios CIF de EE en miles de USD/T. Elaboración a partir de datos obtenidos de Trade Map

AÑOS	CANTIDAD IMPORTADA (t)	VALOR IMPORTADO (MILES USD)	VALOR POR UNIDAD IMPORTADO (MILES USD/t)
2006	2	14	7
2007	3	22	7,3
2008	3	23	7,6
2009	3	25	8,3
2010	2	28	14
2011	2	21	10,5
2012	1	18	18
2013	1	14	14
2014	1	11	11
2015	2	41	20,5
2016	2	21	10,5

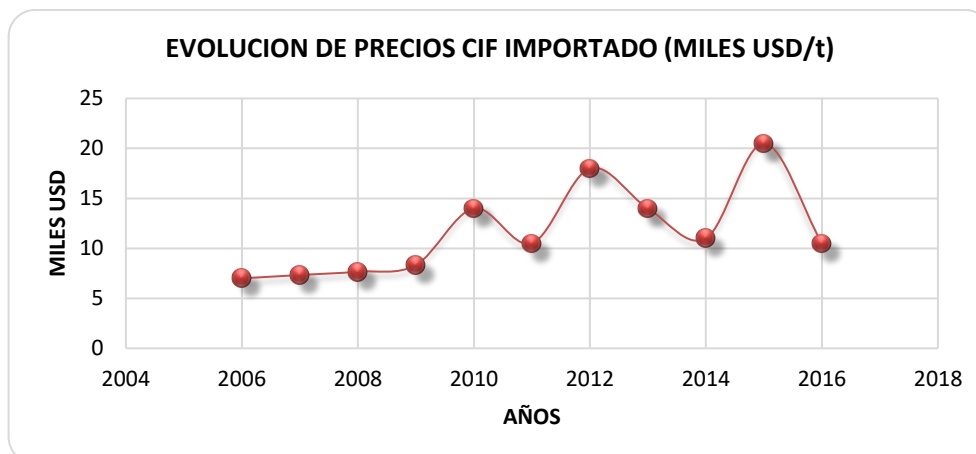


Figura 3.25: Evolución de precios CIF en miles de USD/t. Elaboración a partir de datos obtenidos de Trade Map.



Figura 3.26: Importaciones en miles USD de etanol. Elaboración a partir de datos de Trade Map.

En el periodo 2006-2010, se encuentra un crecimiento positivo y constante del valor, mientras que, en los años siguientes, la relación que se analiza sigue en crecimiento con fluctuaciones considerables asociadas a posibles restricciones en comercio exterior por parte del gobierno (cierres de importaciones), viéndose reflejado en la Figura 3.26 al comparar con las importaciones del commodities etanol.

Desde el 2012 hasta el 2014, el consumo de EE fue de una tonelada, con valores asociados de 18, 14 y 11 mil USD. Si bien en el caso del etanol los precios no tienen un aumento, puede verse la misma tendencia de disminución. Lo mismo ocurre para la siguiente etapa, en la que se puede observar un precio mayor.

La respuesta a la demanda de los cambios en el ingreso se mide a través de la elasticidad de la demanda, que se define como el cambio porcentual entre la cantidad demandada y el cambio porcentual del ingreso, Tabla 3.22.

Una elasticidad alta indica un elevado grado de respuesta de la cantidad demandada a la variación del precio y una elasticidad baja indica escasa sensibilidad a las variaciones de precio. De acuerdo a esto, el mercado argentino del EE presenta una demanda inelástica del bien, debido a que uno de los principales determinantes es la facilidad de sustitución del bien en cuestión.

Tabla 3.22: Elasticidad precio de la demanda del EE. Elaboración propia con datos de Trade Map.

AÑOS	ELASTICIDAD PRECIO/DEMANDA
2006-2007	3
2007-2008	0
2008-2009	0
2009-2010	-0,18
2010-2011	0
2011-2012	-0,13
2012-2013	0
2013-2014	0
2014-2015	0,11
2015-2016	0
PROMEDIO	0,28

El valor promedio de la elasticidad precio/demanda arroja un valor de 0.28, con lo que se corrobora lo antes redactado sobre la demanda inelástica y permite determinar que los precios que se analizan no tienen influencia sobre las cantidades importadas.

3.4.1.1 Análisis de tendencia y predicción de precios futuros para EE

Se continúa con la aplicación del método que se efectuó en el análisis del consumo aparente en Argentina para el producto descripto, en el promedio anual de precios importados.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Para realizar pronósticos del comportamiento del precio, se necesita una tendencia sobre los valores promedios que se estudiaron anteriormente, que se asocia con la confiabilidad correspondiente, para así determinar cuan diferentes son los valores coligados.

La conducta que establecen los datos de precios de las importaciones del EE, lleva a efectuar dos hipótesis en las que se encuentran suposiciones por el comportamiento, y su correspondiente explicación. Cada hipótesis expresada, mantiene una diferencia en el pronóstico obtenido.

3.4.1.1.1 Primera Hipótesis: existencia de un cambio de tendencia en el consumo.

En un primer paso se corrigen los precios de importaciones por unidad, que producen una variación en los valores futuros, valores que sólo son productos de situaciones imprevisibles.

El año que se considera a corregir es el 2010, atribuyéndole causas como la disminución de la cantidad importada, creando así, un precio considerablemente mayor al año anterior. Se suaviza la serie dada, reemplazando el valor del año 2010 por la media entre el valor anterior y posterior. Se tabulan estos datos en la Tabla 3.23 y se grafican en la Figura 3.27.

Tabla 3.23: Primera Hipótesis. Predicción del valor por unidad importado, serie 1 y 2 en miles de USD/t.

AÑOS	VALOR POR UNIDAD IMPORTADO (MILES USD/t)	SERIE 1	SERIE 2
2006	7	7	
2007	7,33	7,33	
2008	7,66	7,66	
2009	8,33	8,33	
2010	14	9,41	
2011	10,5	10,5	
2012	18		18
2013	14		14
2014	11		11
2015	20,5		20,5
2016	10,5		10,5

En el gráfico de la figura, se puede observar en el periodo 2006 - 2011 (serie 1, Figura 3.27), como los precios mantienen una semejanza rectilínea respaldada por la línea de tendencia y su garantía de fidelidad.

Dentro de la etapa sucesiva, los precios comienzan a fluctuar considerablemente, tal es así, que no se ajustan a una tendencia lineal y, por consiguiente, no puede determinarse un comportamiento a futuro fehaciente. Desde esta perspectiva, el estudio da dos caminos de tendencia.

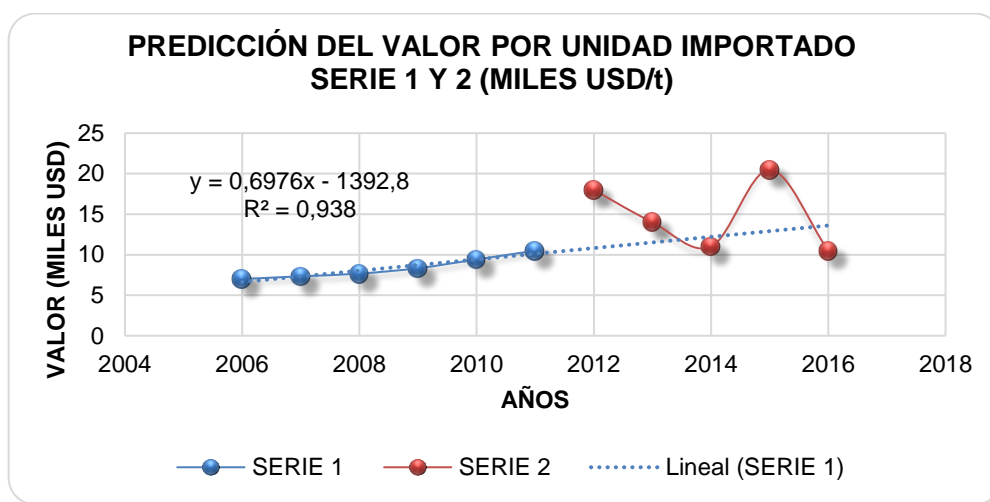


Figura 3.27: Primera Hipótesis. Predicción del valor por unidad importado, serie 1 y 2 en miles de USD

Con la investigación de todos los datos sobre este producto, y la relación que pudiese existir con la variación de los precios en el mercado mundial en general, se debe explicar si existen dos tendencias o bien, la variación del precio es afectada por causas externas y no precisamente de consumo, no validando la hipótesis planteada.

Si se supone que desde el 2012, comienza a regir otra predisposición en los datos que se presentaron, se puede observar que esta se podría amparar por existir una mayor demanda de este producto en el mundo. A partir de investigaciones, se llega a la conclusión que, en este periodo, los usos del EE comienzan a ser más amplios, existiendo una demanda que supera lo ofertado.

Existen publicaciones sobre estudios en los que, países sin abastecimiento constante de combustible, utilizan el EE como corte. Estos informes, con fecha en esos años pueden contribuir a señalar la amplia demanda que hizo subir el precio.

Al examinar los años sucesivos, la inclinación de lo que antes se redactó no se puede aplicar por la baja de los precios. Si bien el consumo sigue siendo constante y en ocasiones mayor, el precio, en los años 2013 y 2014 bajo notoriamente, aumentando en el año siguiente. De atribuirse esto a un cambio de tendencia en el consumo del producto, se esperaría que luego de las fluctuaciones, el precio se mantenga constante y mayor, con predisposición positiva.

Los datos disponibles no son suficientes para poder determinar que hubo un cambio y que este bien comenzó a contemplarse en otras áreas comerciales, haciendo variar el precio. Si se observa la información de Trade Map, mediante un gráfico de importaciones y exportaciones a nivel mundial, puede decirse que el mercado del EE mantiene una inclinación positiva y constante, de esta manera no es posible confirmar el cambio de tendencia previsto para esta hipótesis.

3.4.1.1.2 Segunda Hipótesis: existencia de una única tendencia para los valores.

Con énfasis en la hipótesis de suponer que todos los valores tienen una misma inclinación, que el consumo no cambia y que los precios se ven afectados por las políticas aplicadas a nivel internacional, se desarrolla un estudio de los valores de las importaciones en miles de USD.

Se comienza con un suavizado de los años 2010 y 2014. Para justificar, en el 2010, por el lado de las importaciones, se observó que en el undécimo mes del año totalizaron 5574 millones de dólares. La expansión de este año es explicada en su mayor parte por un incremento de los volúmenes, dado que los precios de los productos comprados sólo tuvieron un incremento de un 9 por ciento (Informe de Comercio Exterior, Cámara Argentina de Comercio, año 2010).

Durante el año 2014 el comercio exterior argentino, medido como la suma de las exportaciones e importaciones de bienes en general, representó una merma de 11,7% respecto al valor del año anterior. La caída de las exportaciones fue responsable del 53,6% del retroceso del comercio, mientras que la baja de las importaciones explicó el 46,4% restante. De este modo, el comercio exterior argentino retrocede a un nivel menor al de los tres años previos (Informe de Comercio Exterior, Cámara Argentina de Comercio, año 2014).

Tabla 3.24: Valores de precios del EE, con suavización para los precios del año 2010 y 2014, serie 3

AÑOS	VALOR POR UNIDAD IMPORTADO (MILES USD/t)	SERIE 3
2006	7	7
2007	7,33	7,33
2008	7,67	7,66
2009	8,33	8,33
2010	14	9,42
2011	10,5	10,5
2012	18	18
2013	14	14
2014	11	17,25
2015	20,5	20,5
2016	10,5	10,5

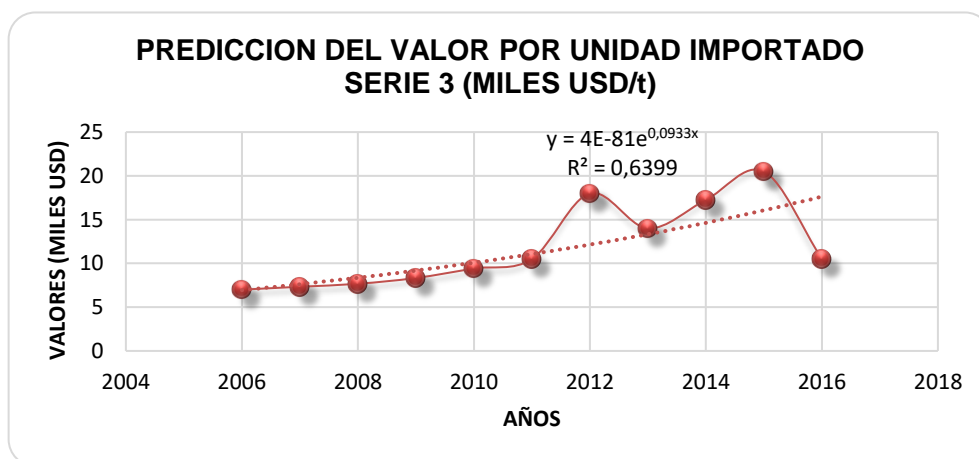


Figura 3.28: Representación de Tabla 3.20, Valores de precios del EE, con suavización para los precios del año 2010 y 2014, serie 3

Esto presenta razones para realizar el suavizado a estos valores de precio.

Con la serie 3 de la Tabla 3.24 se efectúa un análisis de tendencia con los valores de los años antes descriptos luego de ser suavizados mediante la media del valor anterior y posterior. El ajuste para la serie 3, se representa por una función exponencial $y = 4 \cdot 10^{-81} \cdot e^{0,0933x}$, con un

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

R^2 de 0,6399, Figura 3.28. Como este valor no es satisfactorio para la correlación, es necesario realizar un estudio posterior de los datos.

Posteriormente al estudio de la serie 3, se presentan los datos de la tendencia de la función y la serie sin tendencia, Tabla 3.25. Esta última obteniéndose a partir de restar los valores de la serie completa con los de la función.

Tabla 3.25: Tendencia, serie sin tendencia y serie final del análisis estadístico de los datos de importaciones del EE

AÑOS	VALOR POR UNIDAD IMPORTADO (MILES USD/t)	SERIE 3 A	TENDENCIA USD B	SERIE SIN TENDENCIA (A-B)	SERIE FINAL
2006	7	7	8,63	-1,63	8,63
2007	7,33	7,33	9,47	-2,14	9,47
2008	7,66	7,66	10,40	-2,73	10,40
2009	8,33	8,33	11,42	-3,08	11,42
2010	14	9,42	12,53	-3,12	12,53
2011	10,5	10,5	13,76	-3,26	13,76
2012	18	18	15,11	2,89	15,11
2013	14	14	16,58	-2,58	16,58
2014	11	17,25	18,21	-0,96	18,21
2015	20,5	20,5	19,99	0,51	19,99
2016	10,5	10,5	21,95	-11,45	21,95

Con los valores de la serie sin tendencia se procede a identificar los valores extremos en un gráfico de control estadístico, Figura 3.29, con un criterio de aceptación de dos sigmas respecto de la media.

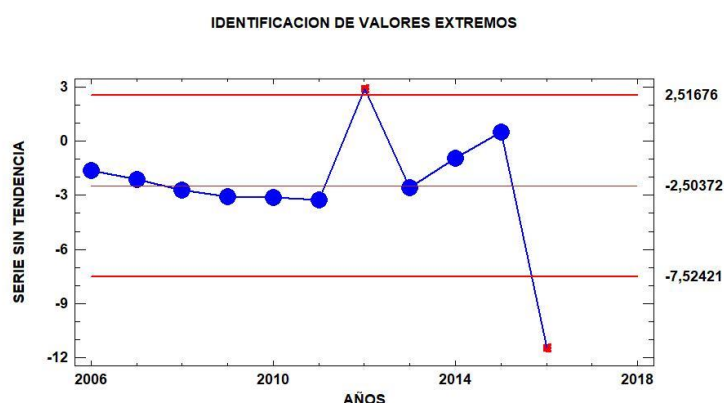


Figura 3.29: Grafico de control estadístico sobre los valores extremos de la serie sin tendencia. STATGRAPHICS.

En el análisis de los puntos fuera de control, los puntos correspondientes a los años 2012 y 2016, fueron reemplazados por el valor obtenido de la suma del valor por unidad importado y la serie sin tendencia, para dar el resultado de la serie final.

El gráfico de la serie final, Figura 3.30, muestra una correlación entre los datos con un 98.34% de certeza, integrados mediante una función lineal expresada como $y = 1,3181x - 2636,4$. Con esta proyección a futuro, resulta más confiable la predicción del comportamiento de los precios. De tal manera, se anexa al grafico una extrapolación a diez años posteriores.

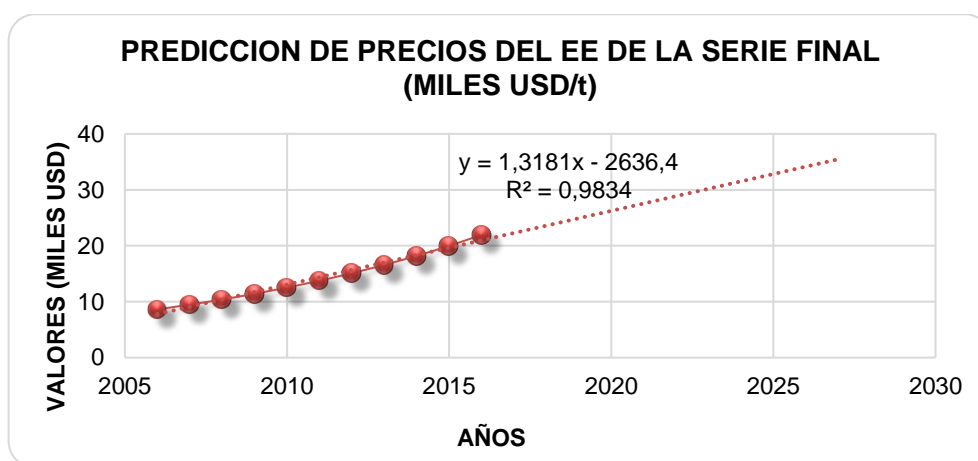


Figura 3.30: Representación de los valores expresados de la serie final

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Con el comportamiento de la tendencia, se puede decir que para el año 2025, el valor de la tonelada de EE en miles de dólares costará 32,75. Siendo solo un costo estimativo ya que no se tiene en cuenta a la hora del análisis las posibles situaciones financieras del país.

3.4.2 Análisis de precios del mercado interno de EE.

Se considera importante analizar en esta instancia la variación del valor nacional del producto en estudio. Los precios de venta que proporciona la industria existente, es de 5,12 USD/L para EE de grado técnico y 5,53 USD/L para EE de grado reactivo; de estos se analiza aquel que tenga un mayor precio.

Para llevar estos valores a años pasados, se tiene en cuenta la variación del dólar en el país (Centro de Datos de Estadística del Banco Central de la República Argentina) y se resumen en la Tabla 3.26.

Tabla 3.26: Evolución del precio FOT de EE en \$/L. Elaboración a partir de datos del BCRA y FM

AÑO	VALOR ANUAL DOLAR	VALOR EE GRADO TÉCNICO (\$/L)	VALOR EE GRADO REACTIVO (\$/L)
2002	3,37	17,28	18,66
2003	2,95	15,10	16,31
2004	2,94	15,06	16,27
2005	2,92	14,97	16,17
2006	3,07	15,74	17,00
2007	3,12	15,95	17,23
2008	3,16	16,19	17,49
2009	3,73	19,09	20,62
2010	3,91	20,03	21,64
2011	4,13	21,14	22,84
2012	4,55	23,30	25,17
2013	5,48	28,04	30,28
2014	8,12	41,60	44,93
2015	9,27	47,45	51,25
2016	14,78	75,66	81,72

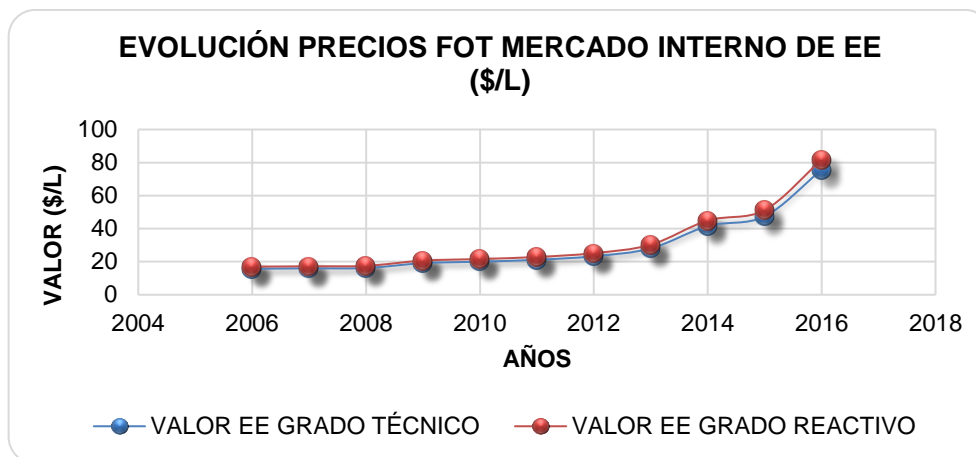


Figura 3.31: Evolución del precio FOT de EE en \$/L. Elaboración a partir de datos del BCRA y FM

Desde 2006 hasta 2012 la variación es relativamente constante, pero es notorio que desde ese año a la actualidad se presenta un crecimiento totalmente pronunciado; esto se puede atribuir a que la cantidad que se vende es mucho menor. Los costos fijos adheridos al valor de comercialización tienen influencia en el valor FOT, siendo un factor determinante en la menor venta, Figura 3.31.

El crecimiento desde el año 2013, puede justificar un cambio de tendencia en el consumo o en la producción. Al igual que en las importaciones, se realizan dos hipótesis sobre la variación de estos precios en el EE reactivo.

3.4.2.1 Primera Hipótesis: existencia de un cambio de tendencia en el consumo.

Se divide el periodo 2006-2016 en dos series, donde la serie 1 mantiene los valores desde el 2006-2012 y la serie 2, el resto. De haber existido dos tendencias de consumo, se reflejaría en esta última, Tabla 3.27.

Tabla 3.27: Primera Hipótesis. Predicción de dos tendencias, serie 1 y 2 en \$/L. Elaboración a partir de datos de Trade Map, FM y BCRA, julio 3-2017

AÑO	VALOR EE GRADO REACTIVO (\$/L)	SERIE 1	SERIE 2
2006	17,00	17,00	
2007	17,23	17,23	

2008	17,49	17,49	
2009	20,62	20,62	
2010	21,64	21,64	
2011	22,84	22,84	
2012	25,17	25,17	
2013	30,28		30,28
2014	44,93		44,93
2015	51,25		51,25
2016	81,72		81,72

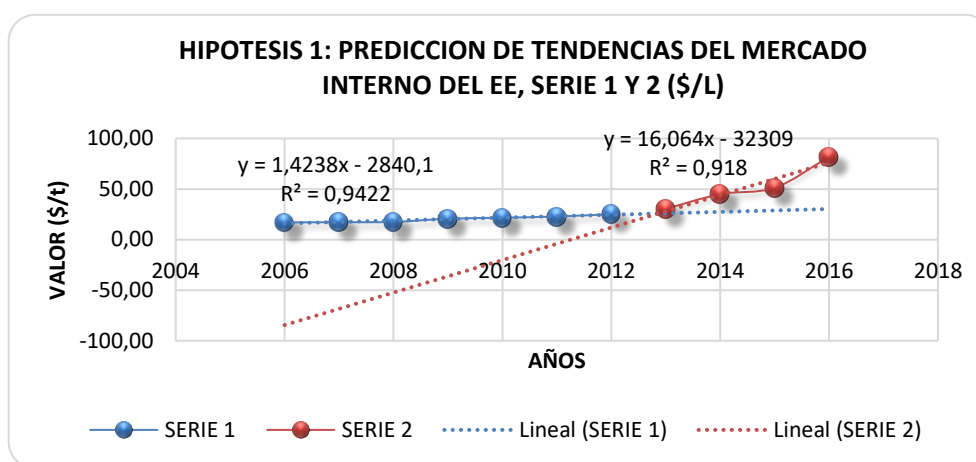


Figura 3.32: Primera Hipótesis. Predicción de tendencias en el mercado interno en \$/L. Elaboración a partir de datos de Trade Map, FM y BCRA, julio 3-2017.

Ambas series mantienen un comportamiento rectilíneo positivo, Figura 3.32. En 2013, las cantidades exportadas, comienzan a decrecer, por lo que el valor del producto aumenta progresivamente. Esto puede significar un cambio de tendencia ya que, las exportaciones junto con el mercado nacional, marcan que el consumo del producto aumento en el interior. Al comparar esto con las importaciones, de haber existido mayor demanda en el mundo, puede que se hayan incorporado al mercado nuevas industrias de EE que compiten con el precio de lo exportado en Argentina, disminuyendo sus compradores. Con estos datos, no se podría concluir y aceptar la hipótesis que se plantea.

3.4.2.2 Segunda Hipótesis: existencia de una sola tendencia de consumo

Se plantean en la Tabla 3.28 y Figura 3.33, los valores de los precios en \$/L del EE en la situación de suponer una única tendencia.

Tabla 3.28: Segunda Hipótesis. Predicción de una tendencia, serie3 en \$/L.
Elaboración a partir de datos de Trade Map, FM y BCRA, julio 3-2017.

AÑO	VALOR EE GRADO REACTIVO (\$/t)	SERIE 3
2006	17,00	17,00
2007	17,23	17,23
2008	17,49	17,49
2009	20,62	20,62
2010	21,64	21,64
2011	22,84	22,84
2012	25,17	25,17
2013	30,28	30,28
2014	44,93	44,93
2015	51,25	51,25
2016	81,72	81,72

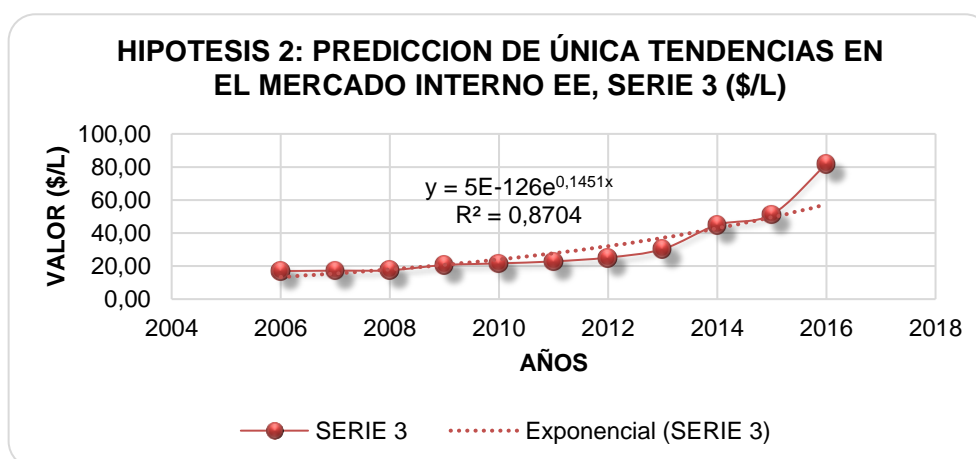


Figura 3.33: Segunda Hipótesis. Predicción de una tendencia, serie 3 en \$/L.
Elaboración a partir de datos de Trade Map, FM y BCRA, julio 3-2017

Mediante una ecuación exponencial con una confiabilidad del 87%, se manifiesta que la evolución del precio/unidad en años anteriores, mantiene una correspondencia y justifica la elección de la segunda hipótesis para establecer la conducta de los precios.

Con la extrapolación de los datos para diez años, mediante la ecuación exponencial $y = 5 \cdot 10^{-126} \cdot e^{0,1451x}$ se muestra la proyección a futuro de los precios del EE, Figura 3.34. En los

próximos años, el valor mantiene una constante de crecimiento que beneficiaría a la venta de la producción de la industria local.

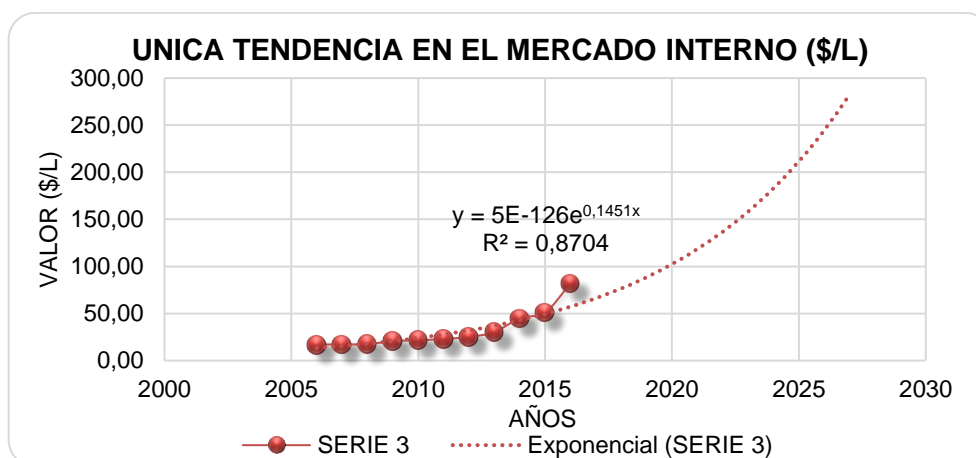


Figura 3.34: Única tendencia en el mercado interno del EE(\$/L). Elaboración a partir de datos de Trade Map, FM y BCRA, julio 3-2017

3.4.3 Estrategias de introducción al mercado interno

3.4.3.1 Estrategia I: Uso como solvente.

De utilizar el EE como sustituto del hexano comercial, se analizan los precios del solvente actual en las exportaciones del país. Los datos se obtuvieron de Trade Map a partir del año 2005, Tabla 3.29, y se grafica su evolución en la Figura 3.4.

Tabla 3.29: Evolución del precio CIF del hexano comercial en las exportaciones argentinas. Elaboración a partir de Trade Map, julio 3-2017

AÑOS	VALOR CIF HEXANO COMERCIAL (MILES USD)	CANTIDAD EXPORTADA DE HEXANO COMERCIAL (t)	VALOR CIF HEXANO COMERCIAL (MILES USD/t)
2005	5.808	10.359	0,56
2006	6.317	9.346	0,68
2007	6.562	8.074	0,81
2008	5.484	4.035	1,36
2009	6.881	8.577	0,80
2010	8.432	8.461	1,00

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

2011	7.856	5.825	1,35
2012	9.805	6.768	1,45
2013	9.398	6.343	1,48
2014	8.428	6.250	1,35
2015	5.784	6.266	0,92
2016	4.788	6.426	0,75

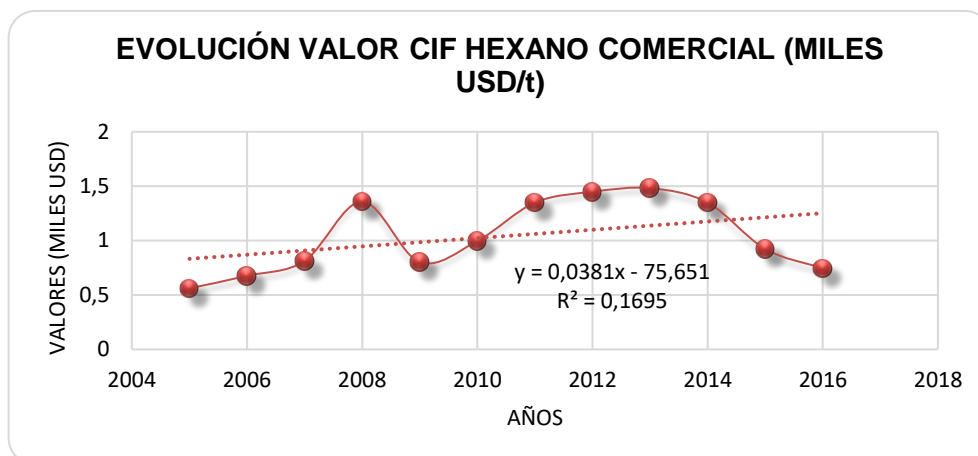


Figura 3.35: Evolución del precio CIF del hexano comercial en las exportaciones argentinas. Elaboración a partir de Trade Map, julio 3-2017.

En el 2009, la crisis económica nacional afecta a las exportaciones del hexano comercial. En el periodo siguiente, logra una estabilidad y un aumento; no permanecen las cantidades exportadas constantes, porque en los últimos años el mercado interno demanda más de este solvente para la producción de biodiesel.

En comparación con el precio del EE (miles \$/t), de utilizarlo como solvente en la extracción de aceite para biocombustibles, el precio del hexano es más económico.

El hexano forma parte de derivados petroléos y se obtiene de ellos mediante destilación fraccionada, es una de las desventajas para su reemplazo. Con el EE a partir de BE de maíz, la industria del biodiesel, aseguraría un abastecimiento constante de unas de sus materias primas. En la Tabla 3.30 se proyectan los valores a futuros de los precios de cada solvente específico.

Además, se debe tener en cuenta que los valores proporcionados por FM tienen una alta incidencia de costos fijos debido a que la producción no es constante; si la industria en estudio

trabajará de manera constante, sumado a la posibilidad de producir mayores cantidades, el valor del EE reduciría considerablemente.

Tabla 3.30: Tendencia a futuro de la evolución del precio del hexano comercial y EE.
Elaboración a partir de FM, BCRA. Julio 3-2017.

AÑOS	VALOR HEXANO COMERCIAL (MILES \$/t)	VALOR EE GRADO TÉCNICO (MILES \$/t)	VALOR EE GRADO REACTIVO (MILES \$/t)
2017	11,70	114,61	120,89
2018	9,68	96,30	101,17
2019	10,41	103,47	108,74
2020	11,14	110,64	116,30
2021	11,87	117,81	123,87
2022	12,60	124,99	131,43
2023	13,34	132,16	139,00
2024	14,07	139,33	146,56
2025	14,80	146,50	154,13
2026	15,53	153,67	161,69
2027	16,26	160,85	169,26

3.4.3.2 Estrategia II: Uso como corte en combustible.

El precio de adquisición del bioetanol en base a maíz surge de una fórmula que considera costos más rentabilidad para producir un litro de Bioetanol. La fórmula que emplea la resolución 44/2014 es la siguiente:

Precio Bioetanol a base de maíz

$$= (\text{Costo del maíz} + \text{Costo de mano de obra} + \text{Costo del vapor} + \text{Costo de la electricidad} + \text{Resto de Costos}) \cdot (1 + \text{Factor de Correlación})$$

El precio al cual se podría vender EE como corte de combustible dependería de esta compleja ecuación determinada por el Estado argentino.

Antes de analizar al EE, se describe la variación del valor del BE. En el mercado que existe en Argentina, se encuentran dos orígenes del mismo producto: el BE a base de caña de azúcar y el BE a base de maíz. En la Tabla 3.31 y Figura 3.36 se muestran los precios de

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

ambos y su tendencia de evolución a lo largo de los años, recolección del Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

**Tabla 3.31: Evolución de los precios (\$/L) del BE a base de maíz y caña de azúcar.
Elaboración a partir de datos de MINEM. Última revisión jun 26 2017**

MES/ AÑO	BE A BASE DE CAÑA	BE A BASE DE MAIZ	PROMEDIO ANUAL BE A BASE DE CAÑA	PROMEDIO ANUAL BE A BASE DE MAÍZ
Junio -17	16,07	12,942	14,48	13,14
Mayo -17	15,305	12,848		
Abril -17	14,576	12,858		
Marzo -17	14,114	13,452		
Febrero -17	13,442	13,51		
Enero -17	13,36	13,203		
Diciembre -16	13,335	12,784	12,32	11,25
Noviembre -16	13,309	12,63		
Octubre -16	13,296	12,457		
Septiembre -16	13,398	12,628		
Agosto -16	13,335	12,555		
Julio -16	13,042	12,473		
Junio -16	12,774	11,872		
Mayo -16	12,456	11,295		
Abril -16	11,055	10,374		
Marzo -16	10,915	9,431		
Febrero -16	10,648	8,421		
Enero -16	10,324	8,02		
Diciembre -15	9,832	7,638	9,18	7,29
Noviembre -15	9,819	7,472		
Octubre -15	9,794	7,347		
Septiembre -15	9,73	7,296		
Agosto -15	9,628	7,402		
Julio -15	9,437	7,171		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Junio -15	8,987	7,032		
Mayo -15	8,559	6,965		
Abril -15	8,558	6,954		
Marzo -15	8,534	7,016		
Febrero -15	8,613	7,385		
Enero -15	8,622	7,774		
Diciembre -14	8,595	8,183		
Noviembre -14	8,614	8,614		
Octubre -14	9,067	9,067		
Septiembre -14	9,544	9,544		
Agosto -14	9,467	9,467		
Julio -14	8,976	8,976		
Junio -14	8,616	8,616	8,23	8,20
Mayo -14	8,203	8,203		
Abril -14	7,695	7,695		
Marzo -14	7,162	7,162		
Febrero -14	6,621	6,621		
Enero -14	6,229	6,229		
Diciembre -13	5,953	5,953		
Noviembre -13	5,892	5,892		
octubre-13	5,83	5,83		
Septiembre -13	5,743	5,743		
Agosto -13	5,647	5,647		
Julio -13	5,611	5,611		
Junio -13	5,336	5,336	5,44	5,44
Mayo -13	5,095	5,095		
Abril -13	5,078	5,078		
Marzo -13	5,057	5,057		
Febrero -13	5,039	5,039		
Enero -13	4,98	4,98		
Diciembre -12	4,967	4,967		
Noviembre -12	4,94	4,94	4,48	4,48
octubre-12	4,935	4,935		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Septiembre -12	4,618	4,618		
Agosto -12	4,563	4,563		
Julio -12	4,563	4,563		
Junio -12	4,52	4,52		
Mayo -12	4,336	4,336		
Abril -12	4,215	4,215		
Marzo -12	4,153	4,153		
Febrero -12	4,03	4,03		
Enero -12	3,957	3,957		
Diciembre -11	3,946	3,946		
Noviembre -11	3,929	3,929		
octubre-11	3,92	3,92		
Septiembre -11	3,864	3,864		
Agosto -11	3,819	3,819		
Julio -11	3,335	3,335		
Junio -11	3,28	3,28		
Mayo -11	3,114	3,114		
Abril -11	3,123	3,123		
Marzo -11	3,112	3,112		
Febrero -11	3,01	3,01		
Enero -11	2,957	2,957		
Diciembre -10	2,956	2,956	2,33	2,33
Noviembre -10	2,961	2,961		
octubre-10	2,968	2,968		
Septiembre -10	2,953	2,953		
Agosto -10	2,958	2,958		
Julio -10	2,87	2,87		
Junio -10	2,798	2,798		
Mayo -10	2,700	2,700		
Abril -10	2,66	2,66		
Marzo -10	2,648	2,648		
Febrero -10	2,58	2,58		
Enero -10	2,546	2,546		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

Diciembre - 09	2,491		2,09	0,00
Noviembre - 09	2,4402			
Octubre - 09	2,402			
Septiembre - 09	2,391			
Agosto - 09	2,248			
Julio - 09	2,247			
Junio - 09	2,245			
Mayo -09	2,16			
Abril - 09	2,154			
Marzo - 09	2,19			
Febrero - 09	2,189			
Enero - 09	2,138			
Diciembre - 08	2,064			

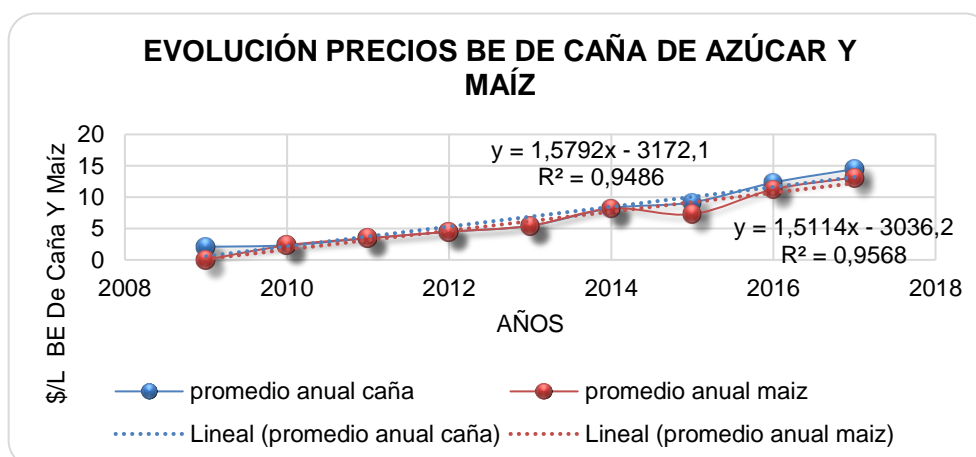


Figura 3.36: Evolución de los precios del BE a base de maíz y caña de azúcar.

Elaboración a partir de datos de MINEM. Última revisión jun 26 2017

No existe precio para el año 2009 para BE a base de maíz; esto se debe a que no existía producción nacional hasta el año 2010.

Desde 2010 hasta noviembre de 2014 el precio del BE era el mismo independiente del origen, pero desde diciembre de ese año comienza a existir una diferencia, siendo para caña de azúcar mayor que para maíz, en valores de 8,595 y 8,183, respectivamente.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 3

De allí en más la brecha es cada vez más notoria, donde llega a existir casi \$2 de diferencia en el litro, presentando una tendencia creciente y cada vez más diferenciada, que se puede ver en la Figura 3.36. Se anuncia a futuro que dicho margen seguirá en aumento. Además, si se tienen en cuenta pronósticos para el maíz proporcionados por GlobalTecnos para CREA, los cuales son positivos y a precio constante siempre que las condiciones ambientales (precipitaciones y temperatura) no varíen demasiado, no existirá un cambio abrupto del precio de BE.

Por esta cuestión, además de las características fisicoquímicas que presentan los compuestos mencionados, es que se compara en las secciones siguientes al EE a producir con el BE a base de maíz.

Es necesario generar una revisión de precios a futuro para tener mayor certeza de las suposiciones marcadas; dicha tendencia se verifica en la Tabla 3.32.

**Tabla 3.32: Tendencia a futuro precio de BE a base de caña de azúcar y maíz.
 Elaboración propia en base a datos de MINEM**

AÑO	TENDENCIA A FUTURO \$/L BE A BASE DE CAÑA DE AZÚCAR	TENDENCIA A FUTURO \$/L BE A BASE DE MAÍZ
2017	14,48	13,14
2018	14,78	13,68
2019	16,83	15,18
2020	18,79	17,06
2021	20,77	18,76
2022	22,65	20,31
2023	24,32	22,19
2024	26,13	23,39
2025	27,71	25,00
2026	29,54	26,80
2027	31,55	28,41

A la hora de proyectar posibles valores de venta de EE, tanto para la actualidad como para años pasados, se tiene en cuenta la capacidad calorífica; la cual se relaciona con la del BE. Si bien, el producto en estudio tendrá un precio superior, son todas las virtudes mencionadas con anterioridad que posibilitarían su elección. A continuación, en la Tabla 3.33 y Figura 3.37

se presenta el precio del BE para corte en combustible, que se obtuvo desde el Ministerio de Energía y Minería de la Nación y el posible valor del EE considerando capacidades caloríficas respectivas de 25,1 MJ/Kg y 37,2 MJ/Kg.

Tabla 3.33: Comparación valores BE y EE para uso en corte de combustible, de acuerdo a sus capacidades caloríficas. Fuente: elaboración propia y datos MINEM

AÑO	PRECIO PROMEDIO ANUAL BE A BASE DE MAÍZ (\$/L)	PRECIO PROMEDIO EE SEGÚN Cp EE BASE DE MAÍZ (\$/L)
2010	2,33	3,45
2011	3,45	5,11
2012	4,48	6,64
2013	5,44	8,06
2014	8,20	12,15
2015	7,29	10,80
2016	11,25	16,67
2017	13,14	19,47

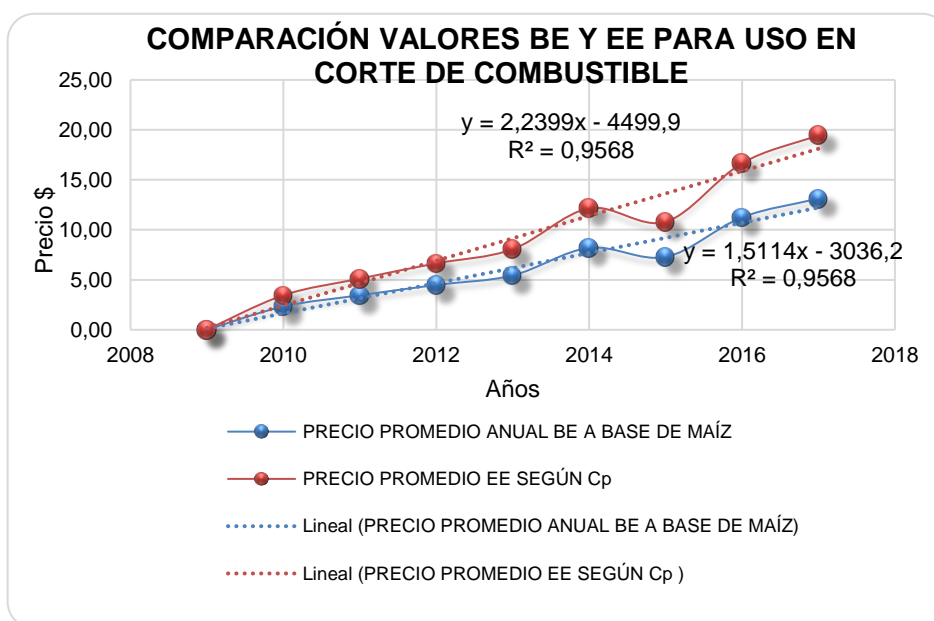


Figura 3.37: Comparación valores BE y EE para uso en corte de combustible. Fuente: elaboración propia y datos MINEM

Se puede observar que la diferencia es creciente y positiva. Si se consideran las tendencias mundiales de incorporación de EE, sumado al interesante posible valor de compra, se podría pensar en un negocio totalmente redituable.

A continuación, en la Tabla 3.34 se observa que la tendencia a diez años presenta igual variación a la explicada.

Tabla 3.34: Tendencia a diez años del precio de BE y EE.

AÑOS	TENDENCIA A FUTURO BE A BASE DE MAÍZ (\$/L)	TENDENCIA A FUTURO EE (\$/L)
2018	13,68	20,28
2019	15,41	22,83
2020	17,17	25,45
2021	18,90	28,02
2022	20,49	30,37
2023	22,41	33,21
2024	23,64	35,04
2025	25,29	37,49
2026	27,11	40,18
2027	28,73	42,59

3.4.4 Análisis de las materias primas

3.4.4.1 BE a base de maíz

Para el análisis del valor de la materia prima empleada para producir EE, se contactó a diferentes empresas dedicadas a la producción de BE a base de maíz, de las cuales se obtuvo un precio FOT de 0,6 USD/L (Ing. Manuel Ron, Bioetanol Rio Cuarto S.A). Si se considera dicho valor constante a lo largo de los años y se analiza la variación del dólar en la economía argentina, es posible extrapolar dichos precios al pasado, así poder generar luego tendencias a futuro, Tabla 3.35.

Tabla 3.35: Proyección valor BE como materia prima según variación del dólar en Argentina. Fuente: Banco Central de la República Argentina

AÑO	VALOR ANUAL DOLAR	VALOR ANUAL BE (\$/L)
2002	3,37	2,02
2003	2,95	1,77
2004	2,94	1,76
2005	2,92	1,75
2006	3,07	1,84
2007	3,12	1,87
2008	3,16	1,90
2009	3,73	2,24
2010	3,91	2,35
2011	4,13	2,48
2012	4,55	2,73
2013	5,48	3,29
2014	8,12	4,87
2015	9,27	5,56
2016	14,78	8,87

A continuación, se presentan dos comparaciones. En la primera de ellas se analiza la variación del BE con el precio del EE en el mercado interno obtenido por FM que respondería al precio ligado al libre comercio, mientras que en la segunda se tiene en cuenta el BE y EE como corte en combustible, donde el precio se encuentra ligado a restricciones gubernamentales explicadas con anterioridad.

En la Tabla 3.36 y Figura 3.38 se compara el valor de la materia prima a adquirir y el del EE para la venta por FM, la cual presenta una amplia diferencia, razón por la cual se puede poner énfasis en el hecho de que se podría bajar el precio de venta y comenzar a ser una competencia en el uso como solvente, como se explicó anteriormente.

Tabla 3.36: Comparación de valor en \$/L de BE como materia prima y EE

AÑO	VALOR ANUAL BE (\$/L)	VALOR EE GRADO REACTIVO (\$/t)
2006	1,84	17,00
2007	1,87	17,23
2008	1,90	17,49
2009	2,24	20,62
2010	2,35	21,64
2011	2,48	22,84
2012	2,73	25,17
2013	3,29	30,28
2014	4,87	44,93
2015	5,56	51,25
2016	8,87	81,72

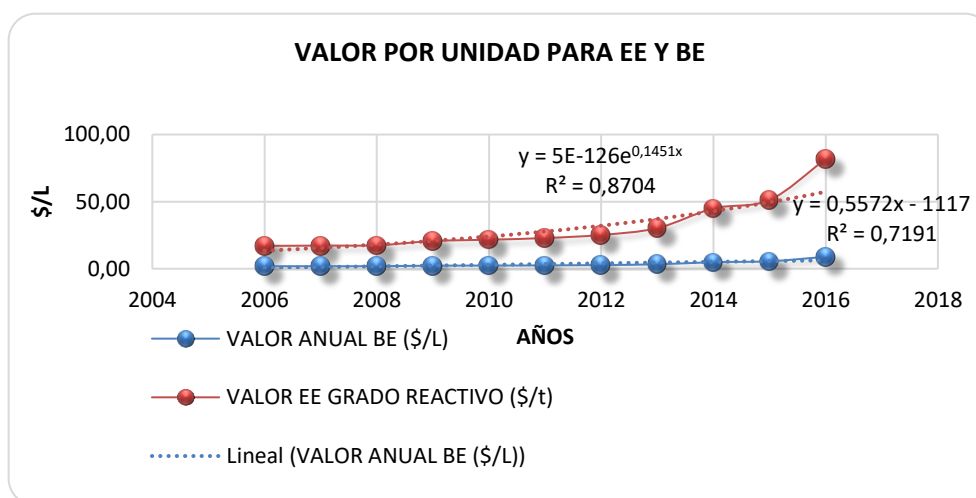


Figura 3.38: Comparación de valor en \$/L de BE y EE

Además, si se analiza la tendencia a futuro la diferencia entre ambos valores es cada vez más considerable; hecho que se demuestra en la Tabla 3.37 , lo que implicaría que la diferencia en estos precios posibilitaría modificar el precio de venta para tener mayor capacidad de competencia.

Tabla 3.37: Tendencia a futuro del valor de EE en corte combustible y BE como materia prima en \$/L.

AÑO	VALOR ANUAL BE (\$/L)	VALOR EE GRADO REACTIVO (\$/t)
2017	6,80	62,64
2018	7,63	70,34
2019	8,51	78,40
2020	9,39	86,56
2021	10,32	95,10
2022	11,22	103,39
2023	12,04	110,97
2024	12,75	117,47
2025	13,33	122,86
2026	13,99	128,91
2027	14,58	134,41

En la Tabla 3.38 que se presenta a continuación se compara la variación del precio del etanol y éter etílico para corte en combustible, del mercado interno del país; lo que permite determinar que existe un amplio margen de valores que posibilitaría generar ganancias en el proceso productivo en estudio.

Tabla 3.38: Comparación de valor en \$/L de BE y EE para corte en combustible.

AÑO	VALOR ANUAL BE (\$/L)	VALOR EE SEGÚN Cp (\$/L)
2010	2,35	3,45
2011	2,48	5,11
2012	2,73	6,64
2013	3,29	8,06
2014	4,87	12,15
2015	5,56	10,8
2016	8,87	16,67

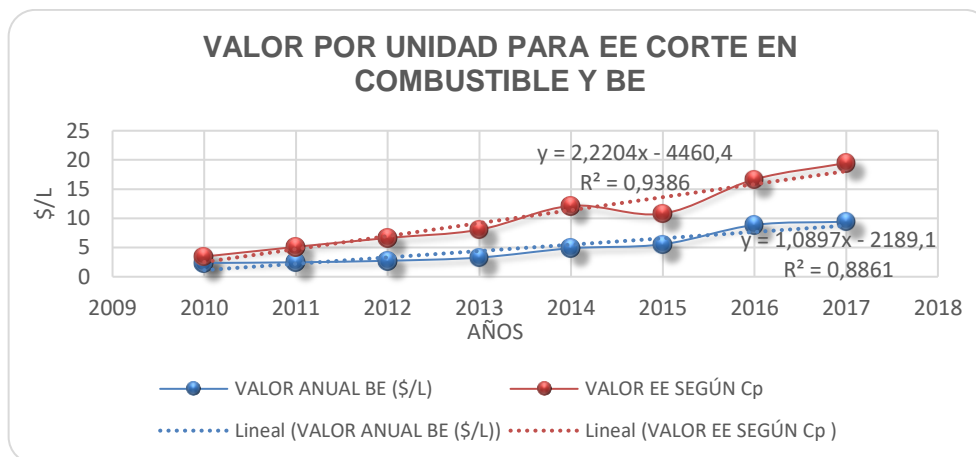


Figura 3.39: Comparación de valor en \$/L de BE y EE.

Al analizar la tendencia a 10 años, Tabla 3.39, se ve que la cantidad de BE es constante; esto se encuentra directamente relacionado con que la cantidad producida en el país es cada vez mayor y a un precio que posibilita competir con la importación. La diferencia en valores se mantiene a futuro, lo que genera una esperanza de que el proceso productivo sea redituable.

Tabla 3.39: Tendencia a futuro del valor de EE en corte combustible y BE en \$/L.

AÑO	VALOR ANUAL BE (\$/L)	VALOR EE SEGÚN Cp (\$/L)
2017	9,42	19,47
2018	10,18	21,04
2019	11,42	23,61
2020	12,39	25,61
2021	13,87	28,67
2022	16,39	33,88
2023	18,56	38,37
2024	21,08	43,58
2025	24,29	50,21
2026	27,15	56,12
2027	28,29	58,48

3.4.4.2 Ácido Sulfúrico

Según datos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación productiva, el azufre se encuentra en forma de sulfuros (pirita, cobaltina, etc.) y sulfatos (yeso). Uno de sus principales

derivados es el ácido sulfúrico que se obtiene por oxidación catalítica del azufre (a partir de la pirita) y posterior hidratación. El resultado es un producto de alta concentración (hasta 99%).

En Argentina hay escasa producción de azufre (30.000 ton/año) con un consumo aparente del orden de las 200.000 ton/año dependiendo del nivel de actividad agrícola. La demanda es satisfecha por importaciones desde China y Brasil principalmente.

Su principal derivado, el ácido sulfúrico, tiene una demanda que ronda las 300.000 ton/año en Argentina y es satisfecha por los principales productores locales. En base a esto y que es un insumo del proceso productivo de EE, es que no se detalla su mercado como lo generado anteriormente.

3.5 ANÁLISIS DE FODA

Según revisión bibliográfica, el análisis FODA consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que en su conjunto diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa; es decir, las oportunidades y amenazas. También es una herramienta que puede considerarse sencilla y permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización determinada.

Fortalezas

- El EE es un producto de importancia a nivel industrial, difícil de sustituir por otros con características similares.
- Disponibilidad cercana y económica de la materia prima.
- El precio del EE se encuentra por encima del precio de la materia prima, inclusive a diez años.
- La materia prima empleada es obtenida a través de un proceso productivo que se enmarca en normas de bioenergía.
- La tecnología a emplear será superior a la existente en la planta instalada en el país, que producirá EE de características cualitativas superiores.

Oportunidades

- Posibilidad de incorporación como corte para combustible de acuerdo al Art nº8 decreto 37/2016 Ley Nacional nº 26.093.
- Posibilidad de incorporación como solvente en industria de biocombustibles.

- Posibilidad de acceso a mercados externos, debido a que estos exceden la capacidad de la planta existente.
- Generación de puestos de trabajo y aumento de la calidad de vida de la sociedad donde será instalada la industria.

Debilidades

- Existencia de una planta productora de EE.
- Leyes que regulan el comercio de EE industrial (CEDRONAR).
- Desafío de sustitución de hexano comercial empleado como solvente en biocombustibles.

Amenazas

- Inestabilidad monetaria propia de la economía del país.
- Competencia con los principales productores concentrados en India, con gran capacidad instalada.

La idea de instalar una planta productora de EE, parece ser positiva a través del análisis FODA que se generó. Si se considera como debilidad la existencia de una planta productora de EE, se podría transformar ésta en una oportunidad, a través de acuerdos de ventas conjuntas, lo que implicaría un mayor peso en el mercado nacional e internacional.

Al tener en cuenta los posibles nichos de mercados y la diferencia de precio entre la materia prima y el producto, se puede determinar que la instalación de una nueva planta industrial sería factible en el orden económico.

3.6 CONCLUSIÓN

Dentro de los principales usos de EE a nivel industrial, se puede mencionar la industria farmacéutica, industria pólvora y su empleo como solvente. El comercio mundial del producto en estudio se encuentra estrictamente regulado, debido a que a partir de éste es posible generar sustancias nocivas a la salud.

En el contexto internacional, los principales países productores de éter etílico son Alemania, India, Estados Unidos, seguidos de Bélgica, Países Bajos y China. El auge de su uso es como mejorador del octanaje en combustible, además de que economiza el valor de éste, por lo que la demanda de EE se encuentra en aumento.

Dentro de continente Sudamericano, Brasil es el principal consumidor, seguido por Chile y Venezuela. Existe sólo una planta productora de EE, la cual provee a Uruguay; por lo que no presenta incidencia en el mercado exterior.

Con respecto al comercio argentino, presenta un complejo panorama, que se atribuye a conflictos internos de importación – exportación, lo cual limitó el flujo de comercio de EE. Es importante marcar los dos posibles nichos de mercado: el primero de ellos, emplearlo como solvente en la industria aceitera para producción de biodiesel y el segundo, pero no menos importante, como corte de combustible.

Si se tiene en cuenta la Ley Nacional 2.6093, Decreto 37/2016 en su Artículo N.º 8, que establece la posibilidad futura de incorporación de nuevos éteres como agregado a combustible y; al considerar que el petróleo que se emplea para obtener nafta y/o gasoil es un recurso escaso, también que las características del EE reduce las emisión de NO_x, mejora la capacidad de arranque, aumenta el contenido de oxígeno, aumenta la eficiencia térmica del motor, entre otras cualidades; la capacidad de la planta actual se vería desbordada; por lo cual es totalmente factible el proyecto, desde este punto de vista.

Con respecto a la materia prima a emplear, BE a base de maíz, tanto sus propiedades cualitativas, como el valor que tiene en el mercado nacional, posibilitarían producir EE de excelente calidad y obtener un redito económico interesante.

Entonces, si se considera el posible nicho de mercado estudiado, sumado a la tecnología de la nueva planta a instalar, el proyecto que se estudia es sumamente factible.

Los capítulos siguientes permitirán abordar esta conclusión a priori, ya que, al contemplar el diseño de la planta productiva en general, es posible determinar el precio de venta del EE y comparar la incidencia del mismo sobre el combustible.

CAPÍTULO Nº 4: MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

4.1. MACROLOCALIZACIÓN

Con el propósito de encontrar la ubicación más ventajosa para el proyecto y reducir así, no sólo los costos de instalación, sino también los ocurridos durante el período productivo, se emplea el modelo de productos ponderados, que consiste en seleccionar los criterios más influyentes en la localización de la planta, los cuales serán cuantificados según su nivel de influencia.

La selección previa de una macrolocalización permitirá reducir el número de soluciones posibles y descartar los sectores geográficos que no corresponden a las condiciones requeridas del proyecto. En la Tabla 4.40 se muestran los criterios considerados y sus respectivas ponderaciones.

Tabla 4.40: Criterios y ponderaciones para determinar la Macrolocalización. Fuente: Elaboración propia

CRITERIO	PONDERACIÓN
Cercanía a las fuentes de materia prima	0.40
Cercanía al mercado consumidor	0.40
Impuestos locales	0.20

4.1.1. Cercanía a las fuentes de materia prima

La cercanía a la materia prima es uno de los criterios con mayor importancia, que conlleva a darle la ponderación más alta. En Argentina, las plantas productoras de bioetanol a base de maíz son 5, con una producción anual (año 2016¹) total de 1.200.000 m³, de las cuales, se destina la mayor parte para venta al estado, así ser usado como corte de combustible.

La cercanía física a una planta productora de materia prima es muy importante, ya que los gastos de transporte influirán directamente en el precio de compra de la misma. Además, se determina la cantidad de bioetanol disponible de cada empresa, para fijar cuál es la que presenta mayor oferta de materia prima.

4.1.2. Cercanía al mercado consumidor

La ubicación elegida debe contar con la cercanía a rutas nacionales y a un puerto, con el fin de asegurar una correcta distribución del producto a todos los posibles consumidores y,

¹Fuente: www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/informativosemanal_noticias.aspx?pidNoticia=361. (Última revisión 4/10/2017).

además, disminuir las tasas de transporte, generando un precio menor de venta por cercanía a las empresas consumidoras de EE.

4.1.3. Impuestos locales

El costo del terreno, los servicios e impuestos, son un factor importante a tener en cuenta, ya que influyen directamente en el precio del EE que se busca producir.

Las tres alternativas posibles de localización a analizar serán las siguientes provincias, que se detallan en la Tabla 4.41.

Tabla 4.41: Empresas productoras de AE en Argentina. Fuente: Elaboración propia.

PROVINCIA	LOCALIDAD	PLANTA PRODUCTORA AE
San Luis	San Luis capital	Diaser S.A.
Santa Fe	Avellaneda	Vicentín S.A.I.C
Córdoba	Alejandro Roca	Promaíz S.A.
	Villa María	AcaBio Cooperativa Limitada
	Río Cuarto	Bioetanol Río Cuarto S.A.

En cuanto a cercanía a materia prima se refiere, se ha analizado la disponibilidad de bioetanol para la comercialización con la que cuenta cada planta, ya que las mismas tienen un cupo asignado que venden al estado para corte de combustible.

A partir de las capacidades productivas de cada establecimiento, obtenidas de la Bolsa de Comercio de Rosario y de los cupos asignados a cada planta de etanol de maíz que se encuentran en inscriptos en el Ministerio de Energía y Minería de la Nación, se calculan las disponibilidades potenciales de bioetanol para la comercialización, disponibles en la Tabla 4.42.

Tabla 4.42: Disponibilidades potenciales por empresa de bioetanol de maíz para comercialización. Fuente: MINEM, 2017.

FECHA	CUPO TOTAL ASIGNADO (m ³)	CUPO ASIGNADO PROMEDIO (m ³)	PRODUCCIÓN MENSUAL MEDIA (m ³)	DISPONIBILIDAD (m ³)
VICENTÍN S.A.I.C - 60000 m ³ anuales				
01/04/2016	3616	4964,33	5000	35,67
01/05/2016	4544			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 4

01/06/2016	3783			
01/07/2016	4344			
01/08/2016	5287			
01/09/2016	4884			
01/10/2016	5331			
01/11/2016	5370			
01/12/2016	6192			
01/01/2017	5643			
01/02/2017	5245			
01/03/2017	5333			
PROMAÍZ S.A - 145000 m ³ anuales				
01/04/2016	11794	12155,83	12083	0
01/05/2016	10169			
01/06/2016	10640			
01/07/2016	11491			
01/08/2016	12403			
01/09/2016	12180			
01/10/2016	12669			
01/11/2016	12515			
01/12/2016	13650			
01/01/2017	13150			
01/02/2017	12537			
01/03/2017	12672			
DIASER S. A.				
01/04/2016	7200	7372,42	6875	0
01/05/2016	6215			
01/06/2016	6502			
01/07/2016	6944			
01/08/2016	7425			
01/09/2016	7410			
01/10/2016	7703			
01/11/2016	7561			
01/12/2016	8130			
01/01/2017	8070			
01/02/2017	7603			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 4

01/03/2017	7706			
BIOETANOL Río Cuarto S.A - 82000 m ³ anuales				
01/04/2016	4711	5352,83	6800	1447,17
01/05/2016	3767			
01/06/2016	3941			
01/07/2016	4649			
01/08/2016	5858			
01/09/2016	5266			
01/10/2016	5814			
01/11/2016	5853			
01/12/2016	6697			
01/01/2017	6136			
01/02/2017	5726			
01/03/2017	5816			
ACABIO Cooperativa Limitada - 145000 m ³ anuales				
01/04/2016	10961	11369,5	12083	713,5
01/05/2016	9416			
01/06/2016	9853			
01/07/2016	10658			
01/08/2016	11570			
01/09/2016	11347			
01/10/2016	11836			
01/11/2016	11858			
01/12/2016	13075			
01/01/2017	12317			
01/02/2017	11704			
01/03/2017	11839			

San Luis queda descartado ya que la empresa Diaser S.A no cuenta con bioetanol disponible para proveer la materia prima necesaria.

Lo que a cercanía al mercado consumidor se refiere, Córdoba se encuentra en el centro geográfico del país, por ende, tiene una posición inmejorable para llegar a las cinco cuencas petroleras del país.

Luego de un análisis de las situaciones de cada provincia, se le asigna un puntaje del 1 al 10 a cada criterio y posteriormente se lo multiplica por la ponderación correspondiente para

calcular así el puntaje final. A continuación, se muestra la Tabla 4.43, en la que se puede observar el cálculo realizado.

Tabla 4.43: Puntajes asignados a cada una de las provincias analizadas para los criterios seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

CRITERIO	CÓRDOBA	SANTA FÉ
Cercanía a las fuentes de materia prima	10	5
Cercanía al mercado consumidor	10	9
Impuestos locales	10	10
Puntaje total	10	7.6

Como puede observarse, la provincia de Córdoba es la más indicada para la localización de la planta ya que alcanza un puntaje ideal.

4.2 Microlocalización

Una vez seleccionada Córdoba como la provincia en la que se localizará la planta, es necesario determinar el lugar exacto donde se levantarán las instalaciones que requiere el proyecto.

Córdoba está constituida por numerosas localidades en las que es posible ubicar la planta productora. Para reducir las alternativas disponibles se establecen como requisitos la existencia de una planta elaboradora de bioetanol con una disponibilidad mayor a 50 m³ mensuales y de un parque industrial, ya que los beneficios que se obtienen al instalar una planta en ellos son múltiples. De esta manera, la cantidad de alternativas de localización queda reducida a dos ciudades cordobesas: Villa María y Río Cuarto.

Como se mencionó anteriormente, la cercanía a la materia prima y al mercado consumidor se consideran criterios muy importantes a la hora de determinar el espacio físico en el que se localizará la planta. No obstante, hay otros criterios de igual importancia, para tener en cuenta a la hora de la microlocalización. A continuación, en la Tabla 4.44 se detallan los mismos, como así también las ponderaciones que se le atribuyen a cada uno, según su jerarquía.

Tabla 4.44: Criterios y ponderaciones para determinar la microlocalización. Fuente: Elaboración propia.

CRITERIOS	PONDERACIÓN
Precio del lote	0.25
Servicios disponibles	0.20

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 4

Beneficios ofrecidos por el parque industrial	0.20
Mano de obra disponible	0.10
Disponibilidad de transporte	0.25

4.2.1 Precio del lote

El valor del m² de los lotes disponibles en los parques industriales de interés, se muestran en la Tabla 4.45:

Tabla 4.45: Valor de los terrenos en parque industrial Villa María y Río Cuarto. Fuente: Inmobiliarias Río Cuarto y Villa María, 2018.

PARQUE INDUSTRIAL	VALOR DEL m ² DE TERRENO (USD/m ²)
Parque Industrial y Tecnológico Villa María	23
Parque Industrial Río Cuarto	20

4.2.2 Servicios disponibles

4.2.2.1 Parque industrial y tecnológico Villa María, SEM

Dicho parque cuenta con una superficie total de 84 Hectáreas que están divididas en 189 lotes de diferentes dimensiones, sectorizados en diversos rubros. Sólo 23 lotes, del total, están disponibles para la venta. El predio ofrece numerosos servicios a las industrias que allí se establezcan, se explayan en la Tabla 4.46:

Tabla 4.46: Características del parque industrial Villa María, SEM. Fuente: <http://parqueindustrial.villamaria.gob.ar> (Última revisión octubre 1, 2017)

Infraestructura de Energía Eléctrica	Red de alumbrado público	
	Red de electrificación del predio	Distribución de baja tensión
		Distribución de media tensión
Infraestructura de gas	Instalación Planta Reductora de Presión	
	Ramal de Aproximación y Alimentación	
	Red de Distribución Interna	
Infraestructura de agua y cloacas	Red de Agua: distribución interna	
	Red de Cloacas: Distribución interna y conexiones	
	Bombeo e Impulsión	
Cordón cuneta y pavimento		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 4

Infraestructura de telecomunicaciones	Sistema de Telecomunicaciones
	Sistema de Video Vigilancia
	Tendido de Triducto – Cruce de Calzadas
Cerco Perimetral	
Casilla de Ingreso	
Forestación del Predio	
Subdivisión y mojones	
Pórtico de ingreso	
Puerto seco con aduana permanente	
Centro tecnológico	

4.2.2.2 Parque Industrial Río Cuarto

El parque está ubicado sobre Ruta Nacional Nº 8 km. 597, en la ciudad de Río Cuarto, Córdoba. El mismo cuenta con una superficie total de 31,7512 Hectáreas, divididas en 53 lotes, de las cuales hay 1,5325 Hectáreas a la venta. Los Servicios que ofrece se describen en la Tabla 4.47.

Tabla 4.47: Características del parque industrial Río Cuarto. Fuente:
<http://www.estrucplan.com.ar>. Última revisión: octubre 1, 2017.

Infraestructura general del parque industrial	Agua Potable
	Alumbrado público
	Áreas Verdes
	Cerramiento Perimetral
	Desagüe Pluvial
	Desagüe Sanitario
	Energía Eléctrica
	Estacionamiento p/automóviles
	Estacionamiento p/camiones
	Internet
	Nomenclatura de calles
	Seguridad Privada
	Señalización
Teléfonos	

4.2.3 Beneficios impositivos ofrecidos por los parques

Córdoba cuenta con la Ley Provincial N° 9727, la cual tiene por objeto promover el desarrollo, la competitividad y la innovación de las Pymes Industriales.

A través de la misma se promociona la innovación en productos o procesos, la protección del medio ambiente, la implementación de sistemas de gestión de calidad, la creación de empresas industriales innovadoras, entre otras. Para ello se exime del pago de impuestos provinciales a las industrias, se otorgan subsidios por cada nuevo trabajador que contraten por tiempo indeterminado, al consumo de energía eléctrica incremental y para la capacitación del personal, se asignan partidas especiales para financiar o cofinanciar proyectos de características innovadoras. (<http://www.cordobatechnology.com>)

4.2.3.1 Parque industrial y tecnológico Villa María, SEM

Ordenanza Municipal N° 6440

La Ordenanza prevé eximiciones sobre los siguientes tributos y derechos:

1. Contribución general por el consumo de energía eléctrica, contemplada en el Título XIII, Art. 220 inciso a) de la Ordenanza General Impositiva N° 3155 y sus modificatorias.
2. Contribución que incide sobre la actividad comercial, industrial y de servicios, prevista en el Título III en la Parte Especial, de la Ordenanza General Impositiva N° 3155 y sus modificatorias.
3. Contribución por servicios relativos a la construcción de obras privadas, determinada en la parte especial, Título XII, de la Ordenanza General Impositiva N° 3155 y sus modificatorias.
4. Tasas, sellados y derechos de construcción previstos en la Ordenanza tarifaria vigente y Ordenanzas especiales.

4.2.3.2 Parque industrial Río Cuarto

Las industrias que se instalen en este Parque gozan de los siguientes beneficios promocionales regulados en el marco de la Ordenanza 545/05.:

1. Exención total de todas las contribuciones municipales que graven los actos y trámites relacionados con la instalación y construcción del establecimiento industrial en el Parque
2. Exención del 100% y por diez años del pago de todo impuesto, tasa y/o derechos municipales, por cualquier causa o concepto, a partir de la fecha en que comience a funcionar la industria en el Parque.

4.2.4 Mano de obra disponible

Tanto Villa María, como Río Cuarto son dos de las ciudades cordobesas más grandes, con un aproximado de 100.000 y 150.000 habitantes, respectivamente. Ambas cuentan con universidades muy importantes, que son una excelente fuente de mano de obra calificada.

A continuación, se presentan datos del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de la Provincia de Córdoba correspondientes al departamento General San Martín, en el que se encuentra la ciudad de Villa María, como así también del departamento Río Cuarto, en el que se localiza la ciudad que lleva el mismo nombre.

4.2.4.1 Departamento General San Martín

En la Tabla 4.48 hasta la Tabla 4.49 se presentan las variables de empleo, indicadores sociales y nivel educativo promedio, características que determinan el nivel económico, cultural y calidad de vida general del departamento en estudio.

Tabla 4.48: Variables de empleo. Fuente: IREAL en base a Censo de la provincia de Córdoba 2008. Julio 10, 2017

VARIABLE	GENERAL SAN MARTÍN	TOTAL PROVINCIA
Tasa de empleo	47.8	45.3
Tasa de actividad	49.8	48.1
Tasa de desocupación	3.9	5.8

Tabla 4.49: Indicadores sociales. Fuente IREAL en base a Censo de la provincia de Córdoba 2008. Julio 10, 2017

INDICADOR	GENERAL SAN MARTÍN	TOTAL PROVINCIA
Personas con cobertura de salud	73.3	66.0
Personas con al menos una NBI	6.6	9.6
Tasa de analfabetismo (para 10 años y más)	1.2	1.3

Tabla 4.50: Población entre 15 y 64 años según máximo nivel educativo alcanzado (%). Fuente: IREAL en base a Censo de la provincia de Córdoba 2008. Julio 10, 2017

NIVEL EDUCATIVO	GENERAL SAN MARTÍN	TOTAL PROVINCIA
Ninguno	0.7	0.8
Inicial	2.3	1.9
Primario	27.5	26.7

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 4

Secundario	43.6	43.3
Terciario	13.1	9.8
Universitario	11.2	15.6
Posgrado	0.7	1.0
Especial	0.2	0.2
NS	0.4	0.4

4.2.4.2 Departamento Río Cuarto

Desde la Tabla 4.51 hasta la Tabla 4.53 se presentan las variables de empleo, los indicadores sociales y el nivel educativo promedio, características que determinan el nivel económico-cultural y la calidad de vida general del departamento en estudio.

Tabla 4.51: Variables de empleo. Fuente IREAL en base a Censo de la provincia de Córdoba 2008. Julio 10, 2017

VARIABLE	RÍO CUARTO	TOTAL PROVINCIA
Tasa de empleo	45.5	45.3
Tasa de actividad	48	48.1
Tasa de desocupación	5.3	5.8

Tabla 4.52: Indicadores sociales. Fuente IREAL en base a Censo de la provincia de Córdoba 2008. Julio 10, 2017

INDICADORES	RÍO CUARTO	TOTAL PROVINCIA
Personas con cobertura de salud	71.1	66.0
Personas con al menos una NBI	7.0	9.6
Tasa de analfabetismo (para 10 años y más)	1.8	1.3

Tabla 4.53: Población entre 15 y 64 años según máximo nivel educativo alcanzado (%)

NIVEL EDUCATIVO	RÍO CUARTO	TOTAL PROVINCIA
Ninguno	1.1	0.8
Inicial	1.3	1.9
Primario	31.6	26.7
Secundario	40.4	43.3
Terciario	6.5	9.8
Universitario	17.4	15.6
Posgrado	1.0	1.0

Especial	0.3	0.2
NS	0.3	0.4

4.2.5 Vías de acceso

4.2.5.1. Vías de acceso a Villa María

Villa María es un punto neurálgico del desarrollo económico del interior ya que la atraviesan las principales vías de comunicación: rutas nacionales 9 (Córdoba, Buenos Aires, entre otras) y 158 (Santa Fe, Mendoza y San Luis, entre otras). Está vinculada con la ciudad de Córdoba (Capital de la provincia) de modo directo por la Autopista 9 (150 Km.) y, también de manera directa, por la misma vía hacia el sudeste con Rosario (244 Km.) y Buenos Aires (571 km), Figura 4.40. (www.villamaria.gov.ar)

Cuenta con una zona primaria aduanera próxima al parque industrial, lo que le permite reducir costos y tiempos operativos cubriendo las demandas de las empresas.

Actualmente se accede al predio del Parque Industrial y Tecnológico Villa María SEM por rutas nacionales N° 9 y por las rutas provinciales N° 2 y 4. (<http://parqueindustrial.villamaria.gov.ar>)

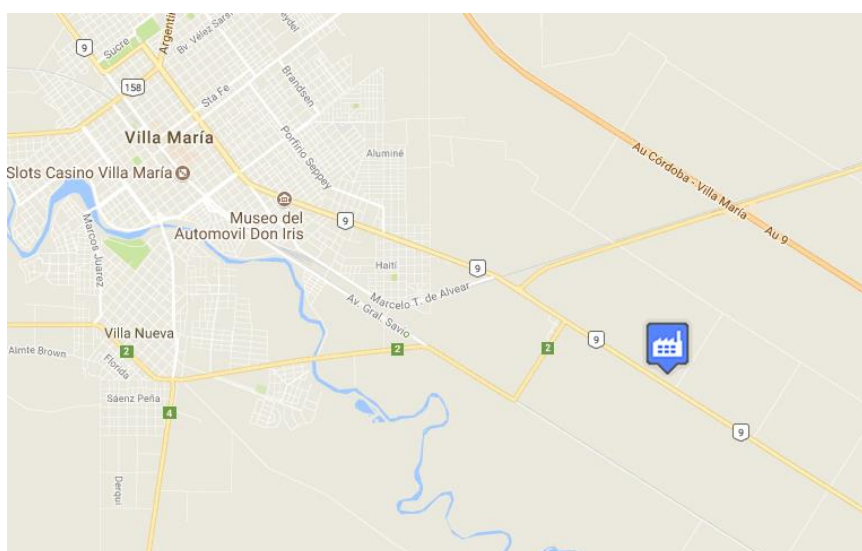


Figura 4.40: Ubicación del parque industrial Villa María, diversas vías de acceso al mismo y a la ciudad. Fuente: Googlemaps. Julio 28, 2017

4.2.5.2 Vías de acceso a Río Cuarto

Río Cuarto se localiza al sur de la provincia de Córdoba, a 216 Km de la ciudad capital. Es cabecera del departamento homónimo y capital alternativa de la provincia de Córdoba. Constituye un nudo comunicacional en los corredores comerciales que conectan la Pampa

con Cuyo a nivel nacional y el Atlántico con el Pacífico a escala sudamericana. (www.ieralpyme.org)

Las Rutas Nacionales que pasan por Río Cuarto son cinco, a saber, A005, N° 8, N° 35, N° 36, N° 158. La Ruta Provincial N° 30 también pasa por este municipio, (www.ieralpyme.org).

4.3 Ponderación de criterios

Luego de analizar los criterios a utilizar para la selección de la mejor alternativa de localización. Se le asigna un puntaje de una escala del uno al diez a cada uno de los criterios y se los multiplica por la ponderación correspondiente para calcular el puntaje final. Los datos se muestran en la Tabla 4.54.

Tabla 4.54: Puntajes asignados a las localidades analizadas según los criterios considerados. Fuente: Elaboración propia.

CRITERIO	VILLA MARÍA	RÍO CUARTO
Precio del lote	8	10
Servicios disponibles	10	10
Beneficios ofrecidos por los parques industriales	10	10
Mano de obra disponible	10	10
Disponibilidad de transporte	10	10
Puntaje total	9.50	10

Si se observan los resultados de la Tabla 4.54, Río Cuarto resulta ser la ciudad con mayor puntaje alcanza, logrando el ideal, para localizar la planta. Ambas localidades presentan características muy similares en relación a los criterios que se tienen en cuenta, por lo que, la clave en la selección es el precio del lote. En la Figura 4.42 se aprecia una vista aérea de la localización del sitio sobre el cual se levantará la planta de EE. El mismo cuenta con una superficie de 200 m de frente por 200 m de fondo, dando un total de 4 has. Extensión más que suficiente para albergar todas las instalaciones necesarias y posibilitar la tenencia de los espacios verdes requeridos, como así también disponer de áreas para futuras ampliaciones.

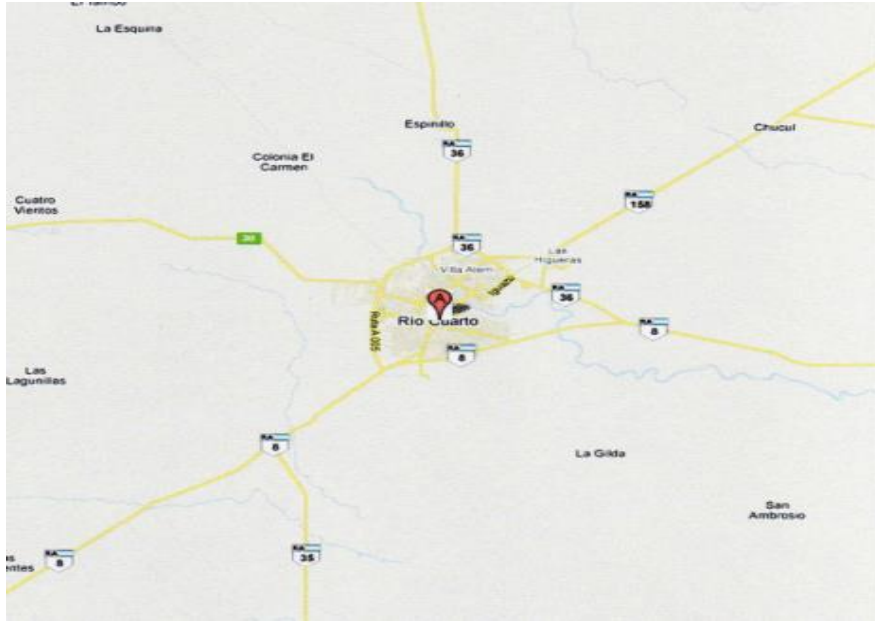


Figura 4.41: Del parque industrial Río Cuarto, diversas vías de acceso al mismo y a la ciudad. Fuente: Googlemaps. Julio 28, 2017

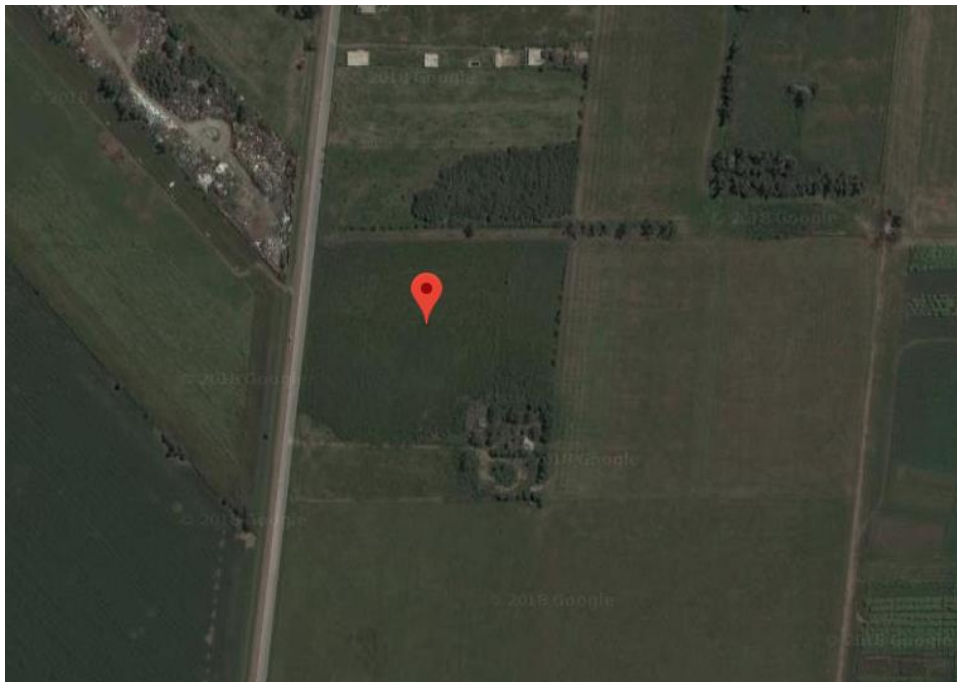


Figura 4.42: Vista aérea del terreno seleccionado para la localización en la ciudad de Río Cuarto. Fuente: Googlemaps. Octubre 28, 2017

4.4 CONCLUSIÓN

El criterio de selección del lugar de emplazamiento de la planta productora de EE es un factor determinante de la empresa, ya que influye de manera directa en el valor de comercialización y la posibilidad de competencia con diversas industrias del mismo rubro.

Resulta crucial en este punto poseer una mirada abarcadora, donde se contemple no solo la cercanía al mercado de materia prima y consumidor, sino de manera específica, el valor del lote y la posibilidad de crecimiento, servicios disponibles, beneficios del parque industrial, calidad socioeconómica de las localidades.

Se elige como lugar de localización el parque industrial Rio Cuarto, debido principalmente a que el terreno disponible es contiguo a la planta abastecedora de materia prima, el valor del mismo es inferior a los ofrecidos en el parque industrial de Villa María.

CAPÍTULO N° 5: SELECCIÓN DE PROCESO

5.1 INTRODUCCIÓN

Se emplean varios procedimientos de fabricación de EE que consisten en la deshidratación de AE, de acuerdo con los distintos catalizadores y la hidratación del etileno, siendo la reacción inversa a la anterior.

En la hidratación del etileno, el producto en mayor proporción es el AE y el EE se obtiene como subproducto. (Speight, J, 2002)

En países donde el AE se produce sintéticamente, el EE se produce a partir de etanol por deshidratación, ya sea con ácido sulfúrico o catalizadores sólidos específicos como la alúmina, en fase vapor. Este último proceso es más sencillo, pero ofrece rendimientos más bajos. (Ullmann's, 7th Ed)

Se describen a continuación los procesos más utilizados a escala industrial.

5.2 DIFERENTES PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE EE

5.2.1 Deshidratación catalítica sobre aluminio

La deshidratación catalítica sobre la alúmina se lleva a cabo de 180 a 230°C, siendo las temperaturas más altas requeridas hacia el final de la vida útil del catalizador.

La reacción se lleva a cabo en un horno de tubo de acero, que contiene el catalizador de alúmina. El etanol (94,5% p/p) se pasa primero a través de un vaporizador y luego sobre el catalizador. El calor de reacción (aproximadamente 25 kJ/Kmol) se elimina bombeando agua a presión para generar vapor. La presión del tambor también se utiliza para controlar la temperatura en el reactor. La conversión de etanol por paso es del 60–80%, dependiendo de la actividad del catalizador. El vapor que sale del reactor se condensa y se lava con solución diluida de hidróxido de sodio para eliminar las trazas de ácido sulfúrico. El rendimiento máximo es del 90% debido a una reacción secundaria, que da lugar a la formación de etileno. (Ullmann's, 7th Ed)

El agua se elimina del catalizador de alúmina calentando sulfato de aluminio potásico cristalino en bandejas planas de hierro hasta que se obtiene una masa fundida viscosa. Después de enfriar, la masa resultante se tritura para dar piezas con un diámetro de aprox. 0,5 - 1 cm; más agua que se elimina luego por calentamiento suave para dar un contenido de agua residual de 15–20% (p/p). (Ullmann's, 7th Ed)

Dentro de las ventajas y desventajas del proceso se menciona:

- El rendimiento es considerablemente menor a la deshidratación de etanol con ácido sulfúrico.
- Requiere un engorroso tratamiento del catalizador para ser reutilizado
- Necesita materia prima de elevada pureza.

5.2.2 Hidratación Catalítica de etileno

Durante la síntesis de etanol por hidratación catalítica directa de etileno, aproximadamente el 2% (p/p) del etileno se convierte en EE como subproducto. La hidratación indirecta de etileno con ácido sulfúrico también proporciona 10% de éter. La cantidad de EE así obtenida excede la demanda. Por lo tanto, el rendimiento se ajusta a la demanda reciclando en el proceso o mediante un ajuste apropiado de las condiciones de reacción. (Ullmann's, 7th Ed)

Independientemente del procedimiento utilizado, el EE debe purificarse para eliminar pequeñas cantidades de acetaldehído, hidrocarburos y cantidades variables de etanol y agua. La eliminación del acetaldehído por destilación conduce a la pérdida de EE debido a la formación de un azeótropo binario. La extracción también es incompleta porque parte del acetaldehído está unido por etanol como acetal y se libera durante el procesamiento posterior. Por lo tanto, no se puede obtener EE de alta calidad por este método, conformando así una de las principales desventajas. (Ullmann's, 7th ed)

El acetaldehído se puede eliminar mediante hidrogenación o lavando el vapor de EE con una solución de bisulfito de sodio; se requiere un lavado posterior con solución de hidróxido sódico para eliminar cualquier dióxido de azufre presente. El agua se puede separar del azeótropo de EE haciendo pasar el vapor sobre un desecante tal como copos de hidróxido de sodio, a través de un tamiz molecular o por destilación a alta presión. A una presión de aproximadamente 0,1 MPa, un azeótropo binario que contiene 4,5% en peso de agua sale de la parte superior de la columna de fraccionamiento y, después de la condensación y el enfriamiento, se separa en dos fases. La fase superior se devuelve a la columna, mientras que la fase acuosa se recicla en la columna de EE de baja presión. (Ullmann's, 7th Ed)

Por razones medioambientales, se prefiere la hidrogenación para purificación y destilación a alta presión para deshidratación. (Ullmann's, 7th Ed)

Dentro de las ventajas y desventajas del proceso se menciona:

- El producto mayoritario que se obtiene es el AE, mientras que el EE es secundario
- Se requieren mayor cantidad de catalizador que en el método de deshidratación con ácido sulfúrico

- El rendimiento de producción de EE es muy bajo.
- El método de purificación de éter comprende ponerlo en contacto con una suspensión acuosa de mercurio óxido recién preparado, que es altamente contaminante.
- Para eliminar los aldehídos se pone en contacto sucesivamente el éter con una solución acuosa de bisulfato sódico y una solución acuosa de hidróxido sódico, requiriendo el proceso mayor cantidad de insumos.

5.2.3 Deshidratación de etanol con ácido sulfúrico

El éter etílico se fabrica por deshidratación de etanol en medio sulfúrico, en el que el ácido actúa de catalizador. Cuando la fabricación se lleva a cabo a partir de etanol vaporizado en cierto grado, la reacción es prácticamente isoterma.

El mecanismo de reacción que produce EE comprende dos etapas: en la primera etapa se solubiliza el alcohol en el ácido sulfúrico con la formación de ácido etil-sulfúrico, y en la segunda etapa, este compuesto se descompone por acción del calor, formándose el EE.

El diagrama de flujo correspondiente puede verse en la Figura 5.43, donde se identifican los equipos y las corrientes de acuerdo a la nomenclatura de la Tabla 7.58, Capítulo 7.

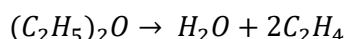
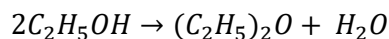
La primera etapa del proceso está provista de un tanque almacenamiento (T01) que contiene AE puro (96%) a temperatura ambiente. En la siguiente fase, en un equipo de refrigeración (I01), la corriente AE1, se acondiciona a 0°C, con el objetivo de aumentar la eficiencia de la recuperación de los vapores de recirculados (AERE), de alcohol etílico y de éter procedentes de distintos equipos de la instalación, en una torre de absorción (C04); obteniéndose un producto vaporizado (VE) y una corriente fría, AE. En este equipo se realiza un venteo para eliminar los incondensables. (Toselli, L. y Col., 1995)

Si la alimentación del etanol se efectuase en fase líquida la reacción resultaría fuertemente endotérmica lo que requeriría el aporte de gran cantidad de calor al reactor. Esto resulta dificultoso a partir de cierto tamaño ya que el calentamiento ha de producirse a través de la camisa del reactor, que por ser de tipo vitrificado (por razones de corrosión) no admite la disposición de serpentines. Por todo ello en el proceso descrito se ha optado por la mencionada alimentación en fase parcialmente vapor.

La corriente de alimentación fría (AE) a la salida de la torre de absorción, ingresa a un sistema de dos intercambiadores de calor (I02 - I03). El primero de ellos (I02) precalienta la materia prima hasta 124 °C, mientras que el segundo (I03) la lleva a condición de vapor sobrecalentado a 130°C, calefaccionado con vapor de caldera. (Toselli, L. y Col., 1995)

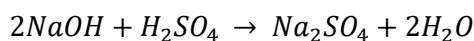
El ácido y el alcohol se ponen así en contacto íntimo en un reactor recubierto interiormente por vidrio al borosilicato (R01), lo cual evita la corrosión y genera un sistema adiabático. El ácido sulfúrico al 56% (AS) y a 130 °C, junto con alcohol etílico (96%) y el reciclo de alcohol del proceso, que también contiene agua y un remanente de éter (AE), se cargan en el reactor en la relación de 3 partes de ácido a 1 partes de alcohol. A su vez, el reactor tiene una entrada de nitrógeno inerte (N) para la sobrepresión de 105 kPa. (Toselli, L. y Col., 1995). El flujo continuo de nitrógeno mantiene la condición isotérmica del reactor.

La reacción principal es reversible y está limitada por el equilibrio. La única reacción secundaria que ocurre es la deshidratación de EE a etileno, la cual se controla a través de la temperatura y la presión con la que se trabaja en el reactor. En el proceso, existe una alícuota de AE en exceso (60%) para que la reacción no alcance los 160°C que es cuando se comienza a eliminar ácido sulfúrico y genera etileno. (Patel, N.K.)



La actividad catalítica para la deshidratación del etanol se podría correlacionar con el número de ácido fuerte de brønsted en el catalizador. (Tanutporn Kamsuwan, 2017). Estas condiciones de reacción también pueden variar dependiendo del catalizador deshidratante, en este caso ácido sulfúrico en la concentración indicada.

Luego de darse la reacción, la corriente en estado gaseoso (EER) compuesta de éter, alcohol etílico y agua, a la cual se le reduce la presión, pasa por una torre de neutralización de platos (C01) utilizando hidróxido de sodio al 50% y a 25°C (HS) para eliminar las trazas de dióxido de azufre y ácido sulfúrico arrastrado; esta solución, es ingresada por la parte superior de la columna y se obtiene mezclando NaOH concentrado con los condensados de distintas etapas del proceso. La reacción que allí se produce viene dada por



De la torre sale una corriente gaseosa (EES1) compuesta por AE (en exceso), EE, agua y una corriente inferior (SN) que contiene sulfato de sodio, AE y agua. Las mismas se alimentan a una primera torre de destilación (C02) para separar con vapor vivo (VV) el sulfato de sodio y la mayor cantidad de agua (SN1) del destilado de AE y EE (EES2). La corriente SN1 ingresa a un sistema de tratamiento de efluente para que cumpla las condiciones de ley de vertidos de agua industriales. (Toselli y Col., 1995)

El producto es alimentado a una segunda torre de destilación con calentamiento indirecto (C03), en donde se separa el éter (EEF), reciclándose el alcohol al tanque de almacenamiento (T01). El EE se obtiene por el tope con distintos niveles de calidad, los cuales determinan su utilidad para diversas aplicaciones (grado técnico o grado reactivo), en función de la sección de la columna de donde es extraído. El producto final es luego condensado y enfriado (I05) para ser derivado a los tanques de almacenamiento de la instalación (T02). (Toselli y Col., 1995)

El EE como producto con grado reactivo, se obtiene por la parte superior de la torre de destilación y como grado técnico del primer plato. El primero se utiliza para arranca motores, combustibles, etc. y el segundo para uso en laboratorio. (Toselli y Col., 1995)

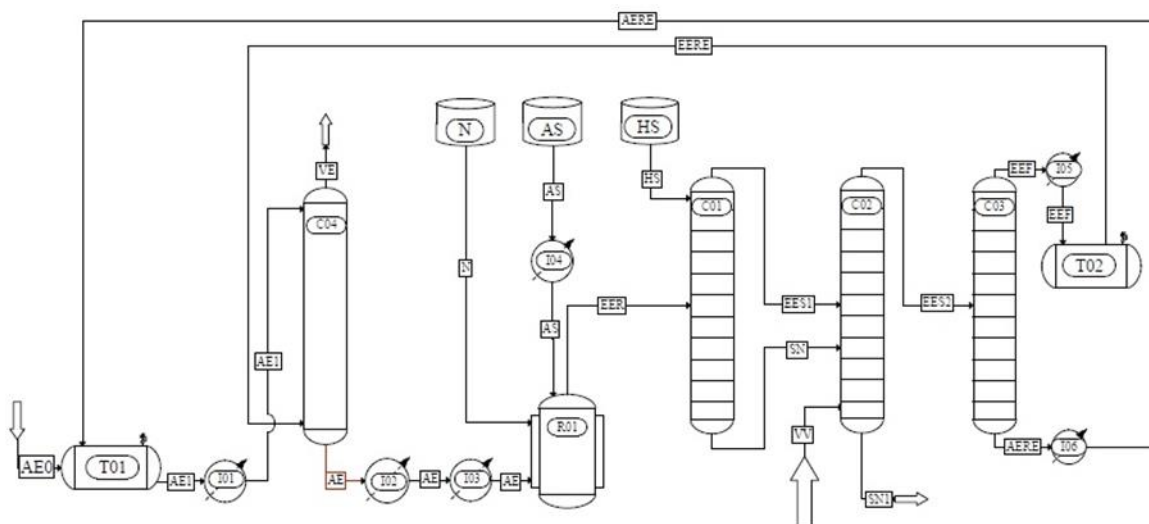


Figura 5.43: Diagrama de flujo de producción de EE. Fuente: Elaboración propia.

El rendimiento total del proceso es de aproximadamente un 78%, si se considera que en condiciones normales cada 9000 litros de materia prima se obtienen 7000 litros de EE. (Toselli y Col., 1995)

Dentro de las ventajas y desventajas del presente proceso se mencionan:

- El AE que se utiliza para formar el EE puede obtenerse a partir de una diversidad de fuentes, incluyendo la hidrogenación de etileno, la fermentación biológica, la hidrogenación del ácido acético, la hidrogenólisis del éster y/o el pirólisis de la madera.
- El catalizador que se utiliza solo requiere un acondicionamiento en la presión y temperatura de trabajo.
- El proceso de deshidratación de AE con ácido sulfúrico es el que mayor rendimiento presenta.

- La producción de EE puede integrarse, con procesos ascendentes, para producir etanol, y los reactivos usados en la misma.

5.3 SELECCIÓN DEL PROCESO

Existen en la actualidad tres métodos industriales diferentes para producir EE: deshidratación catalítica sobre aluminio, hidratación catalítica de etileno, deshidratación de etanol con ácido sulfúrico. El primero mencionado, es una de las tecnologías más antiguas, que se ha encontrado desplazada por mecanismos más eficientes. El segundo, se emplea en procesos donde la producción de etileno es importante, por tanto, el EE pasa a ser un subproducto de esta industria.

Se escoge entonces, como proceso de producción, la deshidratación de etanol con ácido sulfúrico. Las razones de dicha elección se amplían a continuación.

De los procesos productivos existentes, es el que presenta mayor eficiencia energética y superior rendimiento; debido a que es una tecnología innovadora del mercado para producir EE.

Los equipos necesarios en las diversas etapas, no presentan mayores complicaciones de diseño; son sencillos de operar y mantener; están fabricados con materiales comunes en el mercado, por lo que en caso de fallas; resultaría sencillo solucionarlo.

El catalizador que se emplea dentro del reactor, presenta múltiples vendedores en Argentina y el mundo, por lo cual se asegura su abastecimiento y costo accesible.

De mismo modo ocurre con la materia prima, bioetanol. En el país existen diversas empresas destinadas a producirla, las cuales se encuentran en constante crecimiento; por tanto, su existencia para poder trabajar de manera continua se encuentra asegurada.

CAPÍTULO Nº 6: CAPACIDAD PRODUCTIVA

6.1 INTRODUCCIÓN

La capacidad productiva de la planta tiene incidencia directa sobre el nivel de las inversiones y costos que se calculen y sobre la estimación de la rentabilidad que podría generar su implementación.

La decisión que se tome respecto del tamaño determinará el nivel de operación que explicará la estimación de los ingresos por venta.

En este capítulo se analizarán los factores que influyen en la decisión del tamaño y el procedimiento para su cálculo.

6.2 Factores que determinan el tamaño de un proyecto

La determinación del tamaño responde a un análisis relacionado de una gran cantidad de variables de un proyecto: demanda, disponibilidad de insumos, localización, plantas existentes y plan estratégico comercial de desarrollo futuro de la empresa que se crearía con el proyecto, entre otras.

La cantidad demandada planeada a futuro es proyectada a 10 años, de acuerdo con el estudio de mercado que se generó en el Capítulo 3, específicamente, enfocándose en el nicho de mercado.

La disponibilidad de insumos, tanto humanos como materiales y financieros, es otro factor que condiciona el tamaño del proyecto. Interrelacionándose con la localización de la planta, que se describió en el Capítulo 4.

Existe en Argentina otra industria del EE, por lo que, para determinar la capacidad productiva se analiza la producción que podría generar esta planta, teniendo en cuenta que ambas empresas compensarán el nicho de mercado planteado.

El tamaño muchas veces deberá condicionarse, más que a la cantidad demandada del mercado, a la estrategia comercial que se defina como la más rentable o segura para el proyecto.

En algunos casos, la tecnología seleccionada permite la ampliación de la capacidad productiva en tramos fijos. En otras ocasiones, la tecnología impide el crecimiento paulatino de la capacidad, por lo que puede ser recomendable invertir inicialmente en una capacidad instalada superior a la requerida en una primera etapa si se prevé que en el futuro el comportamiento del mercado, la disponibilidad de insumos u otra variable hará posible una utilización rentable de esa mayor capacidad. El análisis de los rangos de variación del tamaño permitirá determinar los límites dentro de los cuales se fijará el tamaño del proyecto.

6.3 Demanda del producto

El tamaño del proyecto se condiciona con la demanda del producto. De acuerdo a Urbina (2006), la demanda debe ser superior al tamaño que se proponga.

En el caso del proyecto diseñado, se analiza la demanda proyectada en función de los datos obtenidos en la tabla 13, Capítulo 3, correspondiente al estudio de mercado.

En la tabla siguiente, Tabla 6.55, se presentan los valores de la demanda a futuro de la cantidad de EE en toneladas.

Tabla 6.55: Proyección de la demanda a satisfacer de EE

AÑOS	EE EN DIESEL(t)	EE EN NAFTA (t)	TOTAL(t)
2017	3129,46	2073,49	5202,95
2018	3169,77	2180,05	5349,82
2019	3210,08	2338,61	5548,69
2020	3250,38	23799,18	5649,56
2021	3290,69	2508,74	5799,43
2022	3331	2578,3	5909,3
2023	3371,3	2677,8	6049,17
2024	3411,61	2777,82	6189,43
2025	3451,92	2898	6349,92
2026	3492,22	2978,56	6470,79
2027	3532,53	3079,13	6611,66

6.4 Determinación de la capacidad óptima

En el nicho de mercado de este proyecto, el consumo del producto presenta una tendencia creciente. Esto se fortalece con el hecho de que el EE funcionaría como coadyuvante del combustible derivado del petróleo.

Si se han considerado con cierta certeza la vida útil de los equipos a emplear y el crecimiento de la demanda, el tamaño óptimo del proyecto será aquel que permita mantener al mínimo los costos totales durante la vida útil estimada.

Al proyectar la demanda esperada, se dispone de un cuadro anual de demandas crecientes. Al aplicar la ecuación 6.1 (“Preparación y evaluación de proyectos”, Sapag Chain, pág. 137, Segunda edición), se calcula en número de periodos (años) en que se desarrolla el mercado desde que se inicia la producción de la empresa creada por el proyecto.

La demanda que se observa en el periodo en el que el mercado llega a su desarrollo óptimo, corresponde al tamaño funcional.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 6

$$\frac{1}{R^n} = 1 - 2 \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \left(\frac{R-1}{R+1} \right)^{N-n} \quad \text{Ecuación 6.1}$$

Donde:

R: desarrollo porcentual del consumo

α: exponente del factor de escala

N: vida útil de los equipos

n: período óptimo

El exponente del factor de escala es el antecedente más difícil de calcular. Las Naciones Unidas en el Boletín nº 20 “Industrialización y productividad” de abril de 1974, publicó una lista de factores calculados para industrias químicas, petroquímicas y automovilísticas. Para el caso en estudio corresponde a un valor de 0,72.

El desarrollo porcentual de la demanda, *R*, es una función de la tasa de crecimiento estimada del mercado, *r*, que se puede expresar con la ecuación 6.2.

$$R = (1 + r) \quad \text{Ecuación 6.2}$$

Para valuar *r*, se utilizan los datos obtenidos en la Tabla 6.55, mediante la ecuación 6.3. se adquiere una tasa de crecimiento estimada de 0,024.

$$r = \left(\left(\frac{y_f}{y_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) \quad \text{Ecuación 6.3}$$

n: período estimado de producción

y_f: cantidad demandada para el final del período *n*

y_i: cantidad demandada para al inicio del período *n*

Consecuentemente, *R* toma un valor igual a 1,024.

Como la planta de este proyecto en teoría se estudia para diez años, se adopta un valor igual de vida útil para los equipos.

Con estos valores y la ecuación 6.1, se obtiene con aproximaciones sucesivas, un valor del período *n* correspondiente a 9,75 años aproximadamente.

Con el *n* óptimo y la ecuación 6.4 se determina el tamaño eficaz del proyecto

$$D_n = D_0(1 + r)^n \quad \text{Ecuación 6.4}$$

Donde:

D₀: magnitud del mercado actual

D_n: tamaño óptimo

Se destaca que este procedimiento sólo considera la restricción del mercado, sin incorporar las limitaciones que imponen las materias primas y la capacidad de las plantas ya existentes.

Con una perspectiva favorable de crecimiento, la capacidad productiva de la planta se programa para satisfacer una demanda de 6557 (6560) toneladas anuales.

6.5 Tamaño del proyecto y las materias primas

La materia prima para este producto, debe abastecer la capacidad que se instale, con la correspondiente calidad. Si no fuera suficiente, se debe buscar proveedores extranjeros.

Para la producción de EE, se analizó la materia prima principal (bioetanol) en el capítulo del Estudio de Mercado, tabla 3.15. En la que los requerimientos del proceso, para la obtención del EE, es necesaria la relación 1,5:1 de BE y EE. Esta relación adquiere carácter fundamental para poder satisfacer la capacidad teórica a instalar.

Para montar una planta de 6557 toneladas de producción, se necesitan 9180 toneladas de BE como un máximo de demanda de la materia prima. En relación a la tabla 3.15, puede observarse que para el año 2016 la producción de BE de 702.567 toneladas/año, resulta suficiente para el tamaño definido, con lo que se asegura la disponibilidad de la materia prima para los años siguientes.

6.6 Tamaño del proyecto y la capacidad de las plantas existentes.

Por debajo de ciertos niveles de producción los costos se vuelven tan elevados que no se justifica la operación del proyecto, por lo que se determina una escala mínima para ser aplicables.

La relación entre el tamaño, la inversión y el costo de producción, dentro de una escala mínima, prevén un menor costo de inversión por unidad de capacidad instalada y un mayor rendimiento por persona ocupada, lo que contribuye a disminuir los costos de producción, aumentar las utilidades y elevar la rentabilidad del proyecto. (Urbina, 2006)

Para determinar el rango de capacidad de operación rentable, por su economía de escala para la producción de EE, se toma como referencia las capacidades instaladas y proyectadas de empresa existentes.

La empresa SASOL ubicada en Herne, Alemania, tiene una capacidad instalada de 5000 toneladas por año. Otra empresa análoga, SIGMA SOLVENTES & PHARMACEUTICALS LTD. (SSPL), Ahmedabad, India, posee una capacidad de 600 Mt por año. Esta variabilidad en las capacidades, sugiere que el valor propuesto anteriormente para la planta a implementar se encuentra dentro del rango funcional.

Este dato solo aporta un elemento para sostener el valor presentado porque no es una forma objetiva de justificarlo.

CAPÍTULO N° 7: BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

7.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo incluye el balance de materiales y energía de los equipos que intervienen en la producción de EE.

7.2. Definición de la masa de materia prima necesaria.

La base de cálculo con la que se trabaja es de 8400 t/año de AE, que determina una masa de EE de 6485 t/año. Con este valor se genera un factor de corrección, 0,989, el que se relaciona con la capacidad obtenida en el Capítulo 6 de 6560 t, para adaptarlo a la producción deseada.

Por ende, el flujo de masa de materia prima que se necesita para el sistema es de 8308 t/año.

Los días de operación al año serán 350, considerando 15 días de mantenimiento general y/o imprevistos. Se trabajará de manera continua en turnos rotativos de 8 h. Entonces, los valores deseados a alcanzar en este capítulo se muestran en la Tabla 7.56.

Tabla 7.56: Cantidades a producir, tiempo de trabajo

Producción anual (t/año)	6560
Meses de operación por año (mes/año)	12
Semanas de operación por año (sem/año)	50
Días de operación por año (días/año)	350
Horas de operación por año (h/año)	8400

Con lo que, la producción se expresa en la Tabla 7.57.

Tabla 7.57: Producción adquirida de EE

Producción anual (t/año)	6560
Producción mensual (t/mes)	547
Producción semanal (t/sem)	131.2
Producción diaria (t/día)	18.74
Producción horaria (t/hora)	0.78

En la Figura 7.44 se muestra el diagrama de flujo completo, que incluye además de los equipos necesarios para la transformación de materia prima, válvulas, compresores y controladores de temperatura y presión.

La primera etapa del proceso, está provista de un tanque almacenamiento (T01) que contiene AE puro (96%) a temperatura ambiente. En la fase siguiente, en un equipo de refrigeración (I01), la corriente AE1, se acondiciona a 0°C, con el objetivo de aumentar la eficiencia de la

recuperación de los vapores de recirculados (AERE), de alcohol etílico y de éter procedentes de distintos equipos de la instalación, en una torre de absorción (C04); obteniéndose un producto vaporizado (VE) y una corriente fría, AE. En este equipo se realiza un venteo para eliminar los incondensables.

La corriente de alimentación fría (AE) a la salida de la torre de absorción ingresa a un sistema de dos intercambiadores de calor (I02 - I03). El primero de ellos (I02) precalienta la materia prima hasta 124 °C, mientras que el segundo (I03) la lleva a condición de vapor sobrecalentado a 130°C, calefaccionado con vapor de caldera.

El ácido sulfúrico al 56% (AS) y a 130 °C, junto con alcohol etílico (96%) y el reciclo de alcohol del proceso, que también contiene agua y un remanente de éter (AE), se cargan en el reactor en la relación de 3 partes de ácido a 1 partes de alcohol. A su vez, el reactor tiene una entrada de nitrógeno inerte (N) para la sobrepresión de 105 kPa, y el flujo continuo de nitrógeno mantiene la condición isotérmica del reactor.

Luego de darse la reacción, la corriente en estado gaseoso (EER) compuesta de éter, alcohol etílico y agua, a la cual se le reduce la presión, pasa por una torre de neutralización de platos (C01) utilizando hidróxido de sodio al 50% y a 25°C (HS) para eliminar las trazas de dióxido de azufre y ácido sulfúrico arrastrado.

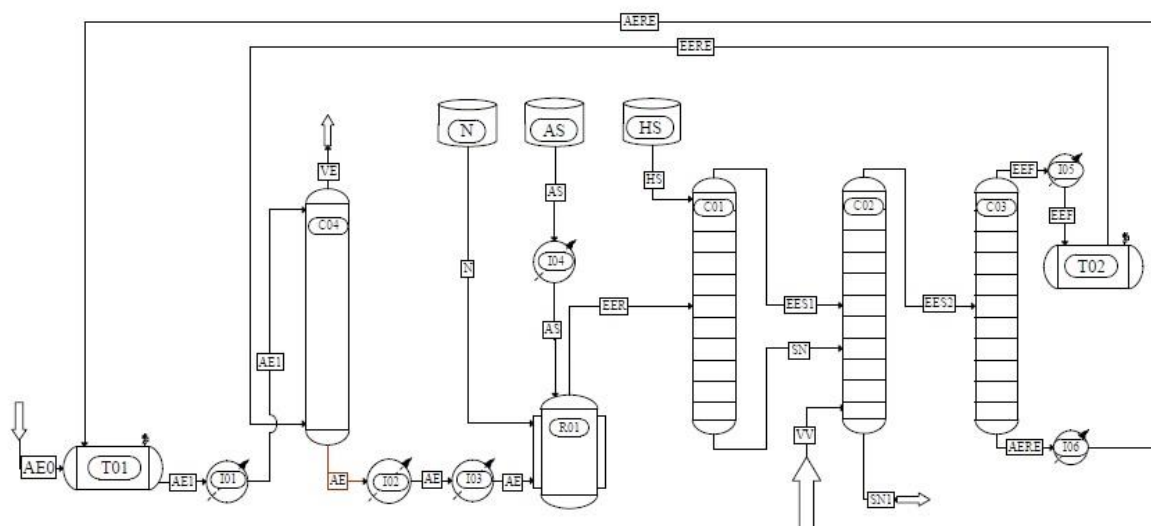


Figura 7.44: Diagrama del Proceso completo, Flow Sheet.

De la torre sale una corriente gaseosa (EES₁) compuesta por AE (en exceso), EE, agua y una corriente inferior (SN) que contiene sulfato de sodio, AE y agua. Las mismas se alimentan a una primera torre de destilación (C02) para separar con vapor vivo (VV) el sulfato de sodio y

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 7

la mayor cantidad de agua (SN1) del destilado de AE y EE (EES2). La corriente SN1 ingresa a un sistema de tratamiento de efluente.

El producto es alimentado a una segunda torre de destilación con calentamiento indirecto (C03), en donde se separa el éter (EEF), reciclándose el alcohol al tanque de almacenamiento (T01). El EE se obtiene por el tope con distintos niveles de calidad. El producto final es luego condensado y enfriado (I05) para ser derivado a los tanques de almacenamiento de la instalación (T02).

7.3 Balances de masa y energía calculados por hora.

A continuación, se describe de forma detallada el balance de masa y condiciones de trabajo. El flujo másico de entrada y salida a cada una de las unidades de tratamiento y acondicionamiento se expresan en kg/h, las variaciones energéticas en kcal/kg.

En la Tabla 7.58 se muestra la nomenclatura empleada. Las letras mayúsculas representan a las corrientes másicas y las minúsculas, a la fracción en peso de cada componente.

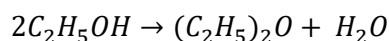
Tabla 7.58: Nomenclatura empleada en el balance de masa y energía

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
AER	Alcohol etílico alimentado al reactor
EER	Éter etílico sale del reactor
AS	Ácido sulfúrico alimentado al reactor
N	Nitrógeno alimentado al reactor
HS	Hidróxido de sodio
W	Agua que ingresa con la materia prima
SN	Sulfato de sodio de la columna reactiva
VV	Vapor Vivo alimentado a C02
EES1	Compuestos volátiles de la columna reactiva
SN1	Sulfato de sodio separado en C02
EES2	EE, AE, agua y demás compuestos separados en C02
SN2	Sulfato de sodio y agua separado en C02
EEF	EE con pureza deseada
AERE	Reciclo de AE de la columna C03
AEO	AE limpio al 96% que ingresa al proceso
AE1	Corriente que ingresa a C04
EERE	Fracción no condensable en T02
EEFA	EE almacenado en T02

VE	Venteo producido en C04
W ₁	Fluido de calentamiento de I04
W ₂	Fluido de calentamiento de I05
W ₃	Fluido de enfriamiento de I01 y calentamiento de I03
W ₄	Fluido de calentamiento de I02
X _{AE}	Fracción de AE en la corriente
X _{EE}	Fracción de EE en la corriente
X _N	Fracción de nitrógeno en la corriente
X _W	Fracción de agua en la corriente
X _{AS}	Fracción de ácido sulfúrico en la corriente
X _{SN}	Fracción de sulfato de sodio en la corriente
X _{HS}	Fracción de hidróxido de sodio en la corriente

7.3.1 Reactor adiabático de lecho fluidizado R01

En el reactor R01, Figura 7.45, se produce la siguiente conversión:



El ácido sulfúrico (56%) (AS) junto con alcohol etílico (AE) (96%) y el reciclo de alcohol del proceso, que también contiene agua y un remanente de éter, se cargan en el reactor en la relación de 3 partes de ácido a 1 partes de alcohol. A su vez, el reactor tiene una entrada de nitrógeno inerte para la sobrepresión de 105 kPa y para mediante el burbujeo generar el flujo turbulento que condiciona al equipo dentro de la temperatura optima de la reacción.

El caudal de ácido sulfúrico alimentado primeramente en 3:1 con respecto al AE que reacciona. Se calcula considerando un arrastre en el mismo del 1,7% del ácido al 56% cargado en la unidad.

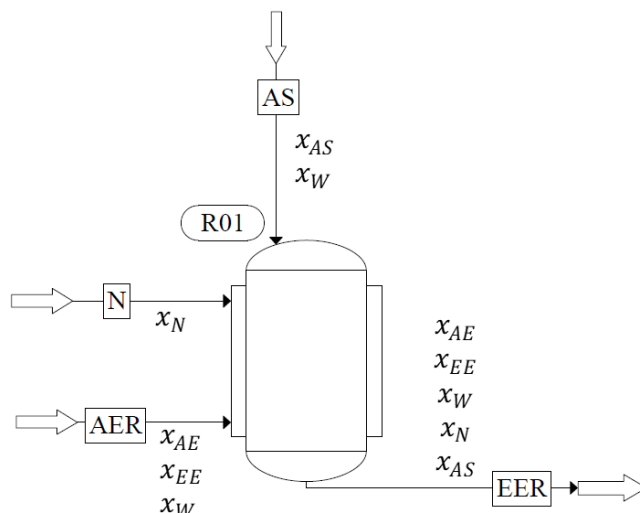


Figura 7.45: Reactor estequiométrico

En el proceso, existe una alícuota de AE en exceso (60%) para que la reacción no alcance los 160°C. La reacción se produce isotérmicamente a 130°C. Teniendo en cuenta estas condiciones, y que se considera un rendimiento en la reacción del 100% se plantea el balance de masa global y parcial por reacción.

Balance Global: $AER + N + AS = EER$



$x_{AE_{AE0}} = 949,5 \text{ kg/h}$

Masa Molar:

$PM_{EE} = 74 \text{ kg/mol}$

$PM_{AE} = 46 \text{ kg/mol}$

$PM_W = 18 \text{ kg/mol}$

$x_{EE_{100\%}} = \frac{x_{AE_{AE0}} \cdot PM_{EE}}{PM_{AE}} = \frac{949,5 \text{ kg/h} \cdot 74 \text{ kg/mol}}{92 \text{ kg/mol}} = 763,5 \text{ kg/h}$

$x_{W_{100\%}} = \frac{x_{AE_{AE0}} \cdot PM_W}{PM_{AE}} = \frac{949,5 \text{ kg/h} \cdot 18 \text{ kg/mol}}{92 \text{ kg/mol}} = 186 \text{ kg/h}$

Balance por componentes detallado por cantidad kg/h:

EE: $x_{EE} = x_{EE_{100\%}} + x_{EE_{AER}}$

AE: $x_{AE} = x_{AE_{AERE}}$

W: $x_W = x_{W_{100\%}} + x_{W_{AERE}} + x_{W_{AS}}$

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 7

Las composiciones de las corrientes que ingresan al reactor se muestran en la Tabla 7.56, Tabla 7.59 y las de salida en la Tabla 7.60

Tabla 7.59: Valores de las corrientes y fracciones en peso ingreso a R01

CORRIENTES QUE INGRESAN A R01		
<i>AER: 1597,5 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	95,12	1519,5
x_{EE}	0,94	15,5
x_W	3,94	62,5
<i>AS: 86,5 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AS}	56	48,5
x_W	44	38
<i>N: 1450 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_N	100	1450

Tabla 7.60: Valores de las corrientes y fracciones en peso egreso R01

CORRIENTES QUE EGRESAN DE R01		
<i>EER: 3134,5 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	18,2	570
x_{EE}	24,9	779
x_W	9	287
x_N	46,3	1450
x_{AS}	1'6	48,5

La reacción planteada es exotérmica y proporciona el calor suficiente para mantener los 130°C óptimos de conversión, debido a que el reactor es adiabático. En la Tabla 7.61 se muestran los respectivos valores.

Se utilizó el modelo matemático para la constante k de NTRL y para el intercambio de calor el modelo de calor latente en el simulador.

Tabla 7.61: Valores del balance de energía en R01

Corriente	Caudal Másico (kg/h)	T (°C)	λ (kcal/Kg)	C _{pV} (kcal/kg°C)	C _{pL} (kcal/kg°C)	Q intercambiado (kcal/h)
AER	1597,5	130		18,6300		-2006731
AS	86,5	130			21,8223	-230856,4
N	1450	25			6,9566	-39,17406
EER	3134,5	130		12,1774	25,1398	2237627

El calor intercambiado en el proceso del reactor es de $Q \cong 0 \text{ kcal/h}$.

7.3.2 Intercambiador I04

Este equipo, Figura 7.46, acondiciona el catalizador a la temperatura de reacción para ingresar al reactor. Los detalles del balance de masa y del calor intercambiado se tabulan en Tabla 7.62.

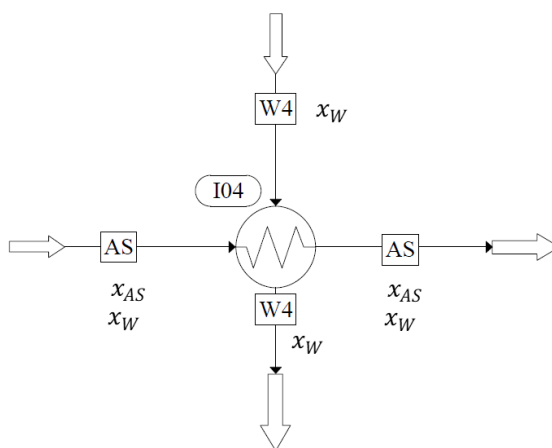


Figura 7.46: Intercambiador I04

Tabla 7.62: Valores del balance de energía en I04

Corriente	Caudal Másico (kg/h)	T _{INICIAL} (°C)	T _{FINAL} (°C)	λ (kcal/Kg)	C _{pV} (kcal/kg°C)	C _{pL} (kcal/kg°C)	Q intercambiado (kcal/h)
AS	86,5	20	130			20,8740	-6090
W ₄	160	130	115	540	8,19	18,1641	6090

7.3.3 Columna de Neutralización C01

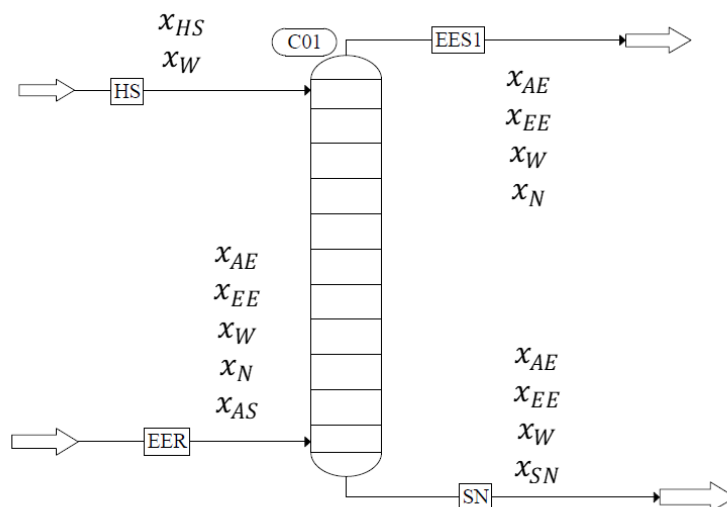


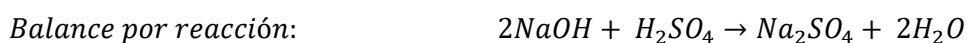
Figura 7.47: Columna de Neutralización.

La corriente EER ingresa a la base de la columna C01, Figura 7.47, para neutralizar el arrastre de ácido del R01 mediante NaOH. La soda al 50% que se incorpora es proporcional al 2,7% del ácido, Tabla 7.63.

El sulfato de sodio (SN) sale del fondo de la columna C01 y fluye por gravedad al plato 17 de la C02 para recuperar el alcohol condensado que pueda arrastrar. En la Tabla 7.63 se describen las corrientes de salida.

El balance de masa para este equipo se presenta como:

Balance Global:
$$EER + HS = EES_1 + SN$$



$$x_{AS} = 49 \text{ kg/h}$$

Masa Molar:

$$PM_{AS} = 98 \text{ kg/mol}$$

$$PM_{HS} = 40 \text{ kg/mol}$$

$$PM_W = 18 \text{ kg/mol}$$

$$PM_{SN} = 142 \text{ kg/mol}$$

$$x_{HS} = \frac{x_{AS} \cdot PM_{HS}}{PM_{AS}} = \frac{48,5 \text{ kg/h} \cdot 80 \text{ kg/mol}}{98 \text{ kg/mol}} = 39,5 \text{ kg/h}$$

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 7

$$x_{SN} = \frac{x_{AS} \cdot PM_{SN}}{PM_{AS}} = \frac{48,5 \text{ kg/h} \cdot 142 \text{ kg/mol}}{98 \text{ kg/mol}} = 70 \text{ kg/h}$$

$$x_{W_{SN}} = \frac{x_{AS} \cdot PM_W}{PM_{AS}} = \frac{48,5 \text{ kg/h} \cdot 36 \text{ kg/mol}}{98 \text{ kg/mol}} = 18 \text{ kg/h}$$

Balance de componentes detallado por cantidad kg/h:

$$EE: \quad x_{EE_{EER}} = x_{EE_{EES1}} + x_{EE_{SN}}$$

$$AE: \quad x_{AE_{EER}} = x_{AE_{EES1}} + x_{AE_{SN}}$$

$$N: \quad x_{N_{EER}} = x_{N_{EES1}}$$

$$W: \quad x_{W_{EER}} + x_{W_{HS}} = x_{W_{EES1}} + x_{W_{SN}}$$

$$SN: \quad x_{SN} = 70 \text{ kg/h}$$

Tabla 7.63: Valores de las corrientes y fracciones en peso ingreso C01

CORRIENTES QUE INGRESAN A C01		
<i>EER: 3134,5 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	18,2	570
x_{EE}	24,9	779
x_W	9	287
x_N	46,3	1450
x_{AS}	1,6	48,5
<i>HS: 79 kg/h</i>		
x_W	50	39,5
x_{HS}	50	39,5

Tabla 7.64: Valores de las corrientes y fracciones en peso ingreso C01

CORRIENTES QUE EGRESAN DE C01		
<i>EES₁: 3109,5 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	18,01	560
x_{EE}	25,04	778,5
x_W	10,32	321
x_N	46,63	1450
<i>SN: 104 kg/h</i>		
x_{AE}	9,62	10

x_{EE}	0,47	0,5
x_W	22,6	23,5
x_{SN}	67,31	70

De acuerdo a lo resuelto en CHEMCAD, la Tabla 7.65 muestra las condiciones del balance de energía para esta columna, calculados a través del modelo global NTRL para la constante K y el modelo entálpico de calor latente.

Tabla 7.65: Valores del balance de energía en C01

Corriente	Caudal Másico (kg/h)	T (°C)	λ (kcal/kg)	C_{pV} (kcal/kg°C)	C_{pL} (kcal/kg°C)	Q intercambiado (kcal/h)
EER	3134,5	130		12.1774	25.1398	-2237627
EES ₁	3109,5	70		11.2674		2301228
SN	104	69			23.1496	270933

Esta columna intercambia un $Q = 334534 \text{ kcal/h}$.

7.3.4 Columna de Deshidratación C02

Las corrientes provenientes del equipo C01, ingresan a otra columna de platos, Figura 7.48, cuyo objetivo es separar todo el sulfato de sodio producido; el medio de calefacción que se emplea es vapor vivo alimentado por el fondo de la columna.

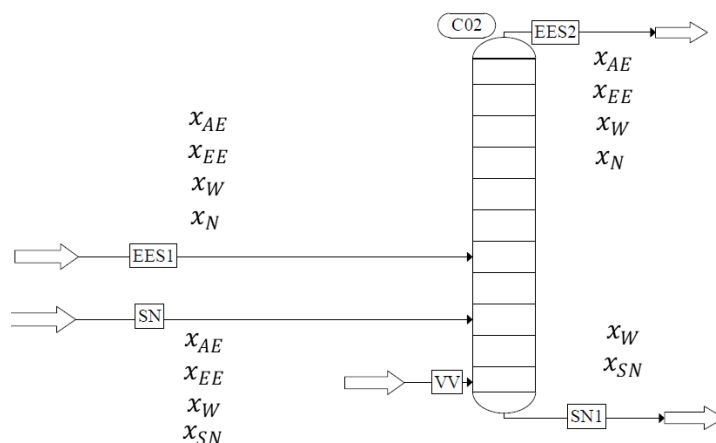


Figura 7.48: Columna de Deshidratación.

El balance de masa correspondiente se expresa a continuación, además de los valores de la separación lograda en C02 y su balance energético, en la Tabla 7.66 y Tabla 7.67.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 7

Balance Global: $EES_1 + SN + VV = EES_2 + SN1$

Balance de componentes detallado por cantidad kg/h:

EE: $x_{EE_{EES1}} + x_{EE_{SN}} = x_{EE_{EES2}}$

AE: $x_{AE_{EES1}} + x_{AE_{SN}} = x_{AE_{EES2}}$

N: $x_{N_{EES1}} = x_{N_{EES2}}$

W: $x_{W_{EES1}} + x_{W_{SN}} + x_{W_{VV}} = x_{W_{EES2}} + x_{W_{SN1}}$

SN: $x_{SN} = x_{SN1}$

Tabla 7.66: Valores de las corrientes y fracciones en peso egreso C02

CORRIENTES QUE SALEN DE C02		
$EES_2 = 2834,5 \text{ kg/h}$		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	18,01	570
x_{EE}	25,04	779
x_W	10,32	35,5
x_N	46,63	1450
$SN_1: 399 \text{ kg/h}$		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_W	17,5	329
x_{SN}	82,5	70

Tabla 7.67: Valores del balance de energía en C02

Corriente	Caudal Másico (kg/h)	T (°C)	λ (kcal/kg)	C_{pv} (kcal/kg°C)	C_{pL} (kcal/kg°C)	Q intercambiado (kcal/h)
EES ₁	3109,5	70		11,2674		-2301228
SN	104	69			23,1496	-270933
EES ₂	2834,5	42,5			34,0795	1640229
SN ₁	399	102			18,5669	1390514
VV	200	121,228 ¹			18,1563	-74255

REFERENCIA 1: Dato obtenido a través de Sirax Sarco, Propiedades del Vapor Vivo. Última revisión 06/12/2017

El calor intercambiado en el equipo C02 es $Q = 384327 \text{ kcal/h}$.

7.3.5 Columna de Purificación de EE C03

La última etapa unitaria es una destilación en una columna de platos, Figura 7.49, que permite separar el EE del AE. El primero de ellos es llevado a tanques de reserva, y el segundo, recirculado al tanque inicial de almacenamiento, T01.

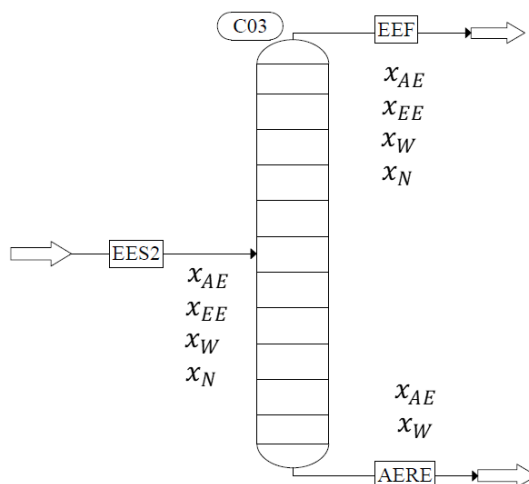


Figura 7.49: Columna de Purificación C03

El balance de masa correspondiente manifiesta la necesidad de obtener un producto de alta pureza, elegida en el Capítulo 2. Para ello, se iteró en CHEMCAD a diferentes condiciones hasta obtener el mejor rendimiento, Tabla 7.68. El calor necesario para generar la separación proviene de un sistema de calentamiento indirecto a vapor, Tabla 7.69.

Balance Global:
$$EES_2 = EEF + AERE$$

Balance de componentes detallado por cantidad kg/h:

EE:
$$x_{EE_{EES_2}} = x_{EE_{EEF}}$$

AE:
$$x_{AE_{EES_2}} = x_{AE_{EEF}} + x_{AE_{AERE}}$$

N:
$$x_{N_{EES_2}} = x_{N_{EEF}}$$

W:
$$x_{W_{EES_2}} = x_{W_{EEF}} + x_{W_{AERE}}$$

Al equipo ingresa la corriente EES₂, para formar las corrientes EEF y AERE, que son respectivamente el EE a la pureza indicada y el alcohol etílico que se recicla. Se determina un porcentaje del 0,51% de AE en la corriente EEF.

Tabla 7.68: Valores de las corrientes y fracciones en peso egreso C03

CORRIENTES QUE EGRESAN DE C03		
EEF: 2253 kg/h		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	0,51	11,5
x_{EE}	34,58	779
x_W	0,55	12,5
x_N	64,36	1450
AERE: 581,5 kg/h		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	96,04	558,5
x_W	3,96	23

Tabla 7.69: Valores del balance de energía en C03

Corriente	Caudal Másico (kg/h)	T (°C)	λ (kcal/kg)	C_{pV} (kcal/kg°C)	C_{pL} (kcal/kg°C)	Q intercambiado (kcal/h)
EES ₂	2834,5	42,5			34,0795	-1640229
EEF	2253	35,5			42,0675	778433
AERE	581,5	79			31,2121	902462

Se intercambia un $Q = 40666 \text{ kcal/h}$.

7.3.6 Intercambiador de calor I05

El objetivo de I05, Figura 7.50, es llevar el EEF a 25°C, temperatura ambiente, necesaria para su almacenamiento hasta que sea despachada para la venta, las variaciones energéticas se muestran en la Tabla 7.70. La corriente W₅ mantiene una sobre presión de 110 kPa.

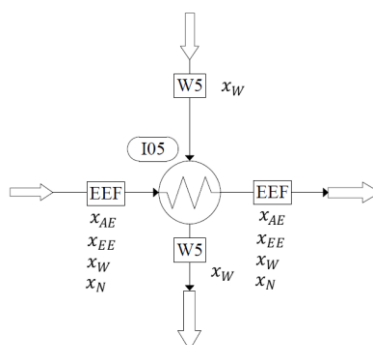


Figura 7.50: Intercambiador de Calor I05

Tabla 7.70: Valores del balance de energía en I05

Corriente	Caudal Másico (kg/h)	T _{INICIAL} (°C)	T _{FINAL} (°C)	λ (kcal/kg)	Cp _v (kcal/kg°C)	Cp _L (kcal/kg°C)	Q intercambiado (kcal/h)
W ₅	450	20	35			17,9766	-680108
EEF	2253	35,5	25		10,4843		680108

7.3.7 Intercambiador de calor I06

En el equipo I06, Figura 7.51, se lleva la corriente AERE a temperatura ambiente (20°C, suponiendo un promedio de temperatura entre verano-invierno), para ser almacenada en T01. Las variaciones energéticas se exhiben en la Tabla 7.71.

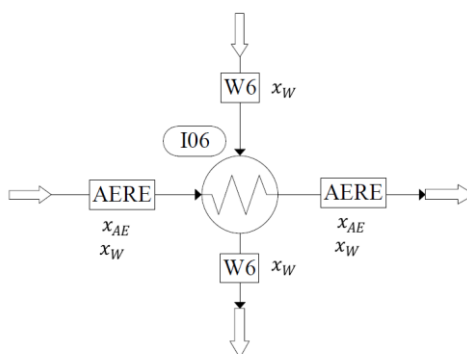


Figura 7.51: Intercambiador de Calor I06

Tabla 7.71: Valores del balance de energía en I06

Corriente	Caudal Másico (kg/h)	T _{INICIAL} (°C)	T _{FINAL} (°C)	λ (kcal/kg)	Cp _L (kcal/kg°C)	Q intercambiado (kcal/h)
W ₆	670	15	48,5		17,9688	-780558
AERE	581,5	79	20		25,5659	780558

7.3.8 Tanque de almacenamiento T02

El tanque T02, Figura 7.52, recibe el producto terminado luego de disminuir su temperatura a través del I04, en el diseño del mismo existe la posibilidad de recircular los compuestos que no se condensan, que ingresan a la torre de venteo C04 para recuperar el AE y el EE. Todo el AE que ingresa a esta unidad es recirculado junto con el 2% del EE que se almacena. La corriente EEFA se deriva a los tanques A05-06.

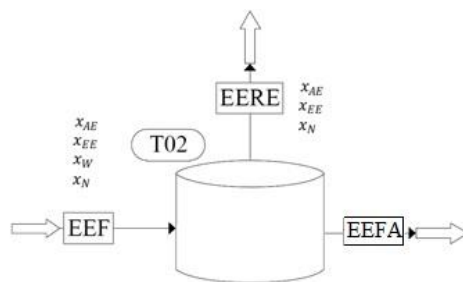


Figura 7.52: Tanque de Almacenamiento de Producto.

El respectivo balance de masa y sus valores se presentan en las ecuaciones y los resultados en Tabla 7.72.

Balance Global:
$$EEF = EERE + EEFA$$

Balance de componentes detallado por cantidad kg/h:

EE:
$$x_{EEEF} = 0.02x_{EEEF} + 0.98x_{EEEF}$$

AE:
$$x_{AE_{EEF}} = x_{AE_{EERE}}$$

N:
$$x_{N_{EEF}} = x_{N_{EERE}}$$

W:
$$x_{W_{EEF}} = x_{W_{EEFA}}$$

Tabla 7.72. Valores de las corrientes y fracciones en peso de ingreso y egreso T02

CORRIENTE QUE INGRESA A T02		
<i>EEF: 2253 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	0,51	11,5
x_{EE}	34,58	779
x_W	0,55	12,5
x_N	64,36	1450
CORRIENTE QUE EGRESA DE T02		
<i>EERE: 1477 kg/h</i>		
x_{AE}	0,78	11,5
x_{EE}	1,05	15,5
x_N	98,17	1450
<i>EEFA: 776 kg/h</i>		
x_{EE}	0,98	763,5
x_W	0,02	12,5

7.3.9 Tanque de almacenamiento T01

Al tanque de almacenamiento T01, Figura 7.53, ingresan AE_0 y el AERE, egresando AE_1 , al que le conllevan una serie de etapas de acondicionamiento para reingresar al reactor R01. En la Tabla 7.73, se muestra el balance de masa del equipo.

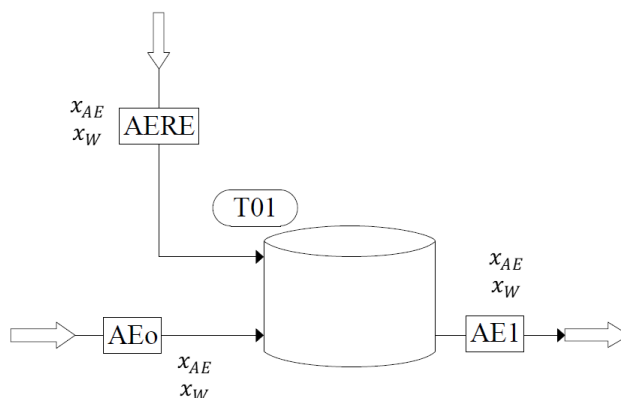


Figura 7.53: Tanque de Almacenamiento.

Tabla 7.73: Valores de las corrientes y fracciones en peso de ingreso y egreso T01

CORRIENTES QUE INGRESAN A T01		
$AE_0: 989 \text{ kg/h}$		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	96	949,5
x_W	4	39,5
$AERE: 581,5 \text{ kg/h}$		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	96,04	558,5
x_W	3,96	23
CORRIENTES QUE EGRESAN DE T01		
$AE_1: 1570,5 \text{ kg/h}$		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
x_{AE}	96	1508
x_W	4	62,5

7.3.10 Intercambiador de calor I01

La función de I01, Figura 7.54; es llevar AE_1 a una temperatura cercana a los 0°C , para eliminar luego los compuestos incondensables del proceso y hacerlo más eficiente. En la

Tabla 7.74 se muestra la cantidad de refrigerante necesario, que luego es usado para calentar el AE previo a la entrada al reactor R01.

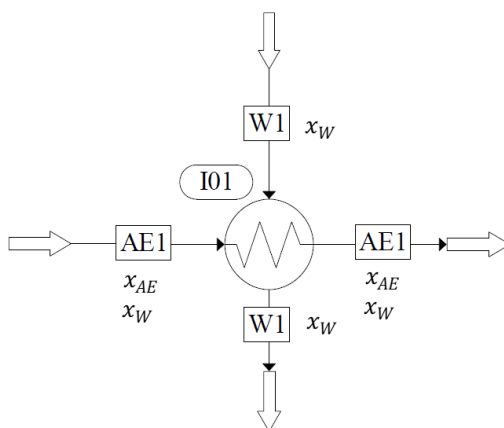


Figura 7.54: Intercambiador de Calor I01

Tabla 7.74: Valores del balance de energía en I01

Corriente	Caudal Másico (kg/h)	T _{INICIAL} (°C)	T _{FINAL} (°C)	C _{pL} (kcal/kg°C)	Q intercambiado (kcal/h)
W ₁	1200	3	16	18,1563	15181
AE ₁	1570,5	20	3	25,5613	15181

7.3.11 Torre de Absorción de Gases C04

El equipo de venteo, Figura 7.55, simulado en CHEMCAD por una columna SCDS, tiene como objetivo separar el nitrógeno que se arrastra desde el reactor por el proceso. En él se produce una despresurización y variación energética. Ingresan al equipo las corrientes AE1 y EERE y salen las corrientes VE y AE, Tabla 7.75 y Tabla 7.76.

Balance Global: $AE1 + EERE = AE + VE$

Balance por componentes:

AE: $x_{AE_{AE1}} + x_{AE_{EERE}} = x_{AE_{AE}}$

EE: $x_{EE_{EERE}} = x_{EE_{AE}}$

N : $x_{N_{EERE}} = x_{N_{AE}}$

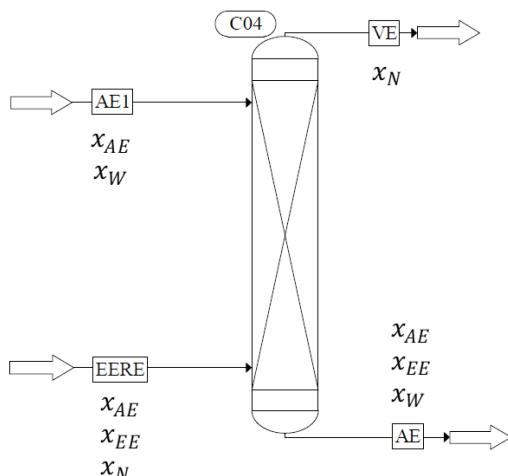


Figura 7.55: Torre de Absorción de Gases.

Tabla 7.75: Valores de las corrientes y fracciones en peso ingreso C04

CORRIENTES QUE INGRESAN A C04		
<i>AE₁: 1570,5 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
<i>x_{AE}</i>	96	1508
<i>x_W</i>	4	62,5
<i>EERE: 1477 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
<i>x_{AE}</i>	0,78	11,5
<i>x_{EE}</i>	1,05	15,5
<i>x_N</i>	98,17	1450

Tabla 7.76: Valores de las corrientes y fracciones en peso egreso C04

CORRIENTES QUE EGRESAN DE C04		
<i>AE: 1597,5 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
<i>x_{AE}</i>	95,12	1519,5
<i>x_{EE}</i>	0,97	15,5
<i>x_W</i>	3,91	62,5
<i>VE: 1450 kg/h</i>		
SÍMBOLO	% P/P	CANTIDAD kg/h
<i>x_N</i>	1	1450

En la Tabla 7.77, se describen las condiciones energéticas de esta torre de absorción.

Tabla 7.77: Balance Energético Columna de Absorción.

Corriente	Caudal Másico (kg/h)	T (°C)	Cp _v (kcal/kg°C)	Cp _L (kcal/kg°C)	Q intercambiado (kcal/h)
AE ₁	1570,5	3,5		25,56	-96869
EERE	1477	25	7,08	13	-51059
AE	1597,5	14,5		21,40	96869
VE	1450	3,5		13,60	51059

7.3.12 Intercambiador de calor I02

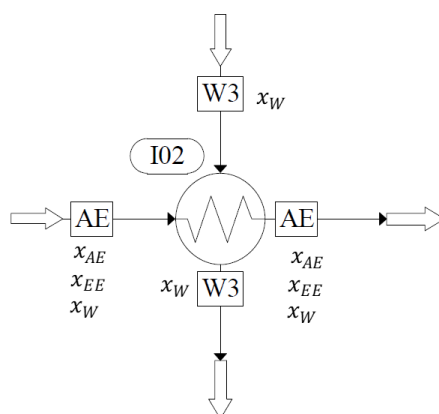


Figura 7.56: Intercambiador de Calor I02

Tabla 7.78: Valores del balance de energía en I02

Corriente	Caudal Másico (Kg/h)	T _{INICIAL} (°C)	T _{FINAL} (°C)	λ (Kcal/Kg)	Cp _v (Kcal/Kg°C)	Q intercambiado (Kcal/h)
W ₃	1800	126	115		8,1596	-435584
AE	1597,5	14,5	124		18,0364	435584

El equipo I02, Figura 7.56; es lleva AE a la temperatura aproximada al vapor saturado, para pasar luego a ser vapor sobre calentado en el equipo I03. En la Tabla 7.78 se muestran los datos del balance. La cantidad de agua de calentamiento necesaria es rehusada, W₃.

7.3.13 Intercambiador de calor I03

La función de I03, Figura 7.57; es llevar AE a una temperatura cercana a los 130°C, para asegurar que el reactor trabaje de manera isotérmica.

El calentamiento se produce a través de W₃ a la presión de 1.7 kPa, Tabla 7.79.

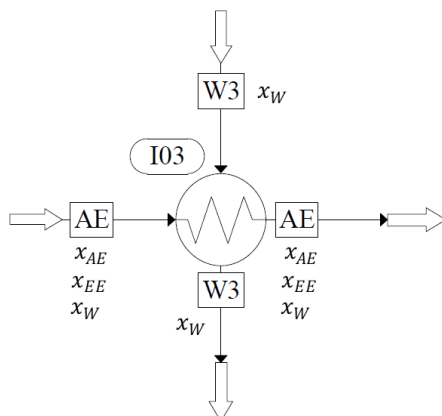


Figura 7.57: Intercambiador de Calor I03

Tabla 7.79: Valores del balance de energía en I03

Corriente	Caudal Másico (kg/h)	T _{INICIAL} (°C)	T _{FINAL} (°C)	λ (kcal/kg)	C _{pV} (kcal/kg°C)	Q intercambiado (kcal/h)
W ₃	1800	131	126		8,1973	-3977
AE ₁	1597,5	124	130		18,6544	3977

7.4. CONCLUSIÓN

El balance de masa y energía que se plantea permite determinar la cantidad intercambiada en cada uno de los equipos del proceso, contemplando las características específicas del capítulo 5 y 6. La cantidad horaria de EE producido es 780.95 kg/h, siendo la cantidad de AE necesario 989.05 kg/h.

CAPÍTULO Nº 8: DISEÑO Y ADOPCIÓN DE EQUIPOS

8. INTRODUCCIÓN

El este capítulo se describe el diseño y la adopción de cada uno de los equipos que forman parte del proceso productivo. Para ello, se tiene en cuenta los caudales máxicos con que se trabaja en estado estacionario; el espacio físico mínimo que pueda ocupar, describiendo sus dimensiones; materiales óptimos que existen en el mercado y factores de seguridad, para evitar fugas y/o explosiones por sobrepresión.

8.1 ADOPCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

8.1.1 Consideraciones de adopción

Se consideran, para cada tanque en particular, materiales de construcción que mejor se adapten al fluido que contienen y posean el menor costo posible.

Se adapta al tamaño existente en el mercado que posibilite un sencillo y eficaz flujo de diseño, como también el espacio de emplazamiento

Se tiene en cuenta el código ASME para la construcción.

8.1.2 Tanque de almacenamiento de AE

8.1.2.1 Tanques de almacenamiento de materia prima, A01 y A02

La materia prima se recibe en planta de manera semanal. Se estima el número de tanques para satisfacer los requerimientos de la planta por un total de 7 días. Se aumenta en un 20% esa capacidad para evitar un vaciado completo de los mismos, y procurar un buen funcionamiento de las bombas. Si se considera el caudal requerido de AE, junto con la densidad del AE líquido, se obtiene la capacidad requerida y así el número de tanques.

Entonces, el volumen necesario de AE es:

$$V_{AE} = \frac{Q_{AE} \times \theta}{\rho} \quad \text{Ecuación 8.1}$$

Donde:

Q_{AE} = caudal máxico de AE

θ = tiempo de almacenamieto

ρ = densidad de alcohol etílico al 96% a 25°C

$$V_{AE} = \frac{989 \frac{Kg}{h} \times 168h}{796,9760 Kg/m^3}$$

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

$$V_{AE} = 208,48m^3$$

$$V_{AET} = V_{AE} \times 1.2$$

$$V_{AET} = 208,48m^3 \times 1.2$$

$$V_{AET} = 250m^3$$

Este volumen se adopta en dos tanques de almacenamiento de las mismas características y dimensiones; con el objetivo de poder generar paradas previstas e inesperadas sin afectar al proceso productivo.

Para el cálculo del diámetro y la altura, se escoge una relación de $1,5D = L$ por lo tanto, a partir de las ecuaciones 8.2 y 8.3 se pueden obtener las dimensiones de los tanques, que se expresan en la Tabla 8.80.

$$V = \pi \times \frac{D^2}{4} \times L \tag{Ecuación 8.2}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V}{\pi \times \varepsilon}} \tag{Ecuación 8.3}$$

Donde:

D: Diámetro del tanque

V: Volumen del tanque

ε: Relación de esbeltez

Tabla 8.80: Dimensiones de los tanques de almacenamiento de AE al 96%, A01-02

DIMENSIÓN	VALOR	UNIDAD
Volumen (V_{AE})	125	m ³
Diámetro (D)	4,7	m
Altura (L)	7,2	m

El tanque será de acero inoxidable 304 con una capa protectora color blanco o plateado, para evitar la acumulación de calor y debe señalizarse de modo que se identifique claramente, con la etiqueta que se muestra en la Figura 8.58.



Figura 8.58: Señalización para los tanques de almacenamiento de AE (a) Identificación NFPA (b) Identificación UN

Por cuestiones de seguridad, resulta necesario conservar la temperatura del AE dentro del tanque alrededor de los $15 \pm 10^\circ\text{C}$, para evitar la vaporización de este y correr riesgos de fugas, escapes y/o explosiones indeseadas.

Siempre se tiene en cuenta que se debe mantener el fluido alejado de su punto de ebullición. Para ello, se emplea la ecuación 8.4, extraída de Procesos de transferencia de calor, tercera edición, 1999, Kern, D, página 29.

$$Q = \frac{\Delta t}{R} = \frac{t_0 - t_2}{\frac{L}{K_C \times A}} \quad \text{Ecuación 8.4}$$

Donde

t_0 : temperatura interior del tanque

t_2 : temperatura exterior del tanque

L : espesor del aislante

K_C : conductividad térmica del aislante

A : área de intercambio

A su vez, el área de intercambio se calcula como se expresa en la ecuación 8.5.

$$A = L \times D \quad \text{Ecuación 8.5}$$

Retomando la ecuación 8.4, el calor calculado, considerando temperaturas externas extremas de 40°C durante el verano, es:

$$Q = \frac{\Delta t}{R} = \frac{59^{\circ}F - 104^{\circ}F}{\frac{0.17 \text{ pie}}{26 \frac{\text{Btu}}{h \times \text{pie}^2 \times \frac{^{\circ}F}{\text{pie}}}} \times 197.3 \text{ pie}^2}$$

$$Q = -1357888 \frac{\text{Btu}}{h} \equiv -342411.07 \frac{\text{Kcal}}{h} \equiv -57525059 \frac{\text{Kcal}}{\text{semana}}$$

Con este valor, se calcula la posible suba de temperatura dentro del tanque, producido por esta posible absorción de calor exterior. Para esto, se emplea la ecuación 8.5.

$$Q = m \times Cp \times \Delta t$$

Ecuación 8.5

$$tf = t_0 + \frac{57525059}{\frac{166152 \text{ Kg}}{\text{semana}} \times \frac{25.26 \text{ Kcal}}{\text{kg}^{\circ}C}}$$

$$tf = 13.7^{\circ}C \approx 14^{\circ}C$$

Entonces no resulta necesario ningún sistema de enfriamiento anexo a T01, debido a que la temperatura se mantiene cercana al rango de conservación deseada y sumamente alejada del punto de ebullición del líquido.

8.1.2.2 Tanque pulmón de proceso, T01

Existe en el proceso, el tanque T01 que aloja el caudal másico necesario para el trabajo de un día completo. Al mismo ingresan las corrientes AE0 y AERE. Los cálculos de las dimensiones de este, se realizan de la misma forma que para los tanques A01 y A02, los resultados se muestran en la Tabla 8.81.

Tabla 8.81: Dimensionamiento del tanque pulmón de AE al 96%, T01.

TANQUE ALMACENAMIENTO T01		
Volumen (V_{T01})	57	m^3
Diámetro (D)	3,6	m
Altura (L)	5,6	m
Q_{T01}	1570,5	Kg/h
Θ_{T01}	24	h
ρ_{T01}	796,98	Kg/m^3

8.1.3 Tanque de almacenamiento de Ácido Sulfúrico el 56%, T03.

El ácido sulfúrico concentrado se almacena en tanques acero inoxidable 304. Deben tener un espesor mínimo de pared de 3/16”, una salida en el fondo y un tubo de venteo sobre el centro.

Las cañerías de conexión son de acero inoxidable 304. Se le adiciona un sistema de nivel es con flotador o boya en acero inoxidable 304, cuerda de polietileno e indicador externo.

El ácido sulfúrico concentrado (98%) se adquirirá de manera mensual por su reducida cantidad de reposición en el proceso. A partir de este, de manera semanal, se generará la concentración deseada del catalizador a ingresar al reactor.

Las dimensiones se calculan de igual manera al anterior, a través de las ecuaciones 8.1, 8.2 y 8.3. En la Tabla 8.82 se describen ambos. Las cuales se adaptarán a medidas comerciales, las cuales se muestran en la Tabla 8.83.

Tabla 8.82: Dimensiones de los tanques de almacenamiento de AS al 98% y 56%

TANQUE ALMACENAMIENTO AS 98% (A03)		
Volumen (V_{AS98})	24	m^3
Diámetro (D)	2,7	M
Altura (L)	4,2	M
Q_{AS98}	49,5	kg/h
Θ_{AS98}	720	H
ρ_{AS98}	1830	kg/m^3
TANQUE ALMACENAMIENTO AS 56% (T03)		
Volumen (V_{AS56})	14	m^3
Diámetro (D)	3,4	M
Altura (L)	1,5	M
Q_{AS56}	86,5	kg/h
Θ_{AS56}	168	H
ρ_{AS56}	1250,07	kg/m^3

Según la Norma internacional ITC MIE-APQ 6 en su Artículo 14, para líquidos corrosivos, es necesaria la construcción de un cubeto de contención para el caso de posibles derrames, pérdidas o colapsos del tanque contenedor. Como en este caso, se trata de dos cubetos de retención independientes, se calculan sus dimensiones teniendo en cuenta la capacidad del recipiente que existe dentro, considerando que no existe éste. Para ello se emplean las ecuaciones 8.4 y los valores se muestran en la Tabla 8.83

$$V = A_b \times L$$

Ecuación 8.4

Donde

V : volumen del cubeto

A_b : área de la base del cubeto

L : altura del cubeto

Tabla 8.83: Dimensiones de los cubetos de almacenamiento de AS al 98% y 56%

CUBETO ALMACENAMIENTO AS 98% (A03)		
Volumen (V_{AS98})	24	m ³
Base (B)	5,7	m ²
Altura (L)	4,2	M
CUBETO ALMACENAMIENTO AS 56% (T03)		
Volumen (V_{AS56})	14	m ³
Base (B)	9,3	m ²
Altura (L)	1,5	M

Los tanques de almacenamiento deberán tener los siguientes letreros:

1. Capacidad del tanque.
2. Letrero que indique "Ácido Sulfúrico" u "óleum" y su concentración en porcentaje.
3. Identificación a la N.F.P.A. con el sistema de aplicación local 704, Figura 8.59.
4. Un rectángulo en fondo naranja con el número de identificación del ácido sulfúrico u óleum ante las Naciones Unidas, Figura 8.59.
5. Un letrero que indique: PELIGRO - No soldar, cortar o encender fuego sin la autorización correspondiente.

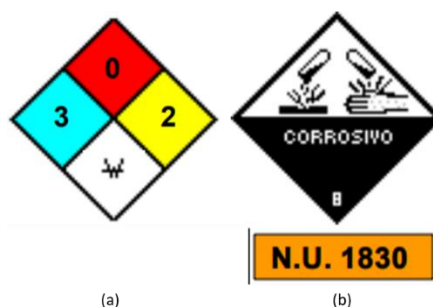


Figura 8.59: Señalización para los tanques de AS (a) Identificación NFPA (b) Identificación NU

8.1.4 Tanque de almacenamiento de hidróxido de sodio al 50%, T04.

La soda caustica será adquirida en forma sólida de manera mensual y almacenada en tolvas de polipropileno. Consta de un fondo cónico, para facilitar la descarga, con un ángulo de inclinación de 10°. El volumen del cono no se tiene en cuenta para el cálculo de las dimensiones del silo puesto que se considera despreciable frente al volumen del cilindro. Se emplea para el cálculo del volumen, las ecuaciones 8.1, 8.2 y 8.3. En la Tabla 8.84 se muestran las dimensiones necesarias.

Tabla 8.84: Dimensiones de la tolva de almacenamiento de HS al 99,9%, A04.

Volumen ($V_{HS99,9}$)	15	m^3
Diámetro (D)	3,6	m
Altura (L)	1,5	m
$Q_{HS99,9}$	39,5	kg/h
$\Theta_{HS99,9}$	720	h
$\rho_{HS99,9}$	2310	kg/m^3

Para el proceso productivo, el HS se necesita en una concentración de 50 % p/p, por lo cual se generan diluciones semanales. Las dimensiones necesarias se expresan en la Tabla 8.85, el material de construcción será acero inoxidable 304, por su resistencia a la corrosión y perdurabilidad.

Tabla 8.85: Dimensiones del tanque de almacenamiento de HS al 50%, T04

Volumen (V_{HS50})	12	m^3
Diámetro (D)	3,6	m
Altura (L)	1,1	m
Q_{HS50}	79	kg/h
Θ_{HS50}	168	h
ρ_{HS50}	1310,66	kg/m^3

De la misma manera que para los tanques de AS, es necesario calcular las dimensiones del cubeto contenedor. Para ello se emplea la Ecuación 8.4 y los resultados se expresan en la Tabla 8.86.

Tabla 8.86: Dimensiones de los cubetos de almacenamiento de HS al 99,9% y 50%

CUBETO ALMACENAMIENTO HS 99,9% (A04)		
Volumen ($V_{HS99,9}$)	15	m^3
Base (B)	10	m^2

Altura (L)	1,5	m
CUBETO ALMACENAMIENTO HS 50% (T04)		
Volumen (V_{HS50})	12	m^3
Base (B)	10,9	m^2
Altura (L)	1,1	m

Los tanques de hidróxido de sodio se rotularán como se muestra en la Figura 8.60.



Figura 8.60: Señalización para los tanques de HS (a) Identificación NFPA (b) Identificación NU

8.1.5 Tanque de almacenamiento de EE al 98%, T02.

En el caso del almacenamiento de EE producido se emplea acero inoxidable 304. Existe un tanque de almacenamiento diario de EE, de dónde se extraen las muestras para control de peróxidos y se le agregan sustancias que eviten su formación, cuyo tiempo de almacenamiento es de 24 h.

Además, se cuenta con dos tanques de almacenamiento final. Si se considera que el tiempo de almacenamiento hasta la venta es de 7 días, el volumen total, calculado según la ecuación 8.1, será de $210 m^3$, que se dividirá en dos tanques, lo que facilitará su comercialización.

Tabla 8.87: Dimensiones de los tanques de almacenamiento de EE al 98%, T02.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DIARIO (T02)		
Volumen (V_{EE98})	33,05	m^3
Diámetro (D)	3,04	m
Altura (L)	4,55	m
Q_{EE98}	794	kg/h
Θ_{EE98}	24	H
ρ_{EE98}	697,61	kg/m^3
TANQUE DE ALMACENAMIENTO SEMANAL (A05-06)		
Volumen (V_{EE98})	210	m^3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

Diámetro (D)	4,5	m
Altura (L)	6,6	m
Q_{EE98}	794	kg/h
Θ_{EE98}	168	h
ρ_{EE98}	697,61	kg/m ³

Cada tanque tendrá una boquilla que posibilite la carga de camiones transportadores de fluidos y una boca ingreso hombre para su mantenimiento y puntos de control de nivel. Tanto el almacenamiento como transporte se realizará en estado líquido.

8.2 DISEÑO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

8.2.1 Consideraciones de diseño

Para el cálculo de todos los intercambiadores de calor del proceso se empleó el simulador Chemcad v7.1.2, 2017, CHEMSTATION inc. Para el diseño, se utilizó la bibliografía de Kern, Procesos de Transferencia de Calor, tabla 9 y 11, pág. 947 y 949, con referencia a los intercambiadores de tubos y corazas que se adaptaron en este proceso.

Dentro de las consideraciones se asume que el fluido más sucio o corrosivo circule por los tubos, para un mejor mantenimiento. Los fluidos que condensan o evaporan fluyen por la carcasa y los fluidos corrosivos fluyen por los tubos, para que, en el caso de fugas, queden contenidos en la carcasa.

El tamaño será el mínimo para las condiciones que se quieran lograr, de esta manera, el gasto de equipamiento, mantenimiento y espacio necesario para emplazar los equipos será lo más reducido posible.

Se tiende a que las dimensiones de corazas y de tubos internos sean similares; para reducir la cantidad de stock para mantenimiento, en el caso que surjan imprevistos.

8.2.1 Intercambiador de calor I01

El primer intercambiador de calor del proceso, I01, acondiciona AE1 a una temperatura cercana a los 0°C, para eliminar luego los compuestos incondensables del proceso y hacerlo más eficiente. Su diseño se presenta en la Tabla 8.88.

Tabla 8.88: Datos generales y de transferencia de calor para I01

DATOS GENERALES	
Clase/Tipo de Intercambiador	TEMA B/AEL
Diámetro interno de la coraza	53,975 cm
Número de tubos	393
Longitud de tubo	6,096 m
Diámetro externo de los tubos	1,905 cm
Diámetro interno de los tubos	1,5748 cm
Arreglo de tubos Triangular	triangular
Paso de los tubos	1
Número de bafles	17
Separación entre bafles	38,497
Segmentación del bafle	15,000 %
Tipo de bafle	Segmentación Simple
DATOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
Área efectiva de transferencia	139,98 m ²
Área requerida	139,95 m ²
U (Calculado/Servicio)	(80,04/80,02) kcal/h.m ² .C
Calor calculado	15183,63 kcal/h
Calor especificado	15180.24 kcal/h
Exceso	0,02%
Factor de obstrucción	2.048E-004 h.m ² . °C/kcal
ΔP (Coraza/Tubos)	7 kPa /8 kPa
Coeficiente de película para la coraza	116,33 kcal/h.m ² . °C
Coeficiente de película para los tubos	355,27 kcal/h.m ² . °C

8.2.2 Intercambiador de calor I02

A partir del equipo I02 se acondiciona el fluido para el ingreso al reactor a la temperatura óptima de reacción. Lleva AE a una temperatura alrededor de vapor saturado, para pasar luego a ser vapor sobre calentado en el equipo I03. En la Tabla 8.89 las características.

Tabla 8.89: Datos generales y de transferencia de calor para I02

DATOS GENERALES	
Clase/Tipo de Intercambiador	TEMA R/AEL
Diámetro interno de la coraza	48,900 cm

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

Número de tubos	319
Longitud de tubo	6,096 m
Diámetro externo de los tubos	1,905 cm
Diámetro interno de los tubos	1,575 cm
Arreglo de tubos Triangular	triangular
Paso de los tubos	1
Número de baffles	10
Separación entre baffles	53,340
Segmentación del baffle	15,000 %
Tipo de baffle	Segmentación Simple
DATOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
Área efectiva de transferencia	114,200 m ²
Área requerida	133,810 m ²
U (Calculado/Servicio)	(108,640/127,300) kcal/h.m ² .C
Calor calculado	371755 kcal/h
Calor especificado	435583 kcal/h
Exceso	-14,65%
Factor de obstrucción	2.048E-004 h.m ² . °C/kcal
ΔP (Coraza/Tubos)	3 kPa /1 kPa
Coeficiente de película para la coraza	121,940 kcal/h.m ² . °C
Coeficiente de película para los tubos	2378,010 kcal/h.m ² . °C

8.2.3 Intercambiador de calor I03

El equipo I03, lleva AE a una temperatura cercana a los 130°C, para asegurar que el reactor trabaje de manera isotérmica. El diseño se exhibe en la Tabla 8.90.

Tabla 8.90: Datos generales y de transferencia de calor para I03

DATOS GENERALES	
Clase/Tipo de Intercambiador	TEMA R/AEL
Diámetro interno de la coraza	48,900 cm
Número de tubos	319
Longitud de tubo	6,096 m
Diámetro externo de los tubos	1,905 cm
Diámetro interno de los tubos	1,575 cm
Arreglo de tubos Triangular	triangular

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

Paso de los tubos	1
Número de baffles	19
Separación entre baffles	29,340
Segmentación del baffle	15,000 %
Tipo de baffle	Segmentación Simple
DATOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
Área efectiva de transferencia	113,680 m ²
Área requerida	106,140 m ²
U (Calculado/Servicio)	(29,530/27,570) kcal/h.m ² .C
Calor calculado	4415,740 kcal/h
Calor especificado	4122,650 kcal/h
Exceso	7,11%
Factor de obstrucción	2.048E-004 h.m ² . °C/kcal
ΔP(Coraza/Tubos)	7 kPa /1 kPa
Coeficiente de película para la coraza	105,290 kcal/h.m ² . °C
Coeficiente de película para los tubos	50,670 kcal/h.m ² . °C

8.2.4 Intercambiador de calor I04

Con el intercambiador de calor I04 se acondiciona la corriente de catalizador previa a ingresar al reactor R01. Sus características se expresan en la Tabla 8.91.

Tabla 8.91: Datos generales y de transferencia de calor para I04

DATOS GENERALES	
Clase/Tipo de Intercambiador	TEMA R/AEL
Diámetro interno de la coraza	38,740 cm
Número de tubos	170
Longitud de tubo	6,096 m
Diámetro externo de los tubos	1,905 cm
Diámetro interno de los tubos	1,575 cm
Arreglo de tubos Triangular	triangular
Paso de los tubos	1
Número de baffles	24
Separación entre baffles	23,240
Segmentación del baffle	15,000 %
Tipo de baffle	Segmentación Simple

DATOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
Área efectiva de transferencia	60,470 m ²
Área requerida	62,030 m ²
U (Calculado/Servicio)	(10,510/10,780) kcal/h.m ² .C
Calor calculado	5934,320 kcal/h
Calor especificado	6086,900 kcal/h
Exceso	-2,51%
Factor de obstrucción	2.048E-004 h.m ² . °C/kcal
ΔP (Coraza/Tubos)	9 kPa /1 kPa
Coeficiente de película para la coraza	12,430 kcal/h.m ² . °C
Coeficiente de película para los tubos	85,030 kcal/h.m ² . °C

8.2.5 Intercambiador de calor I05

El objetivo de I05 es llevar el EEF a 25°C, temperatura ambiente, necesaria para su almacenamiento hasta que sea despachada para la venta. Las características del equipo se muestran en la Tabla 8.92.

Tabla 8.92: Datos generales y de transferencia de calor para I05

DATOS GENERALES	
Clase/Tipo de Intercambiador	TEMA R/AEL
Diámetro interno de la coraza	38,740 cm
Número de tubos	170
Longitud de tubo	6,096 m
Diámetro externo de los tubos	1,905 cm
Diámetro interno de los tubos	1,575 cm
Arreglo de tubos Triangular	triangular
Paso de los tubos	1
Número de baffles	8
Separación entre baffles	60,960
Segmentación del baffle	20,000 %
Tipo de baffle	Segmentación Simple
DATOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
Área efectiva de transferencia	61,120 m ²
Área requerida	61,110 m ²
U (Calculado/Servicio)	(69,380/69,370) kcal/h.m ² .C

Calor calculado	6854,960 kcal/h
Calor especificado	6854,540 kcal/h
Exceso	0,010%
Factor de obstrucción	2.048E-004 h.m ² . °C/kcal
ΔP (Coraza/Tubos)	5 kPa /7 kPa
Coefficiente de película para la coraza	89,560 kcal/h.m ² . °C
Coefficiente de película para los tubos	439,160 kcal/h.m ² . °C

8.2.6 Intercambiador de calor I06

El equipo I06 lleva la corriente AERE a temperatura ambiente (20°C, suponiendo un promedio de temperatura entre verano-invierno), para ser almacenada en T01. En la Tabla 8.93 se presentan sus características.

Tabla 8.93: Datos generales y de transferencia de calor para I06

DATOS GENERALES	
Clase/Tipo de Intercambiador	TEMA R/AEL
Diámetro interno de la coraza	20,320 cm
Número de tubos	36
Longitud de tubo	6,096 m
Diámetro externo de los tubos	1,905 cm
Diámetro interno de los tubos	1,575 cm
Arreglo de tubos Triangular	triangular
Paso de los tubos	1
Número de baffles	19
Separación entre baffles	29,340
Segmentación del baffle	20,000 %
Tipo de baffle	Segmentación Simple
DATOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
Área efectiva de transferencia	12,920 m ²
Área requerida	17,310 m ²
U (Calculado/Servicio)	(91,870/123,070) kcal/h.m ² .C
Calor calculado	16752,840 kcal/h
Calor especificado	22442,260 kcal/h
Exceso	-25,35%
Factor de obstrucción	2.048E-004 h.m ² . °C/kcal

$\Delta P(\text{Coraza/Tubos})$	4 kPa /5 kPa
Coeficiente de película para la coraza	127,890 kcal/h.m ² . °C
Coeficiente de película para los tubos	470,250 kcal/h.m ² . °C

8.3 DISEÑO DEL REACTOR R01 ADIABÁTICO E ISOTÉRMICO.

8.3.1 Consideraciones de diseño

Para el diseño del reactor, el material de construcción elegido es exteriormente de acero inoxidable 304 e interiormente es revestido de vidrio al borosilicato, para asegurar así una buena resistencia a la corrosión ante la mayoría de los productos que se manipulan en el interior de este equipo.

La presión de operación del reactor se sitúa en un valor de 105 kPa. Esta leve presurización tiene varios objetivos. El primero de ellos es la seguridad, en caso de cualquier imprevisto el equipo no generará una explosión sino una implosión. El segundo de ellos se debe a que aumenta el avance de reacción hacia el producto buscado. Por último, incentiva la salida del gas producido por reacción, disminuyendo el gasto energético de bombeo.

La temperatura de diseño es de 130°C, ya que es la temperatura óptima de reacción; que junto con el exceso constante de AE impiden la existencia de reacciones indeseadas, explicadas en el Capítulo 5.

El nitrógeno, que se considera un gas ideal, es el medio de agitación y encargado de extraer el calor producido por la reacción exotérmica, de esta forma, se mantiene la temperatura dentro del equipo a 130 °C.

El tamaño de burbuja empleado para la fluidización es 1400 micrones para generar un flujo turbulento y posibilitar el menor arrastre posible a las etapas de purificación.

Una vez mencionadas todas las suposiciones realizadas para el diseño también se debe decir que según la forma de operar del reactor consiste en un reactor continuo.

8.3.2 Cálculo de las dimensiones del reactor

Para efectuar el diseño del reactor se considera que la reacción de deshidratación de etanol con ácido sulfúrico como catalizador es de primer orden². Se supone que el tiempo espacial

² Contreras, J. L. y col. Estudio Cinético para la obtención de éter etílico a partir de etanol usando una resina ácida en fase heterogénea. Reporte de investigación 102. Universidad Autónoma metropolitana. División de Ciencias Básicas e ingeniería. Pág 15,20.1983.

es de 4.8 h³, que es el tiempo necesario para tratar un volumen de alimentación igual al volumen del reactor, medido en las condiciones especificadas.

La ecuación de diseño para el reactor en consideración, de tipo flujo de mezcla completa en estado estacionario⁴, parte del balance que se muestra en la Ecuación 8.5.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{desaparición por reacción} + \text{acumulación} \quad \text{Ecuación 8.5}$$

De la cual se desprende

$$\tau = \frac{1}{s} = \frac{V}{v_0} = \frac{VC_{ET}}{F_{ET}} = \frac{C_{ET}X_{ET}}{-r_{ET}} \quad \text{Ecuación 8.6}$$

Dónde

τ : tiempo espacial

s : velocidad espacial

V : volumen del reactor

C_{ET} : moles de etanol que ingresan, por volumen de alimentación

v_0 : caudal volumétrico de la alimentación

F_{ET} : flujo molar de ingreso de etanol

X_{ET} : conversión del etanol dentro del reactor

$-r_{ET}$: velocidad de desaparición de etanol

Se asume que el valor de C_{ET} , X_{ET} y F_{ET} es de 16.92 mol/L⁵, 0.78 y 32983.13 mol/h⁶ de manera respectiva. Se despeja de la Ecuación 8.6 y se obtiene el volumen total del reactor.

$$V = \frac{\tau F_{ET}}{C_{ET}} = \frac{4.8 \text{ h} \times 32983.13 \frac{\text{mol}}{\text{h}}}{16.92 \frac{\text{mol}}{\text{h}}} = 9356.9 \text{ L} = 9.4 \text{ m}^3$$

El volumen total del reactor R01 es de 9.4 m³, dentro del cual, se contempla el catalizador, el 60% de exceso de etanol y el espacio requerido para la fluidización con nitrógeno.

Baschky, Michael. Temperature and pressure effects on the elimination reactions of diethyl ether with hydroxide and amide ions. Department of Chemistry. Universidad de Minesota. International Journal of Mass Spectrometry 195/196 (2000) 411–418 1999.

³ Toselli, L. y col., Simulación del proceso de fabricación de éter etílico. Optimización energética. ISSN 0716- 8756. Información tecnológica. Vol 6, nº 5, 1995.

⁴ Levenspiel, O. Ingeniería de las reacciones químicas. Editorial Reverté S.A. 2º Edición. Méjico. Pág 46 – 113.

⁵ ChemCad v7.1.2, 2017

⁶ ChemCad v7.1.2, 2017

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

Se calcula el volumen que ocupará el nitrógeno dentro del equipo, para determinar el modo de efectuar la fluidización; así por último determinar el volumen para el HS y AE en exceso.

Con el valor de la densidad⁷ del nitrógeno y el caudal másico, se calcula el volumen que ocupa.

$$\delta_{N_2} = 312 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{N_2} = 1450 \text{ kg}$$

$$V_{N_2} = \frac{1450 \text{ kg}}{312 \text{ kg/m}^3} = 4,65 \text{ m}^3$$

Por diferencia con el volumen total de R01 encontrado a través del τ , se determina el espacio para HS y AE en exceso, ecuación 8.7.

$$V_{HSyAE} = V - V_{N_2} \tag{Ecuación 8.7}$$

$$V_{HSyAE} = 9,4 \text{ m}^3 - 4,65 \text{ m}^3$$

$$V_{HSyAE} = 4,75 \text{ m}^3$$

Se supone una relación entre el diámetro del reactor y el largo de $D = L/1,5$, de acuerdo con el rango bibliográfico y que $L = L_{MEZCLA} + L_{N_2}$ con la fluidización correspondiente para el volumen de nitrógeno, se determina el tamaño de burbuja.

$$L = L_{MEZCLA} + L_{N_2} \tag{Ecuación 8.8}$$

$$L_{MEZCLA} = \frac{4 \cdot V_{MEZCLA}}{\pi \cdot D^2} \tag{Ecuación 8.9}$$

$$L_{N_2} = \frac{4 \cdot V_{N_2}}{\pi \cdot D^2} \tag{Ecuación 8.10}$$

$$L = \frac{4 \cdot V_{MEZCLA}}{\pi \cdot D^2} + \frac{4 \cdot V_{N_2}}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot V_{MEZCLA}}{\pi \cdot \frac{L^2}{1,5^2}} + \frac{4 \cdot V_{N_2}}{\pi \cdot \frac{L^2}{1,5^2}} = \frac{11,460 \text{ m}^3}{L^2} + \frac{13,321 \text{ m}^3}{L^2} = \frac{24,78 \text{ m}^3}{L^2}$$

$$L^3 = 31,66 \text{ m}^3$$

Siendo el largo del reactor $L \cong 3 \text{ m}$.

Por lo que el diámetro corresponde a $D = 3 \text{ m}/1,5 = 2 \text{ m}$.

Con este valor y con las ecuaciones 8.9 y 8.10, se calcula el largo del reactor perteneciente al volumen de la mezcla y del nitrógeno.

⁷ Valores obtenidos del simulador ChemCad v7.1.2, 2017

$$L_{MEZCLA} = \frac{4.4 \text{ m}^3}{\pi \cdot (2 \text{ m})^2} = 1,3 \text{ m}$$

$$L_{N_2} = L - L_{MEZCLA} = 3 \text{ m} - 1,3 \text{ m} = 1,7 \text{ m}$$

Para la fluidización, la relación entre la longitud del lecho fluidizado y el lecho sin fluidizar está dada por

$$L_{N_2} = L_{MEZCLA} \cdot \frac{1}{1-\varepsilon} \tag{Ecuación 8.11}^8$$

Con lo que el valor de la porosidad es $\varepsilon = 0,2353$.

Ajustando este valor a la ecuación 8.12⁹, se estima el diámetro de partícula que corresponde al tamaño de burbuja en micrones.

$$\varepsilon = 1 - 0,356 \cdot (\log D_B - 1) \tag{Ecuación 8.12}$$

$$\log D_B = \frac{1 - 0,2353}{0,356} + 1$$

$$D_B = 1400 \text{ micrones}$$

8.3.4 Cálculo del sistema de agitación y calentamiento.

8.3.4.1 Diseño de los difusores

La velocidad superficial del gas y el hold-up¹⁰ del reactor son dos parámetros que vienen muy condicionados por el diseño de los difusores.

De los diferentes tipos de difusores, se escoge un difusor de tubos tipo radial, que en relación con la bibliografía es el que tiene menos pérdida de carga, Figura 8.61.

El fenómeno que se tiene que evitar en los difusores de las columnas de burbujeo es el “weeping”. Este fenómeno ocurre cuando la energía cinética del gas a través de los agujeros es insuficiente para soportar el peso del líquido que está encima de estos agujeros. Por lo que la velocidad crítica en la que se produce el fenómeno viene dada por la ecuación 8.10.

$$v_{critica} = 1,25 \sqrt{\frac{(\delta_M - \delta_{N_2}) \cdot g \cdot D_B}{\delta_{N_2}} \cdot 0,44 \cdot \left(\frac{l}{D_B}\right)^{-0,12} \cdot \left(\frac{\Delta x}{D_B}\right)^{-0,45} \cdot \left(\frac{L}{D_B}\right)^{0,67}} \tag{Ecuación 8.10}$$

Dónde:

⁸ McCabe Warren L., Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 3era edición.

⁹ McCabe Warren L., Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 3era edición.

¹⁰ Harriot Peter, Chemical Reactor Design, pág. 289.

δ_M : densidad del líquido (kg/m^3)

δ_{N_2} : densidad del gas (kg/m^3)

g : constante de gravedad (m/s^2)

D_B : diámetro del agujero del difusor (m)

l : longitud del tubo del difusor (m)

Δx : pitch (m)

L : altura del líquido en el reactor (m)

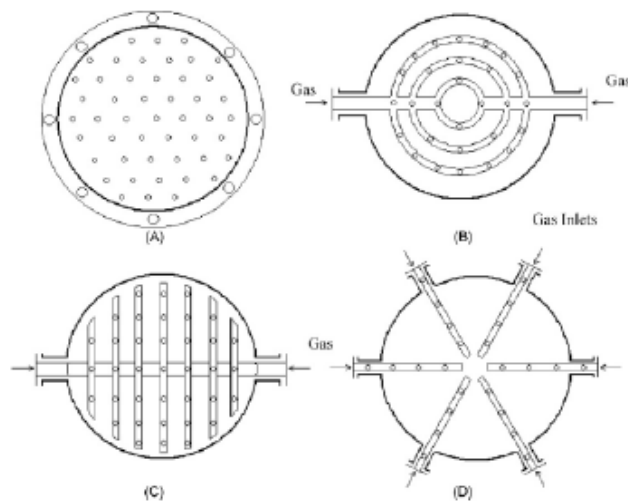


Figura 8.61: Tipos de difusores: a) difusor de un plato, b) difusor de múltiples platos, c) difusor tipo araña, d) difusor de tubos radial.

La longitud de tubo del difusor es de 0,90 m, se elige restándole 0.05 m al radio del equipo, para que se asemeje a la configuración típica del difusor radial; y la relación Pitch/Diámetro de agujero de 5¹¹. Es importante que la relación entre pérdidas de presiones que hay entre las pérdidas de presiones por fricción y las pérdidas de presión que sufre el gas en atravesar los agujeros sea menor que 0,1 para asegurar un flujo uniforme. Es por eso que se escoge un cabezal de tubos y un diámetro de tubos menor a esa pérdida de presión.

Con lo resuelto la velocidad crítica resulta

$$v_{critica} = 1,25 \sqrt{\frac{(1134-312)kg/m^3 \cdot 9,8m/s^2 \cdot 0,0014 m}{312kg/m^3} \cdot 0,44 \cdot \left(\frac{0,90 m}{0,0014 m}\right)^{-0,12} \cdot \left(\frac{5}{0,0014 m}\right)^{-0,45} \cdot \left(\frac{9,4 m}{0,0014 m}\right)^{0,67}}$$

¹¹ Harriot Peter, Chemical Reactor Design, pág. 374.

$$v_{critica} = 0,068 \text{ m/s}^2$$

La velocidad a la que circula el gas por los agujeros tiene que ser mayor a esta velocidad crítica.

8.3.4.1 Cálculo de la potencia en los difusores

La energía aportada por el difusor se determina a través de la siguiente ecuación:

$$P_D = V_{N_2} \cdot \Delta P \quad \text{Ecuación 8.12}$$

Dónde:

P_D : Potencia aportada por el difusor (W).

$Q_{V_{N_2}}$: Caudal volumétrico a la salida (m^3/s).

ΔP : Perdida de presión sufrida por el gas. (Pa)

La potencia aportada es

$$P_D = 105 \text{ kPa} \cdot 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 135,63 \text{ W}$$

8.4 DISEÑO DE COLUMNAS DEL PROCESO.

8.4.1 Consideraciones de diseño

Las columnas de purificación se diseñan con el simulador Chemcad v7.1.2, 2017, CHEMSTATION inc., bajo el modelo termodinámico NRTL.

Para todas las columnas se elige acero inoxidable 304 debido a la resistencia a la corrosión y durabilidad.

En cada una de ellas se iteró hasta obtener el mayor porcentaje de separación, para así adquirir el mejor rendimiento global del proceso. El diseño común de todos los equipos que aquí se detallan, es que son columnas de platos con capuchones; y al igual que para los intercambiadores de calor; se realizaron con características similares para reducir repuestos en stock y mano de obra en mantenimiento.

Las características a la hora de la elección de los capuchones a diseñar a tener en cuenta fueron: tamaño de la abertura adecuado para evitar incrustaciones, apertura fija para que las válvulas no fallen y queden cerradas, fácil de limpiarlas, construcción resistente para una larga vida útil.

8.4.2 Columna de Neutralización C01

La columna de neutralización pone en contacto el HS con la corriente EER, que ingresa por la base de la columna. El equipo es una torre reactiva de capuchones, con 10 platos, con reflujo nulo. El producto generado por reacción, Sulfato de Sodio, egresa del equipo por la base. En el Anexo All se presentan las características y especificaciones de diseño.

8.4.3 Columna de Deshidratación C02

En el equipo C02 de 28 platos, ingresan las corrientes EES1 y SN por los platos 17 y 23 simultáneamente y vapor vivo por la base. Egresa la corriente EES2 por la parte superior manteniendo reflujo nulo.

El diseño del equipo y las especificaciones para cada plato se presentan en el Anexo AIII.

8.4.4 Columna de Purificación de EE C03

En esta columna, que posee en total 28 platos se lleva la corriente que ingresa por el plato 19 al grado de pureza para la venta; egresando el EE por el tope y el AE por el fondo.

El diseño del C03 se presenta en el Anexo AIV.

8.4.5 Torre de Absorción de Gases C04

El venteo del gas incondensable empleado en R01 como medio de fluidización, se separa del proceso en la columna C04 de 12 platos. Ingresan en contracorriente las corrientes AE1 y EERE por el plato superior e inferior respectivamente: salen las corrientes VE y AE por los extremos. El detalle del diseño de la torre se muestra específicamente en el Anexo AV.

8.5 DISEÑO Y ADOPCIÓN DE LAS BOMBAS DEL PROCESO

La energía suministrada a los aparatos para impulsar fluidos en los procesos químicos es, con frecuencia, una fracción importante del consumo de energía del proceso. Para conservar energía, es importante seleccionar de manera apropiada bombas y compresores.

La mayor parte de las bombas caen en una de las dos clases principales, bombas de desplazamiento positivo y bombas centrífugas. Las bombas de desplazamiento positivo suministran una cantidad definida de fluido por cada carrera o revolución del aparato, mientras que las bombas centrífugas suministran un volumen que depende de la presión de descarga o energía suministrada.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

La ecuación de Bernoulli, en la forma de la Ecuación 8.13, puede aplicarse entre cualesquiera dos puntos de una bomba.

$$H + \frac{P_a}{\rho} + Z_a + \frac{V_a^2}{2 \times g} = \frac{P_b}{\rho} + Z_b + \frac{V_b^2}{2 \times g} + hf \quad \text{Ecuación 8.13}$$

donde

H: altura efectiva de la bomba (ideal)

P_a y *P_b*: presión sobre el fluido en los puntos de succión y descarga

ρ: densidad de fluido

Z_a y *Z_b*: altura del nivel del líquido en los puntos de succión y descarga

V_a y *V_b*: velocidad lineal del fluido en los puntos de succión y descarga

hf: pérdidas por fricción

g: factor de proporcionalidad de la ley de Newton

Para la aplicación de la ecuación 8.13 es necesario determinar el valor de *hf*, el cual se expresa en la ecuación 8.14

$$hf = f \times \frac{L}{D} \times \frac{u^2}{2 \times g} \quad \text{Ecuación 8.14}$$

Donde

f: factor o coeficiente de fricción

L: longitud total de la canalización

D: diámetro

u: velocidad lineal media

A su vez, *L* tiene en cuenta como la longitud de tubería recta más la longitud equivalente, que corresponde a los accesorios que se incluyen. Se emplea la Figura 8.62 para su cálculo.

Al adoptar una tubería de acero inoxidable 304, cuyo diámetro es 1 1/2 plg. (DI: 0,04094 m; cédula 40), estándar ASTM A-312¹² junto con el caudal másico de cada bomba; es posible calcular la velocidad lineal a partir de la ecuación 8.15, de continuidad.

¹² Cañería comercializada en Argentina de uso industrial, ACEROMAX S.A.

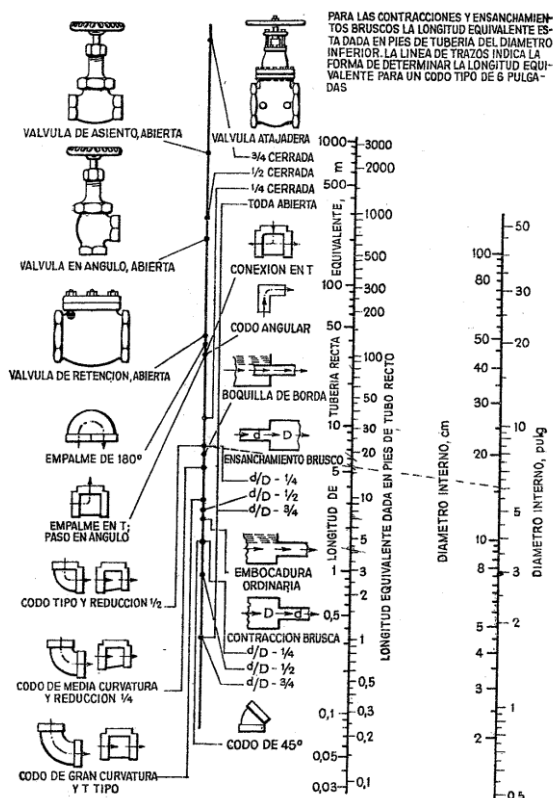


Figura 8.62: Figura 1-2 Ocón y Tojo Tomo I¹³.

$$V_{lineal} = \frac{Q_{m\acute{a}sico}}{\rho \times A}$$

Ecuación 8.15

Donde

$Q_{m\acute{a}sico$: caudal másico

ρ : densidad de fluido

A : área transversal

A partir de la velocidad lineal encontrada, y, por consiguiente, su diámetro, se determina el número de Reynolds, ecuación 8.16, que determina el tipo de flujo que se presenta en el equipo.

$$N_{Re} = \frac{DI \times \rho \times V_{lineal}}{\mu}$$

Ecuación 8.16

Donde

DI : diámetro interno de la tubería

ρ : densidad de fluido

μ : viscosidad del fluido

¹³ Problemas de Ingeniería química, página 14. Diámetros equivalentes de accesorios de bombas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

Se determina la rugosidad relativa del acero comercial, a través de la Figura 8.63.

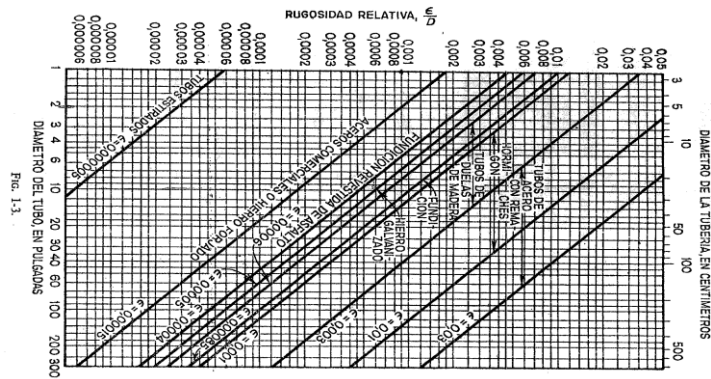


Figura 8.63: Figura 1-3 Ocón y Tojo Tomo I¹⁴.

Ahora, se ingresa a la Figura 8.64 por intermedio de la rugosidad relativa y el número de Reynolds, obteniendo el factor de fricción de Darcy, f. con todos estos datos es posible calcular la ecuación 8.14.

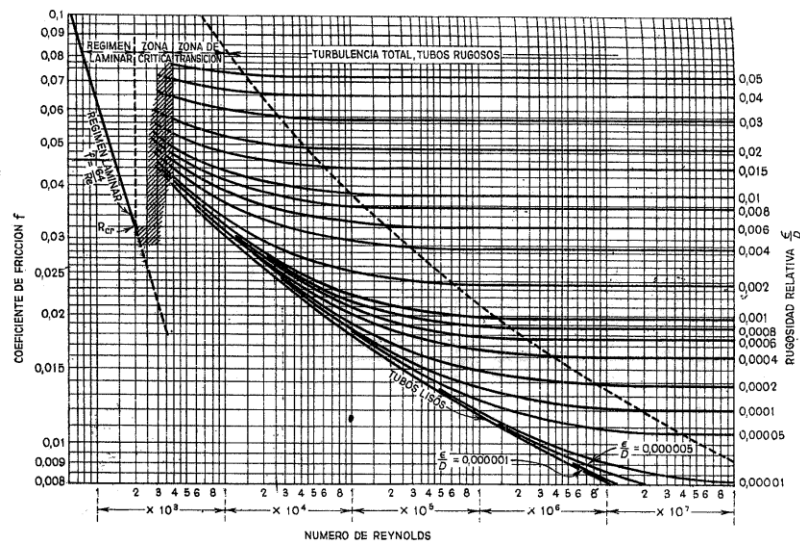


Figura 8.64: Figura 1-4 Ocón y Tojo Tomo I¹⁵.

Con la ecuación 8.14 resuelta, y adoptando un 10% de sobre diseño, se calcula la potencia requerida para la bomba, a través de la ecuación 8.17

$$P = \frac{H \times Q_{m\acute{a}sico} \times g}{375.5} \tag{Ecuación 8.17}$$

Donde

¹⁴ Ocón y Tojo Tomo I, Problemas de Ingeniería química, página 16. Rugosidad relativa de diversos materiales

¹⁵ Ocón y Tojo Tomo I, Problemas de Ingeniería química, página 17. Factor de fricción de Darcy

$Q_{m\acute{a}sico}$: caudal másico

g : factor de proporcionalidad de la ley de Newton

El rendimiento de las bombas varía según para qué es usado, incluyendo el mismo se obtiene la potencia final, ecuación 8.18

$$P_{final} = \frac{P}{\eta} \quad \text{Ecuación 8.18}$$

Donde:

P_{final} : potencia final a tener en cuenta

η : rendimiento

La cavitación no tendrá lugar, siempre que la suma de las cargas de velocidad y presión en la toma de succión sea sensiblemente mayor que la presión de vapor del líquido. La cantidad en exceso respecto de la suma de estas cargas, sobre la presión de vapor, recibe el nombre de carga neta de aspiración positiva (NPSH) y se calcula como se muestra en la ecuación 8.19.

$$NPSH = \frac{p_a - p_v}{\rho} - h_{fs} - Z \quad \text{Ecuación 8.19}$$

p_a : presión a la entrada de la bomba

p_v : presión de vapor

ρ : densidad del fluido

h_{fs} : fricción en la conducción de succión

Z : diferencia de altura

8.5.1 Consideraciones de diseño

En todos los casos se impone potencial importancia al cálculo de la cavitación, para evitar desgastes o roturas innecesarias.

Como se trata, en general, de fluidos no viscosos, no se presentan problemas para el movimiento de los fluidos; por lo cual se tiende a elegir bombas de las mismas características; para que la cantidad en stock por mantenimiento e imprevistos sea reducida.

Se considera para todo el sistema el mismo diámetro de tubería y material, así el mantenimiento es más simple.

Para todas las unidades, se supone una válvula de carga y una de descarga.

Para todos los casos, se muestra un esquema alusivo de la necesidad de transporte para la bomba analizada.

8.5.2 Bomba B01, para llevar AE₁ desde el A01 y A02 hasta T01

La bomba B01 se encarga de llevar la corriente AE₁ desde el tanque de almacenamiento A01 y A02 hasta el tanque pulmón T01. El tipo elegido es una bomba auto-cebante de canal lateral aptas para impulsar líquidos de las particularidades utilizadas. Las características del fluido a bombear se expresan en la Tabla 8.95 y los valores obtenidos para el cálculo de la bomba en la Tabla 8.96 . Por último, en la Tabla 8.97 se muestran los detalles de la bomba elegida. En la Figura 8.65 se muestra un esquema del sistema.

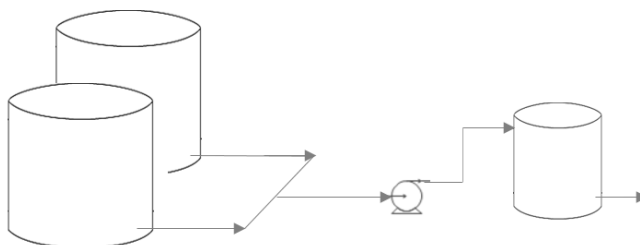


Figura 8.65: Esquema ilustrativo de la bomba B01

Las distancias respectivas a cada equipo se detallan en la Tabla 8.94.

Tabla 8.94: Distancias consideradas entre los equipos que se conectan con B01

DISTANCIA	VALOR	UNIDAD
Distancia desde A01 y A02	12,5	m
Distancia desde A01 y A02 a T01	80	m
Distancia desde B01 a T01	30	m

Tabla 8.95: Propiedades de AE1 a bombear

Corriente	Caudal (kg/h)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad (cp)
AE ₁	1570,5	797	1,171

Tabla 8.96: Cálculo para la bomba B01

DATOS	VALOR
Tamaño nominal de la tubería	1 ¼ plg
DI	0,03505 m
cédula	40
V _{lineal}	0,57 m/s
f	0,03

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

Longitud de la tubería recta	104 m
Longitud equivalente de 4 codos rectos	10 m
Longitud equivalente a una T	2,6 m
Longitud equivalente de 1 válvula de asiento abierta en la descarga	0,3 m
Longitud equivalente de 1 válvula de retención abierta en la descarga	3,0 m
L	120 m
hf	0,72 m
ΔZ	5,6 m
ΔP	0
H _{final}	6,7 m
Potencia	0,084 HP
Potencia efectiva	0,129 HP
NPSH	6,985 m

Tabla 8.97: Características de la bomba seleccionada

Equipo adoptado	Bomba de canal lateral
Descripción	Bomba autoaspirante de canal lateral que se puede utilizar en la industria farmacéutica y química.
Modelo	ASPIR A-50 (Anexo AI)
Caudal máximo	3,8 m ³ /h
Altura manométrica máxima	22 m a caudal cero
NPSH _{REQUERIDO}	3,6 m
Motor	0,8 HP – 1400 rpm - trifásico
Aplicaciones	Diseñada para bombear productos que contengan aire o gas y también se puede utilizar para poder aspirar en negativo con un cebado previo y en equipos de filtración. Se puede utilizar para productos volátiles como alcoholes, acetona u otros disolventes, o para productos a temperatura cerca del punto de ebullición.

8.5.3 Bomba B02, para llevar AE₁ desde I01 hasta C04

La bomba B02 se encarga de llevar la corriente AE₁ desde el intercambiador I01 hasta la columna de absorción. El tipo elegido es una bomba auto-cebante de canal lateral. Las características del fluido a bombear se expresan en la Tabla 8.99 y los valores obtenidos para el cálculo de la bomba en la Tabla 8.100. Por último, en la Tabla 8.97 se muestran características de la bomba elegida. En la Figura 8.65 se muestra un esquema.

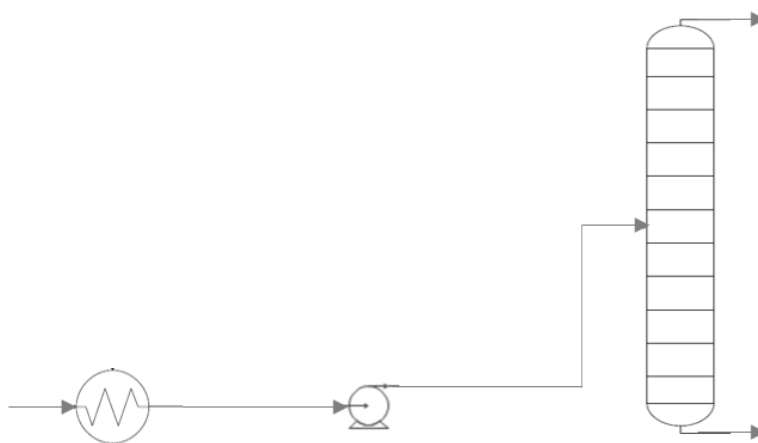


Figura 8.66: Esquema ilustrativo de la bomba B02

Las distancias respectivas a cada equipo se detallan en la Tabla 8.98

Tabla 8.98: Distancias consideradas entre los equipos que se conectan con B02

DISTANCIA	VALOR	UNIDAD
Distancia desde B02 a C04	5	m
Distancia desde I01 a B02	8	m

Tabla 8.99: Propiedades del AE1 a bombear

Corriente	Caudal (kg/h)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad (cp)
AE ₁	1570,5	797	1,171

Tabla 8.100: Cálculo para la bomba B02

DATOS	VALOR
Tamaño nominal de la tubería	1 ¼ plg
DI	0,03505 m
cédula	40
V _{lineal}	0,57 m/s
f	0,03

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

Longitud de la tubería recta	15,4 m
Longitud equivalente de 2 codos rectos	5 m
Longitud equivalente de 1 válvula de asiento abierta en la descarga	0,3 m
Longitud equivalente de 1 válvula de retención abierta en la descarga	3,0 m
L	23,7 m
hf	0,33 m
hf intercambiador I01	0,102 m
hf total	0,432 m
ΔZ	7,3 m
ΔP	0
H _{final}	0,55 m
Potencia	0,01HP
Potencia efectiva	0,011HP
NPSH	8,372 m

Tabla 8.101: Características de la bomba seleccionada

Equipo adoptado	Bomba de canal lateral
Descripción	Bomba autoaspirante de canal lateral que se puede utilizar en la industria farmacéutica y química.
Modelo	ASPIR A-50 (Anexo AI)
Caudal máximo	3,8 m ³ /h
Altura manométrica máxima	22 m a caudal cero
NPSH	3,6 m
Motor	0,8 HP – 1400 rpm - trifásico
Aplicaciones	Diseñada para bombear productos que contengan aire o gas y también se puede utilizar para poder aspirar en negativo con un cebado previo y en equipos de filtración. Se puede utilizar para productos volátiles como alcoholes, acetona u otros disolventes, o para productos a temperatura cerca del punto de ebullición.

8.5.4 Bomba B03, para llevar AE desde C04 a I02.

La bomba B03 se encarga de llevar la corriente AE desde la columna C04 hasta el intercambiador I02. El tipo elegido es una bomba auto-cebante de canal lateral. Las características del fluido a bombear se expresan en la Tabla 8.103 y los valores obtenidos para el cálculo de la bomba en la Tabla 8.104. Por último, en la Tabla 8.105 se muestran particularidades de la bomba elegida. En la Figura 8.65 se muestra un esquema del sistema.

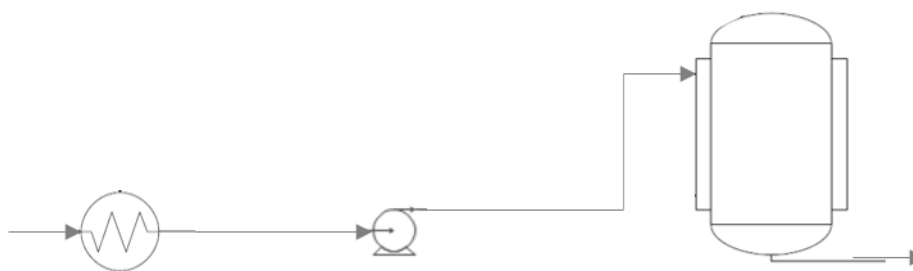


Figura 8.67: Esquema ilustrativo de la bomba B03

Las distancias respectivas a cada equipo se detallan en la Tabla 8.98.

Tabla 8.102: Distancias consideradas entre los equipos que se conectan con B03

DISTANCIA	VALOR	UNIDAD
Distancia desde C04 a B03	5	m
Distancia desde B02 a I02	7	m

Tabla 8.103: Propiedades del AER a bombear

Corriente	Caudal (kg/h)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad (cp)
AE	1597,5	869,7	16,16

Tabla 8.104: Cálculo para la bomba B03

DATOS	VALOR
Tamaño nominal de la tubería	1 ¼ plg
DI	0,03505 m
cédula	40
V_{lineal}	0,53 m/s
f	0,032
Longitud de la tubería recta	5 m
Longitud equivalente de 1 codo recto	2,5 m

Longitud equivalente de 1 válvula de asiento abierta en la descarga	0,3 m
Longitud equivalente de 1 válvula de retención abierta en la descarga	3,0 m
L	10,8 m
hf	0,14 m
ΔP	0
H _{final}	0,23 m
Potencia	0,003 HP
Potencia efectiva	0,005 HP
NPSH	11,787 m

Tabla 8.105: Características de la bomba seleccionada

Equipo adoptado	Bomba de canal lateral
Descripción	Bomba autoaspirante de canal lateral que se puede utilizar en la industria farmacéutica y química.
Modelo	ASPIR A-50 (Anexo AI)
Caudal máximo	3,8 m ³ /h
Altura manométrica máxima	22 m a caudal cero
NPSH	3,6 m
Motor	0,8 HP – 1400 rpm - trifásico
Aplicaciones	Diseñada para bombear productos que contengan aire o gas y también se puede utilizar para poder aspirar en negativo con un cebado previo y en equipos de filtración. Se puede utilizar para productos volátiles como alcoholes, acetona u otros disolventes, o para productos a temperatura cerca del punto de ebullición.

8.5.5 Bomba B04, para llevar AS desde I04 hasta R01

La bomba B04 se encarga de llevar la corriente AS desde el intercambiador de calor I04 hasta el reactor R01. El tipo elegido es una bomba auto-cebante de canal lateral de acero inoxidable. Las características del fluido a bombear se expresan en la Tabla 8.107 y los valores obtenidos

para el cálculo de la bomba en la Tabla 8.108. Por último, en la Tabla 8.109 se muestran características de la bomba elegida. En la Figura 8.68 se muestra un esquema.

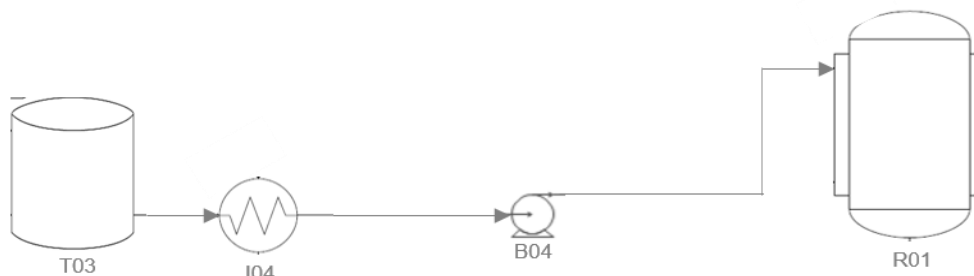


Figura 8.68: Esquema ilustrativo de la bomba B04

Las distancias respectivas a cada equipo se detallan en la Tabla 8.106

Tabla 8.106: Distancias consideradas entre los equipos que se conectan con B04

DISTANCIA	VALOR	UNIDAD
Distancia desde I04 a B04	5	m
Distancia desde B04 a R01	8	m

Tabla 8.107: Propiedades del AS a bombear

Corriente	Caudal (kg/h)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad (cp)
AS	86,5	1342	1,942

Tabla 8.108: Cálculo para la bomba B04

DATOS	VALOR
Tamaño nominal de la tubería	1 ¼ plg
DI	0,03505 m
cédula	40
V_{lineal}	0,02 m/s
f	0,13
Longitud de la tubería recta	14 m
Longitud equivalente de 2 codos rectos	5 m
Longitud equivalente de 1 válvula de asiento abierta en la descarga	0,3 m
Longitud equivalente de 1 válvula de retención abierta en la descarga	3,0 m
L	22,3 m

hf	0,0014 m
hf intercambiador I04	0,816 m
Hf total	0,8174 m
ΔZ	3 m
ΔP	0
H _{final}	3,002 m
Potencia	0,002 HP
Potencia efectiva	0,003 HP
NPSH	4,841 m

Tabla 8.109: Características de la bomba seleccionada

Equipo adoptado	Bombas monobloc.
Descripción	Bomba de carcasa espiral horizontal dividida radialmente en diseño de extracción posterior, con impulsor radial, de una sola entrada, de una etapa, según ISO 2858 / ISO 5199.
Modelo	Estampinox EFI 2 con recubrimiento (Anexo AI)
Caudal máximo	18 m ³ con rodete de 125 mm
Altura manométrica máxima	5 mca
NPSH	2 mca
Motor	1,48 HP – 1450 rpm - Motor trifásico de inducción
Aplicaciones	Es una bomba para líquidos agresivos en las industrias química y petroquímica, sistemas de refinería.

8.5.6 Bomba B05, para llevar HS desde T04 hasta C01

La bomba B05 se encarga de llevar la corriente HS desde el tanque de almacenamiento T04 hasta la columna de neutralización C01. El tipo elegido es una bomba monobloc. Las características del fluido a bombear se expresan en la Tabla 8.111 y los valores obtenidos para el cálculo de la bomba en la Tabla 8.112. En la Figura 8.69 se muestra un esquema del sistema. Por último, en la Tabla 8.113 se muestran características de la bomba elegida.



Figura 8.69: Esquema ilustrativo de la bomba B05

Las distancias respectivas a cada equipo se detallan en la Tabla 8.110

Tabla 8.110: Distancias consideradas entre los equipos que se conectan con B05

DISTANCIA	VALOR	UNIDAD
Distancia desde T04 a B05	3	m
Distancia desde B05 a C01	57	m

Tabla 8.111: Propiedades del HS a bombear

Corriente	Caudal (kg/h)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad (cp)
HS	79	1311	12,02

Tabla 8.112: Cálculo para la bomba B05

DATOS	VALOR
Tamaño nominal de la tubería	1 ¼ plg
DI	0,03505 m
cédula	40
V_{lineal}	0,02 m/s
f	0,87
Longitud de la tubería recta	67 m
Longitud equivalente de 4 codos rectos	10 m
Longitud equivalente de 1 válvula de asiento abierta en la descarga	0,3 m
Longitud equivalente de 1 válvula de retención abierta en la descarga	3,0 m
L	29,4 m
hf	0,01 m

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

ΔZ	4,1 m
ΔP	0
H_{final}	3,02 m
Potencia	0,002 HP
Potencia efectiva	0,003 HP
NPSH	3,843 m

Tabla 8.113: Características de la bomba seleccionada

Equipo adoptado	Bombas monobloc.
Descripción	Bomba de carcasa espiral horizontal dividida radialmente en diseño de extracción posterior, con impulsor radial, de una sola entrada, de una etapa, según ISO 2858 / ISO 5199.
Modelo	Estampinox EFI con recubrimiento (Anexo AI)
Caudal máximo	18 m ³ con rodete de 125 mm
Altura manométrica máxima	5 m
NPSH	0 m
Motor	1,48 HP – 1450 rpm - Motor trifásico de inducción
Aplicaciones	Es una bomba diseñada para cubrir todos los servicios auxiliares de la industria química

8.5.7 Bomba B06, para llevar SN desde C01 a C02

La bomba B06 se encarga de llevar la corriente SN desde la columna C01 hasta la columna de separación C02. El tipo elegido es una bomba de canal lateral. Las características del fluido a bombear se expresan en la Tabla 8.115 y los valores obtenidos para el cálculo de la bomba en la Tabla 8.116. En la Figura 8.70, se muestra un esquema de esta. Por último, en la Tabla 8.117 se muestran características de la bomba elegida.



Figura 8.70: Esquema ilustrativo de la bomba B06

Las distancias respectivas a cada equipo se detallan en la Tabla 8.114

Tabla 8.114: Distancias consideradas entre los equipos que se conectan con B06

DISTANCIA	VALOR	UNIDAD
Distancia desde C01 a B06	5	m
Distancia desde B06 a C02	5	m

Tabla 8.115: Propiedades del SN a bombear

Corriente	Caudal (kg/h)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad (cp)
SN	104	1567	0,02244

Tabla 8.116: Cálculo para la bomba B06

DATOS	VALOR
Tamaño nominal de la tubería	1 ¼ plg
DI	0,03505 m
cédula	40
V_{lineal}	0,002 m/s
f	0,026
Longitud de la tubería recta	13 m
Longitud equivalente de 2 codos rectos	5 m
Longitud equivalente de 1 válvula de asiento abierta en la descarga	0,3 m
Longitud equivalente de 1 válvula de retención abierta en la descarga	3,0 m
L	21,3 m

hf	0,0003 m
ΔP	0
H _{final}	3 m
Potencia	0,002 HP
Potencia efectiva	0,004 HP
NPSH	5,145 m

Tabla 8.117: Características de la bomba seleccionada

Equipo adoptado	Bomba de canal lateral
Descripción	Bomba autoaspirante de canal lateral que se puede utilizar en la industria farmacéutica y química.
Modelo	ASPIR A-50 (Anexo AI)
Caudal máximo	3,8 m ³ /h
Altura manométrica máxima	22 m a caudal cero
NPSH	3,6 m
Motor	0,8 HP – 1400 rpm - trifásico
Aplicaciones	Diseñada para bombear productos que contengan aire o gas y también se puede utilizar para poder aspirar en negativo con un cebado previo y en equipos de filtración. Se puede utilizar para productos volátiles como alcoholes, acetona u otros disolventes, o para productos a temperatura cerca del punto de ebullición.

8.5.8 Bomba B07, para llevar AERE desde I06 hasta T01

La bomba B07 se encarga de llevar la corriente AERE desde el intercambiador I06 hasta el T01. El tipo elegido es una bomba de canal lateral. Las características del fluido a bombear se expresan en la Tabla 8.118 y los valores obtenidos para el cálculo de la bomba en la Tabla 8.119. Por último, en la Tabla 8.120 se muestran características de la bomba elegida.

Tabla 8.118: Propiedades del AERE a bombear

Corriente	Caudal (kg/h)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad (cp)
AERE	581,50	743,70	0,4236

Tabla 8.119: Cálculo para la bomba B07

DATOS	VALOR
Tamaño nominal de la tubería	1 ¼ plg
DI	0,03505 m
cédula	40
V_{lineal}	0,23 m/s
f	0,03
Longitud de la tubería recta	89,60 m
Longitud equivalente de 5 codos rectos	12,50 m
Longitud equivalente de 1 válvula de asiento abierta en la descarga	0,30 m
Longitud equivalente de 1 válvula de retención abierta en la descarga	3,00 m
L	69,40 m
hf	0,15 m
hf intercambiador I05	0,102 m
hf total	0,252 m
ΔZ	5,6 m
ΔP	0
H_{final}	0,23 m
Potencia	0,027 HP
Potencia efectiva	0,042 HP
NPSH	7,985 m

Tabla 8.120: Características de la bomba seleccionada

Equipo adoptado	Bomba de canal lateral
Descripción	Bomba autoaspirante de canal lateral que se puede utilizar en la industria farmacéutica y química.
Modelo	ASPIR A-50 (Anexo AI)
Caudal máximo	3,8 m ³ /h
Altura manométrica máxima	22 m a caudal cero
NPSH	3,6 m
Motor	0,8 HP – 1400 rpm - trifásico

Aplicaciones	Diseñada para bombear productos que contengan aire o gas y también se puede utilizar para poder aspirar en negativo con un cebado previo y en equipos de filtración. Se puede utilizar para productos volátiles como alcoholes, acetona u otros disolventes, o para productos a temperatura cerca del punto de ebullición.
--------------	--

8.5.8 Bomba B08, Bomba de Impulsión de EE desde T02 a A05-06

La bomba B08 lleva la corriente EE desde T02 a los tanques de almacenamiento de producto final A05-A06. El tipo elegido es una bomba de canal lateral. Las características del fluido a bombear se expresan en la Tabla 8.118 y los valores obtenidos para el cálculo de la bomba en la Tabla 8.119. Por último, en la Tabla 8.120 se muestran características de la bomba elegida.

Tabla 8.121: Propiedades del AERE a bombear

Corriente	Caudal (kg/h)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad (cp)
EE	776	743,70	0,4236

Tabla 8.122: Cálculo para la bomba B08

DATOS	VALOR
Tamaño nominal de la tubería	1 ¼ plg
DI	0,03505 m
cédula	40
V_{lineal}	0,23 m/s
f	0,03
Longitud de la tubería recta	40 m
Longitud equivalente de 5 codos rectos	12,50 m
Longitud equivalente de 1 válvula de asiento abierta en la descarga	0,30 m
Longitud equivalente de 1 válvula de retención abierta en la descarga	3,00 m
L	69,40 m
hf	0,15 m
hf intercambiador I05	0,10 m

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

hf total	0,25 m
ΔZ	5,60 m
ΔP	0
H _{final}	0,23 m
Potencia	0,03 HP
Potencia efectiva	0,04 HP
NPSH	7,99 m

Tabla 8.123: Características de la bomba seleccionada

Equipo adoptado	Bomba de canal lateral
Descripción	Bomba autoaspirante de canal lateral que se puede utilizar en la industria farmacéutica y química.
Modelo	ASPIR A-50 (Anexo AI)
Caudal máximo	3,80 m ³ /h
Altura manométrica máxima	22 m a caudal cero
NPSH	3,60 m
Motor	0,8 HP – 1400 rpm - trifásico
Aplicaciones	Diseñada para bombear productos que contengan aire o gas y también se puede utilizar para poder aspirar en negativo con un cebado previo y en equipos de filtración. Se puede utilizar para productos volátiles como alcoholes, acetona u otros disolventes, o para productos a temperatura cerca del punto de ebullición.

8.6 CONCLUSIÓN

Para el diseño de cada uno de los equipos que intervienen en el proceso productivo de EE se tienen en cuenta las condiciones de seguridad, relacionadas con un diseño que permite el rendimiento máximo por unidad; así obtener un producto de óptima calidad que permite un rédito económico elevado.

Se considera en el diseño, tecnología de vanguardia, de sencillo mantenimiento y prolongada durabilidad, materiales de construcción que mejor se adapten al fluido que contienen y posean el menor costo posible.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 8

Se tiende a que las dimensiones de equipos que cumplan funciones semejantes sean similares; para reducir la cantidad de stock para mantenimiento, en el caso que surjan imprevistos.

Para el diseño del reactor, el material de construcción elegido es exteriormente de acero inoxidable 304 e interiormente es revestido de vidrio al borosilicato, para asegurar así una buena resistencia a la corrosión ante la mayoría de los productos que se manipulan en el interior de este equipo.

CAPÍTULO N° 9: ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

9.1 INTRODUCCIÓN

Organización es la combinación de los medios técnicos, humanos y financieros que componen la empresa, en función de la consecución de un fin, según las distintas interrelaciones y dependencias de los elementos que lo constituyen.

Las organizaciones obtienen productos (bienes y servicios) a partir de los factores productivos (trabajo, capital y materias primas) que intercambian en el mercado, bien por otros productos o bien por dinero.

Respecto al factor humano, que es el tema central del que se ocupa el presente capítulo, la empresa debe reunir necesariamente a personas especializadas en áreas completamente distintas que aporten enfoques lo más variados posible a cerca de cada problemática en particular de manera de tener un panorama lo más amplio y cercano a la realidad posible a la hora de tomar una decisión. Es indispensable que los intereses de estas personas estén ligados entre sí mediante relaciones contractuales que reflejan una promesa de colaboración. Desde esta perspectiva, la figura del empresario aparece como una pieza básica, ya que es el elemento conciliador de los distintos intereses.

El primer paso en la organización de la empresa será la determinación de los niveles de jerarquía o escalas de autoridad, que es lo que se llama estructura, posteriormente tendrá lugar el establecimiento de las relaciones de autoridad y coordinación y, por último, la definición o descripción de los puestos de trabajo, así como la asignación de responsabilidades.

9.2 ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN

Podemos distinguir la existencia de diferentes niveles de organización según la dimensión de la empresa y según el ámbito de supervisión de subordinados que pueda controlar el jefe. Si ésta es pequeña y tiene pocos empleados podrán ser dirigidos por un solo jefe. Si la empresa va creciendo y teniendo más trabajadores se tendrán que ir constituyendo mandos intermedios, que irán aumentando conforme se incrementa el número de subordinados.

Un esquema general de la estructura de la organización se presenta en la Figura 9.71, a continuación de la cual se describe brevemente cada uno de los niveles representados.

La base de la pirámide representa los trabajos con tareas totalmente ejecutivas. Según se van subiendo escalones las tareas ejecutivas van reduciéndose en cada nivel, a medida que se amplían las tareas directivas.

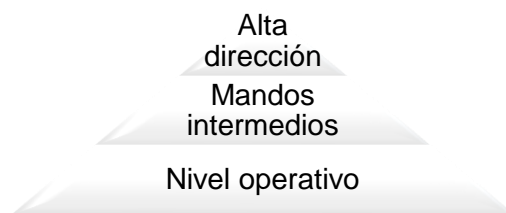


Figura 9.71: Pirámide organizacional

Con este sistema de relaciones se pretende que cada individuo conozca lo que hacen los demás, conozca sus funciones y obligaciones en el proceso de trabajo y tenga una información de todas las actividades que se desarrollan, con el fin de dar al trabajador una visión más clara y de conjunto que facilite la comprensión del objetivo final de la empresa. Así mismo, dentro del sistema deben existir ciertas reglas, una política de trabajo, manuales de instrucción y capacitación y una cultura de la empresa, es decir, un conjunto de costumbres y maneras de actuar que de forma explícita o implícita están guiando y condicionando las decisiones empresariales.

Una vez definida la estructura de la empresa se procede a desarrollar un organigrama de personal, Figura 9.72, en el que pueden verse de manera general las áreas funcionales en las que se divide la empresa.

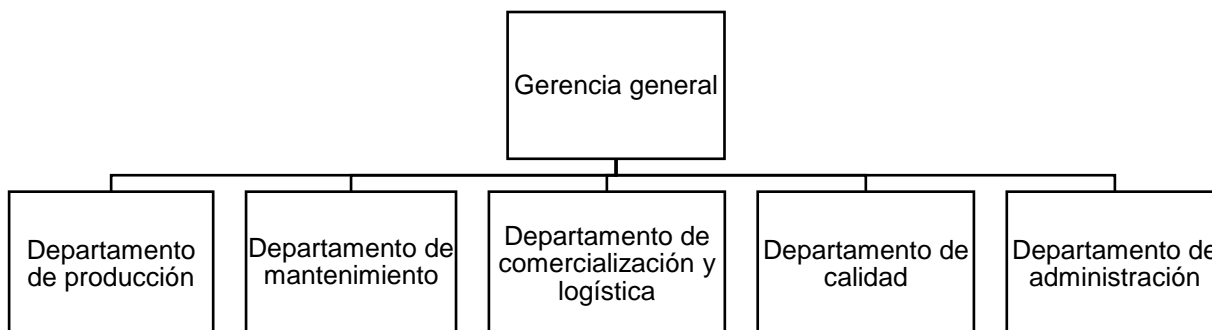


Figura 9.72: Organigrama de departamentos

Luego de definir los departamentos de producción, mantenimiento, comercialización y logística, calidad y administración, se define el personal que se desempeñará dentro de cada uno de ellos para obtener el organigrama de personal de la empresa que se representa en Figura 9.73.

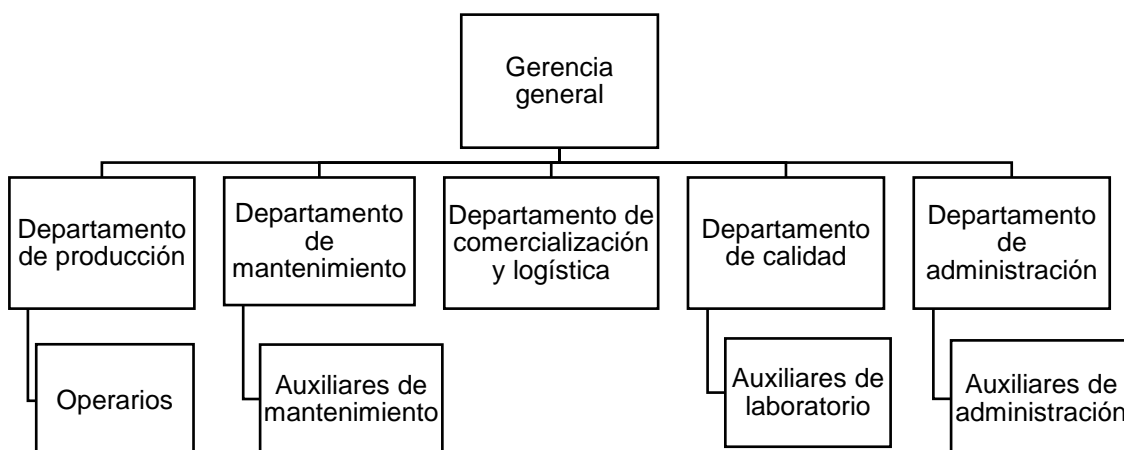


Figura 9.73: Organigrama de personal

9.3 DEFINICIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

En esta sección se define la cantidad de personal necesario para el correcto funcionamiento de la empresa, teniendo en cuenta los niveles jerárquicos antes definidos, así como también la dimensión de cada área, el número y tipo de tareas a desarrollar, los turnos, etc. La distribución de personal correspondiente a un día de trabajo se muestra en la Tabla 9.124.

Tabla 9.124: Personal de la planta

Sector	Puesto	Cantidad de personas	Profesión - Especialidad	Nivel
Gerencia	Gerente general	1	Ingeniero químico	Alta dirección
Producción	Jefe de producción	1	Ingeniero químico	Mandos intermedios
	Operarios	4 por turno	Secundario completo	Nivel operativo
Mantenimiento	Jefe de mantenimiento	1	Ingeniero mecánico	Mandos intermedios
	Auxiliares de mantenimiento	1 por turno	Secundario completo - Capacitación especializada	Nivel operativo

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 9

Comercialización y logística	Encargado de comercialización y logística	1	Licenciado en marketing	Mandos intermedios
Calidad	Jefe de calidad	1	Ingeniero químico	Mandos intermedios
	Auxiliares de laboratorio	1 por turno	Secundario completo - Capacitación especializada	Nivel operativo
Administración	Jefe de administración	1	Contador	Mandos intermedios
	Auxiliares de administración	1	Secundario completo	Nivel operativo
Personal total		25		

9.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

En el apartado a continuación se describirán cada uno de los puestos de trabajo correspondientes a las diversas áreas definidas para la empresa.

9.4.1 Gerencia

Gerente general: Es la máxima autoridad de la empresa. Sus responsabilidades son:

- Planear, aprobar, poner en marcha y supervisar políticas, programas específicos y métodos para hacer cumplir las políticas que dicta el directorio y dirigir su administración y ejecución.
- Establecer y emitir con su firma la política de la calidad y los objetivos que se fijen en relación con esta.
- Establecer y emitir con su firma la política de seguridad e higiene de la planta y todo lo relacionado con la protección ambiental.
- Velar por la concreción de los objetivos de la empresa, estableciendo los nuevos cuando los previos se superen.
- Ordenar adecuadamente la cadena de mando entre los subalternos para que realicen sus funciones dentro de los objetivos específicos de su responsabilidad y comprendan claramente las limitaciones de autoridad que les impone la política fundamental de la empresa, los compromisos contractuales, los presupuestos de egreso y el respeto a los intereses del personal.

- Establecer las metas en el planeamiento de largo, mediano y corto alcance, innovaciones necesarias y fiscalizar la concreción de estas procurando que se saque el mayor provecho de las oportunidades que presenta el mercado.
- Delinear, iniciar, supervisar y administrar el esquema organizacional de la empresa.
- Aprobar la inclusión, eliminación o modificación de cualquier puesto de importancia en la empresa.
- Establecer, iniciar y controlar las políticas de selección del personal, así como también establecer las normas de ascenso o descenso de categoría de cualquier miembro de la administración.
- Supervisar y controlar la situación contable de la empresa.
- Establecer las políticas de competencia y penetración del producto en el mercado.
- Supervisar la redacción y presentar para aprobación por parte del directorio, la asignación de partidas en los presupuestos anuales y trimestrales.
- Revisar periódicamente el sistema de calidad implementado de acuerdo a procedimientos y evaluar los indicadores de calidad establecidos.
- Lograr que las políticas de la empresa se divulguen, comprendan y apliquen por todo el personal involucrado.
- Asegurar la provisión de recursos humanos y materiales para la implementación efectiva del sistema de aseguramiento de la calidad en cada sección de la planta de tal forma que se cumplan los requerimientos de las normas IRAM – ISO E9001.
- Impulsar la capacitación de todo el personal y el monitoreo del grado de avance y efectividad de las acciones implantadas.

9.4.2 Departamento de producción

Su función principal es elaborar un producto de calidad con el menor costo posible, también debe controlar el material con el que se trabaja, planificar los pasos que se deben seguir, las inspecciones y los métodos, el control las herramientas, asignación de tiempos de elaboración, la programación.

Jefe de producción:

- Generar el plan de producción de EE.
- Controlar, ordenar y dirigir las actividades de producción incluyendo provisiones para la fábrica y su funcionamiento.
- Generar la programación de la producción para satisfacer los requerimientos del cliente.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 9

- Planear y coordinar las actividades de producción de toda la empresa para ayudar a perfeccionar, mantener y aprovechar los medios de producción para obtener una ganancia adecuada sobre la inversión del capital.
- Mantener con el Gerente de Calidad una comunicación fluida que permita el mejoramiento continuo, la organización y revisión de los procedimientos en forma constante.
- Transferir al encargado de investigación y desarrollo las solicitudes de desarrollo de nuevos productos o modificaciones del sistema de obtención del EE.
- Analizar los costos operativos en la producción de nuevos productos y/o modificaciones sugeridas.
- Aprobar los procesos productivos y equipos definidos para tal fin.
- Asegurar la correcta identificación y rastreabilidad de los productos generados.
- Controlar la capacidad operativa de los equipos de uso productivo.
- Será el responsable ante las disconformidades externas respecto al producto y su embalaje e internas ocasionadas en el ámbito de su competencia.
- Será el responsable del correcto control del proceso, mantenimiento, envasado del producto y almacenamiento.
- Será responsable de la capacitación, distribución, reasignación de turnos y el aprovechamiento eficiente del personal de la planta a su cargo.
- Será el encargado de procurar (cuando de él dependa) que se cumplan las normas internacionales que versan sobre el medio ambiente y tratamiento de residuos contaminantes (ISO 14000).
- Será el encargado de la ingeniería del proceso.

Operarios de planta:

- Controlar las distintas variables del proceso desde el sistema automático central y actuar en planta frente a cualquier imprevisto.
- Llevar registros de control de calidad respecto a las actividades que desarrollen para asegurar la trazabilidad y seguridad del proceso productivo.
- Informar al jefe de producción sobre anomalías detectadas en el proceso productivo.
- Operar maquinaria de producción e instalaciones a fines.
- Analizar y cumplir metas de producción.

Operarios de depósito:

- Efectuar las compras necesarias, a efectos de minimizar costos y asegurar la operatividad de la empresa.

- Procurar el seguimiento de la gestión de los proveedores, a efectos de que éstos cumplan con las pautas de entrega establecidas en cuanto a calidad, cantidad y plazo de entrega.
- Custodiar el inventario de insumos, preparar cargas para la venta.
- Almacenar de productos terminados, planificar las cargas y despacho físico, como así también, contratar los medios de transporte necesarios.

9.4.3 Departamento de mantenimiento

El propósito del mantenimiento, es el de conservar las instalaciones y el equipo utilizado en la operación de la empresa, con el fin de evitar problemas que pudieran provocar la interrupción de las funciones, y a la vez, hacer que estas se lleven a cabo de una manera más eficiente, logrando de esta manera, maximizar los beneficios obtenidos por la inversión de recursos, tanto materiales como humanos.

Jefe de mantenimiento:

- Programar y organizar la ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Planear, supervisar e inspeccionar los procesos de mantenimiento efectuados por el personal técnico.
- Realizar actividades de coordinación para el cumplimiento eficiente del plan de mantenimiento de los equipos, manejo de recursos y estándares de calidad.
- Preservar y mantener las condiciones propias de disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y dispositivos existentes.
- Supervisar el mantenimiento de las instalaciones.
- Estimar el tiempo y los materiales necesarios para realizar las diversas labores de mantenimiento.
- Elaborar notas de pedidos de materiales y repuestos.
- Suministrar al personal a cargo los materiales y equipos necesarios para desarrollar sus tareas.
- Efectuar inspecciones de las instalaciones e informar fallas a reparar y/o controlar.
- Planificar, coordinar y controlar el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, y sistemas eléctricos, electrónicos y/o mecánicos.
- Inspeccionar el progreso, la calidad y la cantidad del trabajo ejecutado.
- Estimar el costo de las reparaciones necesarias.
- Adiestrar al personal a su cargo.
- Elaborar y presentar reportes estadísticos referidos a aspectos de su competencia.

Auxiliar de mantenimiento:

- Producir la disponibilidad de recursos materiales, ya sean propios de la organización, de terceros o público mediante acciones de planificación, ejecución y control destinadas a contrarrestar el deterioro y desgaste que pueda afectar dicha disponibilidad.
- Verificar el buen funcionamiento de los equipos e instrumentos de inspección, medición y ensayo bajo control en el Sistema de Aseguramiento de la Calidad garantizando el cumplimiento de los programas definidos.
- Establecer el stock inicial de repuestos, cuya existencia asegure la continuidad del proceso productivo.
- Será responsable ante el Jefe de Producción por el cumplimiento de los objetivos en cuanto a la operatividad de los equipos.

9.4.4 Departamento de comercialización y logística

El departamento de comercialización y logística tiene como tareas principales la evaluación del mercado para encontrar nuevas vetas para la venta de los productos y el análisis de las oportunidades que se presentan tanto para las ventas como para las compras que debe realizar la empresa.

Encargado de comercialización y logística:

- Administrar y controlar el programa general de ventas
- Recibir a los proveedores y clientes en planta a los efectos de trámites de pagos o cobros.
- Investigar el mercado, participaciones reales, utilidades y hábitos de los consumidores.
- Compilar, preparar y distribuir datos a los accionistas.
- Ayudar y asesorar a todas las secciones de la empresa sobre la creación, publicación y distribución de informes al público.
- Control de ventas, presupuestos y gastos.
- Producir la disponibilidad de recursos materiales para consumo de la organización, mediante la planificación, ejecución, control de la obtención, almacenaje, movimientos, de dichos materiales.
- Será el responsable ante las disconformidades externas respecto a los tiempos, plazos de entrega y condiciones de recepción de producto por parte del cliente e internas ocasionadas en el ámbito de su competencia.
- Será responsable del envío del producto y su correcta llegada en tiempo y forma al cliente.

9.4.5 Departamento de calidad

Es el área que se ocupa de verificar que los objetivos que se han planteado en las etapas previas se cumplan dentro de los plazos previstos y con los recursos que han sido asignados.

Jefe de calidad:

- Establecer el sistema de aseguramiento de la calidad.
- Iniciar, poner en marcha y supervisar la concreción de la certificación de la calidad, teniendo a su cargo también la realización de las auditorías de calidad.
- Elaborar el manual de procedimientos.
- Normalizar todas las actividades que se realicen en la empresa demarcando funciones, responsabilidades, obligaciones inherentes a los puestos de trabajo.
- Elaborar conjuntamente con el responsable correspondiente los manuales de procedimiento de cada área.
- Fiscalizar a través de auditorías de calidad el cumplimiento y la actualización de los procedimientos de cada área de incumbencia.
- Monitorear la calidad e inspección de la misma.
- Promover los círculos de calidad y aplicación de técnicas como tormenta de ideas, círculos departamentales, programas de sugerencia, etc.
- Elaborar los programas de calidad en el corto, mediano y largo plazo.
- Será responsable ante el Gerente General por el cumplimiento de los objetivos en cuanto a calidad se refiere.
- Será responsable de la formulación, promoción y articulación de un sistema de mejoramiento continuo integral de la empresa.

Auxiliar de laboratorio:

- Cumplir con el Sistema de Aseguramiento de la Calidad.
- Preparar los originales del Manual de Calidad y realizar las revisiones correspondientes.
- Desarrollar y emitir procedimientos del control de calidad del proceso y producto.
- Liberar para la utilización en producción de las materias primas halladas en conformidad con las especificaciones de calidad.
- Asesorar y organizar al personal de modo de facilitar el control.
- Verificar el cumplimiento de las acciones preventivas y correctivas iniciadas para evitar o eliminar no conformidades.
- Atender los reclamos o quejas del cliente, proponiendo las acciones correctivas o resarcimientos.

- Será responsable de las tareas de tomas de muestras de los productos en su curso de elaboración en los puntos críticos.

9.4.6 Departamento de administración

El departamento de administración se encarga de la organización dinámica de la empresa orientando sus esfuerzos hacia el cumplimiento de los objetivos de la empresa. Además, es su deber optimizar las relaciones entre cliente, proveedores, mercado económico y fuentes de financiamiento.

Jefe de administración:

- Llevar adelante la política comercial de la empresa logrando la introducción en el mercado del EE.
- Relacionarse comercialmente con las empresas afines a los efectos de implementar una política de cobros beneficiosa para ambas partes.
- Encabezar junto con el Gerente General las misiones comerciales al exterior y al interior.
- Representar a la empresa en las asociaciones u organismos comerciales en que participe.
- Supervisar la revisión de facturas, cuentas por pagar y cobros.
- Controlar egresos e ingresos, margen de utilidad, inventarios de la fábrica y el equipamiento.
- Controlar las existencias monetarias y distribuir de acuerdo al presupuesto de cada área.
- Determinar el monto de impuestos a pagar y operar con los organismos recaudadores.
- Formular un enfoque uniforme del programa y proyecto de planeamiento para ser entregado al Gerente General.
- Calcular los resultados financieros de las operaciones de cada división y de los beneficios que deriven de los gastos.
- Cotejar los gastos con los presupuestos.
- Fijar los principios y métodos de llevar las cuentas y el control de contabilidad.
- Establecer los procedimientos para los ingresos, depósitos y egresos de dinero.
- Determinar los canales de distribución y comercio con los compradores.

Auxiliar de administración:

- Recibir documentos.
- Atender llamadas telefónicas.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 9

- Atender visitas.
- Archivar documentos.
- Realizar cálculos elementales.
- Informar todo lo relativo al departamento de finanzas.
- Tener actualizada la agenda, tanto telefónica, como de direcciones y reuniones.
- Poseer conocimientos básicos de la utilización de maquinarias de oficina como así también de los programas informáticos que conllevan.
- Mantener la confidencialidad requerida, atendiendo las normas de seguridad e higiene en el trabajo.

9.5 PLAN DE PRODUCCIÓN

La empresa se dedica a la producción de éter etílico a partir de bioetanol, a través de un proceso continuo, por lo que el personal de producción, calidad y mantenimiento se desempeña en tres turnos diarios distribuidos de la siguiente manera: el primer turno, de 4 h a 12 h, el segundo, de 12 h a 20 h y, el tercero, de 20 h a 4 h.

El sector administrativo y el personal del departamento de comercialización y logística trabaja de lunes a viernes de 8 h a 12 h y de 14 h a 18 h.

En la Tabla 9.125 se puede observar el régimen de trabajo en cada etapa del proceso productivo.

Tabla 9.125: Plan de producción

Sector	Puesto	Horas de trabajo	Cantidad de turnos por día
Gerencia	Gerente general	8	1
Producción	Jefe de producción	8	1
	Operarios	8	3
Mantenimiento	Jefe de mantenimiento	8	1
	Auxiliares de mantenimiento	8	3
Comercialización y logística	Encargado de comercialización y logística	8	1
Calidad	Jefe de calidad	8	1
	Auxiliares de laboratorio	8	3
Administración	Jefe de administración	8	1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 9

	Auxiliar de administración	8	1
--	----------------------------	---	---

Es necesario tener en cuenta que, como se trata de un proceso continuo, la planta funciona los siete días de la semana, pero un operario solo puede trabajar 48 h por semana, cumpliendo un turno de 8 h por día.

En la Tabla 9.126, se presenta un diagrama de cómo se organiza el mes para los operarios del sector de producción (recibo/depósito y sala de control), los auxiliares de mantenimiento y laboratorio.

Como deberán cubrir las 24 horas, los siete días de la semana, se emplearán 3 turnos (A, B y C) con cuatro operarios (1, 2, 3 y 4) de los cuales 3 cubren los 3 turnos de 8 horas cada uno y el restante cubrirá los francos para asegurar la rotación del personal y su descanso obligatorio, de manera de cumplir con los requisitos de la Ley de Contrato de Trabajo.

Tabla 9.126: Turnos rotativos para los operarios de producción

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
A	1	1	1	1	1	1	2
B	2	2	2	2	3	3	3
C	3	3	4	4	4	4	4
A	2	2	2	2	2	3	3
B	3	3	3	4	4	4	4
C	4	1	1	1	1	1	1
A	3	3	3	3	4	4	4
B	4	4	1	1	1	1	1
C	2	2	2	2	2	2	3
A	4	4	4	1	1	1	1
B	1	2	2	2	2	2	2
C	3	3	3	3	3	4	4

El resto de los empleados trabaja de acuerdo a lo indicado en la Tabla 9.124.

9.6 CONCLUSIÓN

La organización de la empresa es un punto crucial en el planeamiento de la planta. Se elige la cantidad y función de los trabajadores en relación a la necesidad por actividad y turno; estableciendo las condiciones que debe cumplir para desarrollar las actividades específicas de cada puesto.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 9

La estructura de la empresa tiene una relación vertical de los departamentos de producción, mantenimiento, comercialización y logística, calidad y administración y finanzas, con respecto al gerente general, quien se encarga de coordinar cada uno de ellos con directivas generales y planes de lineamiento.

CAPÍTULO N° 10: OBRAS CIVILES

10.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se define la distribución de la planta en el terreno del parque industrial Río Cuarto, seleccionado en el Capítulo 4, ya que una correcta distribución es aquella que proporciona condiciones aceptables de trabajo y permite la operación más económica, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores, consiguiendo una integración total. (www.municipios.unq.edu.ar)

Los principios básicos para realizar una buena distribución son (www.municipios.unq.edu.ar):

Flexibilidad: una buena distribución debe ser fácilmente modificable, para afrontar rápidamente circunstancias cambiantes.

Coordinación: La recepción y envío en cualquier departamento debe planearse de la manera más conveniente para los departamentos remitentes o receptores.

Utilización máxima del volumen: una planta debe considerarse como un cubo, debe utilizar también, en lo posible, el espacio vertical.

Visibilidad Máxima: todos los empleados, operarios y materiales deben ser fácilmente observables en todo momento.

Accesibilidad: Los puntos de servicio y mantenimiento deben tener fácil acceso.

Distancia Mínima: se deben evitar los movimientos innecesarios ya que el manejo del trabajo incrementa el costo de este, pero no su valor.

Seguridad: Contar con instalaciones y servicios médicos apropiados.

Flujo Unidireccional: el material debe fluir en una sola dirección.

Rutas visibles: definir rutas de recorrido y marcarlas claramente. Los pasillos nunca deben ser usados para almacenamiento.

Además, se describen los detalles de construcción correspondientes a cada sector de la misma.

10.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA DISTRIBUCIÓN DEL PREDIO

El predio seleccionado en la ciudad de Río Cuarto se encuentra inscripto en el Registro Nacional de Parques Industriales, ReNPI, como se mencionó en el Capítulo 4. El mismo cuenta con una superficie de 200 m de frente por 200 m de fondo, dando un total de 4 ha.

Extensión más que suficiente para albergar todas las instalaciones necesarias y posibilitar la tenencia de los espacios verdes requeridos, como así también disponer de áreas para futuras ampliaciones.

El predio cuenta con tres accesos, dos de ellos destinados al ingreso del personal de planta, laboratorio y mantenimiento, como así también, a la circulación de camiones. En medio de ambos se ubica la cabina de seguridad en la cual se resguardará el personal encargado de dicha tarea. El otro acceso desemboca directamente en una playa de estacionamiento, y está destinado al personal del sector de oficinas.

Las calles del parque cuentan con pavimento y cordón cuneta, como así también con una correcta señalización e iluminación.

La nave industrial cuenta con los siguientes sectores: planta, sala de caldera, salas de servicios auxiliares, almacenes, laboratorio, sala de control, taller de mantenimiento, vestuarios y baños.

Para la distribución de estos sectores se realiza un SPL (Systematic Plan Layout, R. Munther, 1973), en el cual se tuvo en cuenta el movimiento del personal y del producto y la secuencia de operaciones desde la recepción de la materia prima hasta la expedición del producto terminado.

Según la bibliografía encontrada de Heregu, 2006, el SPL consiste en establecer primero un listado general de departamentos de una empresa, para luego establecer relaciones cualitativas entre ellos de acuerdo a una escala de valores.

Ésta técnica se basa en la realización de una carta From-to o matriz de afinidades, luego, con dicha información se elabora un diagrama de hilos donde se califica el grado de cercanía que debe existir entre los distintos departamentos. Con el resultado de este diagrama, se elabora un nuevo diagrama de bloques, donde, en forma física, se busca ubicar los distintos departamentos de mayor relación lo más próximos posible.

Asegurar que el proceso productivo tenga una correcta distribución física, mejora la productividad de la empresa. Una buena ubicación de las áreas permite establecer un orden y limpieza que brinda buena imagen, tanto a clientes como trabajadores, y que a la vez permite la visualización de mejoras en forma rápida y eficaz. (Heregu, 2006)

En la Tabla 10.127, se muestra el código de proximidad utilizado, en la Tabla 10.128 la matriz de afinidades y en la Figura 10.74, el diagrama de hilos.

Tabla 10.127: Código de proximidad. Fuente: Gabriel Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, ed. 2010

LETRA	ORDEN DE PROXIMIDAD	VALOR EN LÍNEAS
A	Absolutamente necesaria	=====
E	Especialmente importante	=====
I	Importante	=====
O	Ordinaria o normal	=====
U	Sin importancia	
X	Indeseable	~~~~~
XX	Muy indeseable	~~~~~

Tabla 10.128: Matriz de afinidades. Fuente: Elaboración propia.

ÁREAS	1	2	3	4	5	6	7
1 - Producción		A	O	A	A	I	A
2 - Almacenes			A	A	O	I	X
3 - Área de carga y descarga				A	O	I	X
4 - Laboratorio					U	I	U
5 - Taller de mantenimiento						I	A
6 - Vestuarios y baños							X
7 - Caldera							

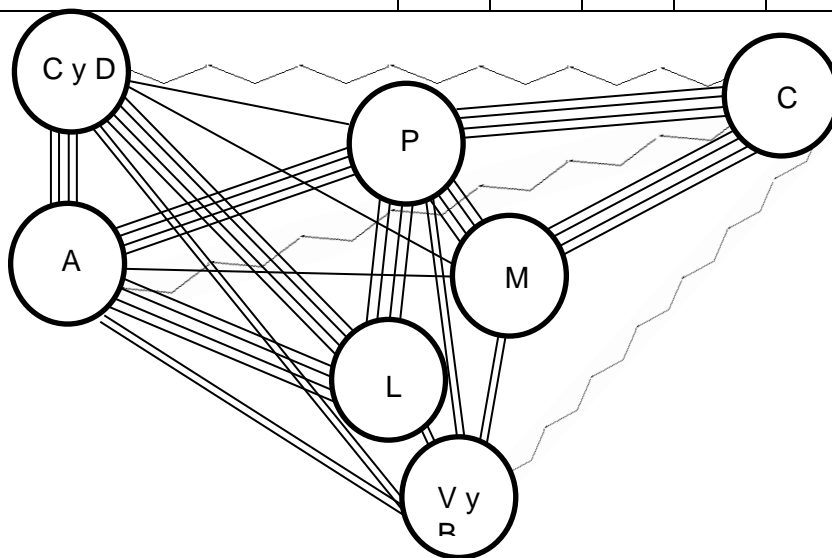


Figura 10.74: Diagrama de hilos. Fuente: Elaboración propia.

En base a lo antes expuesto, en la Figura 10.75 se muestra el diagrama de bloques definitivo, que define la disposición final de cada uno de los sectores de la planta dentro del predio.

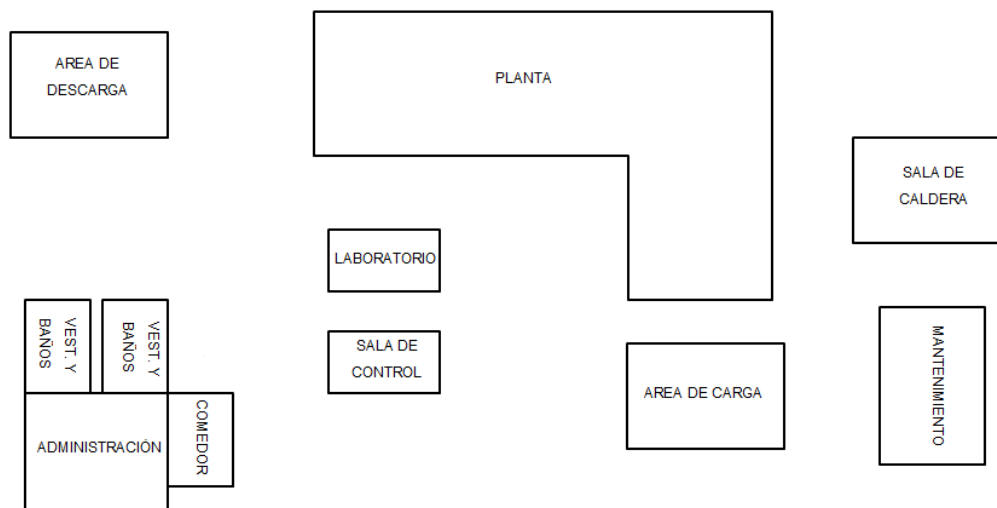


Figura 10.75: Diagrama de bloques. Fuente: Elaboración propia.

La zona administrativa, por otro lado, está constituida por oficinas, una recepción, baños y comedor, ubicados de manera que puede accederse a los baños fácilmente desde cualquiera de los otros ambientes, a su vez, éstos se encuentran separados de la zona de manipulación de alimentos.

10.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PREDIO POR SECTORES

La infraestructura alrededor y en el interior de la planta afecta directamente en la comodidad, la economía y la seguridad del proyecto, ya que la interacción de factores humanos y materiales dentro del proceso productivo, va a estar muy ligada a la infraestructura circundante.

El predio se encontrará rodeado por un cerco perimetral de tejido romboidal de 2 m de altura con postes de cemento ultra-vibrado tipo olímpico cada 4 m. El acceso, ripiado, será por el frente mediante puertas situadas a los laterales de la cabina de guardia.

Las veredas, al igual que la playa de estacionamiento serán de cemento alisado.

Antes de comenzar con la descripción en detalle, es necesario definir algunos aspectos generales.

Los cimientos están formados con bases puntuales sobre las que asentarán columnas reticulares, cada 3 o 5 metros, según cálculo estructural. Entre dichas bases puntuales se

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 10

construirán vigas riostras de 0,30 m de ancho y un canto de 0,45 m, con una longitud equivalente a la separación determinada estructuralmente para las bases antes mencionadas. Dichas vigas estarán constituidas de hormigón armado formadas con 4 hierros de 8 mm con estribos de 4,2 mm cada 20 cm.

La finalidad de las vigas riostras es absorber las posibles acciones horizontales que pueden recibir los cimientos de la estructura o del propio terreno, evitando de esta forma el desplazamiento horizontal relativo de uno respecto a otro.

Por su posición, frecuentemente, se usan también para apoyar sobre ellas muros o elementos de cerramientos. (<http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.ar>)

La mampostería interior está constituida con bloques para muros Corblock P13 de 39 x 12,8 x 19 cm, asentados con morteros ($\frac{1}{4}$:1:4, cemento-cemento de albañilería-arena).

La mampostería exterior está constituida con bloques de cemento Corblock P20 cuyas dimensiones son de 39 x 19 x 19 cm, asentados con morteros (1/4:1:4 cemento-cemento de albañilería-arena)

Los revoques interiores a la cal, el grueso con un dosaje 1:1/4:3 (cal-cemento-arena) y el fino constituidos por 1:1/8:3, cal-cemento-arena.

El revoque de las paredes exteriores debe reunir características diferentes al de las paredes interiores, ya que las primeras se encuentran expuestas a razones ambientales imperantes. Razón por la cual se realizará primeramente un azotado hidrófugo con “Ceresita” de Weber o similar, y posteriormente un impermeabilizado con hidrófugo Sika1, para el cuál primero se humedece la superficie, después se aplica una lecha cuya dosificación es 1-1-1 (cemento-arena-dilución Sika) y finalmente se realiza el mortero de aplanado con dosaje 1:3 (cemento-arena), el cual se aplica antes de que la lechada haya secado, hasta obtener el espesor deseado.

En el caso del sector de producción, el proceso antes mencionado se llevará a cabo hasta una altura de 2,5 m y a partir de este nivel se continúa la construcción con chapa para cerramientos acanalada-trapezoidal zincalum.

El zincalum es un tratamiento mediante el cual se aplica una aleación confeccionada con aluminio/cinc en las dos caras de una chapa original de acero elaborada mediante laminado en frío. Este tipo de revestimiento resulta poderosamente resistente tanto a las elevadas temperaturas como a la corrosión. De hecho, se estima que su vida útil supera entre 2 y 6 veces la que ofrece el galvanizado, a lo cual debe agregarse otra ventaja importante, que es

que brinda una reflectividad superior. Por lo general sus dimensiones son 13,5 m de largo, 1,1 m de ancho y, 0,4-0,5 mm de espesor. (www.hierrossl.com.ar)

Las chapas del techo tendrán una pendiente del 5% y serán soportada por correas, que se apoyan en pórticos constituidos tanto vigas como columnas, por barras armadas del tipo IV, con nudos rígidos entre vigas y columnas. Dicha estructura metálica posee gran capacidad resistente por el empleo de acero. Para garantizar un techo satisfactorio deben colocarse las vigas inclinadas a una distancia corta, según cálculos a cargo del contratista.

10.3.1 Producción

Los equipos intervinientes en el proceso de EE quedan expuestos al aire libre debido al alto riesgo de explosión que conlleva y al gran tamaño de estos. De todos los dispositivos, el único que quedará en el interior de la nave principal será el reactor. No porque no implique riesgo de explosión, sino porque es el que más maniobras de operación requiere y es necesario brindar comodidades laborales a los operarios. Los restantes equipos se dispondrán sobre plateas de hormigón de dimensiones suficientes para soportar el peso de los mismos por m².

Los cimientos, paredes y techos se construirán según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3.

El piso a utilizar será una platea de hormigón alisado con malla sima cuyos hierros sean de 6 mm de espesor. Se reforzará en zonas puntuales. Las juntas de dilatación se tomarán en paños de 3 m por 3 m, y se cubrirán con sellador elástico tipo Sika Flex. Luego se aplicarán dos manos de pintura epoxi tipo Pacher 350 ESD de Ferrocement, o similar. De acuerdo a la Ley Nacional n° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, debajo del reactor se construirán canaletas de desagüe y limpieza, las cuales estarán cubiertas por rejillas metálicas.

Se usará como pintura interna el revestimiento epoxi intumescente FIRETEX de Sherwin Williams o similar. Posteriormente se pintarán, de acuerdo con colores indicados por Higiene y Seguridad, tanto las paredes como el piso, indicando las zonas de tránsito, vías de escape.

La pintura externa será un esmalte a base de resina acrílica en dispersión acuosa. Este tipo de pintura es lavable, repelente del agua, permeable al vapor, con alta resistencia a la intemperie, salinidad y polución ambiental.

El ingreso al recinto del reactor será por un portón de chapa galvanizada de 2,5 m de ancho por 3 m de alto. Además, la construcción estará dotada de ventanas de aluminio y vidrio con protección contra roturas, de 1,0 m de ancho por 0,7 m de alto.

10.3.2 Laboratorio y mantenimiento

La cubierta a utilizar, a diferencia de la descripta para la zona de producción y almacenes, consta de una losa alivianada con viguetas y molones de Telgopor. Este tipo de losas se usan para entresijos y cubiertas ante la gran necesidad de reducción de costos de encofrados y apuntalamientos. Además, por la gran proporción de elementos huecos del material de relleno se logra una mayor aislación térmica que en las losas macizas tradicionales. Se consigue, también, una reducción del peso propio para luces importantes.

Las viguetas que se utilizarán serán las pretensadas series 2 de Corblock o similares. Las mismas deben apoyar sobre las vigas de encadenado, la distancia entre dos viguetas es de, aproximadamente, 0,5 m. A efectos de evitar el arrastre del muro por el techo debido a las variaciones térmicas, se intercalarán dos capas de fieltro asfáltico o película plástica entre las viguetas y la viga de encadenado que facilitará la libre dilatación de la losa.

Para la bovedilla se utilizarán molones de 0,4 x 0,1 x 1 m. Finalmente se termina con una capa de compresión de hormigón (dosaje 1: 3: 3 cemento, arena, granza tamaño max. 2,5 cm y relación agua/cemento = 0,6), junto con el agregado de una mínima armadura de hierros de 6 mm transversales a las viguetas, cada 20 cm. Esta capa de compresión tiene de 4 cm de espesor, como mínimo.

Por último, se aplica pintura impermeabilizante, sobrecarga de hormigón con perlas de polietileno sobre esta una carpeta cementicia de 2 cm de espesor constituida por 1:3 (cemento-arena) y sobre la misma membrana con aluminio. Tres manos de pintura fibrada para la aislación hídrica; y protección con tejuelas con barrido cementicio 1:1:5 (cemento-cal-arena) con adición de hidrófugo 1:10(hidrófugo-agua), formando una pendiente del 2 % para evacuación del agua de lluvia mediante caños de PVC reforzado embutidos en los muros, a una altura de 4 m. Por otra parte, a una altura de 3 m se coloca un cielorraso construido de placas de yeso tipo Durlock o similar con dos manos de pintura cielorraso.

Los cimientos, la mampostería y terminación de estas se realizan según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3. El piso será de hormigón revestido con recubrimiento antideslizante.

Las aberturas constarán de un portón de chapa galvanizada para acceso al taller de mantenimiento, de 2,5 m de ancho por 3 m de alto (para permitir el paso de equipos que necesiten ser reparados) y para el laboratorio, una puerta de aluminio de 1,2 m de ancho por 2,0 m de alto. Ambas edificaciones contarán con ventanas de aluminio y vidrio con protección contra roturas, de 1,0 m de ancho por 0,7 m de alto.

10.3.3 Comedores

La cubierta, a diferencia de la utilizada en laboratorio y mantenimiento, consta de una losa de hormigón armado, con pintura impermeabilizante (asfáltica en emulsión acuosa), sobrecarga de hormigón con perlas de polietileno sobre esta una carpeta cementicia de 3 cm de espesor constituida por 1:3 (cemento-arena) y sobre la misma 3 manos de pintura fibrada para la aislación hídrica y protección con tejas con barrido cementicio 1:1:5 (cemento-cal-arena) con adición de hidrófugo 1:10 (hidrófugo-agua), formando una pendiente del 2% para evacuación del agua de lluvia mediante caños de PVC reforzado embutidos en los muros, a una altura de 4 m. A una altura de 3 m se coloca un cielorraso construido de placas de yeso tipo Durlock o similar con dos manos de pintura cielorraso.

Los cimientos, la mampostería y terminación de estas se realizarán según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3. Con la excepción que el recubrimiento final se hará con pintura látex lavable. El piso será de hormigón revestido con cerámicos.

Las puertas son de aluminio de 1,2 m de ancho por 2,0 m de alto y las ventanas de aluminio de 1,0 m de ancho por 0,7 m de alto.

10.3.4 Vestuarios y baños

De acuerdo a la Ley Nacional nº 19.587 ya mencionada, los baños deberán diferenciarse por sexo. Se colocarán casilleros individuales y percheros exteriores, se dividirá la zona de inodoros de la zona de vestuarios.

La cubierta, a diferencia de la utilizada en laboratorio y mantenimiento, consta de una losa de hormigón armado, con pintura impermeabilizante (asfáltica en emulsión acuosa), sobrecarga de hormigón con perlas de polietileno sobre esta una carpeta cementicia de 3 cm de espesor constituida por 1:3 (cemento-arena) y sobre la misma 3 manos de pintura fibrada para la aislación hídrica y protección con tejas con barrido cementicio 1:1:5 (cemento-cal-arena) con adición de hidrófugo 1:10 (hidrófugo-agua), formando una pendiente del 2% para evacuación del agua de lluvia mediante caños de PVC reforzado embutidos en los muros, a una altura de 4 m. A una altura de 3 m se coloca un cielorraso construido de placas de yeso tipo Durlock o similar con dos manos de pintura cielorraso.

Los cimientos, la mampostería y terminación de las mismas se realizarán según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3; con la excepción de que las paredes interiores estarán revestidas con azulejos adheridos con pegamento hidrófugo y

posterior tomado de junta, hasta una altura de 2 m. El piso será de hormigón revestido con recubrimiento antideslizante.

Las aberturas a utilizar son: puerta de aluminio para ingreso al sector de vestuarios y acceso a los baños de 1,2 m de ancho por 2,0 m de alto, y de 0,9 m de ancho por 2,0 m de alto, de manera respectiva. Ventanas de aluminio y vidrio con protección contra roturas, de 1 m de ancho por 0,7 m de alto para vestuarios y de 0,5 m de ancho por 0,5 m de alto para los baños.

10.3.5 Oficinas y recepción

La cubierta, a diferencia de la utilizada en laboratorio y mantenimiento, consta de una losa de hormigón armado, con pintura impermeabilizante (asfáltica en emulsión acuosa), sobrecarga de hormigón con perlas de polietileno sobre esta una carpeta cementicia de 3 cm de espesor constituida por 1:3 (cemento-arena) y sobre la misma 3 manos de pintura fibrada para la aislación hídrica y protección con tejuelas con barrido cementicio 1:1:5 (cemento-cal-arena) con adición de hidrófugo 1:10 (hidrófugo-agua), formando una pendiente del 2% para evacuación del agua de lluvia mediante caños de PVC reforzado embutidos en los muros, a una altura de 4 m. A una altura de 3 m se coloca un cielorraso construido de placas de yeso tipo Durlock o similar con dos manos de pintura cielorraso.

Los cimientos, mampostería externa y las terminaciones de estas, se realizarán según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3, a excepción del acabado de las paredes externas, el cual será con pintura látex para exterior. Las paredes internas están construidas de paneles Durlock de 13 cm aproximadamente y pintados con látex lavable. El piso será de hormigón revestido con cerámicos.

La puerta de ingreso principal será de vidrio templado satinado, de diez mm de espesor, del tipo doble hoja. Cada hoja será de 2,3 m de alto por 0,9 m de ancho. Las ventanas serán de vidrio opaco, abarcarán todo el ancho de la construcción, rodeando la misma y tendrán una altura de 1,5 m, dando una adecuada estética de conjunto. Las puertas internas de las oficinas también serán de vidrio templado esmerilado de 10 mm de espesor de 1 m de ancho por 2 m de alto.

10.3.6 Sala de caldera

Las salas de calderas estarán destinadas, exclusivamente, a contener las calderas y los equipos auxiliares o accesorios de la instalación; no podrán ser utilizadas para otros fines, ni realizarse en ellas trabajos ajenos a la propia instalación. En particular se prohíbe la utilización de la sala de calderas como almacén, así como la ubicación en ella de depósitos de

combustible o almacenamiento de los mismos, salvo lo que permita la reglamentación específica.

Tendrá, como mínimo, el número de entradas necesarias para que ningún punto de la sala diste más de 15 m de algún acceso. Es aconsejable dotarlas de dos accesos independientes, cuyas puertas abrirán hacia fuera, tendrán las dimensiones suficientes para permitir el paso de todos los equipos que deban ser instalados en la sala; dispondrán de cerradura con llave desde el exterior y serán de fácil apertura desde el interior, incluso si se han cerrado con llave.

El suelo tendrá resistencia estructural adecuada para soportar el peso de los equipos que se vayan a instalar, reforzándose si fuese preciso.

Se realizará una separación acústica suficiente. Los cerramientos no permitirán filtraciones de humedad, impermeabilizándolos en caso necesario, como así también al suelo.

Las dimensiones mínimas permitirán que todas las instalaciones y equipos sean perfectamente accesibles, de modo que puedan realizarse adecuadamente y sin peligro todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción. Además, deben dejarse pasos y accesos libres para permitir el movimiento, sin riesgo o daño, de los equipos que deban ser reparados fuera de la sala de calderas.

La sala debe presentar una adecuada ventilación, ya que debe ser suficiente para suministrar el aire necesario en la combustión y, por otro lado, proporcionar una renovación del aire que permita disipar los posibles contaminantes y mantener unas temperaturas aceptables. La temperatura interior, además de la ventilación, depende del correcto aislamiento térmico de las tuberías y equipos. La aportación de aire puede realizarse mediante ventilación directa, natural o forzada.

El cerramiento de la sala, en la planta de EE, no está en contacto directo con otros locales cerrados, por lo que la ventilación se efectuará mediante aberturas con rejillas de protección a la intemperie y con malla antipájaro. La mínima sección libre de ventilación debe ser mayor o igual a $5 \text{ cm}^2/\text{kW}$ de potencia nominal instalada. Se utilizarán varias aberturas situadas en paredes distintas y a diferentes alturas con el fin de favorecer el correcto “barrido” de la sala. Las ventilaciones inferiores deben estar a una distancia no menor de 0.5 m del suelo y las superiores deben distar, como mínimo, a 0,3 m del techo.

Con el fin de evitar que se resienta la estructura del edificio en caso de explosión, la misma deberá disponer de una superficie de baja resistencia mecánica, denominada superficie no

resistente (SNR). Esta superficie debe dar directamente al exterior o a un patio descubierto de dimensiones superiores a 2 m por 2 m, el cual no debe poseer ascensores o escaleras.

Los cimientos, paredes y techos se construirán según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3.

El piso a utilizar será una platea de hormigón alisado con malla sima cuyos hierros sean de 6 mm de espesor. Se reforzará en zonas puntuales. Las juntas de dilatación se tomarán en paños de 3 m por 3 m, y se cubrirán con sellador elástico tipo Sika Flex. Luego se aplicarán dos manos de pintura epoxi tipo Pacher 350 ESD de Ferrocement, o similar. De acuerdo a la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587 debajo se construirán canaletas de desagüe y limpieza, las cuales estarán cubiertas por rejillas metálicas.

Se usará como pintura interna el revestimiento epoxi intumescente FIRETEX de Sherwin Williams o similar. Posteriormente se pintarán, de acuerdo con los colores indicados por Higiene y Seguridad, tanto las paredes como el piso, indicando las zonas de tránsito, vías de escape.

La pintura externa será un esmalte a base de resina acrílica en dispersión acuosa. Este tipo de pintura es lavable, repelente del agua, permeable al vapor, con alta resistencia a la intemperie, salinidad y polución ambiental.

Las vías de acceso constarán de dos puertas de chapa galvanizada de 1,20 m de ancho por 2 m de alto. Los orificios de ventilación serán 4 ventanillas redondas (para utilizar ventanas rectangulares es necesario aumentar en un 5% la superficie libre para ventilación) de 0,35 m de diámetro. Las mismas estarán construidas en aluminio con rejillas de protección necesarias.

10.3.7 Sala de control

La cubierta a utilizar consta de una losa alivianada con viguetas y molones de Telgopor. Este tipo de losas se usan para entresijos y cubiertas ante la gran necesidad de reducción de costos de encofrados y apuntalamientos. Además, por la gran proporción de elementos huecos del material de relleno se logra una mayor aislación térmica que en las losas macizas tradicionales. Se consigue, también, una reducción del peso propio para luces importantes. Las viguetas que se utilizarán serán las pretensadas series 2 de Corblock o similares. Las mismas deben apoyar sobre las vigas de encadenado, la distancia entre dos viguetas es de, aproximadamente, 0,5 m. A efectos de evitar el arrastre del muro por el techo debido a las variaciones térmicas, se intercalarán dos capas de fieltro asfáltico o película plástica entre las

viguetas y la viga de encadenado que facilitará la libre dilatación de la losa. Para la bovedilla se utilizarán molones de 0,4 x 0,1 x 1 m. Finalmente se termina con una capa de compresión de hormigón (dosaje 1:3:3 cemento, arena, granza tamaño max. 2,5 cm y relación agua/cemento = 0,6), junto con el agregado de una mínima armadura de hierros de 6 mm transversales a las viguetas, cada 20 cm. Esta capa de compresión tiene de 4 cm de espesor, como mínimo. Por último, se aplica pintura impermeabilizante, sobrecarga de hormigón con perlas de polietileno sobre esta una carpeta cementicia de 2 cm de espesor constituida por 1:3 (cemento-arena) y sobre la misma membrana con aluminio. Finalmente, tres manos de pintura fibrada para la aislación hídrica; y protección con tejuelas con barrido cementicio 1:1:5 (cemento-cal-arena) con adición de hidrófugo 1:10 (hidrófugo-agua), formando una pendiente del 2 % para evacuación del agua de lluvia mediante caños de PVC reforzado embutidos en los muros, a una altura de 4 m. A una altura de 3 m se coloca un cielorraso construido de placas de yeso tipo Durlock o similar con dos manos de pintura cielorraso.

Los cimientos, la mampostería y terminación de las mismas se realizarán según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3. El piso será de hormigón revestido con recubrimiento antideslizante.

Las aberturas constarán de una puerta metálica con RF60, como mínimo, a seleccionar según catálogo del INTI, con dimensiones mínimas de 1 m por 2 m y un frente vidriado de 6 mm con cortafuego constituido por 4 hojas de 0,96 m por 1,10 m.

10.3.8 Sala de aire comprimido

Es necesario considerar que los equipos deben estar situados de tal manera que se puedan realizar las operaciones de mantenimiento de una manera adecuada para los técnicos, así como dejar el espacio suficiente para un posible traslado de las máquinas o de algún componente pesado de las mismas.

La sala de aire comprimido debe ser un espacio aireado para evitar la concentración de calor que provocaría un mal funcionamiento en los equipos. El aire caliente que desprenden los compresores se puede sacar al exterior con canalizaciones que se colocan para tal fin. Además, es conveniente colocar extractores para el aire caliente del o los secadores. El conducto de expulsión de aire se coloca por encima del compresor, pero no debe ser soportado por éste y además debe poseer una junta flexible que garantice un correcto acoplamiento.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 10

La entrada de aire fresco y la expulsión de aire caliente se ubican en el mismo lado de la sala, no obstante, los conductos de expulsión deberán estar al menos a 4 metros de altura de los louvers de admisión. (www.airecomprimidokaeser.com)

El tamaño de los louvers para la admisión de aire fresco debe calcularse en base al área libre requerida por el compresor en el manual del equipo, teniendo en cuenta, también, el área libre requerida por el secadero instalado.

En el proceso de compresión del aire y su posterior secado, se originan condensados de agua que suelen llevar residuos de aceite. Es necesario incluir en el diseño de la sala, purgas automáticas para la descarga de estos condensados y un separador Agua-Aceite, bien dimensionado según el caudal de los compresores instalados, para que los vertidos al alcantarillado estén libres de estos residuos.

La protección térmica (interruptor termo magnético) que se debe instalar deberá ser de acuerdo a las especificaciones del equipo instalado. Idealmente, debe ser de la misma capacidad o mayor a lo especificado, pero sin sobredimensionamiento. O sea, en caso de utilizar un interruptor que sea de capacidad mayor que la requerida, deberá ser el inmediato superior.

Los cimientos, paredes y techos se construirán según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3.

El piso a utilizar será una platea de hormigón alisado con malla sima cuyos hierros sean de 6 mm de espesor. Se reforzará en zonas puntuales. Las juntas de dilatación se tomarán en paños de 3 m por 3 m, y se cubrirán con sellador elástico tipo Sika Flex. Luego se aplicarán dos manos de pintura epoxi tipo Pacher 350 ESD de Ferrocement, o similar. De acuerdo a la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587 debajo se construirán canaletas de desagüe y limpieza, las cuales estarán cubiertas por rejillas metálicas.

Se usará como pintura interna el revestimiento epoxi intumescente FIRETEX de Sherwin Williams o similar. Posteriormente se pintarán, de acuerdo a los colores indicados por Higiene y Seguridad, tanto las paredes como el piso, indicando las zonas de tránsito, vías de escape.

La pintura externa será un esmalte a base de resina acrílica en dispersión acuosa. Este tipo de pintura es lavable, repelente del agua, permeable al vapor, con alta resistencia a la intemperie, salinidad y polución ambiental.

La vía de acceso constará de una puerta de chapa galvanizada de 1,20 m de ancho por 2 m de alto

10.3.9 Sistema frigorífico

En cuanto al amoníaco como refrigerante se puede decir que se ubica en el grupo L2, al cual pertenecen los refrigerantes de acción tóxica, corrosiva, inflamables o explosivos, dentro de este grupo, además se ubica en el subgrupo B2, ya que es ligeramente inflamable y tiene una alta toxicidad. Su identificación como refrigerante es R-717. Hecho por el cual, la construcción de las salas de máquinas debe ser específica para elementos de los grupos antes mencionados.

El suelo de la sala debe ser con forma de cubeta de hormigón que permita el drenaje de las aguas residuales hacia un depósito a inferior nivel, que puede ser interno o externo a la sala, con el fin de evitar la contaminación de las aguas residuales en el caso de escape de amoníaco líquido. La suma del volumen de la cubeta y del depósito debe ser como mínimo un 50% superior a la máxima cantidad de amoníaco líquido que pueda salirse del sistema frigorífico en caso de accidente. Otra medida adicional podría ser la instalación de un detector de amoníaco en el circuito de desagüe.

La sala deberá ser equipada con un sistema de ventilación mecánica, el cual se accionará con un detector de amoníaco, además se deberá conectar a una alarma que se active en caso de fallo del sistema, con el fin de que se puedan tomar las medidas de seguridad pertinentes. (Revista digital, INESEM)

Los cimientos, paredes y techos se construirán según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3.

El piso a utilizar será una platea de hormigón alisado con malla sima cuyos hierros sean de 6 mm de espesor. Se reforzará en zonas puntuales. Las juntas de dilatación se tomarán en paños de 3 m por 3 m, y se cubrirán con sellador elástico tipo Sika Flex. Luego se aplicarán dos manos de pintura epoxi tipo Pacher 350 ESD de Ferrocement, o similar. De acuerdo a la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587 debajo se construirán canaletas de desagüe y limpieza, las cuales estarán cubiertas por rejillas metálicas.

Se usará como pintura interna el revestimiento epoxi intumescente FIRETEX de Sherwin Williams o similar. Posteriormente se pintarán, de acuerdo a los colores indicados por Higiene y Seguridad, tanto las paredes como el piso, indicando las zonas de tránsito, vías de escape.

La pintura externa será un esmalte a base de resina acrílica en dispersión acuosa. Este tipo de pintura es lavable, repelente del agua, permeable al vapor, con alta resistencia a la intemperie, salinidad y contaminación ambiental.

La vía de acceso constará de una puerta de chapa galvanizada de 1,20 m de ancho por 2 m de alto

10.3.10 Sector tablero electrónico

Los tableros eléctricos constituyen uno de los componentes más importantes de las instalaciones eléctricas, por lo que se puede afirmar que no es posible la ejecución y funcionamiento de ningún tipo de instalación eléctrica sin la utilización de alguna clase de tablero.

La norma que trata o rige el tema es la IRAM 2181-1, a la que se deben sumar las disposiciones incluidas en la RIEI.

Por su constitución y construcción, los tableros eléctricos deben ser montados naturalmente en lugares preferiblemente secos, con cierto grado de ventilación, de fácil acceso, bien iluminados y que permitan la realización de las tareas de mantenimiento y reparación en forma segura y cómoda. Albergado en un inmueble destinado a tal fin.

La ubicación debe hacerse de modo que se pueda tener facilidad para operar sobre los distintos elementos componentes y debe tener en cuenta la seguridad de quien debe llevar adelante estas tareas.

En cuanto a las distancias mínimas, se puede decir en general, que si el tablero tiene acceso solo por el frente se deberá dejar un espacio mínimo de 1 metro. En cambio, si tiene ingreso por el frente y en la parte posterior, se deberá dejar para esta última una distancia de 0,7 metros. De existir pasillos en los laterales, la distancia mínima será también de 0,7 metros.

Si el gabinete tiene un largo menor a 2 metros, la sala podrá tener una sola abertura de entrada-salida; si supera ese largo se hace necesario que tenga dos aberturas de entrada-salida ubicadas en diagonal.

Los cimientos, paredes y techos se construirán según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3.

El piso a utilizar será una platea de hormigón alisado con malla sima cuyos hierros sean de 6 mm de espesor. Se reforzará en zonas puntuales. Las juntas de dilatación se tomarán en paños de 3 m por 3 m, y se cubrirán con sellador elástico tipo Sika Flex. Luego se aplicarán dos manos de pintura epoxi tipo Pacher 350 ESD de Ferrocement, o similar. De acuerdo a la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587 debajo de este se construirán canaletas de desagüe y limpieza, las cuales estarán cubiertas por rejillas metálicas.

Se usará como pintura interna el revestimiento epoxi intumescente FIRETEX de Sherwin Williams o similar. Posteriormente se pintarán, de acuerdo a los colores indicados por Higiene y Seguridad, tanto las paredes como el piso, indicando las zonas de tránsito, vías de escape.

La pintura externa será un esmalte a base de resina acrílica en dispersión acuosa. Este tipo de pintura es lavable, repelente del agua, permeable al vapor, con alta resistencia a la intemperie, salinidad y polución ambiental.

La vía de acceso constará de una puerta de chapa galvanizada de 1,20 m de ancho por 2 m de alto

10.3.11 Sala de producción de nitrógeno

Un sistema de generación de nitrógeno in situ, resulta muy rentable y se amortiza rápidamente.

Este sistema permite la posibilidad de ser instalado en la sala de compresores, como así también en alguna otra sala cercana a la zona de producción sin necesidad de grandes requisitos para ello.

El gas nitrógeno es producido a baja presión, por lo que este sistema elimina los riesgos que representa el gas embotellado a alta presión y las complicaciones derivadas de la manipulación manual.

Los cimientos, paredes y techos se construirán según lo detallado anteriormente en las consideraciones generales de la sección 10.3.

El piso a utilizar será una platea de hormigón alisado con malla sima cuyos hierros sean de 6 mm de espesor. Se reforzará en zonas puntuales. Las juntas de dilatación se tomarán en paños de 3 m por 3 m, y se cubrirán con sellador elástico tipo Sika Flex. Luego se aplicarán dos manos de pintura epoxi tipo Pacher 350 ESD de Ferrocement, o similar. De acuerdo a la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587 por debajo se construirán canaletas de desagüe y limpieza, las cuales estarán cubiertas por rejillas metálicas.

Se usará como pintura interna el revestimiento epoxi intumescente FIRETEX de Sherwin Williams o similar. Posteriormente se pintarán, de acuerdo a los colores indicados por Higiene y Seguridad, tanto las paredes como el piso, indicando las zonas de tránsito, vías de escape.

La pintura externa será un esmalte a base de resina acrílica en dispersión acuosa. Este tipo de pintura es lavable, repelente del agua, permeable al vapor, con alta resistencia a la intemperie, salinidad y polución ambiental.

La vía de acceso constará de una puerta de chapa galvanizada de 1,20 m de ancho por 2 m de alto

10.3.12 Lagunas de tratamiento de efluente

En el capítulo 12, se determinó la cantidad de lagunas necesarias (tres), como así también las dimensiones de las mismas, por tal motivo, en el presente apartado, únicamente se hará mención a algunas características constructivas a tener en cuenta a la hora de llevarlas a cabo.

Se debe limpiar el área del estanque de toda la vegetación indeseada. Marcar los límites exteriores de la excavación propuesta con estacas. En las estacas se indica la profundidad de corte desde la superficie del suelo hasta el fondo del estanque. (Deal, C y col., 1997). Es conveniente ubicar las estacas a una distancia tal que al realizar la excavación no se vayan a mover, por ejemplo, a 1 m hacia el exterior de los límites marcados. Las estacas tienen que estar a nivel, a la misma altura; es necesario verificar escuadras y medidas mientras se trabaja en el replanteo. (González E. y col., 2008)

Las capas de suelo requeridas durante la construcción del estanque deben ser colocadas y compactadas en capas de 150 mm para asegurar que se compacten adecuadamente y alcancen la permeabilidad, incluyendo en los lados del estanque. (Taranaki Regional Council, 2013)

El material que se emplea para generar la compactación, debe colocarse y compactarse en capas horizontales progresivas y uniformes que no excedan 150 mm de espesor compactado. Se requiere una cuidadosa atención para asegurar que el material extraño no destinado a las capas de relleno compactadas no se mezcle con el material de relleno para evitar la modificación de las propiedades del material de relleno previsto. (Taranaki Regional Council, 2013)

La compactación no debe continuar si el material muestra signos de agitación o tejido excesivo. En esta situación, el material debe dejarse secar de forma natural o, si el progreso del trabajo se ve afectado por un retraso, el material debe secarse hasta un contenido de humedad en el que no se produzca el levantamiento ni el tejido. (Taranaki Regional Council, 2013)

Dentro de los materiales que se pueden emplear para la compactación se elige la bentonita, por su precio y características. La misma es una arcilla coloidal de textura fina. Cuando está húmeda absorbe varias veces su propio peso de agua y, a saturación completa, se hincha

hasta 8 a 20 veces su volumen original. Mezcladas en las proporciones correctas con material grano grueso bien graduado, completamente compactado y luego saturado, las partículas de bentonita se hinchan hasta que llenan los poros hasta el punto en que la mezcla es casi impermeable al agua. (Deal, C y col., 1997)

Los terraplenes se construirán con el material producto de las excavaciones. El material se irá colocando en capas delgadas que se van compactando. El espesor de las capas, el porcentaje de humedad permisible, lo mismo que el grado de compactación requerido, será fijado con base en los estudios de suelos que se realicen. (Silva Burga, J., 2004)

Con la finalidad de mantener al mínimo la erosión causada por olas provocadas por el viento, la pendiente del dique en el lado húmedo debe ser suave, más o menos 1 en la parte vertical a 3 en la parte horizontal. El borde libre que se empleará será el recomendado para las lagunas de estabilización, de 0.5 m. (Silva Burga, J., 2004)

La coronación de la laguna debe ser hecha lo suficientemente ancha como para permitir el fácil tráfico de vehículos, un ancho de 2.5 m es el adecuado. Las esquinas de los diques deben redondearse para minimizar la acumulación de natas y desarrollo de corrientes secundarias que dan lugar a cortocircuitos. (Silva Burga, J., 2004)

10.4 Dimensionamiento

A continuación, en la Tabla 10.129, se detallan las dimensiones y la superficie de los ambientes antes mencionados.

Tabla 10.129: Dimensiones de los ambientes de la planta.

SECTOR	ANCHO (m)	LARGO (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m ²)
Recepción	6,5	8	3	52
Oficina 1	3	4	3	12
Oficina 2	3	4	3	12
Oficina 3	3	4,5	3	13,5
Sala de Reuniones	4	5	3	20
Pasillo Administración	1,2	3	3	3,6
Baños Dama Administración	2	4	3	8
Baños Caballero Administración	2	4	3	8

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 10

Comedor	4	6	3	24
Baños Dama Personal	3,9	4	3	15,6
Baños Caballero Personal	3,9	6	3	23,4
Pasillo Personal	1,2	3,9	3	4,68
Sala de Control	3	5	4	15
Laboratorio	5	6	3	30
Sala de Mantenimiento	12	18	4	216
Sala R01	12	12	12	144
Sala caldera	8,6	19	6	162,45
Sala Aire Comprimido	7,5	22	6	165
Sistema Frigorífico	7,5	22	6	165
Sector Tablero eléctrico	8	16,15	6	129,2
Sala de Producción de Nitrógeno	8	10	6	80

Las dimensiones de los distintos sectores de la planta se definen teniendo en cuenta diferentes aspectos de acuerdo a la zona en cuestión. Para el sector de oficinas, el principal aspecto a tener en cuenta es la cantidad de personas (tres) que necesitan una oficina para desempeñarse dentro de la empresa. Para los baños del sector administrativo, se tuvo en cuenta exactamente lo mismo que para el caso de las oficinas. Se prevén una recepción y un comedor amplios que permitan albergar visitas o para poder reunir al personal en caso de que sea necesario. Los pasillos quedan definidos por el resto de los espacios.

En el caso del laboratorio, la sala de control y el taller de mantenimiento, se asignan espacios lo suficientemente grandes para que sea posible alojar los equipos necesarios en cada caso, las mesadas o estanterías para guardar reactivos, herramientas o carpetas de informes y para la circulación de personal.

Las dimensiones de los baños y vestuarios para el personal operativo, al igual que en el sector administrativo, quedan establecidas por la cantidad de empleados que van a usarlos.

Para determinar el tamaño de la sala de operación del reactor y la separación de los equipos que constituyen el proceso de producción del EE, se tuvo en cuenta la distancia mínima a la que deben separarse los mismos, ya sea de las paredes que lo contienen y/o de los demás equipos de operación¹⁶.

En cuanto a la sala de caldera, no existe un marco regulatorio en toda la República que establezca los criterios a seguir en la fabricación de recipientes nuevos, ni en la inspección de recipientes en servicio, como así tampoco en la construcción de los recintos que las albergan. Sólo existe una reglamentación federal, la Ley Nacional nº19.587 Higiene y Seguridad en el Trabajo, Decreto 351/79 1972, Anexo I, Capítulo 6, que cubre solamente algunos aspectos de instalación e inspecciones y cinco provincias argentinas que cuentan con normas para regular y controlar dichas instalaciones; una de ellas es Córdoba, que posee el Decreto 536/97.

En base a lo mencionado anteriormente se calcularon las dimensiones mínimas de la sala. La misma albergará un único recipiente productor de vapor, pero se dimensionó de manera tal que tenga capacidad para otro equipo de características similares, ante la posibilidad de ampliación de la planta en el futuro.

10.5 CONCLUSIÓN

Para la construcción en general de la empresa se tiene en cuenta la Ley Nacional nº 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, que garantiza un espacio de trabajo salubre. Se seleccionan materiales aprobados por el INTI y normas NPFA, que cumplan con las características de ser durables, resistentes y económicos.

¹⁶Manual de Ingeniería de Riesgos de PDVSA, Separación entre equipos e instalaciones.

CAPÍTULO N° 11: SERVICIOS AUXILIARES

11. INTRODUCCIÓN

Las industrias en general, necesitan para su funcionamiento adecuados servicios básicos. Los equipos involucrados en el proceso demandan en mayor o menor medida una fuente de energía constante y según su utilidad una cantidad de vapor o agua en determinadas condiciones.

Se tiene como objetivo general en este capítulo, la descripción de los servicios auxiliares que se utilizan en la empresa proyectada para la fabricación de EE.

Como objetivos específicos, se realiza la descripción de los sistemas de aire comprimido, generación de vapor, gas natural, energía eléctrica, red de incendio, abastecimiento de agua y nitrógeno gaseoso que utiliza la empresa, y también el cálculo y la adopción de los equipamientos en cada sistema mencionado.

11.1 PRODUCCIÓN DE VAPOR

11.1.1 Consideraciones y características de la instalación

El funcionamiento de la industria requiere grandes cantidades de energía térmica para calentar los distintos productos intermedios de fabricación. Esta cantidad de calor es transferida mediante un fluido caloportador que es el medio de calentamiento.

Este fluido se genera en una planta térmica por medio de una caldera y es distribuido a través de una red de tuberías a los distintos puntos de consumo. En estos puntos, el calor se transfiere al producto que se pretende calentar. A continuación, el medio de calentamiento es retornado de nuevo hacia la planta térmica en forma de agua de condensado, donde vuelve a ser calentado operándose este circuito en forma continua.

Como medio de calentamiento se utiliza normalmente vapor a una temperatura variable, de acuerdo con la presión, entre 100 °C y 150 °C, que se genera en una caldera alimentada con gas natural y con fuel – oil en los meses de restricción de gas natural, en los períodos de mayo a julio en Argentina.

En la caldera, el vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el agua, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a vapor saturado. La eficiencia de las calderas es entre el 80% y el 92% y las pérdidas de calor en las tuberías de transporte pueden alcanzar hasta el 15% (Tetra Pak, 1996). Solo entre el 65% y el 77% de la energía térmica total del gas natural es utilizada en el proceso productivo, por lo que, desde el punto de vista de los costos de operación es muy importante que la eficiencia de la caldera no esté por debajo del nivel mínimo.

Se adopta para esta industria una caldera humotubular. En estas calderas, los gases de la combustión circulan por el interior de los tubos y el líquido se encuentra en un recipiente atravesado por dichos tubos.

En una caldera humotubular los gases calientes de la combustión se impulsan por un ventilador, y el calor de estos se transmite a través de las paredes de los tubos calentando el agua que rodea la superficie exterior. El agua se calienta en la caldera hasta el punto de ebullición, luego se transforma y se recoge en la parte superior, bóveda, desde donde parte la red de distribución de vapor. Cuando la presión en la bóveda alcance el nivel preestablecido, la válvula de vapor se abre y el vapor fluye hacia los puntos de consumo.

El quemador de la caldera arranca y para de forma automática, manteniendo siempre la presión de vapor en el nivel deseado. También se añade agua de alimentación con el objeto de mantener el nivel apropiado de agua dentro del recipiente. A su vez se tiene una válvula de seguridad por si la presión prefijada es sobrepasada, detalles en el Capítulo 12.

El agua que se utiliza para la producción de vapor, proveniente del suministro público, tiene que reunir características apropiadas, Tabla 11.130, para evitar corrosiones, hinchamientos y explosiones.

Tabla 11.130: Requerimientos fisicoquímicos para el agua de calderas.

Parámetro	Valor requerido
Dureza total	< 2 ppm
Contenido de oxígeno	< 8 ppb
Dióxido de carbono	< 25 mg/l
Contenido total de hierro	< 0,05 mg/l
Contenido total de cobre	< 0,01 mg/l
Alcalinidad total	< 25 ppm
Contenido de aceite	< 1 mg/l
pH a 25 °C	8,5 – 9,5 (optimo 11)
Alcalinidad Total CaCO ₃	< 700 ppm
Alcalinidad Cáustica	> 350 ppm
Secuestrantes de Oxígeno:	
Sulfito de Sodio	30 – 70 ppm
Hidrazina	0,1 – 10 ppm
Taninos	120 – 180 ppm
Dietilhidroxilamina	0,1 – 1,0 ppm

Fosfato	30 - 60 mg/l
Hierro	< 3,0 ppm
Sílice	150 ppm
Condición general	Incoloro, claro y libre de agentes insolubles.

En caso de que el agua no esté dentro de los parámetros establecidos anteriormente, es necesario la inclusión de tratamientos de ablandamiento y desaireación del agua previo al ingreso de la caldera.

La función de los ablandadores es la de eliminar el calcio y el magnesio que conforman la dureza del agua, mediante un proceso de intercambio iónico, que consiste en la sustitución de estos por iones de sodio. El sistema está compuesto por resinas y pueden venir en forma de filtros de ablandamiento de agua. Cada cierto tiempo es necesario llevar a cabo una regeneración de estos equipos para recuperar la capacidad de intercambio de las resinas con cloruro de sodio (NaCl) o ácido clorhídrico al 15%.

La función de los desaireadores es la de eliminar el oxígeno y dióxido de carbono disuelto en el agua de alimentación para prevenir problemas de corrosión.

El vapor que circula por el sistema de cañerías que constituya la red de distribución se enfría por acción del ambiente que lo rodea y comienza a condensarse. Por ello, las tuberías se colocan con una ligera pendiente o inclinación hacia los puntos donde se eliminen los condensados¹⁷. En estos puntos se instalan purgadores, que permiten que pase el condensado y aire, pero no el vapor. El condensado se separa retornándose al tanque madre de agua de alimentación de la caldera por la propia presión de vapor sin necesidad de utilizar una bomba para condensados.

11.1.2 Adopción de la caldera

Para adoptar la caldera primero se determina la cantidad de vapor requerida. En base a los cálculos del Capítulo 7, la cantidad total necesaria de vapor es de 2160 kg/h asumiendo una presión en bares manométricos de 1,7 al ingreso de cada equipo.

En base a la recomendación de Spirax Sarco, debe considerarse un valor del doble de esa presión, 3,4 bar_M, por las pérdidas que se generan a lo largo de la cañería aislada.

Para definir la capacidad total, se considera que el ingreso del agua al desaireador será a 20 °C por lo que se tiene en cuenta que además de los 2160 kg/h que irán hacia los puntos de

¹⁷ Seán Moran, Process Plant Layout, Second Edition, 2017.

consumo se debe generar una cantidad de vapor para calentar el agua en el ingreso del desaireador hasta los 100 °C, ecuación 11.1.

$$(m_v + m_{h_2o}) \cdot c_{p100\text{ }^\circ\text{C}} \cdot 100\text{ }^\circ\text{C} = m_v \cdot h_v + m_{h_2o} \cdot c_p \cdot \Delta T \quad \text{Ecuacion 11.1}$$

Donde:

m_v : Masa de vapor que deberá calentar el agua del desaireador.

h_v : Entalpia del vapor a la presión seleccionada, 3,4 barM.

c_p : Calor específico del agua.

ΔT : Diferencia de temperaturas entre el ingreso y la deseada.

Los datos para el vapor fueron tomados de la Tabla 7 del Anexo de Procesos De Transferencia De Calor, Donald Q. Kern, 1965. Reemplazando en la ecuación anterior y resolviendo para la masa de vapor:

$$(m_v + 2160\text{kg/h}) \cdot 1,01 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 100\text{ }^\circ\text{C} = m_v \cdot 513,65 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} + \frac{2160\text{kg}}{\text{h}} \cdot 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot (100\text{ }^\circ\text{C} - 20\text{ }^\circ\text{C})$$

$$m_v = 109,92 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 110 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Por lo que se necesita que la caldera genere 2270 kg/h de vapor en la cima de consumo, por redondeo en alza se estima 2300 kg/h. Para determinar la capacidad de la caldera entonces considerando el ingreso de agua a 100 °C:

$$\text{Capacidad térmica} = m_v \cdot h_v = 2300 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 513,65 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 1\,181\,395 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Con estos requerimientos de vapor, la caldera seleccionada es el modelo de 24 de 3 pasos HC – HM de la empresa Fontanet S.R.L., el detalle técnico y características se encuentra en la AI 6 Anexo AI Especificación de Equipos.

11.1.3 Características y Dimensionamiento de la Red de Distribución de Vapor.

11.1.3.1 Generalidades de la red de distribución.

El empleo del vapor como fluido térmico lleva implícito un esquema básico consistente en un punto de generación, un punto de utilización y entre ellos debe disponerse de una red de tuberías que los enlaza y es el medio de transporte de un punto al otro.

A la salida de caldera el vapor es conducido por una red de tuberías que permite disponer del mismo en el punto de utilización. En este punto, se extrae su calor latente mediante el

intercambiador de calor aprovechándose la entalpía de condensación a temperatura constante.

Este tipo de aprovechamiento de entalpía latente genera un descenso de la presión y le confiere a la red de distribución de vapor una peculiaridad especial ya que, debido a la diferencia de presiones de las dos redes, no es necesario equipos de impulsión, reduciendo los elementos de bombeo del fluido térmico a las bombas de ingreso de agua a la caldera, con la consiguiente reducción de costes de instalación y mantenimiento, Figura 11.76.

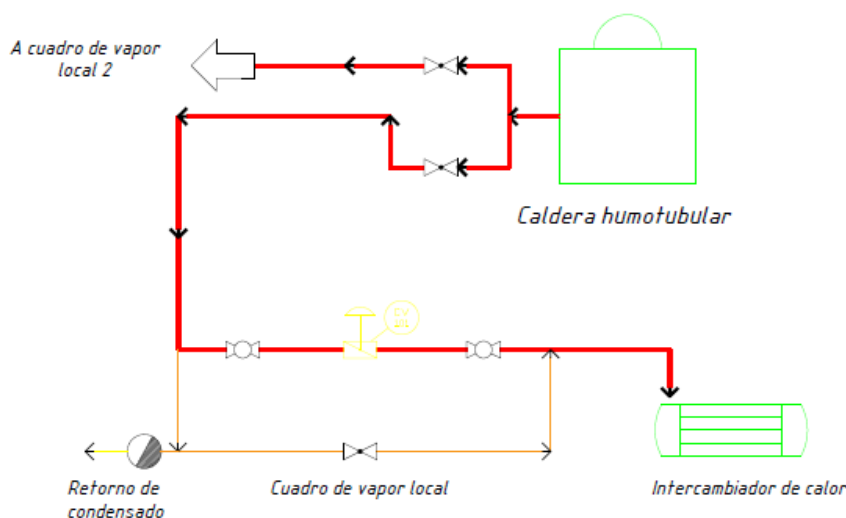


Figura 11.76: Esquema General de la Distribución de Vapor, AutoCAD v 13, 2007, Autodesk inc.

11.1.3.2 Elementos constitutivos de una red de distribución de vapor

La propia naturaleza y comportamiento del vapor hace que los elementos constitutivos de la red presenten características específicas en relación con el comportamiento frente a la temperatura y la presión que han de soportar. Además, debe presentar determinadas características frente a la abrasión debido a las altas velocidades que se maneja en este tipo de redes.

Por otra parte, al manejar un fluido a muy elevada temperatura, toda la red está provista del aislamiento térmico adecuado que evita las fugas térmicas que pueden causar ineficiencia en la instalación.

La presencia de aire mezclado con el vapor será una situación indeseable debido a la pérdida de eficiencia. El aire, debido a su bajo calor específico y mala transmisión térmica, rebaja

notablemente el poder de intercambio del vapor. Esta situación obliga al empleo de separadores o purgadores de aire.

La presencia de condensados es inherente al propio proceso de uso del vapor y se produce cuando el vapor entra en contacto con puntos fríos del sistema, tanto a nivel de tuberías de distribución como en el propio proceso de intercambio de calor en los puntos de utilización.

Los condensados deben de estar restringidos al circuito de condensados y es indeseable en el circuito de vapor. El condensado en el circuito de vapor, por su naturaleza líquida, tiende a ocupar las partes bajas de las tuberías. Las altas velocidades alcanzadas por el vapor lo arrastrarán produciendo ruido, abrasión, golpes de ariete, con posibles daños serios en la instalación.

Entre los accesorios más importantes a utilizarse en la instalación se encuentran:

- Los separadores de gota, son accesorios de tubería que provocan, por su geometría, la deposición de las gotas que arrastra el vapor. Tienen una geometría laberíntica. Al final del recorrido y en su parte más baja, están dotados de una salida para el líquido separado del vapor. El vapor saliente de este tipo de trampa, lo hace libre de gotas de agua. Se emplea principalmente al final de la caldera.
- Purgador, es un accesorio que permite evacuar los condensados formados en el circuito de vapor.
- Eliminadores de aire, es una válvula que trabaja termostáticamente y se instala en un lugar donde le llega el vapor y aire, pero no el condensado.

11.1.3.3 Tuberías de distribución.

El estándar de tuberías más común para gases es el derivado del American Petroleum Institute (API), donde las tuberías se clasifican según el espesor de pared de tubería, llamado Schedule. Estos se relacionan con la presión nominal de la tubería, y son un total de once, comenzando por 5 y seguido de 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, hasta el Schedule 160. Para tuberías de diámetro nominal 150 mm y menores, el Schedule 40, denominado Standard Weight, es el más ligero de los especificados y son los utilizados más comúnmente para instalaciones de tuberías de vapor. Las tuberías de vapor son de acero negro ASTM A53 GRADO A, de acuerdo al proveedor seleccionado, Tubos Argentinos S.A., figura 2 Anexo CI Servicios.

11.1.3.4 Cálculo hidráulico de la red de vapor.

Se determina el diámetro mínimo de la cañería a utilizar para las condiciones de caudal de modo que el tramo tenga la pérdida de carga por debajo de un valor predefinido. Luego se adapta este diámetro al Schedule estandarizado.

El vapor al ser un gas no es un fluido incomprensible por lo que el uso de la Ecuación General de Bernoulli del flujo de fluidos no podría ser utilizada. Sin embargo, Crane (1988) determinó que, si la caída de presión en el sistema es menor al 10% en base a la presión inicial, el modelo para flujos incomprensibles es completamente valido usando la densidad en base a la presión inicial o final.

Si la caída de presión varía entre el 10 % y el 40 % el modelo para flujos incomprensibles podría usarse, solo si se toma como valor de densidad la media entre las condiciones de presión inicial y presión final. Si la caída de presión excede el 40 % el modelo para flujos incomprensibles no puede ser utilizado ya que dará errores superiores al 25 %, se debería usar el modelo para flujos comprensibles como el de Weymouth, Panhandle A o Panhandle B, según la presión de trabajo que se requiera (Crane Technical Paper 410).

El rango de velocidades a la cual el vapor se moverá, de acuerdo con lo expuesto por Spirax Sarco, se exponen en la Tabla 11.131, valores máximos para distintas situaciones.

Tabla 11.131: Velocidades Recomendables para una tubería de vapor, Spirax Sarco.

PRESIÓN (Bar)	VELOCIDAD MAXIMA RECOMENDABLE (m/s)	
	SATURADO	RECALENTADO
< 2	30	35
2 - 5	35	40
5 – 10	40	50
10 – 25	50	60
25 - 100	60	75

En base a lo anterior se utiliza para determinar el diámetro mínimo la ecuación de Bernoulli y la ecuación de Darcy – Weisbach, Spirax Sarco. Esta ecuación es completamente análoga que la ecuación de Fanning aplicada en el Capítulo 8.

La pérdida de carga, h_f , a lo largo de la cañería viene dada por la ecuación 11.2, asumiendo una velocidad constante durante todo el recorrido del fluido.

$$\Delta P = h_f - (Z_a - Z_b) = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} - (Z_a - Z_b) = f \cdot \frac{L}{D^5} \cdot \frac{8 \cdot Q^2}{\pi^2 g} - (Z_a - Z_b) \quad \text{Ecuacion 11.2}$$

Donde:

ΔP : Caída de presión.

h_f : Perdida de carga debida a la fricción.

f : Factor de fricción de Darcy.

L/D : Relación entre el largo de la cañería y su diámetro interno.

V : Velocidad del fluido en la cañería.

Q : Caudal del fluido en la cañería.

$Z_a - Z_b$: Diferencia de elevación.

La obtención del diámetro de la cañería considerando la pérdida de carga, resulta de un proceso iterativo, Hoja de cálculo de Excel “Producción De Vapor (Diámetro mínimo Tramo I-II-III)” en el Anexo B, con lo que, para calcular f se usa la ecuación 11.3 de White – Colebrook¹⁸, siendo su resolución gráfica el diagrama de Moody, figura 8.7 Capítulo 8.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3,7} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) \quad \text{Ecuacion 11.3}$$

Donde:

Re : Número de Reynolds

ε/D : Rugosidad relativa

f : Factor de fricción de Darcy

Estas dos ecuaciones se combinan y se despejan para hallar el diámetro de la cañería en base a la perdida de carga admitida y la velocidad que se pretende que el vapor se desplace. Despejando f de la ecuación 11.2,

$$f = [\Delta P + (Z_a - Z_b)] \cdot \frac{D^5 \cdot \pi^2 \cdot g}{8 \cdot L \cdot Q^2}$$

Y en combinación con la ecuación 11.3, se obtiene una ecuación definitiva que se resuelve mediante iteraciones.

$$\frac{1}{\sqrt{K \cdot D^5}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3,7} + \frac{2,51}{\frac{4Q}{\pi D V} \sqrt{K \cdot D^5}} \right)$$

¹⁸ Steam Engineering Tutorials <http://www.spiraxsarco.com/Resources/Pages/Steam-Engineering-Tutorials/steam-distribution/pipes-and-pipe-sizing.aspx>

$$K = [\Delta P + (Z_a - Z_b)] \cdot \frac{\pi^2 g}{8 \cdot L \cdot Q^2}$$

En donde:

ν = viscosidad cinemática (m^2/s).

Para la caída de presión se considera el valor recomendado por Spirax Sarco, donde se recomienda tomar como regla general para el cálculo una caída de 0,1 bar cada 30 metros de cañería.

La longitud equivalente de la cañería se calcula con los datos expuestos en la Tabla 11.132.

Tabla 11.132: Perdidas de carga por accesorios como longitud equivalente de cañería para un gas, Ocón y Tojo Tomo I, Problemas de Ingeniería Química, página 14.

ACCESORIO	Le/D
Codo 45°	15
Codo 90° Radio Estándar	32
Codo 90° Radio Mediano	26
Codo 90° Radio Grande	20
Codo 90° En Escuadra	60
Codo 180°	75
Codo 180° Radio Mediano	50
Te (usada como codo, con entrada por la parte recta)	60
Te (usada como codo, con entrada por la derivación)	90
Acoplamiento	Despreciable
Unión	Despreciable
Filtro	15
Válvula de Compuerta (abierta)	7
Válvula de Asiento o Globo (abierta)	300
Válvula Angular (abierta)	170
Válvula de Esfera	3

El tramo de cañería a calcular es desde el distribuidor de vapor en la caldera hasta la válvula reductora de presión en el cuadro de válvulas de vapor en el área de producción del intercambiador I03, I04 y de la columna C02, los accesorios se contabilizan en la Tabla 11.133 y se calcula la pérdida de carga asociada, asumiendo inicialmente un diámetro interno de tubería de 114,3 mm.

Tabla 11.133: Número de accesorios en las tuberías de distribución de vapor.

ACCESORIO	CANTIDAD	PERDIDA DE CARGA
TRAMO I: CALDERA – CUADRO DE VALVULAS		
Codos a 90°	2	2x60x0,1143 m = 13,72 m
Tes (Derivación)	1	1x90x0,1143 m = 10,29 m
Reducción	1	Despreciable
Filtro	1	1x15x0,1143 m = 1,72 m
TRAMO II: CUADRO DE VALVULAS - I03/I04		
Válvulas Helicoidal (globo)	1	1x300x0,1143 m = 34,29 m
Válvulas de bola (o de esfera)	1	1x3x0,1143 m = 0,34 m
Codos a 90°	6	6x90x0,1143 m = 61,72 m
Te (Por Derivación)	1	1x90x0,1143 m = 6,86 m
Reducción	1	Despreciable
Filtro	1	1x15x0,1143 m = 1,72 m
TRAMO III: CUADRO DE VALVULAS - C02		
Válvulas Helicoidal (globo)	1	1x300x0,1143 m = 34,29 m
Válvulas de bola (o de esfera)	1	1x3x0,1143 m = 0,34 m
Codos a 90°	5	5x90x0,1143 m = 51,44 m
Te (Parte Recta)	1	1x60x0,1143 m = 6,86 m
Reducción	1	Despreciable
Filtro	1	1x15x0,1143 m = 1,72 m

EL cálculo de la pérdida de carga por accesorios depende del diámetro de la cañería, que no se conoce, para calcularlo, así como para calcular el factor K, que tiene como incógnita la longitud total, se realiza un procedimiento iterativo.

Para iniciar el cálculo del procedimiento se definen las características del vapor, Tabla 11.134, en las distintas condiciones, vapor saturado y seco, para cada tramo.

Tabla 11.134: Características del vapor considerado en la instalación.

	TRAMO I	TRAMO II	TRAMO III
Presión de vapor inicial (Bar _M)	3,4	3,3	3,3
Presión de vapor final (Bar _M)	3,3	2,9	3
Caída de presión considerada (Bar _M)	0,1	0,4	0,3
Densidad del vapor inicial (kg/m ³)	2,37	2,32	2,32
Densidad del vapor final (kg/m ³)	2,32	2,12	2,17

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 11

Densidad promedio (kg/m ³)	2,345	2,22	2,245
Viscosidad dinámica (kg/ms)	1,39.10 ⁻⁰⁵	1,38.10 ⁻⁰⁵	1,38.10 ⁻⁰⁵
Viscosidad cinemática (m ² /s)	5,92.10 ⁻⁰⁶	6,23.10 ⁻⁰⁶	6,16.10 ⁻⁰⁶
Flujo másico (Kg/s)	0,6	0,54	0,056
Caudal volumétrico (m ³ /s)	0,26	0,24	0,0247

La caída de presión seleccionada para el Tramo I es, 0,1 bar, y se calcula en metros de columna de agua con la ecuación 11.4.

$$\Delta P = \frac{0,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,345 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 434,7 \text{ m} \quad \text{Ecuación 11.4}$$

La longitud de la cañería con los descensos y elevaciones hasta los puntos de consumo antes del cuadro de válvulas, es de 6 metros (redondeado en alza), y considerando una diferencia de altura de 2 metros sobre la salida de la caldera, sumado a los valores anteriores, la longitud total es de 34 metros. Entonces se calcula el factor K,

$$K = [\Delta P + (Z_A - Z_B)] \cdot \frac{\pi^2 g}{8 \cdot L \cdot Q^2}$$

$$= (434,7 \text{ m} + 2,4 \text{ m}) \cdot \frac{\pi^2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{8 \cdot 34 \text{ m} \cdot \left(0,249 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)^2} = m^{-5}$$

Para la rugosidad de la cañería de acero de fundición se toma el valor de 0,25 mm, se despeja el diámetro de la ecuación compuesta y se supone un valor inicial del mismo para resolver de 0,1143 metros.

$$D = \left[\left(\frac{1}{-2 \cdot \log_{10} \left[\frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{2,51 \cdot \pi D \nu}{4 \cdot Q \sqrt{K} \cdot D^5} \right] \cdot K} \right)^{2,75} \right]^{\left(\frac{1}{5}\right)}$$

$$D = 0,09783 \text{ metros}$$

Con el valor obtenido se repite todo el proceso, hasta que los diámetros obtenidos sean iguales. Los valores del procedimiento iterativo para este tramo se muestran en la Tabla 11.135.

Tabla 11.135: Iteraciones calculadas para obtener el diámetro mínimo de la cañería de vapor para el Tramo I.

DATOS	ITERACIONES			
	1	2	...	8
Diámetro asumido (m)	0,1143	0,09883		0,09715
Longitud de la cañería considerada (m)	31,72	28,24		27,86
Factor K (m ⁻⁵)	2535,44	28,59		2897,87
Diámetro obtenido (m)	0,09911	0,097932		0,09715

En base al diámetro mínimo que se obtiene, se adapta al Schedule estandarizado eligiéndose de la figura 2, Anexo CI Servicios, la medida del diámetro nominal de 114,3 mm.

Con el valor correspondiente al diámetro interno, se corrobora la velocidad del vapor en la cañería, ecuación 11.5 y se comprueba que está dentro del valor recomendado.

$$V_{Vapor} = \frac{Q}{A_{Tranversal}} = \frac{0,0338 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi \cdot (0,1023 m)^2}{4}} = 30,3 \frac{m}{s} \quad \text{Ecuación 11.5}$$

Para las cañerías de distribución de los Tramos II y III se realiza el mismo procedimiento de iteración, por lo que, para determinar el diámetro mínimo de tubería de cada recorrido, en la Tabla 11.136 se presenta, en resumen, los valores resueltos.

Tabla 11.136: Iteraciones calculadas para obtener el diámetro mínimo de la cañería de vapor para el Tramo II y III

TRAMO II				
DATOS	ITERACIONES			
	1	2	...	8
Diámetro asumido (m)	0,1143	0,10130		0,10074
Longitud de la cañería considerada (m)	166,973	157,379		156,97
Factor K (m ⁻⁵)	2250,028	2387,195		2393,490
Diámetro obtenido (m)	0,10130	0,10076		0,10074
TRAMO III				
DATOS	ITERACIONES			
	1	2	...	8
Diámetro asumido (m)	0,1143	0,04208		0,041
Longitud de la cañería considerada (m)	141,55	92,58		91,57
Factor K (m ⁻⁵)	190192,567	290773,076		293986,11

Diámetro obtenido (m)	0,04208	0,04059		0,04059
-----------------------	---------	---------	--	---------

En base al diámetro mínimo que se obtiene en cada caso, se adapta al Schedule estandarizado de la figura 2 Anexo CI Servicios, y con el valor correspondiente al diámetro interno, se corrobora la velocidad del vapor en la cañería. Se comprueba que está dentro del valor recomendado, Tabla 11.137.

Tabla 11.137: Velocidad del vapor en cada tramo, según el diámetro de cañería.

	TRAMO I (6 m)	TRAMO II (82,62 m)	TRAMO III (64,05 m)
Diámetro mínimo obtenido (mm)	97,15	100,74	40,59
Diámetro Nominal ASTM A53 (SCH 40) (mm)	114,3	114,3	48,3
Espesor (mm)	6,02	6,02	3,68
Diámetro Interno (mm)	102,26	102,26	40,94
Velocidad del vapor (m/s)	31,15	29,62	18,8

11.1.3.5 Cálculo de las pérdidas de calor y de la aislación de la cañería principal de vapor.

Las cañerías involucradas en la red de vapor se aíslan para evitar pérdidas de calor al medio ambiente. Se calculan estas pérdidas considerando primero la tubería desnuda.

El vapor en el interior de la cañería se maneja por convección forzada, y la influencia del aire con una combinación de convección natural, forzada y radiación.

La resistencia por la convección por parte del fluido dentro de la cañería es despreciable con respecto a la del aire, por lo tanto, no se tiene en cuenta.

Para la temperatura del vapor se toma el valor promedio entre su caída de presión para cada trayecto y para el aire circúndate la temperatura media de invierno de la provincia de Córdoba de 15 °C.

El cálculo se realiza teniendo en cuenta que toda la cañería se encuentra en el exterior de la edificación. En la Tabla 11.138, se especifica la resistencia a la conducción de calor a través del material.

En Tabla 11.139, se detallan las propiedades del aire a la temperatura promedio en invierno y los valores de cálculo para el coeficiente combinado de radiación y convección en la cañería sin aislación.

Tabla 11.138: Valores de cálculo para la resistencia a la conducción en la cañería de vapor.

DESCRIPCIÓN	TRAMO I	TRAMO II	TRAMO III
Conductividad térmica del acero negro (W/m°C)	54		
Resistencia a la transferencia de calor por la conducción (m°C/W)	2,013.10 ⁻⁴		
Diámetro Nominal ASTM A53 (SCH 40) (m)	0,1143	0,1143	0,0483
Espesor de la cañería (mm)	6,02	6,02	3,68
Largo de la cañería (m)	6	82,62	64,05
Radio interior (m)	0,05113	0,05113	0,02047
Radio exterior (m)	0,05715	0,05715	0,02415

Tabla 11.139: Valores de cálculo para la resistencia a la transferencia de calor del aire.

DESCRIPCIÓN	TRAMO I	TRAMO II	TRAMO III
Temperatura externa del medio (°C)	15	15	15
Temperatura superficial (°C)	145,8	144,62	144,07
Temperatura de la película (°C)	80,75	79,65	79,5
Densidad del aire (Kg/m ³)	0,9986	1,0017	1,0010
Viscosidad del aire (Kg/ms)	2,1.10 ⁻⁵	2,094.10 ⁻⁵	2,1.10 ⁻⁵
Coefficiente de expansión (K ⁻¹)	0,0028	0,0028	0,0028
Diámetro exterior de la cañería (m)	0,1143	0,1143	0,0483
Numero de Prandtl	0,6962	0,6964	0,6963
Conductividad térmica del aire (W/m°C)	0,0304	0,0304	0,0304
Numero de Grashof	12316750,867	12282490,648	927402,067
Numero de Reynold	15105,141	15187,034	6409,864
Numero de Rayleigh	8574929,483	8553375,195	645792,514
Numero de Nusselt Natural (W/m ² °C)	26,930	26,911	12,834
Velocidad del viento (m/s)	2,778	2,778	2,778
Numero de Nusselt Forzado (W/m ² °C)	67,013	67,226	41,756
Coefficiente de convección combinado (W/m ² °C)	17,953	17,96	26,306
Coefficiente de radiación (W/m ² °C)	2,600	2,574	2,580

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 11

Resistencia a la transferencia de calor por el aire (m°C/W)	0,135	0,136	0,228
---	-------	-------	-------

En conjunto con lo anterior, se calcula el flujo de calor por metro de cañería y la pérdida total, Tabla 11.140.

Tabla 11.140: Valores de cálculo para la pérdida en la cañería de vapor.

DESCRIPCIÓN	TRAMO I (6 m)	TRAMO II (82,62 m)	TRAMO III (64,05 m)
Resistencia total (°Cm/W)	0,136	0,136	0,229
Flujo de calor por unidad de cañería (W/m)	970,384	953,427	568,893
Cantidad de calor total perdida (W)	9703,84	78772,122	35783,38
Temperatura interna (comprobada) (°C)	146,48	144,31	144,79

El calor específico del vapor en las condiciones consideradas se toma como la media entre la presión de alta y la de baja.

Percibiendo las pérdidas de energía térmica en cada tramo, se aíslan las cañerías con lana mineral con recubrimiento de aluminio. Para la conductividad térmica del aislante se admite un valor de 0,035 W/m°C (norma UNE – EN 13162:2009) y para el recubrimiento una emisividad de 0,04.

En la Tabla 11.141, los valores para cada recorrido, corresponden a la quinta resolución de cinco iteraciones consecutivas, Hoja de cálculo de Excel “Pérdida de Calor y Aislación de una Tubería - Tramo I-II-III” Anexo B.

Tabla 11.141: Valores de cálculo para la aislación de la cañería de vapor.

VALORES DE CALCULO	TRAMO I	TRAMO II	TRAMO III
DIMENSIONES			
Diámetro externo (mm)	114,3	114,3	48,3
Diámetro interno (mm)	102,26	102,26	40,94
Grosor del aislante considerado (mm)	30	30	60
Diámetro total (mm)	144,3	144,3	168,3
PERFIL DE TEMPERATURAS			
Temperatura del fluido (°C)	146,8	144,62	145,07
Temperatura del fluido en la interfase tubo - aislación (En la primera iteración, se asume	145,8	143,62	144,07

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 11

1°C menos que la temperatura del fluido) (°C)			
Temperatura de la superficie (Primera Iteración: 25 °C) (°C)	22,58	22,46	17,68
Temperatura de la película (°C)	18,79	18,73	16,34
PROPIEDADES DEL AIRE			
Conductividad térmica (W/m°C)	0,025617	0,025611934	0,025421655
Viscosidad (kg/ms)	1,8088.10 ⁻⁰⁵	1,8085.10 ⁻⁰⁵	1,7968.10 ⁻⁰⁵
Numero de Prandtl	0,7093	0,7093	0,7099
Coefficiente de expansión (K ⁻¹)	0,00343	0,003426	0,003454
Densidad (kg/m ³)	1,212	1,212	1,223
Numero de Grashof	5875752,413	5784105,497	1944607,769
Numero de Reynolds	31950,2535	31962,4966	31317,1094
Numero de Rayleigh	4167611,257	4102698,707	1380500,713
RESISTENCIA A LA CONVECCIÓN			
Coefficiente de radiación (W/m ² °C)	0,266	0,266	0,220
Numero de Nusselt Forzado	104,461	104,486	103,251
Numero de Nusselt Natural	21,859	21,759	15,921
Coefficiente de convección combinado (W/m ² °C)	15,535	15,361	15,596
Resistencia a la convección (m°C/W)	0,117	0,117	0,120
RESISTENCIA A LA CONDUCCIÓN			
Resistencia generada por el grosor de la cañería (m°C/W)	0,000328	0,000328	0,000487
Resistencia generada por el aislante (m°C/W)	1,919	1,919	5,68
CANTIDAD DE CALOR Y VALIDACIÓN DE TEMPERATURAS			
Resistencia total (m°C/W)	2,036	2,036	5,68
Cantidad de calor perdido por metro de cañería (W/m)	64,73	64,76	22,44
Cantidad total de calor perdido (W)	388,37	5259,34	1437,25
Temperatura de la superficie (°C)	22,58	22,46	17,68
Temperatura de la interfase caño/aislación (°C)	146,76	144,6	145,06

Para establecer la densidad de la aislación se hace un análisis de inversión/ahorro y se adapta un espesor de 30 mm para las cañerías de 114,3 mm y de 60 mm para la cañería de 48,3 mm, se justifica calculando la pérdida de temperatura en cada trayecto con la ecuación 11.6.

$$\Delta T = \frac{\text{Cantidad total de calor perdido con aislación}}{\text{Caudal Másico} \times \text{Calor específico del Vapor}} \quad \text{Ecuación 11.6}$$

Con la aislación utilizada la cañería solo perdería 0,3 °C en el Tramo I, 4,3 °C en el Tramo II y 11,33 °C en el Tramo III.

Esta diferencia no se consideró en los cálculos realizados en otros capítulos, sin embargo, esta variación no modificaría de forma significativa los resultados.

11.1.3.6 Cálculo de las bombas de impulsión de agua hacia la cámara de la caldera

El sistema de caldera, debe estar provisto de una bomba para que impulse el fluido caliente hacia la caldera. El cálculo para obtener la potencia de una bomba, se presenta en el capítulo 8 y los valores obtenidos se resumen en las siguientes tablas.

Como regla general en la industria el caudal que impulsa la bomba es sobredimensionado en un 40% más del caudal de vapor nominal que produce el generador de vapor (recomendación de Spirax Sarco). Por lo tanto, el caudal másico de agua que debe producir la bomba es de 3000 kg/h aproximadamente

También se tiene un tanque como abastecimiento, con una capacidad del triple del caudal necesario de las bombas, adoptándose un tanque de 9000 litros. El tanque se encuentra a 2 metros de altura para que la carga neta de succión positiva necesaria cumpla con los requerimientos de la bomba. Los valores de cálculo se muestran en la Tabla 11.142.

Tabla 11.142: Valores de cálculo para el fluido de la bomba de agua de alimentación de la caldera

PARÁMETRO DEL CÁLCULO DEL FLUIDO	VALOR
Flujo másico (kg/s)	0,833
Caudal (m ³ /h)	3,13
Viscosidad del fluido (100 °C) (kg/ms)	2,96x10 ⁻⁴
Densidad del fluido (100 °C) (kg/m ³)	958,05
Cañería seleccionada (mm)	33,4
Área transversal de la cañería (m)	0,00056
Velocidad del fluido en la tubería(m/s)	1,56

Número de Reynolds	134556
Presión absoluta en el desaireador (Bar)	1,01
Presión absoluta en la caldera (Bar _M)	4,41
Altura de líquido en la cañería de succión (Z ₁) (m)	2
Altura del líquido en la cañería de impulsión (Z ₂) (m)	3,4

Para la cañería se tiene en cuenta el tramo más largo de la misma, y se obtienen los datos provistos en Tabla 11.143.

Tabla 11.143: Valores de cálculo para la cañería de la bomba de alimentación de la caldera

CAÑERÍA Y PERDIDAS POR FRICCIÓN EN EL SISTEMA	VALOR
Longitud de la cañería (m)	3,4
Rugosidad relativa	$9,4 \times 10^{-3}$
Factor de Fanning	0,034
Perdidas por fricciones en la longitud de la cañería (m)	2,065
Cantidad de codos a 90°	3
Cantidad de válvulas mariposa	1
Perdidas por fricción en codos (m)	0,54
Perdidas por fricción en válvulas (m)	0,24
Perdida de energía por fricción total (m)	2,9

Finalmente se calcula para la bomba los datos específicos, Tabla 11.144.

Tabla 11.144: Valores de cálculo para la bomba de alimentación de agua de la caldera

DATOS DE LA BOMBA	VALOR
Trabajo de la bomba (J/h)	339,48
Potencia calculada (W)	332,9
Rendimiento de la bomba (curvas) (%)	98
Potencia real (HP)	0,55
Potencia adaptada (HP)	0,75
Perdidas por fricción en la línea de succión (J/kg)	16,7
Cabeza desarrollada (m)	40,8
NPSHa (m)	0,29

Se adopta para estas particularidades, una bomba centrífuga horizontal de la marca Grundfos modelo CRE 1-8 P-A-A-E-HQQE, AI 6, Anexo AI Especificación de Equipos.

11.2 EQUIPAMIENTO FRIGORÍFICO, DISEÑO DE RED DE AGUA FRÍA

El proceso de la producción de EE, consta de una etapa en la que gases recuperados son absorbidos por una corriente de baja temperatura, para luego enviar los productos no condensables a la atmósfera.

La corriente fría tiene un rango de operación entre 0 - 3 °C, de modo que el intercambiador calor que lleva la corriente a esta temperatura, tiene una alimentación a contra corriente de agua a 3 °C.

Se adecua para esta situación un método frigorífico para operar 1200 kg/h de agua, que se complementa con un intercambiador de casco y tubos y un sistema de amoníaco¹⁹, Figura 11.77.

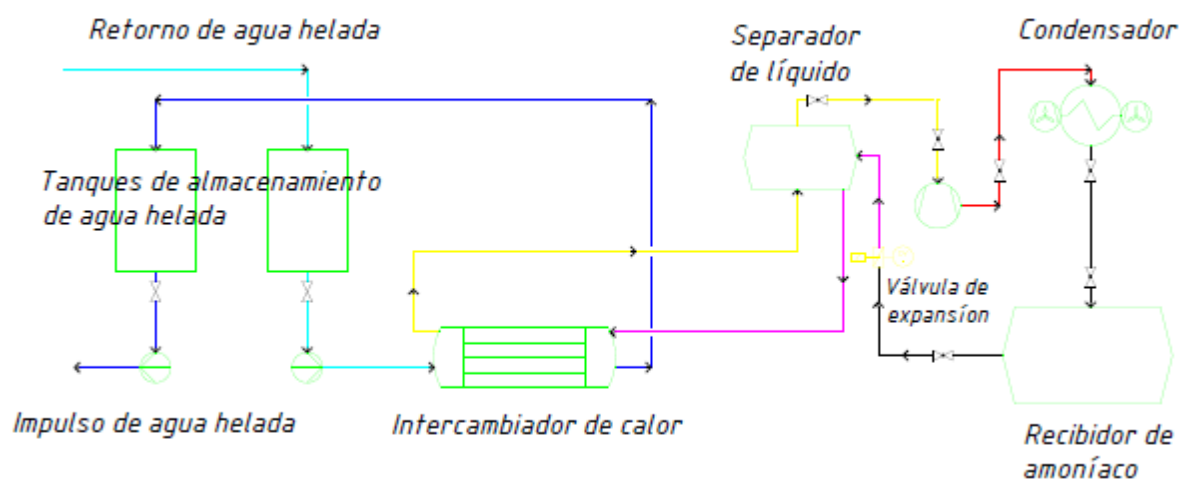


Figura 11.77: Esquema del Sistema Frigorífico, AutoCAD v 13, 2017, Autodesk inc.

11.2.1 Ciclo frigorífico y dimensionamiento de los equipamientos principales

El rango de temperaturas y presiones ideales para este tipo de sistemas se ilustra en el diagrama de presión – entalpía, Figura 11.78. (Dr. Stenhede (2004), Manual de Refrigeración de Alfa Laval)

¹⁹ ANSI/IIAR – 2 2014. Capítulo argentino del uso de Amoníaco como Refrigerante.

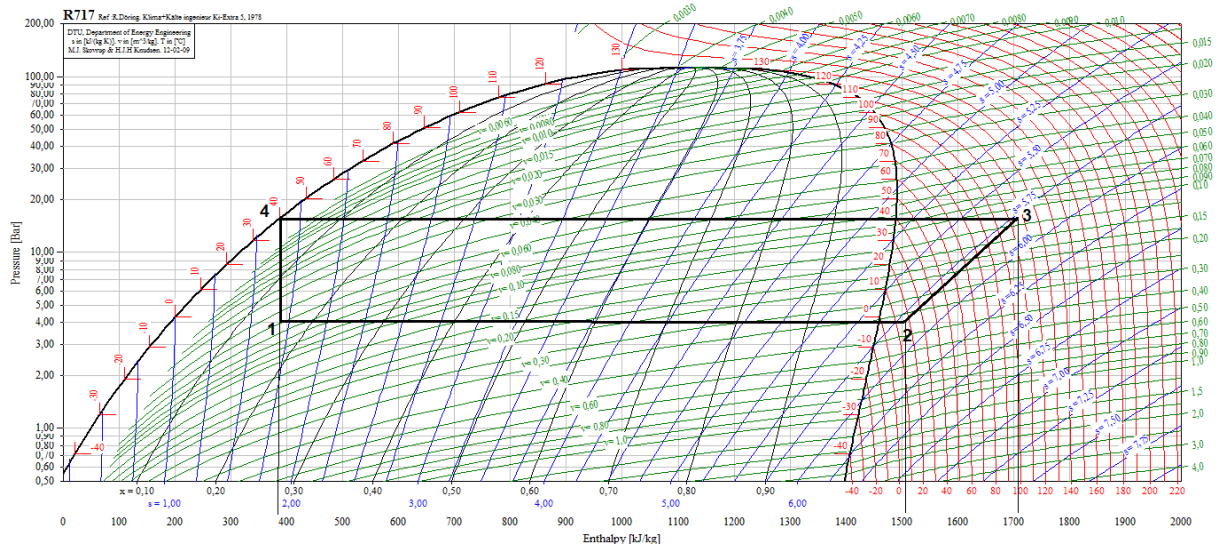


Figura 11.78: Diagrama de Presión – Entalpía para el amoníaco del equipamiento frigorífico. (Elaboración Propia)

El amoníaco en estado mayoritariamente líquido entra en el intercambiador de calor a la temperatura de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e intercambia todo su calor latente y parte de su calor sensible hasta los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, sale del equipamiento en estado de gas hacia un separador de líquidos (trazado 1 - 2). Desde allí es aspirado por el compresor donde se genera un aumento de temperatura y de presión para superar la temperatura del medio de condensación (para que haya transferencia de calor entre el gas y el medio de condensación, trazado 2 - 3).

El gas caliente y de alta presión es bombeado fuera del compresor hacia el condensador (trazado 3 - 4). Este último es un intercambiador de calor en el cual se enfría el gas caliente que viene del compresor. Conforme la temperatura del gas disminuye y alcanza la temperatura de saturación correspondiente según su presión, se condensa, y fluye al recibidor, comenzando el ciclo nuevamente.

Desde el recibidor el amoníaco en estado líquido y a alta presión, llega a una válvula de expansión donde se genera una disminución de presión y de temperatura, ingresando al separador de líquidos y nuevamente al intercambiador (trazado 4 - 1).

Se estima la temperatura de salida del compresor y entrada del condensador, enfriado por aire, con la Ecuación 11.7, correlación empírica de Stoecker (1988), considerando la temperatura de bulbo seco del aire a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$T = TBS + 10 \text{ a } 15\text{ }^{\circ}\text{C} = 30\text{ }^{\circ}\text{C} + 10\text{ }^{\circ}\text{C} = 40\text{ }^{\circ}\text{C} \quad \text{Ecuación 11.7}$$

Con el diagrama de Mollier, Figura 11.78, se identifican los parámetros del sistema, y se resumen en Tabla 11.145.

Tabla 11.145: Datos Correspondientes al Ciclo frigorífico.

PUNTO	ENTALPIA (kJ/kg)	TEMPERATURA (°C)	PRESIÓN DE OPERACIÓN (Bar)
1	390	-1	4,2
2	1500	-1	4,2
3	1700	40	16
4	390	40	16

Con estos datos se determina y se dimensiona el intercambiador en el simulador Chemcad v7.1.2, 2017, CHEMSTATION inc., siendo las características generales las expresadas en Tabla 11.146.

Tabla 11.146: Datos generales y de transferencia de calor para Intercambiador Sistema Frigorífico, Chemcad. V 7.1.2, 2017, CHEMSTATION inc.

DATOS GENERALES	
Clase/Tipo de Intercambiador	TEMA R/AEL
Diámetro interno de la coraza	20,32 cm
Número de tubos	36
Longitud de tubo	6,096 m
Diámetro externo de los tubos	1,905 cm
Diámetro interno de los tubos	1,575 cm
Arreglo de tubos Triangular	triangular
Paso de los tubos	1
Número de baffles	31
Separación entre baffles	18,29 cm
Segmentación del baffle	20,000 %
Tipo de baffle	Segmentación Simple
DATOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
Área efectiva de transferencia	12,95 m ²
Área requerida	12,95 m ²
U (Calculado/Servicio)	(196,13/196,13) kcal/h.m ² .C
Calor calculado	17360,88kcal/h
Calor especificado	17360,51kcal/h
Exceso	0%
Factor de obstrucción	2,048E-004 h.m ² . °C/kcal
ΔP(Coraza/Tubos)	0,01 kPa /0,05 kPa

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 11

Coeficiente de película para la coraza	1981,24 kcal/h.m ² . °C
Coeficiente de película para los tubos	294,99 kcal/h.m ² . °C

En este tipo de intercambiador, los canales por donde pasa el amoníaco son soldados con el objetivo de evitar las pérdidas.

También, con los datos de Tabla 11.145, se calcula la Relación de Compresión (RC). Este parámetro indica la cantidad de volumen que comprime el equipo elegido, y viene dado por la diferencia de presiones, ecuación 11.8.

$$RC = \frac{PA}{PB} = \frac{16 \frac{kg}{cm^2}}{4,2 \frac{kg}{cm^2}} = 3,81 \quad \text{Ecuación 11.8}$$

La capacidad que tiene 1 kg de masa refrigerante de absorber calor, en condiciones específicas de presión y temperatura, regido por la diferencia de entalpías se especifica como Efecto Refrigerante (ER) y se calcula con la ecuación 11.9.

$$ER = \Delta h = h_2 - h_1 = 1110 \frac{kJ}{kg} \cdot \frac{0,24 \text{ kcal}}{1 \text{ kJ}} = 266,4 \frac{kcal}{kg} \quad \text{Ecuación 11.9}$$

La cantidad de fluido frigorífico que circula por el intercambiador en función del tiempo es el Flujo másico (m_F). Considerando la masa de agua a enfriar, 1200 kg/h y el efecto refrigerante calculado anteriormente, se estima el flujo másico que se necesita de amoníaco.

$$m_F = \frac{m_C \cdot Cp_F \cdot \Delta T}{\Delta h(ER)} = \frac{1200 \frac{kg}{h} \cdot 1 \frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \cdot (16^\circ C - 3^\circ C)}{266,4 \frac{kcal}{kg}} = 58,56 \frac{kg}{h} \quad (60 \text{ kg/h})$$

La potencia que el compresor (PC) debe tener para el sistema funcione correctamente, viene dado por la ecuación 11.10. (h_{comp}: diferencia de entalpía en el compresor)

$$PC = m_F \cdot \Delta h_{comp} = 60 \frac{kg}{h} \cdot 200 \frac{kJ}{kg} = 12000 \frac{kJ}{h} = 3333,33 \frac{J}{s} \quad \text{Ecuación 11.10}$$

$$= 4,5 \text{ HP}$$

El calor disipado por el condensador, es la cantidad de calor que la unidad condensadora intercambia con el medio, siendo h_{cond}, diferencia de entalpía en el condensador.

$$-Q = m_F \cdot \Delta h_{cond} = 60 \frac{kg}{h} \cdot 1310 \frac{kJ}{kg} = -78600 \frac{kJ}{h}$$

$$= -18733,28 \frac{kcal}{h}$$

Para la selección del condensador, en base a la cantidad de calor que es necesario disipar, se adoptan dos condensadores en serie de la empresa Caamaño S.A, modelo CMF163-265, con las especificaciones detalladas en el AI 6 Anexo AI Especificación de Equipos.

Para el compresor se selecciona el modelo Mycom Serie F2K 970 rpm, provisto por la empresa Silveira e hijos Refrigeración, colocándose 2 unidades en paralelo. Cada compresor tendrá una capacidad de comprimir 42,9 m³/h de amoníaco, satisfaciendo las necesidades del sistema. (el volumen específico fue tomado del diagrama de Mollier, Figura 11.78, en el punto 2, en el ingreso del compresor).

$$\text{Caudal de amoníaco} = \text{flujo másico} \times \text{volumen específico} = 60 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 0,34 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 20,4 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Por lo que los compresores elegidos cumplen con las necesidades del diseño presentado, y al tener dos la planta no se queda sin agua helada en caso de rotura de alguno de ellos. Sus especificaciones se muestran en AI 6 Anexo AI Especificación de Equipos.

Para finalizar el sistema, se realiza la adopción del separador y el recibidor de líquidos. Y se calcula el caudal de amoníaco en el sistema luego del compresor.

$$\text{Caudal de Amoníaco} = \text{Flujo Masico} \times \text{Volumen Específico} = 60 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 0,11 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 6,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Este es el caudal que pasa por el recibidor y el sistema en general por hora, pero no necesariamente el caudal que debe contener el recibidor, ya que puede contemplar solo el 10 % del flujo horario de amoníaco (FRIO - RAF S.A). En consecuencia, se adapta un recibidor de 1000 litros de la empresa REFRIN S.A.I y C, con especificaciones detalladas en el AI 6 Anexo AI Especificación de Equipos.

Para el separador de líquidos se escoge un recipiente cilíndrico de la misma empresa en forma horizontal, que se coloca encima del intercambiador de calor de casco y tubo, se definen sus características en AI 6 Anexo AI Especificación de Equipos.

11.2.2 Dimensionamiento de los tanques de almacenamiento de agua y cálculo de bombas

En base al diagrama del sistema presentado en Figura 11.77, se necesita de dos tanques de aproximadamente 1500 litros, uno para el agua helada y otro para el agua de retorno.

Ambos tanques tienen fondo y cabeza elipsoidal 2:1, son de material de construcción de fibra de vidrio, y son provistos por la empresa STRAPLAS S.A.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 11

Se amoldan dos tanques de la serie 1200 de 1500 litros, describiéndose en AI 6 Anexo AI Especificación de Equipos.

Para calcular la bomba que impulsa el agua helada hacia el intercambiador de calor de la planta, se hacen los cálculos similares al Capítulo 8. Se elige el diámetro de la cañería de acuerdo a la velocidad óptima de circulación, 2 m/s, de acuerdo a la Hoja de Cálculo de Excel “Cálculo de Bomba impulsión de agua helada” y “Producción de Agua Helada (Diámetro mínimo)” del Anexo B.

Se admite un diámetro de cañería de 26,7 mm de acero galvanizado en base a los estándares ASTM A53, detallados en la figura 2 Anexo CI Servicios Auxiliares, que mantiene una velocidad de flujo de 0,89 m/s.

Para las distancias se toman los valores de planimetría, siendo el recorrido de 84 metros de cañería, al que se le suman 10 metros teniendo en cuenta las elevaciones y descensos.

Además, cabe señalar que la bomba de impulso debe poseer la suficiente potencia para retornar el fluido, por eso se toma el doble de este valor, redondeándose en alza como factor de seguridad. Los valores de cálculo se muestran en la Tabla 11.147.

Tabla 11.147: Valores de cálculo para el fluido de la bomba de impulsión de agua helada a I01

PARÁMETRO DEL CÁLCULO DEL FLUIDO	VALOR
Flujo másico (kg/s)	0,333
Caudal (m ³ /h)	1,2
Viscosidad del fluido (3 °C) (kg/ms)	1,5x10 ⁻³
Densidad del fluido (3 °C) (kg/m ³)	1000
Cañería seleccionada (mm)	26,7
Área transversal de la cañería (m ²)	0,00034504
Velocidad del fluido en la tubería(m/s)	0,97
Numero de Reynolds	13321,5
Presión absoluta en el recipiente de succión (Bar)	1,01
Presión absoluta en el recipiente de impulsión (Bar)	1,01
Altura de líquido en la cañería de succión (m)	0,4
Altura del líquido en la cañería de impulsión (m)	5

Los datos provistos en Tabla 11.148 son de la cañería del tramo entre el intercambiador I01 y el sistema frigorífico.

Tabla 11.148: Valores de cálculo para la cañería de la bomba de impulsión de agua helada a I01

CAÑERÍA Y PERDIDAS POR FRICCIÓN EN EL SISTEMA	VALOR
Longitud de la cañería (m)	190
Rugosidad relativa	$7,16 \times 10^{-4}$
Factor de Fanning	0,028
Perdidas por fricciones en la longitud de la cañería (m)	48
Cantidad de codos a 90°	9
Cantidad de válvulas mariposa	2
Perdidas por fricción en codos (m)	0,64
Perdidas por fricción en válvulas (m)	0,19
Perdida de energía por fricción total (m)	50

Finalmente se calcula para la bomba los datos específicos, Tabla 11.149.

Tabla 11.149: Valores de cálculo para la bomba de impulsión de agua helada

DATOS DE LA BOMBA	VALOR
Trabajo de la bomba (J/h)	534,71
Potencia calculada (W)	178,236
Rendimiento de la bomba (curvas) (%)	98
Potencia real (HP)	0,244
Potencia adaptada (HP)	0,37
Perdidas por fricción en la línea de succión (J/kg)	2,9
Cabeza desarrollada (m)	54,6
NPSHa (m)	10,37

Se adopta para estas particularidades, una bomba centrífuga horizontal ESTAMPINOX EFI, modelo EFI 0, 0,37 kW, AI 6 Anexo AI Especificación de Equipos.

Para la bomba que retorna el agua a 16 °C del intercambiador, se hace un razonamiento similar, que se resumen en las tablas a continuación, Tabla 11.150-Tabla 11.151.

Tabla 11.150: Valores de cálculo para el fluido de la bomba de retorno de agua a 16 °C

PARÁMETRO DEL CÁLCULO DEL FLUIDO	VALOR
Flujo másico (kg/s)	0,333

Caudal (m ³ /h)	1,2
Viscosidad del fluido (100 °C) (kg/ms)	1,5x10 ⁻³
Densidad del fluido (100 °C) (kg/m ³)	1000
Cañería seleccionada (mm)	26,7
Área transversal de la cañería (m)	0,00034504
Velocidad del fluido en la tubería(m/s)	0,97
Numero de Reynolds	13321,5
Presión absoluta en el desaireador (Bar)	1,01
Presión absoluta en la caldera (Bar)	1,01
Altura de líquido en la cañería de succión (Z ₁) (m)	0,4
Altura del líquido en la cañería de impulsión (Z ₂) (m)	2

Tabla 11.151: Valores de cálculo para la cañería de la bomba de retorno de agua a 16°C

CAÑERÍA Y PERDIDAS POR FRICCIÓN EN EL SISTEMA	VALOR
Longitud de la cañería (m)	5
Rugosidad relativa	7,16x10 ⁻⁴
Factor de Fanning	0,028
Perdidas por fricciones en la longitud de la cañería (m)	1,27
Cantidad de codos a 90°	3
Perdidas por fricción en codos (m)	0,21
Perdida de energía por fricción total (m)	1,51

Se calcula para la bomba los datos específicos y se resumen los valores encontrados en Tabla 11.152.

Tabla 11.152:Valores de cálculo para la bomba de retorno de agua a 16°C

DATOS DE LA BOMBA	VALOR
Trabajo de la bomba (J/h)	31
Potencia calculada (W)	10,33
Rendimiento de la bomba (curvas) (%)	98
Potencia real (HP)	0,014
Potencia adaptada (HP)	0,37
Perdidas por fricción en la línea de succión (J/kg)	2,9

Cabeza desarrollada (m)	3,16
Presión de vapor del fluido a 16 °C (Bar)	1,01
NPSHa (m)	10,37

Se adopta para estas particularidades de retorno, una bomba de canal lateral ASPIR-A-50 de INOXPA AI 6 Anexo AI Especificación de Equipos.

11.2.3 Cálculo de la pérdida de calor y necesidades de aislamiento en las cañerías

Es preciso que el fluido a lo largo del trayecto de la cañería mantenga la temperatura lo más cerca posible a los valores calculados ya que si no el sistema frigorífico será deficiente y con un rendimiento menor al esperado, debido a esto se debe aislar la tubería para que la transferencia de calor sea mínima y de esta forma se pueda mantener la temperatura.

Primero, se calcula cual sería la pérdida de calor si la tubería no estuviera aislada, para verificar si es necesaria una aislación.

Se considera para los cálculos, que la transferencia de calor es estacionaria dado que las condiciones térmicas especificadas en las fronteras no cambian con el tiempo, y que la transferencia de calor será unidimensional ya que se tendrá simetría térmica en torno al punto medio del cilindro de la tubería o tanque; y que la conductividad térmica de los fluidos es constante.

En la parte interna del tubo se considera transferencia de calor por convección forzada y conducción a través por la impulsión de la bomba; y para la parte externa del tubo que está en contacto con el aire la transferencia de calor es por convección natural, convección forzada e irradiación.

Como la cañería está mucho más fría que la temperatura de rocío del aire circundante, se genera una condensación de la humedad que crea una transferencia de calor extra al agua helada. Para facilitar los cálculos, la película de agua condensada se toma como si fuera un proceso de transferencia de calor por convección, ya que el espesor de la película aumenta con el tiempo haciendo cada vez más pequeños los efectos de la conducción.

Considerando el escenario más desfavorable, una temperatura exterior de 30 °C, promedio para la provincia de Córdoba en verano, se puede calcular la ganancia de calor en base a la ecuación de resistencias térmicas. La teoría de los cálculos es la indicada en la aislación de las cañerías por pérdidas de calor, Hoja de Cálculo de Excel "Ganancia de Calor y Aislación en una Tubería" Anexo B, y los resultados se exponen en Tabla 11.153.

Tabla 11.153: Valores de cálculo para la aislación de la cañería de agua helada.

VALORES DE CALCULO	TRAMO I
DIMENSIONES	
Diámetro externo (mm)	26,7
Diámetro interno (mm)	22
Grosor del aislante considerado (mm)	15
Diámetro total (mm)	56,7
CANTIDAD DE CALOR Y VALIDACIÓN DE TEMPERATURAS	
Resistencia total (m°C/W)	3,65
Cantidad de calor ganado por metro de cañería (W/m)	7,67
Cantidad total de calor ganado (W)	1457
Temperatura de la superficie (°C)	28,26
Temperatura de la interfase caño/aislación (°C)	1,99

Con un balance de energía se estima el aumento de temperatura que sufrirá el fluido en la cañería aislada a lo largo de los 190 metros de longitud establecidos, se toma un $C_p = 4,21$ kJ/kg°C para el agua a 2 °C, y reemplazando se obtiene,

$$\Delta T = \frac{997 \frac{J}{s}}{0,333 \frac{kg}{s} \cdot 4210 \frac{J}{kg^\circ C}} = 1^\circ C$$

En consecuencia, el fluido gana 1 °C en el tramo de cañería considerado antes de entrar al equipamiento.

Para la cañería de retorno a 16 °C se puede hacer un razonamiento idéntico dando un valor de pérdida relativamente similar, y se aísla con las mismas características del aislante.

El fundamento de la aislación es el de utilizar un material con una baja conductividad térmica para que la transferencia de calor sea mínima. Si bien existen diferentes métodos para determinar el grosor del aislamiento se pensará sobre todo en mantener la temperatura de la superficie por encima de los 24 °C para que no haya condensación.

Como aislante se utiliza poliestireno expandido recubierto con una capa de metal de aluminio, la conductividad térmica de este material es en promedio 0,035 W/m°C, según el fabricante, y para la emisividad del aluminio se toma el valor de 0,04 para una superficie nueva.

11.3 PRODUCCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.

11.3.1 Generalidades de la red de aire comprimido

En las industrias químicas se tiene una gran demanda de equipos e instrumentos avanzados para el control automático, monitorización y regulación de los distintos procesos de producción.

Los sistemas automáticos controlados neumáticamente han demostrado ser muy seguros por lo que se utilizan con gran frecuencia con diversas aplicaciones.

Las mayores cantidades de aire comprimido en la planta se utilizan en los actuadores neumáticos y en el taller de mantenimiento. Este aire se debe suministrar a una presión de aproximadamente 600 kPa (6 Bar_M), requerimiento normal para el accionamiento de los distintos equipamientos, con esto, se necesita una instalación de compresión con una presión de trabajo de 700 kPa (7 Bar_M), con el objeto de compensar las pérdidas de presión en las líneas de distribución de aire comprimido.

Los elementos principales que componen un sistema de aire comprimido son el compresor, un depósito de almacenamiento de aire comprimido, el enfriador (aftercooler), un deshumidificador, las líneas de suministro, y los puntos de consumo con su regulador y filtro.

El compresor tiene la función de aspirar aire de la atmósfera y comprimirlo en un volumen más pequeño, almacenándolo después en el depósito.

Puesto que al comprimir el aire éste se calienta, su capacidad para retener vapor de agua aumenta. Por el contrario, un incremento en la presión del aire, reduce notablemente su capacidad para retener agua. Mientras el aire se comprime en el compresor, la alta temperatura evita que el agua condense, pero una vez en las conducciones, el descenso de temperatura, mantenido a presiones altas, sí conlleva la condensación de agua en las tuberías.

Para eliminar estas condensaciones, se reduce la temperatura del aire en un dispositivo que se coloca justo a la salida del compresor, un enfriador (aftercooler), que es un intercambiador de calor, que funciona bien con agua o con aire como fluido caloportador.

La Figura 11.79 muestra un aftercooler, al que se le ha acoplado a la salida un deshumidificador, encargado de drenar el agua de condensación que se extraerá de la corriente de aire comprimido.

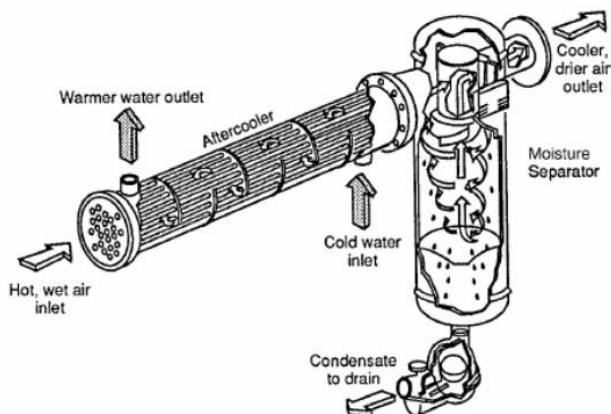


Figura 11.79: Imagen ilustrativa de un aftercooler²⁰

La cantidad más alta de vapor de agua (en g/m^3) que el aire puede contener varía con la temperatura. A $20\text{ }^\circ\text{C}$, el aire contiene un máximo de $17,1\text{ g}/\text{m}^3$ de agua, humedad relativa (% HR).

En la provincia de Córdoba la humedad relativa promedio del aire es normalmente del 75%, por lo que el contenido de agua es aproximadamente de $12,82\text{ g}/\text{m}^3$.

La temperatura de rocío es aquella en la cual este vapor de agua comienza a condensar. A partir de la gráfica psicométrica figura 3, Anexo CI Servicios Auxiliares, se encuentra que para el aire de la provincia de Córdoba este punto es de $15\text{ }^\circ\text{C}$, es decir, que cuando se alcance una temperatura menor o se enfríe, el vapor se condensará en forma de agua libre.

Tomando un proceso de compresión ideal, sin cambio de temperatura, el aire que ingrese al compresor, se comprime hasta alcanzar la mitad de su volumen aumentando su presión de 1 bar a 2 bar.

Un metro cúbico de este aire a esta presión superior contendrá $2 \times 12,82\text{ g}/\text{m}^3 = 25,64\text{ g}/\text{m}^3$. Independientemente de su presión, el aire a $20\text{ }^\circ\text{C}$ solo puede contener $17,1\text{ g}/\text{m}^3$, por lo que $8,54\text{ g}/\text{m}^3$ condensan en forma de agua libre durante la compresión.

El funcionamiento del sistema de aftercooler se muestra en la Figura 11.80, y se describe de acuerdo a lo siguiente.

Fase 1: El aire comprimido saturado de humedad entra en el secador y es dirigido hacia el intercambiador siendo enfriado por el aire que vuelve a la línea ya frío y seco. El intercambio

²⁰ Barber, Antony. 1989. *Pneumatic Handbook*, Octava edición. Elsevier Inc.

de calor entre el aire entrada y de salida reduce la carga en el compresor de amoníaco del equipo de refrigeración ahorrando así costos de energía.

Fase 2: El aire entrante pasa ahora al intercambiador de calor, donde el fluido refrigerante lo enfría a 2° C (valor recomendado), la humedad se condensa y forma gotas de agua que se separan del aire en el separador de condensado y se recogen en un colector que automáticamente purga el sistema.

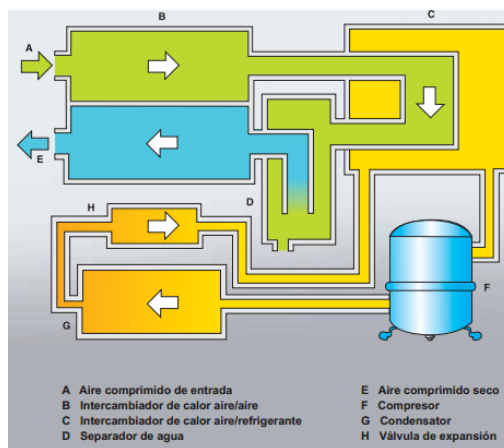


Figura 11.80: Sistema propuesto para el enfriamiento del aire.

Puesto que el compresor, el depósito y los enfriadores se sitúan en una sala cercana al taller de mantenimiento fuera de las áreas productivas, es preciso diseñar la red de distribución en planta de las líneas de suministro desde el compresor a los puntos de consumo.

Se respetan algunos detalles importantes recomendables:

- Los puntos de drenaje se colocan con la ayuda de tes, ya que el cambio brusco en la dirección del flujo facilita la separación de las gotas de agua de la corriente de aire.
- Las tuberías deben ir descendiendo levemente en la dirección del flujo. La pendiente se fija en un 1%.
- Las conexiones de las diversas ramificaciones se hacen desde arriba de la cañería principal para obstaculizar al máximo posibles entradas de agua.
- El número de juntas y codos es el mínimo posible para quitar las pérdidas de carga.

Desde la red principal el aire transita hasta los puntos de consumo, donde se coloca una unidad de mantenimiento, compuesta por un filtro de aire, que extrae todas las impurezas y el agua que se pudo llegar a condensar; un regulador de presión; y un lubricador de aire, para lubricar los elementos neumáticos en un grado adecuado, con el objetivo de prevenir el

desgaste prematuro de las piezas móviles, reducir el rozamiento y proteger los elementos contra la corrosión.

11.3.2 Dimensionamiento del compresor

Para dimensionar el compresor, se estima el consumo de aire comprimido de los equipamientos que se tienen en mayor cantidad y que usan la mayor cantidad del fluido.

Considerando todos los tipos de válvulas neumáticas en el proceso de producción, para diámetro de cañería de 42,2 mm, asumiéndose que muchos de los otros equipamientos, como las válvulas de control, consumen menos ya que su apertura no es total, se describe en la Tabla 11.154, la cantidad de llaves.

Tabla 11.154: Válvulas necesarias para los distintos puntos del proceso.

PROCESO U OPERACIÓN	CANTIDAD DE VÁLVULAS
Almacenamiento AE (A01- 02)	2
Almacenamiento EE (A05 - 06)	1
Almacenamiento AS (T03 - A03)	2
Almacenamiento HS (T04-A04)	2
Tanque Pulmón T01	2
Reactor R01	5
Intercambiadores	6
Columna de Neutralización (C01)	2
Columna de Deshidratación (C02)	4
Columna de Purificación (C03)	2
Columna de Absorción (C04)	2
Almacenamiento Nitrógeno (N ₂)	2

Para considerar el aire necesario para las herramientas que se utilizan en el taller de mantenimiento y para sobrellevar las pérdidas de carga se sobredimensiona el sistema en un 25%.

A su vez, se considera un 15% extra por las purgas del secador, un 10% por posibles fugas en el sistema y en las válvulas; y además un 250% por una posible expansión de la planta en un futuro, quedando un sobredimensionamiento total de 300%²¹.

²¹ Recomendaciones de Bimba Pneumatic Solutions®

Si bien no todas las válvulas consideradas en la Tabla 11.154 se abren al mismo tiempo, se sopesa que todos los procesos se realizan al mismo tiempo para tener un margen de seguridad.

Para calcular el consumo de aire comprimido se tomarán las dimensiones de los actuadores neumáticos para las válvulas Frautschi®, Al 6 Anexo Al Especificación de Equipos, para diámetros de cañería menores a 90 mm, ya que el razonamiento del cálculo implica obtener cuanto aire es necesario para desplazar el pistón del cilindro y mantener la válvula abierta. El diámetro del pistón del actuador de DN entre 1"-2", es de 90 mm y la carrera de 30 mm aproximadamente.

Con estos datos es posible calcular el consumo de aire con la ecuación 11.11.

$$V_{consumido} = \frac{\left(\frac{\pi \cdot D_p^2}{4} \cdot S_r \cdot cpm \cdot cpv \right)}{1728} \quad \text{Ecuación 11.11}$$

Donde:

$V_{consumido}$ = Volumen de aire consumido por la válvula (CFM, pie³/minuto).

D_p = Diámetro del pistón (pulgadas)

S_r = carrera o desplazamiento del pistón (pulgadas).

cpm = ciclos de apertura de la válvula por minuto.

cpv = ciclos de apertura de la válvula en base al diseño

(para el caso de la válvula adaptada es 1 ciclo, se abre con aire y se cierra con un resorte).

Con una apertura de 4 ciclos por minuto, un valor ligeramente alto, necesarios para la puesta en marcha y prueba de los equipamientos o la equivocación de un operador que abre y cierra las válvulas varias veces se deduce el volumen de aire comprimido. La unidad CFM indica pie³/min.

$$V_{consumido} = \frac{\frac{\pi \cdot (3,54")^2}{4} \cdot 1,18" \cdot 4 \frac{\text{ciclos}}{\text{minuto}} \cdot 1}{1728}$$

$$= 0,027 \text{ CFM o } 0,76 \frac{\text{litros}}{\text{minuto}} \text{ (de aire comprimido)}$$

Con el volumen de aire, se evalúa la proporción de la compresión utilizada (RDC), ecuación 11.12.

$$RDC = \frac{101,3 \text{ kPa} + P_{Requerida}}{101,3 \text{ kPa}} = \frac{101,3 \text{ kPa} + 700 \text{ kPa}}{101,3 \text{ kPa}} = 7,91 \quad \text{Ecuación 11.12}$$

Se aplica este factor al valor definido del volumen de aire comprimido para obtener el volumen consumido de aire no comprimido o aire libre, en condiciones de normales de presión y temperatura.

$$V_{\text{aire libre}} = 0,027 \text{ CFM} \cdot 7,91 = 0,22 \text{ CFM} = 6,23 \frac{\text{litros}}{\text{minuto}}$$

Este dato es multiplicado por la cantidad de equipamientos, 32 actuadores neumáticos para las válvulas, registrando 200 litros/minuto de aire libre y teniendo en cuenta el sobredimensionamiento del 300% el valor final de aire que precisa desplazar el compresor es de 600 litros/minuto.

Con este valor se utiliza un compresor a pistón de dos cilindros de una etapa, modelo G-2, Loidi S.A, cuyas especificaciones se informan en AI 6 Anexo AI Especificación de Equipos.

11.3.3 Sistema de distribución del aire comprimido y determinación del diámetro mínimo de la cañería

Un sistema de distribución de aire comprimido inadecuado da lugar a elevadas pérdidas de energía, una baja productividad y un bajo rendimiento de los actuadores neumáticos.

El sistema de distribución cumple tres requisitos, una baja caída de presión entre el compresor y el punto de consumo, un mínimo de fugas de las tuberías de distribución y un drenaje eficaz de los condensados.

En una red de aire comprimido se pueden considerar tres tipos de tuberías:

- Tubería principal, o colector general, es la que sale del compresor y canaliza la totalidad del caudal de aire.
- Tuberías secundarias, toman el aire de la tubería principal y lo ramifican por las zonas de trabajo, y de estas salen las tuberías de servicio.
- Tuberías de servicio, son las que alimentaran los equipos neumáticos.

La tubería principal tiene el mayor diámetro y se dimensiona de tal manera que permita una ampliación del 300 % del caudal de aire nominal. La velocidad máxima del aire que pasa por ella, no debe sobrepasar los 10 m/s.

El caudal que atraviesa las tuberías secundarias, es igual a la suma del caudal de todos los puntos de consumo que alimentan. La velocidad máxima del aire por estas tuberías no debe superar los 10 m/s.

Las tuberías de servicio, tienen acoplamientos de cierre rápido e incluyen las mangueras de aire y los grupos filtro - regulador - lubricador en cada punto de consumo. La velocidad máxima del aire por estas cañerías, no debe exceder los 15 m/s.

Generalmente, en las industrias se permite que el 10% de la presión a la cual trabaje el sistema se emplee en hacer frente a las pérdidas totales, el resto es la energía que se descarga en los puntos de trabajo. Por otro lado, el 2% de la pérdida es admitida en la línea principal, con lo que, si el sistema opera a 8 Bar_A, se fija un valor de pérdidas máximo de 0,8 bar a lo largo de las conducciones y de 0,16 Bar_A para la canalización principal.

De acuerdo al Anexo D de planimetría, para la red de aire comprimido se tienen las canalizaciones expuestas en la Tabla 11.155.

Tabla 11.155: Detalle de las canalizaciones de la red de distribución de aire comprimido.

CONDUCTO	LONGITUD m	CAUDAL (8 BAR _A) Litros/min	CAUDAL (ESTÁNDAR) Litros/min
Canalización principal	70	24,32	600
Canalización secundaria 1(AE)	83	12,16	300
Canalización secundaria 2 (EE)	57	12,16	300
Canalización de servicios (Promedio)	10	12,16	300
Bocas de salida 1 (AE): 15		0,81	20
Bocas de salida 2 (EE): 12		1,01	25

Para las canalizaciones de servicios se toma un valor de 10 metros, ligeramente sobredimensionado, teniendo en cuenta la longitud que recorre la manguera de aire desde la canalización secundaria en la parte superior hacia la válvula de descarga de las unidades y se establece igual para todos los equipamientos.

En los cálculos, se caracterizan los datos del aire en la Tabla 11.156 para la canalización principal. Para la densidad del mismo se usa la correlación derivada de los gases ideales para aire seco, ecuación 11.13.

$$\rho_{\text{Aire}} = \frac{P}{R_{\text{Específico}} \cdot T} \qquad \text{Ecuación 11.13}$$

Donde:

P = Presión absoluta (Pa)

$R_{Específico} = \text{Constante específica de los gases para aire seco (287,058 J/KgK)}$.

$T = \text{Temperatura del aire (K)}$.

Tabla 11.156: Datos del aire en la canalización principal.

PROPIEDAD	DATOS	DATOS
	8 Bar _A	7,84 Bar _A
Densidad del aire (kg/m ³)	9,35	9,16
Densidad promedio (kg/m ³)	9,316	
Viscosidad del aire (kg/ms)	1,839x10 ⁻⁵	
Caudal volumétrico (m ³ /h)	1,5	
Caudal másico (kg/s)	0,0039	

Como la caída de presión es menor al 40% se utiliza el mismo razonamiento que el usado para las líneas de vapor saturado. Se emplea una cañería de acero negro. En esta canalización se tiene los siguientes accesorios, Tabla 11.157.

Tabla 11.157: Accesorios en la canalización principal.

ACCESORIOS	CANTIDAD
Válvula de Globo	2
Válvula Esférica	2
Filtros	1
Codo a 90°	7
Tes	1

Con lo anterior definido, los valores de cálculo se muestran en la Tabla 11.158.

Tabla 11.158: Iteraciones calculadas para obtener el diámetro mínimo de la canalización

DATO	ITERACIONES			
	1	2	...	7
Diámetro asumido (m)	0,1143	0,0174		0,01267
Longitud de la cañería considerada (m)	188,986	88,152		83,188
Factor K (m ⁻⁵)	65357739,5	140118553,5		148479178,79
Diámetro obtenido (m)	0,01744	0,01253		0,01267

Con el diámetro mínimo se aplica el estandarizado de 21,3 mm y al comprobar la velocidad se obtiene un valor de 2,16 m/s, que está dentro de los parámetros recomendados.

Se repite el análisis para las canalizaciones secundarias y también se utiliza un diámetro de 21,3 mm, con una velocidad del fluido de 1,12 m/s.

Para las canalizaciones de servicios se utiliza una canalización flexible de cobre con un diámetro de 6 mm.

11.4 ABASTECIMIENTO DE AGUA

11.4.1 Dimensionamiento del tanque de abastecimiento y diseño de la red de agua

El parque industrial donde se ubica la empresa tiene instalado una red de abastecimiento de agua potable. La planta tiene un tanque de provisión, cuyo volumen permite trabajar un día de forma independiente.

Para las necesidades de agua se toman las estimaciones de agua de enfriamiento a 15 y 20 °C, diluciones de soluciones, riesgos de incendios y los valores de agua para los sanitarios, duchas de los empleados, agua usada en los laboratorios, caldera, etc.

En detalle con estos volúmenes, se adecua un tanque de 30 m³ de capacidad, Al 6 Anexo Al Especificación de Equipos.

Las cañerías se dimensionan para una necesidad del triple del caudal, 90 m³/h, y para los grifos, baños y duchas, un caudal de 0,36 m³/h²², de esta forma, se utilizan todos los equipos al mismo tiempo y el resto de la empresa no se quedaría sin agua.

Para la distribución se utiliza una red del tipo abierta, con una tubería principal, que transporta el caudal mayor, con canalizaciones hacia los lugares que necesitan un menor caudal.

Se mide la altura a la que se coloca el tanque, para que por acción de la gravedad llegue a todos los lugares sin utilizar una bomba, con la ecuación de Bernoulli.

$$\frac{P_1}{\rho} + gZ_1 + \frac{v_1^2}{2\alpha} = \frac{P_2}{\rho} + gZ_2 + \frac{v_2^2}{2\alpha} + \sum F$$

En las Tabla 11.159, se clasifican las pérdidas de carga en el sistema de la red principal, considerando para la longitud de la cañería el tramo más largo de todos, y que más accesorios tiene.

Los cálculos son similares a los ya realizados y se resumen en las Tabla 11.159 - Tabla 11.160.

²² Recomendación de la empresa AySA (Agua y Saneamientos Argentinos S.A)

Tabla 11.159: Valores de cálculo para el agua de red considerando la longitud de la cañería más larga.

PARÁMETROS DEL CÁLCULO DEL FLUIDO	VALOR
Flujo másico (kg/s)	8,333
Caudal (m ³ /h)	30
Viscosidad del fluido (20 °C) (kg/ms)	0,001
Densidad del fluido (20 °C) (kg/m ³)	998,29
Cañería seleccionada (mm)	88,9
Área transversal de la cañería (m)	0,0048
Velocidad del fluido (v ₂) (m/s)	1,75
Número de Reynolds	13045,691
Presión absoluta en el tanque de succión (Pa)	101325
Presión absoluta en el tanque de impulsión (Pa)	101325
Altura de líquido en la cañería de succión (Z ₁) (m)	Desconocida
Altura del líquido en la cañería de impulsión (Z ₂) (m)	5,6

El diámetro seleccionado, da una velocidad del fluido relativamente pequeña que genera la menor pérdida de carga posible.

Se opera con 5,6 metros de altura de elevación del fluido y se consideran 140 metros para las pérdidas de carga en la cañería. Como para la tubería se utiliza acero galvanizado, se toman los valores reportados anteriormente para la rugosidad.

Tabla 11.160: Valores de cálculo para la cañería de agua red

CAÑERÍA Y PERDIDAS POR FRICCIÓN EN EL SISTEMA	VALOR
Longitud de la cañería (m)	140
Rugosidad relativa	2,812x10 ⁻³
Factor de Fanning	0,04
Perdidas por fricciones en la longitud de la cañería (mca)	42,89
Cantidad de codos a 90°	4
Cantidad de válvulas mariposa	3
Cantidad de tes	3
Perdidas por fricción en codos (mca)	0,9
Perdidas por fricción en válvulas (J/kg)	0,9
Perdidas por contracciones bruscas (J/kg)	0,76
Perdidas por fricción en tes (J/kg)	0,9

Perdida de energía por fricción total (mca)	55
---	----

Reemplazando los valores obtenidos de la Tabla 11.160 en la ecuación de Bernoulli se ilustra la altura a la que debe estar el tanque de almacenamiento de agua.

$$Z_1 = \frac{\left(\frac{P_2}{\rho} + gZ_2 + \frac{v_2^2}{2\alpha} + \sum F - \frac{P_1}{\rho}\right)}{g} = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5,6 \text{ m} + \frac{\left(1,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} + 55 \text{ mca}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 11,4 \text{ m}$$

Para el almacenamiento del volumen de agua necesario, se ambienta un tanque de la serie 2600, de diámetro de 2,6 m y altura de 5,88 m, STRAPLAS, Al 6 Anexo Al Especificación de Equipos.

De esta forma si el nivel esta al máximo (altura de 17,28 metros) o al mínimo (altura de 11,4 metros) se tendrá el caudal y velocidad necesaria para llegar a todos los lugares de la empresa.

Con las dimensiones del tanque, se calcula la potencia de la bomba para elevar el fluido desde la cañería de agua potable que el parque industrial provee hasta el ingreso al depósito de agua, Figura 11.81.

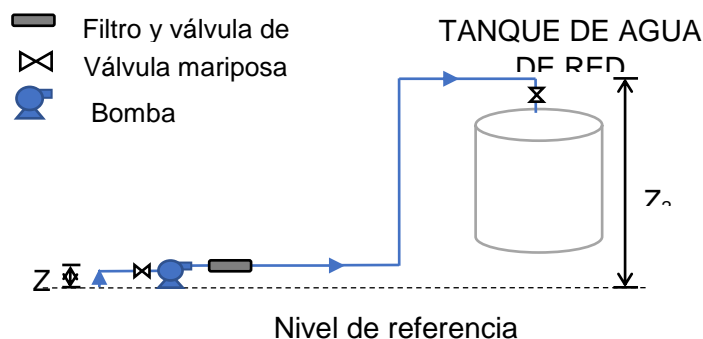


Figura 11.81: Diagrama del sistema de llenado del tanque de agua

Para poder llenar el tanque en un máximo de dos horas, la bomba tiene que generar un caudal de 15 m³/h. La velocidad del agua en la cañería entregada por el parque industrial es de 1,5 m/s y la presión en la cañería es de 10 mca o 98063,8 Pa²³. La altura de la cañería de impulsión es de 17,28 metros, y la longitud de la cañería total se determina en 20 metros, Tabla 11.161.

²³ Datos proporcionados por la secretaria del Parque Industrial de Río Cuarto.

Tabla 11.161: Valores de cálculo para el llenado del tanque de agua de red

PARÁMETRO DEL CÁLCULO DEL FLUIDO	VALOR
Flujo másico (kg/s)	4,17
Caudal (m ³ /h)	15
Viscosidad del fluido (20 °C) (kg/ms)	0,001
Densidad del fluido (20 °C) (kg/m ³)	998,29
Diámetro de cañería interno (mm)	0,0483
Área transversal de la cañería (m)	0,00183
Velocidad del fluido (v ₂) (m/s)	2,274
Número de Reynolds	10964
Presión absoluta en el tanque de succión (Pa)	98063,8
Presión absoluta en el tanque de impulsión (Pa)	101325
Altura de líquido en la cañería de succión (Z ₁) (m)	0
Altura del líquido en la cañería de impulsión (Z ₂) (m)	20

Se elige un diámetro de cañería interno de 48,3 mm de acero galvanizado para mantener la velocidad del agua ya proveniente de la red del parque industrial.

Para la caída de presión del filtro se considera el valor de 0,2 kg/cm². Las pérdidas de carga en el sistema se resumen en la Tabla 11.162.

Tabla 11.162: Valores de cálculo para la cañería de llenado del tanque de agua de red

CAÑERÍA Y PERDIDAS POR FRICCIÓN EN EL SISTEMA	VALOR
Longitud de la cañería (m)	20
Rugosidad relativa	0,005175
Factor de Fanning	0,035
Perdidas por fricciones en la longitud de la cañería (mca)	15,26
Cantidad de codos a 90°	3
Cantidad de válvulas mariposa	1
Perdidas por fricción en codos (mca)	1,18
Perdidas por fricción en válvulas (mca)	0,53
Perdidas por contracciones bruscas (mca)	1,29
Perdida de carga por el filtro (mca)	2
Perdida de energía por fricción total (J/kg)	21,43

Los cálculos para la potencia de la bomba se resumen en la Tabla 11.163.

Tabla 11.163: Valores de cálculo para la bomba de agua de red

DATOS DE LA BOMBA	VALOR
Trabajo de la bomba (J/h)	323
Potencia calculada (W)	1347
Rendimiento de la bomba (curvas) (%)	98
Potencia real (HP)	1,84
Potencia adaptada (HP)	1,01
Perdidas por fricción en la línea de succión (J/kg)	24,04
Cabeza desarrollada (m)	33
Presión de vapor del fluido a 16 °C (Bar)	1,01
NPSHa (m)	0,78

Considerando la cabeza a desarrollar, se adopta la bomba PROLAC 40- 205 a 2900 rpm, con las características desarrolladas en A1 6, Anexo A1 Especificación de Equipos.

11.5 GAS NATURAL

11.5.1 Generalidades de la red de gas natural

Para calentar el agua que genera el vapor en la caldera, así como para el uso de los diversos artefactos menores de la planta, se utiliza gas natural.

La composición del gas natural incluye diversos hidrocarburos gaseosos, con predominio del metano, por sobre el 90%, y en proporciones menores etano, propano, butano, pentano y pequeñas proporciones de gases inertes como dióxido de carbono y nitrógeno.

El gas natural en la ciudad de Río IV y en el parque industrial donde se ubica la planta, está provisto por ECOGAS - Distribuidora de Gas del Centro S.A, que comercializa el fluido mediante una red de distribución.

Se tiene para esta industria tramos de media presión A/B para las calderas y tramos de baja presión para el resto.

El gas ingresa a la estación principal de regulación normalmente a 4 bar_M, y se reduce su presión a 0,5 - 0,4 bar_M. Desde aquí ingresa a una sub-estación donde según el destino se regula la presión. Para la caldera la presión se mantiene en 0,4 bar_M y para los artefactos varios de consumo domiciliario es de 0,05 bar_M.

En la Figura 11.82 se esquematiza la red de gas natural.

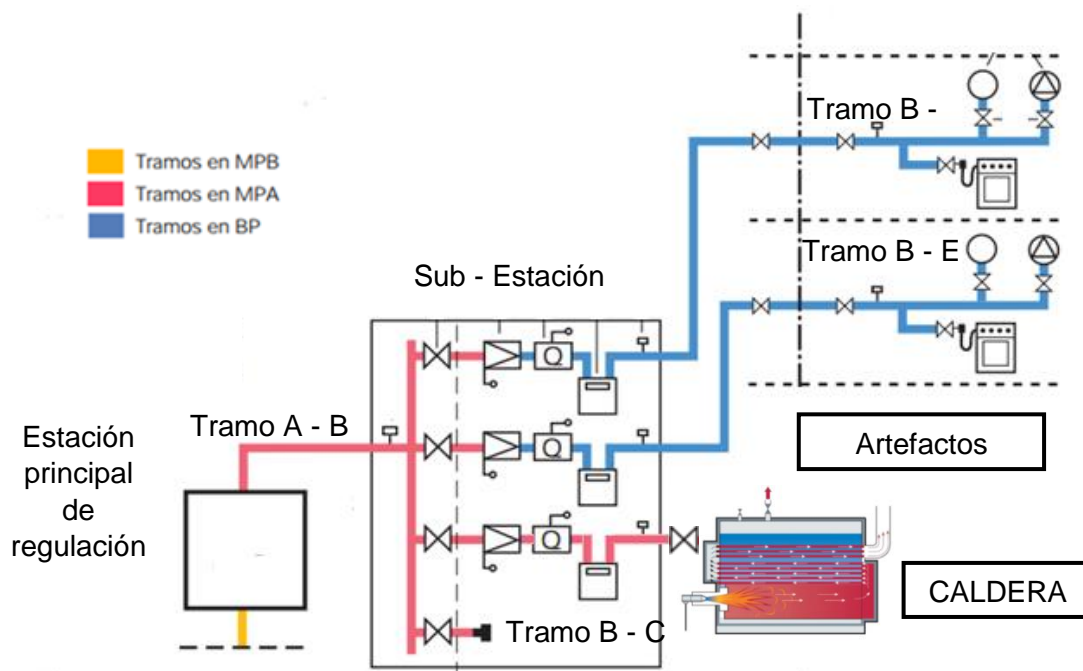


Figura 11.82: Imagen Ilustrativa para la red de Gas Natural

A lo largo de la trama de distribución existen diversos dispositivos que regulan y mantienen la red de gas natural en óptimo funcionamiento. Entre otros se puede encontrar:

- Dispositivos de corte del suministro de gas: Son elementos incorporados en la instalación receptora y permiten cerrar el suministro de gas en diversos tramos de la misma y en los aparatos de consumo. Normalmente son válvulas de globo o de bola.
- Conjunto de regulación o estaciones de regulación: está compuesto por un regulador de presión y por un filtro, llaves de corte, tomas de presión, tubería de conexión, válvulas de seguridad, etc.
- Regulador: es el dispositivo que permite reducir la presión en donde esté instalado a un valor menor, manteniéndolo dentro de unos límites establecidos para un rango de caudal determinado.
- Válvula de seguridad por exceso de presión: dispositivo que tiene por objeto interrumpir el suministro de gas cuando la presión del gas exceda de un valor predeterminado.
- Válvula de seguridad por defecto de presión: dispositivo que tiene por objeto interrumpir el suministro de gas cuando la presión del gas esté por debajo de un valor predeterminado.

- Válvula de alivio: dispositivo que conecta la instalación receptora de gas con el exterior y que permite reducir la presión de la instalación por evacuación directa de gas al exterior cuando ésta supere un valor prefijado.

11.5.2 Consumo de gas natural

El caudal nominal de un aparato a gas depende de su gasto calorífico y del poder calorífico superior del gas distribuido.

El gasto calorífico de un aparato a gas es la potencia que consume en su funcionamiento normal, puede venir expresado en base al poder calorífico superior del gas (PCS) o en base al poder calorífico inferior del gas (PCI). Normalmente se refiere al PCS, por lo que el caudal nominal de gas (Q_{GAS}) se calcula según la ecuación 11.14.

$$Q_{GAS} = \frac{Q_t}{PCS} \quad \text{Ecuación 11.14}$$

Para la potencia (Q_t) se toma el valor máximo de producción de la caldera y se le suma un 10% por el consumo de los demás equipamientos.

$$Q_{GAS} = \frac{1300000 \frac{kcal}{h}}{9300 \frac{kcal}{m^3}} = 139,78 \frac{m^3}{h}$$

Este es el caudal en el consumo pico de la planta, habiendo periodos donde se consumirá alrededor de la mitad y otros periodos donde el consumo será mínimo, se obtuvo este valor en condiciones estándares de presión y temperatura.

11.5.3 Obtención del diámetro mínimo y adopción del diámetro de cañería

Para calcular el diámetro de la cañería de gas natural desde la estación principal a la subestación, y luego desde allí a los puntos de consumo se podría utilizar un procedimiento similar al utilizado en los apartados de vapor y aire comprimido.

Sin embargo, la recomendación de los técnicos de gas natural para calcular la pérdida de carga es utilizar la fórmula de Renouard cuadrática, ecuación 11.15, válida para presiones superiores a los 100 mbar, velocidades menores a los 20 m/s y cañerías de acero negro; y la de Renouard lineal, ecuación 11.16, válida para presiones menores a los 100 mbar.

$$P_1^2 - P_2^2 = 48,6 \cdot \rho_{Relativa} \cdot L \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82} \quad \text{Ecuación 11.15}$$

$$\Delta P = 23200 \cdot \rho_{Relativa} \cdot L \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82} \quad \text{Ecuación 11.16}$$

Donde:

P_1 y P_2 = presiones absolutas al inicio y al final de un tramo de instalación (Bar).

$\rho_{Relativa}$ = densidad relativa del gas natural (comparada con la del aire).

L = longitud equivalente del tramo (m).

Q = caudal en condiciones estándares de presión y temperatura (m^3/h).

D = diámetro interior de la conducción (mm).

Para el tramo B – C, no se calcula el diámetro mínimo de cañería porque la subestación de gas se encuentra al lado de la sala de caldera, y como ésta es la que consume mayor caudal de gas, se adapta el mismo diámetro que para el tramo A – B, sección 11.5.3.1.

Para el tramo B – D (cañería desde la subestación de regulación hacia los artefactos del laboratorio) y para el tramo B – E (tramo desde la subestación hacia la cocina del comedor de los empleados y los termotanques de las duchas) se usa la fórmula de Renouard lineal para calcular el diámetro mínimo ya que operaran en presión de 0,05 bar_M. El cálculo de los diámetros de esta red no es el objetivo de este trabajo, red domiciliaria, y en caso de la puesta en marcha de la empresa se delega a un gasista matriculado.

11.5.3.1 Diámetro mínimo del tramo A - B

Primero, se calcula el tramo de la red principal luego del regulador de presión hasta la subestación de regulación. Como la presión mínima necesaria en la caldera deberá ser de 0,4 bar_M y asumiendo una pérdida de carga optima de 0,03 bar cada 50 metros²⁴, la presión de alta regulada entonces será de 0,475 bar_M. La cañería contabiliza los accesorios y longitudes en la Tabla 11.164.

Tabla 11.164: Accesorios contabilizados en la cañería principal.

Longitud de la cañería (LC) (m)	121,6
Válvulas de esfera	2
Filtros	1
Codos a 90	1
Válvula de exceso de presión (válvula de asiento)	2
Válvula de alivio (válvula de asiento)	2

La densidad del gas natural varía según los componentes que contenga el fluido, de manera que es evaluada en condiciones estándares de presión (101,325 kPa) y temperatura (15 °C)

²⁴ ECOGAS - Distribuidora de Gas del Centro S.A

(International Standard Metric Conditions) para usar la formula anteriormente especificada. Para la composición del gas se usa la reportada por la empresa proveedora, Tabla 11.165.

Tabla 11.165: Composición del gas natural considerado.

HIDROCARBURO	COMPOSICIÓN QUÍMICA	% (y _i)	M _i o MASA MOLAR (g/mol)
Metano	CH ₄	91,46	16,04
Etano	C ₂ H ₆	3,58	30,07
Dióxido de Carbono	CO ₂	1,76	44,01
Propano	C ₃ H ₈	1,45	44,1
Nitrógeno	N	0,8	14,0067
iso - Butano	C ₄ H ₁₀	0,23	58,12
n - Butano	C ₄ H ₁₀	0,42	58,12
iso - Pentano	C ₅ H ₁₂	0,09	72,15
n - Pentano	C ₅ H ₁₂	0,1	72,15
C6	C ₆ H ₁₄	0,06	86,18
C7	C ₇ H ₁₆	0,05	100,21

Multiplicando la masa molar por la fracción molar y dividiendo este valor por la masa molar del aire se halla la densidad relativa del gas natural.

$$\rho_{Relativa} = \frac{\sum y_i M_i}{Masa\ Molecular\ del\ Aire} = \frac{17,889 \frac{g}{mol}}{28,967 \frac{g}{mol}} = 0,61758$$

Con este dato podrá aplicarse la ecuación de Renouard cuadrática para el cálculo de la canalización principal. Al despejar el diámetro de la ecuación este quedará implícito ya que el diámetro también dependerá del valor de la longitud equivalente por accesorios.

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{L_C + (\sum Cant. Accesorios \cdot Valor\ para\ cada\ accesorio \cdot D)}{\left(\frac{P_1^2 - P_2^2}{48.6 \cdot Q^{1,82} \cdot \rho_{Relativa}}\right)}}$$

Para obtener el diámetro se hace un procedimiento iterativo similar al ya realizado en la determinación de los diámetros de la cañería de vapor y aire comprimido, Hoja de cálculo Excel, "Flujo de un Gas en una tubería" Anexo B, Tabla 11.166.

Tabla 11.166: Valores de cálculo para el diámetro para el tramo A - B con la ecuación cuadrática de Renouard

VALORES DE CÁLCULO	ITERACIONES			
	1	2	...	6
Diámetro inicial (mm)	50	48,981		48,97
Longitud equivalente (m)	126,35	126,25		126,25
Diámetro calculado (mm)	48,98	48,97		48,97

Como se observa el diámetro mínimo obtenido es de 48,97 mm, y se adapta un diámetro superior, 60,3 mm, en base a las normas N.A.G 250-251/IRAM 2502/80, Tubos Argentinos S.A, figura 3 Anexo CI Servicios Auxiliares.

Se verifica la velocidad, y no excede el límite permitido, siendo de 12,1 m/s.

11.6 POTENCIA ELÉCTRICA

11.6.1 Generalidades del sistema de distribución de la energía eléctrica

La energía eléctrica en el parque industrial de Río IV, la provee la compañía EPEC, distribuidora y generadora local de la provincia de Córdoba.

Los principales componentes de una instalación eléctrica industrial son:

- Instalación de acometida de alta tensión o tablero de distribución general
- Transformadores de potencia
- Cuadro general de distribución de baja tensión
- Cuadros secundarios de fuerza (CSF)

La instalación de acometida de alta tensión constituye la instalación principal de entrada de alta tensión. Consta de una serie de celdas, destinadas una o más de estas a la instalación de la línea de acometida del suministrador. Cada una de estas celdas tiene su propio interruptor para aislamiento, para cortar el suministro a un área específica sin dejar de dar corriente a las otras áreas, Figura 11.83.

En el tablero, hay una celda donde se instala el equipo de medida, en alta tensión, de la energía eléctrica consumida. A continuación de este dispositivo, están las celdas de abastecimiento, una por cada transformador de suministro. Normalmente se tiene entre uno y cuatro transformadores. Cada transformador está protegido por un interruptor que corta la potencia en caso de fallo o sobrecarga.

El transformador de potencia recibe la potencia eléctrica de la acometida en alta tensión, y la convierte en baja tensión, normalmente entre 200 y 400 Volt. El tamaño del transformador depende de la demanda de potencia.

Luego del transformador, la energía eléctrica llega al cuadro general de baja tensión mediante un sistema de cables y barras de distribución. Este cuadro principal suministra a toda la planta la electricidad necesaria para el funcionamiento de los distintos equipamientos. Contiene equipos de corte, control y protección de las líneas de abastecimiento.

El tamaño del transformador de potencia determina cuán grande es el interruptor general y las protecciones generales a instalar en este tablero. Este cuadro normalmente contiene,

- Una línea de entrada con un interruptor general para aislamiento del cuadro y los instrumentos de control de voltaje, intensidad, etc.
- Varias líneas de salida hacia los distintos centros de consumo de potencia, tendiendo cada línea un interruptor de corte y fusible para la protección de los equipos y los cables.
- Una unidad con el equipo de corrección del factor de potencia (banco de capacitores).

Por último, los cuadros secundarios de fuerza (CSF) reciben la potencia mediante cables que los conectan al cuadro general de distribución de baja tensión.

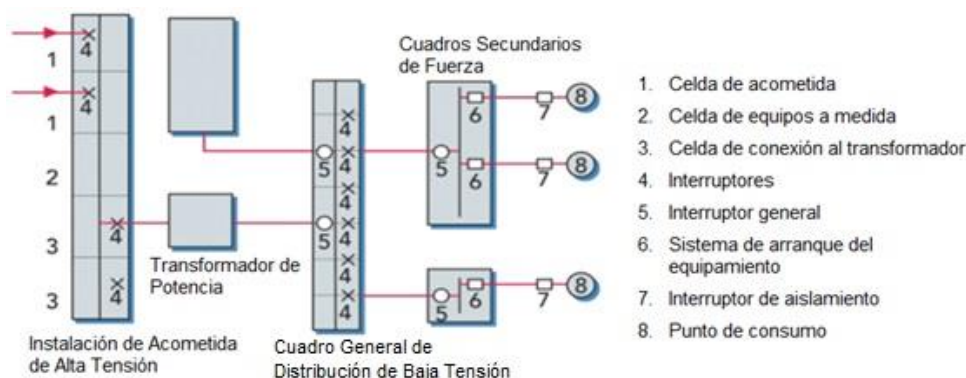


Figura 11.83: Ejemplo de un sistema de distribución de potencia para una industria

Estos tableros protegen, controlan y distribuyen la potencia eléctrica a los puntos finales de consumo en la planta de proceso.

Un cuadro CSF normalmente contiene una línea de entrada con su interruptor general para aislamiento y las líneas de salida del suministro a las máquinas y motores. Los tipos más comunes de suministro son:

- Interruptores (o fusibles) de una o tres fases

- Sistemas de arranque de motores para arranque directo en configuración estrella
- Sistemas de arranque de motores para arranque en configuración estrella – triángulo
- Sistema de arranque con dos velocidades

Desde un cuadro CSF se derivarán varios puntos de conexión. Algunas maquinarias tienen su propio cuadro con los dispositivos de control necesario.

Las maquinas individuales y los motores reciben la potencia mediante cables que los conectarán a los CSF, realizando el tendido de los mismo sobre bandejas de distribución.

Todo el material eléctrico de la empresa tiene la protección adecuada frente al contacto con objetos sólidos, salpicaduras de agua, etc. En Argentina se exige que esta protección sea la IP 54 (IP: International Protection Classification).

11.6.2 Determinación y cálculo de la potencia eléctrica necesaria

11.6.2.1 Iluminación

Un uso básico de la energía eléctrica en una industria química es el de iluminar los espacios de trabajo.

La luz debe estar distribuida apropiadamente dentro del espacio y la fuente de luz debe ser de tamaño y potencia suficiente. La fuente de luz debe estar sujeta convenientemente y debe poder ser reemplazada fácilmente.

La intensidad de la luz en un punto se mide mediante la unidad lux.

Una fuente de luz puede expresarse también en lúmenes: cantidad de luz por metro cuadrado de superficie cuando la intensidad es un lux.

El nivel de iluminación de cada sector depende de la actividad que se realice en el mismo. (pág.94 – 107; Manual de alumbrado; Westinghouse).

La Relación de Cavidad del Local, RCL, es un factor esencial en la distribución del flujo luminoso en un recinto. Este factor viene determinado por la ecuación 11.17

$$RCL = \frac{5 \cdot H \cdot (L + A)}{L \cdot A} \quad \text{Ecuación 11.17}$$

Donde,

L: longitud de la habitación (m)

A: ancho de la habitación (m)

H: Altura de la habitación (m)

El Coeficiente de Utilización, CU, es la relación entre los lúmenes que alcanzan el plano de trabajo y los lúmenes totales generados por la lámpara. Es un factor que tiene en cuenta la eficacia y la distribución de las luminarias, su altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias de las paredes, techo y suelo.

El valor de CU se obtiene a partir de tablas confeccionadas para distintos tipos de luminarias, techos y paredes y el valor de RCL (pág. 115 –128; Manual de alumbrado; Westinghouse). Se adopta como reflexión en techo y paredes 80 % y 50 % respectivamente.

Se tiene en cuenta también, el factor de pérdida de luz o de conservación total según factores parciales que se describen a continuación:

- se admite un valor de 1 para el factor de pérdida de la tensión de alimentación de la luminaria.
- El efecto en la variación de la reflectancia y transmitancia de la luminaria es normalmente pequeño, pero puede volverse significativo luego de un largo período de tiempo, entonces, se considera un factor de pérdida igual a 1.
- Los fallos de las lámparas deben subsanarse rápidamente o de lo contrario habrá pérdidas de iluminación proporcionales al porcentaje de lámparas fuera de servicio. Se supone un factor de pérdida de igual a 1 puesto que no se admiten fallos en las lámparas.
- En la temperatura ambiente de la luminaria, se considera un valor de 1 para el factor de pérdida.
- La degradación luminosa de la lámpara, es la pérdida de la emisión luminosa a medida que transcurre la vida útil de la lámpara. Se adopta un valor de 0,86 para el factor de pérdida.
- La disminución de emisión luminosa por suciedad, varía con el tipo de luminaria y el ambiente en que trabaja por lo que se toma un factor de pérdidas de 0,96.

El factor final de pérdidas es igual al producto de todos los factores parciales y tiene un valor de 0,8226.

Seguido a lo determinado, se calcula el número de lámparas a través de la Ecuación 11.18 y se presentan los resultados en la Tabla 11.167, considerando que en una lámpara LED cada watt produce 90 lúmenes²⁵.

²⁵ BAEL Iluminación

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 11

$$N_l = \frac{N_i \cdot S}{L_l \cdot CU \cdot F_p}$$

Ecuación 11.18

Donde,

N_l : Número de lámparas

N_i : Nivel de iluminación

S : Superficie del sector

CU : Coeficiente de utilidad

F_p : Factor de pérdida

L_l : Lúmenes por lámpara

Tabla 11.167: Calculo de cantidad de Lámparas por sector

SECTOR	SUPERFICIE (m ²)	N _i Lm	TIPO DE LÁMPARA	RCL	CU ²⁶	Nº DE LÁMPARAS
Recepción	52	200	LED (54 W)	6,94	0,98	1
Oficina 1	12	750	LED (54 W)	11	0,98	2
Oficina 2	12	750	LED (54 W)	11	0,98	2
Oficina 3	13,5	750	LED (54 W)	11,79	0,98	2
Pasillo Administración	3,6	150	LED (36 W)	20	0,98	1
Baños Dama Administración	8	200	LED (36 W)	13,75	0,98	1
Baños Caballero Administración	8	200	LED (36 W)	12,08	0,98	1
Comedor	24	750	LED (72 W)	6,38	0,98	4
Baños Dama Personal	15,6	200	LED (54 W)	7,6	0,98	1
Baños Caballero Personal	23,4	200	LED (54 W)	6,35	0,98	1
Pasillo Personal	4,68	150	LED (36 W)	16,35	0,98	1
Sala de Control	15	750	LED (240 W)	10,67	0,98	1
Laboratorio	30	500	LED (240 W)	5,5	0,98	1
Sala de Mantenimiento	216	500	LED (240 W)	2,78	0,98	5

²⁶ Al no haber datos para el LED se toman los datos del fabricante, según ensayos propios en laboratorio acreditado.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 11

Sala R01	144	750	LED (300W)	10	0,98	8
Sala caldera	162,45	500	LED (240 W)	5,09	0,98	5
Sala Aire Comprimido	165	300	LED (240 W)	5,36	0,98	3
Sistema Frigorífico	165	300	LED (240 W)	5,36	0,98	3
Sector Tablero eléctrico	129,2	300	LED (240 W)	5,6	0,98	3
Iluminación Exterior	1000	300	LED (180 W)	0,6	0,98	23

11.6.2.2 Potencia requerida por los otros equipamientos

La potencia necesaria de equipamientos fue determinada en los capítulos anteriores y se resumen en la Tabla 11.168.

Tabla 11.168: Resumen de las potencias instaladas de los equipamientos de la planta.

EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	POTENCIA
		kWh
B01 Bomba de Impulsión de AE desde A01-02 a T01	1	0,75
B02 Bomba de Impulsión de AE ₁ desde I01 a C04	1	0,75
B03 Bomba de Impulsión de AE desde C04 a I02	1	0,75
B04 Bomba de Impulsión de AS desde I04 a R01	1	1,12
B05 Bomba de Impulsión de HS desde T04 a C01	1	1,12
B06 Bomba de Impulsión de SN desde C01 a C02	1	0,75
B07 Bomba de Impulsión de AERE desde I06 a T01	1	0,75
B08 Bomba de Impulsión de EE desde T02 a A05-06	1	0,75
S CV B01 Bomba de alimentación de agua a CV	1	0,75
S F C Condensador	1	26,5
S F CP01 Compresor	1	3,36
S F B01 Bomba de impulsión de agua helada	1	0,37
S F B02 Bomba de retorno	1	0,75
S AC CP01 Compresor	1	2,98
S A B01 Bomba de impulsión de agua	1	2,2
S N C01 Tamiz Molecular Generador de N ₂	1	3,73
S N CP01 Compresor Alimentación Tamiz Molecular	1	90
POTENCIA REQUERIDA		137,38

11.6.2.3 Consumo de energía eléctrica

Con la estimación del consumo de energía eléctrica a lo largo de un día laborable se calcula el consumo mensual.

Esta evaluación se realiza en base a la proyección horaria del diseño de la producción de un día laborable. Los resultados se expresan en kWh, para las iluminarias, Tabla 11.169, y para los equipos del proceso, Tabla 11.170.

Debe tenerse en cuenta que los resultados obtenidos son estimativos, ya que, los procesos pueden atrasarse o adelantarse por numerosas razones.

Por seguridad y continuación, los actuadores de las válvulas de servicios auxiliares son eléctricos. Acorde al consumo máximo de corriente en movimiento continuo de 3,4 A, se estima una potencia de 1,5 kWh para los 17 actuadores²⁷.

Tabla 11.169: Consumo de energía de la iluminaria

ILUMINARIA			
SECTOR	POTENCIA (kWh)	h/Mes	POTENCIA (kWh/mes)
Recepción	0,054	240	13
Oficina 1	0,108	224	24,2
Oficina 2	0,108	224	24,2
Oficina 3	0,108	224	24,2
Pasillo Administración	0,036	224	8,064
Baños Dama Administración	0,036	224	8,064
Baños Caballero Administración	0,036	224	8,064
Comedor	0,288	180	51,84
Baños Dama Personal	0,054	300	16,2
Baños Caballero Personal	0,054	300	16,2
Pasillo Personal	0,036	300	10,8
Sala de Control	0,24	720	172,8
Laboratorio	0,24	720	172,8
Sala de Mantenimiento	1,2	720	864
Sala R01	2,4	720	1728
Sala caldera	1,2	720	864
Sala Aire Comprimido	0,72	720	518,4

²⁷ Información de especificaciones de Actuadores Eléctricos Fisher®

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 11

Sistema Frigorífico	0,72	720	518,4
Sector Tablero Eléctrico	0,72	720	518,4
Iluminarias Parque	4,14	240	993,6
CONSUMO	12,5	8664	6555,23

Tabla 11.170: Consumo energía en equipamiento

EQUIPAMIENTOS			
TAG	POTENCIA (kWh)	h/Mes	POTENCIA (kWh/mes)
B01	0,75	720	540
B02	0,75	720	540
B03	0,75	720	540
B04	1,12	720	806,4
B05	1,12	720	806,4
B06	0,75	720	540
B07	0,75	720	540
B08	0,75	720	540
S CV B01	0,75	720	540
S F C	26,5	720	19080
S F CP01	3,36	720	2419,2
S F B01	0,37	720	266,4
S F B02	0,75	720	540
S AC CP01	2,98	720	2145,6
S A B01	2,2	720	1584
S N C01	3,73	720	2685,6
S N CP01	90	720	64800
Actuadores eléctricos	1,5	720	1080
CONSUMO	138,88	12960	99993,6

Con los valores obtenidos en la Tabla 11.171 se calcula en el capítulo económico los costos mensuales.

Tabla 11.171: Resumen Consumo Eléctrico.

	ILUMINARIAS	EQUIPOS	CONSUMO TOTAL
Consumo (kWh)	12,5	138,88	151,5 kWh
Consumo (kWh/mes)	6555,23	99993,6	106550 kWh/mes

Con el consumo eléctrico por hora, potencia activa (kWh), y utilizando un factor de potencia de 0,8 correspondiente al $\cos \phi$, se calcula la potencia aparente del Centro Compacto de Transformación (CCT) a adoptar, ecuación 11.19.

$$Potencia\ Aparente = \frac{Potencia\ Activa}{\cos\phi} = \frac{151,5\ kWh}{0,8} = 189,4\ kVA \quad Ecuación\ 11.19$$

Sobredimensionando este valor con un 25% para futuras variaciones, el CCT recibe como mínimo 237 kVA por hora. Se adopta para estas características el Transformador trifásico de Distribución modelo CCT - 250 de 250 KVA de potencia, relación 13,2/0,4 - 0,231 kV, bobinado en cobre, según Normas IRAM, detallado en AI6 – Anexo AI Especificaciones de Equipos, de la empresa Tadeo Czerweny.

11.7 NITRÓGENO

El nitrógeno forma parte del aire atmosférico en un 78%, es un gas no inflamable y sin propiedades comburentes. Por sus características particulares, es considerado por muchas industrias como el cuarto suministro básico, luego del agua, gas natural, energía y el aire comprimido. En este proceso, se utiliza como un estabilizador de la temperatura en el medio reactivo.

Para la obtención directa de nitrógeno de la atmósfera, se han desarrollado soluciones mediante los métodos de separación de PARKER²⁸, donde se produce directamente a partir del aire comprimido.

La tecnología comúnmente utilizada por sus ventajas energéticas es la adsorción por oscilación de presión (PSA), Figura 11.84, que separa algunas especies de gases de una mezcla de gases a presión de acuerdo con las características moleculares de la especie y la afinidad por un material adsorbente.

Tanto el nitrógeno como el oxígeno tienen momentos cuadrupolares, pero el N₂ (0.31 Å) es más alto que el oxígeno (0.10 Å), y el tamiz molecular de carbono tiene una capacidad de adsorción más fuerte para el oxígeno que para el nitrógeno, el oxígeno tiene una fuerza de aplicación más fuerte al ion superficial del tamiz molecular, Figura 11.85.

²⁸ Parker domnick hunter es líder mundial en filtración, purificación y separación de aire comprimido y gases.

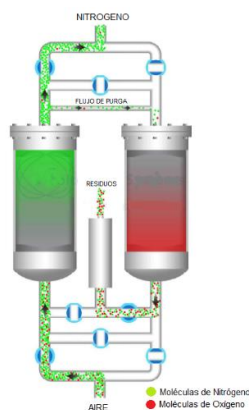


Figura 11.84: Esquema de Producción de Nitrógeno con tecnología PSA.

Cuando el aire comprimido pasa al lecho de adsorción con un tamiz molecular de carbono, el oxígeno se adsorbe, mientras que el nitrógeno se concentra en fase gaseosa y fluye fuera del lecho de adsorción.

Cuando el tamiz molecular casi se satura con oxígeno, se necesita detener el aire y disminuir la presión de adsorción para desorber el oxígeno. El tamiz molecular puede reactivarse para repetir el trabajo. Dos o más torres de adsorción trabajan por turnos para producir nitrógeno continuamente.

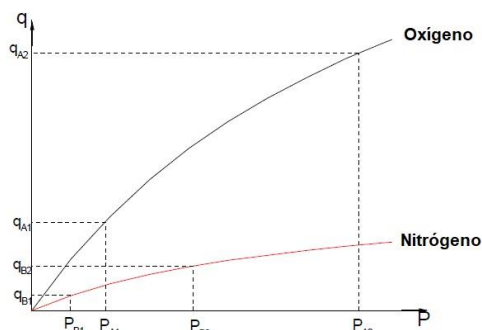


Figura 11.85: Principio Básico PSA

Desde el principio anterior, se muestra que el lecho de adsorción debe tener al menos dos pasos de operación: adsorción (presión más alta) y desorción (presión más baja), para el trabajo periódico de repetición. Para ahorrar energía y hacer que el funcionamiento sea estable, existen algunos pasos auxiliares, como la igualación de presión y el lavado con nitrógeno.

Cada lecho tendrá etapas de adsorción, liberación de presión directa, reactivación, reemplazo de lavado, ecualización de presión, aumento de presión, etc. por repetición periódica, Tabla 11.172.

Al mismo tiempo, cada lecho de adsorción está en un paso de operación diferente. El control por computadora hace que las dos columnas trabajen simultáneamente.

El generador de nitrógeno PSA está diseñado según el principio de integración de fiabilidad y avance que incluyen: rendimiento de adsorbentes; proceso de diseño de avance y racionalidad; selección de unidades, racionalidad del diseño, confiabilidad del producto (especialmente compresor, secador de aire, selección de torre de adsorción, diseño y fabricación, entre otros).

Tabla 11.172: Operación del PSA

TORRES DE ADSORCIÓN	PASOS DE OPERACIÓN			
A	Adsorción	Comienzo	Desorción	Ecuilización de presión
B	Desorción	Ecuilización de presión	Adsorción	Comienzo

El consumo de electricidad es el factor más importante para el costo del nitrógeno y para la evaluación económica anticipada. Afecta el costo de funcionamiento y las ganancias del generador. Por lo tanto, sobre la base de la fiabilidad, el diseño toma el ahorro de energía como núcleo, a fin de garantizar un funcionamiento económico a largo plazo. Se usan materiales de adsorción especiales como un tamiz molecular, adsorbiendo preferentemente la especie de gas objetivo a alta presión.

Dentro de las características de los generadores de nitrógeno, se considera la ubicación del adsorbedor de carbón activo y el tanque de amortiguación de aire en el sistema de compresión, que no solo puede suministrar una fuente de aire a presión estable, sino también considerar el tiempo de vida del carbón activo. Igualmente, se acondiciona un tanque de nitrógeno para hacer que la presión normal de salida de nitrógeno sea más estable.

Todo el sistema de generación PSA consiste principalmente en el compresor de aire, el receptor de aire comprimido, los filtros, el secador, el generador de nitrógeno PSA y el receptor de nitrógeno.

11.7.1 Generador de nitrógeno PSA, S N C01.

Los generadores de nitrógeno son equipos compactos, modulares y fiables que generan nitrógeno a partir de un suministro externo de aire comprimido previamente secado y filtrado;

su operación es simple y automatizada, lo que garantiza un suministro constante con alta pureza.

Está compuesto por dos torres de adsorción de tamiz molecular de carbono, A y B. Cuando el aire comprimido limpio pasa al adsorbedor A, O₂, CO₂ y H₂O se adsorben y se produce N₂. Después de un tiempo, el Adsorbedor A se satura, y se cambia el aire comprimido al Adsorbedor B para adsorber O₂ y producir N₂, y el Adsorbedor A debe desorber y reactivarse. La desorción consiste en ventilar el ambiente mediante la válvula de descarga, y hacer que la presión del gas interno disminuya a la presión normal rápidamente, para luego eliminar el O₂, CO₂ y H₂O adsorbido.

Para lograr una reactivación completa, el oxígeno del producto en la boquilla de salida o en el tanque de almacenamiento de nitrógeno debe purgar y expulsar el O₂, CO₂, H₂O en el adsorbedor.

Antes del cambio, hay un breve proceso de ecualización de presión para aumentar rápidamente la presión de adsorción y la tasa de recuperación de nitrógeno. Significa conectar dos torres, hacer que el gas fluya de un adsorbedor (para la reactivación) al otro adsorbedor (para la adsorción), y finalmente la presión en los dos adsorbedores será básicamente igual.

La planta de nitrógeno se compone especialmente de las siguientes partes: sistema de separación de oxígeno / nitrógeno, tanque de compensación de nitrógeno, silenciador de ventilación, analizador de prueba, sistema de control.

El caudal de nitrógeno que se debe producir es de 160 m³/h, por lo que, de acuerdo a los diseños de IGA Ingeniería, se emplea el modelo N190, Figura 5 - Anexo CI Servicios Auxiliares.

Las especificaciones del tamiz molecular se encuentran detalladas en AI 6 – Anexo AI Especificaciones de Equipos.

11.7.1 Tanque pulmón de Nitrógeno Gaseoso, S N T01.

El tanque pulmón de nitrógeno, se dimensiona con el 15% del flujo volumétrico por hora de gas requerido en el proceso.²⁹

Para el diseño, se utiliza la normativa del código ASME, Sección VIII División 1, en la que se desarrollan las limitaciones de espesor, presión mínima, margen de corrosión y material a

²⁹ Branan, Carl. *Rules of Thumb for Chemical Engineers*, 3ed. Gulf Publishing Company, Houston.

emplear, para cubrir los requisitos mínimos de fabricación, inspección y certificación de los recipientes a presión.

El material que se utiliza en relación al código empleado, es acero al carbón SA – 283C, manteniendo así un bajo costo y la correspondiente seguridad asociada al almacenamiento del gas.

El esfuerzo de diseño a la tensión (S) es el valor máximo a la que se puede someter el material en condiciones normales de operación, siguiendo la bibliografía citada, en “Tablas de propiedades de los materiales”, se tiene para este material un valor de 1034,21 Bar (10.546.004,84 kgf/m²).

La vida de operación de los recipientes la determina el margen de corrosión (C), por lo que se utiliza un valor de 3,18 mm para considerar una vida útil de 10 años.

Las soldaduras del recipiente, deben cumplir con un grado de confiabilidad que asegure su eficiencia (E). Correspondiendo seguridad y costo, el valor óptimo para este parámetro es 0,85, conforme a experiencias en cuerpos cilíndricos a presión.

La temperatura de operación se establece directamente con la temperatura con la que el volumen de gas mantiene isotérmico al reactor, 25 °C, (Anexo D R01 - Chemcad. V 7.1.2, 2017, CHEMSTATION inc.

La ecuación 11.20, determina la presión de diseño cuando la presión de operación es menor a 20,68 Bar.

$$P = P_0 + 2,07 \text{ Bar} \quad \text{Ecuación 11.20}$$

Donde:

P_0 es la presión de operación (1,05 Bar)

$$P = 1,05 \text{ Bar} + 2,07 \text{ Bar} = 3,12 \text{ Bar} \cong 31.815,14 \text{ kgf/m}^2$$

Para determinar el diámetro que el recipiente debe tener como mínimo acorde con el volumen a almacenar se emplea la ecuación 11.21. Determinado el valor de F, se verifica el diámetro apto con la tabla 3 de la bibliografía mencionada.

$$F = \frac{P}{C.S.E} \quad \text{Ecuación 11.21}$$

Donde:

P es la presión de diseño

C es la corrosión máxima permitida

S es el valor del esfuerzo del material

E es la eficiencia de la soldadura

$$F = \frac{P}{C.S.E} = \frac{31.815,14 \text{ kgf/m}^2}{3,18 \times 10^{-3} \text{ m} \times 10.546.004,84 \text{ kgf/m}^2 \times 0,85} = 1,12 \text{ m}^{-1}$$

En la tabla de la literatura presentada, se recorre de manera horizontal el valor del volumen del recipiente hasta encontrar la línea que representa el valor F, y desde ese punto se encuentra el diámetro óptimo.

El diámetro para el recipiente de nitrógeno, considerando un sobredimensionamiento del 20%, es de 2,3 m para un volumen de 29 m³. Y con la ecuación 11.21, se calcula L= 7 m, Tabla 11.173.

$$L = \frac{4.V}{\pi.D^2} \tag{Ecuación 11.21}$$

Tabla 11.173: Dimensiones del tanque de almacenamiento de Nitrógeno, S N T01

Volumen (V _N)	29	m ³
Diámetro (D)	2,3	m
Altura (L)	2,7	m
Q _{N2g}	36,27	kg/h
Θ _{N2g}	1	h
ρ _{N2g}	1,2506	kg/m ³

11.7.2 Compresor S N CP01.

Con los datos proporcionados por la empresa de fabricación de las plantas generadoras de nitrógeno, a través de comunicación telefónica con el profesional a cargo³⁰, se adapta un compresor que desplace 16,49 m³/min de aire atmosférico. Eligiéndose del catálogo de la empresa ATLAS COPCO Argentina, el modelo GA90-8.5, AI 6 - Anexo AI Especificaciones de Equipos.

Y, además, se necesita un receptor de aire comprimido de 2 m³, S N T02, AI 6 - Anexo AI Especificaciones de Equipos.

³⁰ Ingeniero Industrial Matias Diaz (0351 – 2383246) – IGA Ingeniería.

11.7.3 Sistema purificador de aire

Conforme a las características generales del sistema proporcionado, se requieren accesorios para obtener el caudal de aire en condiciones óptimas de desarrollo.

Los accesorios, filtro de tubería principal, secador de refrigeración, mini filtro de aceite, filtro altamente eficiente, filtro de carbón activado y escurridor de agua electrónico, se adquieren con el generador de Nitrógeno PSA, AI 6 - Anexo AI Especificaciones de Equipos.

11.8 RED DE INCENDIOS CON EXTINCIÓN A BASE DE AGUA

La protección contra incendio para el establecimiento de este proyecto se realiza sobre la base de la normativa nacional vigente y el análisis de las Normas: IRAM 3597, Guía Técnica del Circulo de Ingenieros de Riesgo (CIR), Anexo CIR, y los anexos NFPA 14 y NFPA 20N correspondientes a FPA, National Fire Protection Association.

Para calcular la cantidad de bocas para mangueras de incendio y el caudal de agua necesario, se adoptan las exigencias derivadas del tipo de **Riesgo Alto** según la Norma IRAM 3597, para actividad con depósitos de productos líquidos inflamables y combustibles, con procesos que encierran una gran peligrosidad presentando riesgos de incendio y explosión.

11.8.1 Determinación de los parámetros hidráulicos de la instalación

Determinación de la Superficie de Cálculo

La superficie de cálculo se obtiene como la sumatoria de la superficie cubierta total y de las superficies descubiertas de plantas de proceso y depósitos al aire libre, ecuación 11.22.

$$S = S_{Cubierta} + S_{Planta} = 400 \text{ m}^2 + 12700 \text{ m}^2 = 13100 \text{ m}^2 \quad \text{Ecuación 11.22}$$

Determinación del caudal de agua para el sistema

Para el cálculo del caudal mínimo requerido por el sistema de incendio se tendrá en cuenta un caudal de 500 litros por minuto por boca de incendio abierta; la cantidad de bocas a considerar dependerá del tipo de riesgo determinado y de la superficie calculada.

Corresponde para esta nave, con una superficie entre 10.000 y 20.000 m², un caudal de agua de 3000 litros por minutos con una duración de la demanda hídrica de 60 minutos.

Determinación del volumen de agua para el sistema

El volumen mínimo de agua para reserva se obtiene multiplicando el caudal de agua por la duración de la demanda indicada, como se indica en la ecuación 11.23.

$$V_{Reserva\ Agua} = 3.000\ lpm \times 60\ min = 180.000\ litros \qquad \text{Ecuación 11.23}$$

Caudal y presión nominal de la bomba incendio

Se adopta como caudal nominal de la bomba el 100 % del caudal de agua para el sistema, 3.000 litros por minuto. La presión es tal que se pueda lograr una presión residual mínima de 5 bares en la boca de incendio de posición hidráulicamente más desfavorable, considerando la cantidad de bocas abiertas con el caudal correspondiente por cada boca. En riesgos altos, y con la superficie de cálculo se toman 6 bocas por 500 lpm. (IRAM 3597)

Se instalan dos bombas principales, cada una provee independientemente el caudal de diseño. Las bombas cumplen con las características siguientes:

- a) Suministrar el 150 % del caudal nominal a no menos del 65 % de la presión nominal.
- b) La presión a caudal 0 no debe superar el 140 % de la presión nominal.

11.8.2 Diseño del sistema

Se colocan 22 puestos de incendio y 1 monitor distribuidos según se indica en plano de Figura 11.87, cubriendo todas las áreas.

Todos los puestos de incendio están provistos de un gabinete de chapa tipo BWG 20, válvula de accionamiento, válvula teatro de bronce, TGB de 63 mm - 2½", con una boca de salida en ángulo de 45°, hacia abajo. Se coloca un anillo de reducción de 2½" a 1 3/4" para el uso de mangueras de 45 mm de diámetro.

Las mangueras están montadas sobre el soporte de almacenado del gabinete y conectadas a la válvula teatro. Tienen una longitud de 25 m de longitud, con una lanza con regulación de chorro pleno a niebla. Son de sintético tipo RYLJET con uniones ajustadas a mandril. Las mangas se colocan montadas en zig - zag.

Para la presión del sistema en boca de lanza se adopta el criterio de disponer de 5 Bar en el punto más alejado de la red para asegurar la formación de niebla en punta de lanza.

La reserva exclusiva de agua para los puestos de incendio, resulta de considerar el funcionamiento de 60 minutos mínimo del equipo de bombeo, por lo que se tiene una capacidad no inferior a 180 m³ para las mangueras de incendio considerando 6 bocas que trabajan al mismo tiempo.

11.8.2.1. Criterios específicos del diseño de la red de incendios

Cañerías del sistema

Con los criterios generales de diseño se determina la necesidad del bombeo para conseguir la presión mínima requerida en la punta de lanza, y los diámetros mínimos de las cañerías que componen la red.

En base al razonamiento del CIR, para instalaciones de Riesgo Alto, se realiza el cálculo hidráulico para la determinación del diámetro mínimo del sistema.

- Las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m.
- Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio.
- La totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas las BIEs debe quedar cubierta, considerando como radio de acción de esta la longitud de su manguera (20m) incrementada en 5m.
- La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m.
- La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.
- Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos.

Las cañerías son de acero IRAM 2502, Tabla 2 Anexo CI Servicios Auxiliares, y las uniones se mantienen por soldadura. Todos los soportes están ejecutados con perfiles normalizados, sin uso y perfectamente alineados. Toda la bulonería y brocas complementarias son de acero resistente y zincados.

Las bridas de unión son de acero forjado, serie ASA 150, de acuerdo a la ANSI B 16.5 y la ASTM A 109 y A 108 para uniones con accesorios y uniones de tramos de caños. La unión entre caño de acero y las válvulas se realiza también con bridas.

Los accesorios para soldar cumplen las normas ANSI B 16.9 y B 16.28 y ASTM 234 y tienen el espesor de acuerdo con el caño. Los codos son de radio grande y los accesorios roscados son de fundición maleable y serie 150. Las uniones dobles son de fundición maleable de la serie 3000, con asiento de bronce y cumplen con las normas ANSI B 16.3 y ASTM A 197.

Tanque de agua

Se realiza una cisterna de mampostería dividida en dos volúmenes de 90 m³, con la cañería de alimentación a la red de 10 pulgadas de diámetro, para evitar despresurizar la red de incendio cuando sea necesaria la limpieza o repara fisuras.

Sistema de bombeo

La red contra incendio, en la sala de bombas, Figura 11.86, está permanentemente con agua a una presión, mediante la acción de una bomba auxiliar de recalque, jockey.

La bomba jockey, tiene una entrada roscada de 1" y salida en cañería de 1" de diámetro después de pasar por una válvula de retención y una válvula esférica. Un tanque hidroneumático a membrana de 100 litros de capacidad, tipo vertical para 10 bar, conectado a la bomba jockey completa la instalación de presurización.

Se instalan dos bombas a explosión con prestaciones similares para la impulsión del fluido y generación de la presión del tipo centrifuga. Las bombas tienen una capacidad nominal de 180 m³/h, accionadas por motor de combustión interna y acoplamiento a manchón.

El motor tiene que ser capaz de desarrollar su potencia nominal en forma continua, a una temperatura ambiente de 40°C para lograr un rendimiento superior al 92%.

El colector de aspiración de las bombas proviene de un colector de 10" y se reduce 8" para la conexión de las dos bombas de incendio. Las salidas de ambas bombas, mediante bridas, se acoplan al colector de impulsión de 8". En dicho trayecto se instala una válvula de retención y una válvula mariposa todo de 8". A este colector de salida se une la bomba jockey y prosigue hasta encontrar los colectores de salida a la red de incendio.

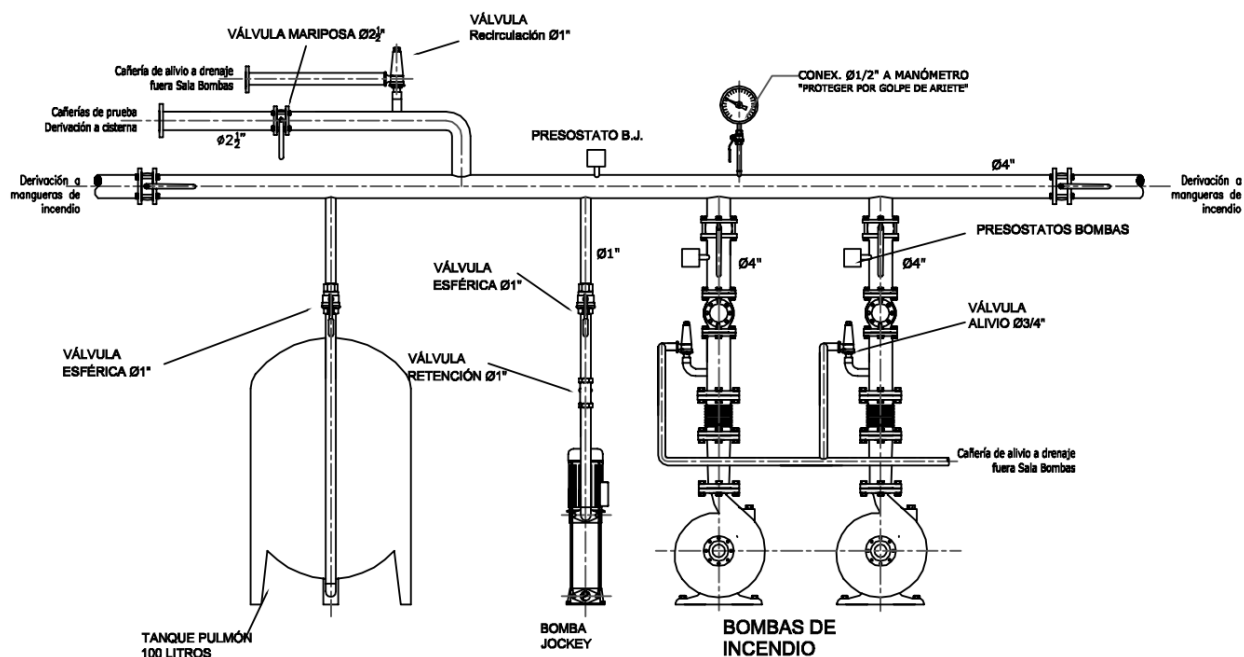


Figura 11.86: Detalles de accesorios en sala de bombas

11.8.2.2. Cálculo de la potencia de bombeo

Según la normativa del CIR se debe elegir para la realización del cálculo de la potencia de bombeo los seis puntos más desfavorables que deben erogar 500 l/min como mínimo, simultáneamente.

Con la planimetría presentada en la Figura 11.87, los puntos más distantes y extremos son los puntos P7, P10, P12, P17, P20 y P22.

Para el cálculo, se usa el método de pérdida de carga acumulada que consiste en sumar las pérdidas por tramo de cañería asumiéndose siempre que la red es abierta. Se detallan los cálculos para todos los puestos y para la sala de bombas en el Anexo B, Planilla de Cálculo Hidráulico Red de Incendio, y se desarrollan los resultados en las tablas siguientes.

Se inicia el cálculo, considerando a P7 como el puesto más demandante, y luego se corrige la pérdida de carga con el valor real del P20, siendo este el lugar que más energía pierde.

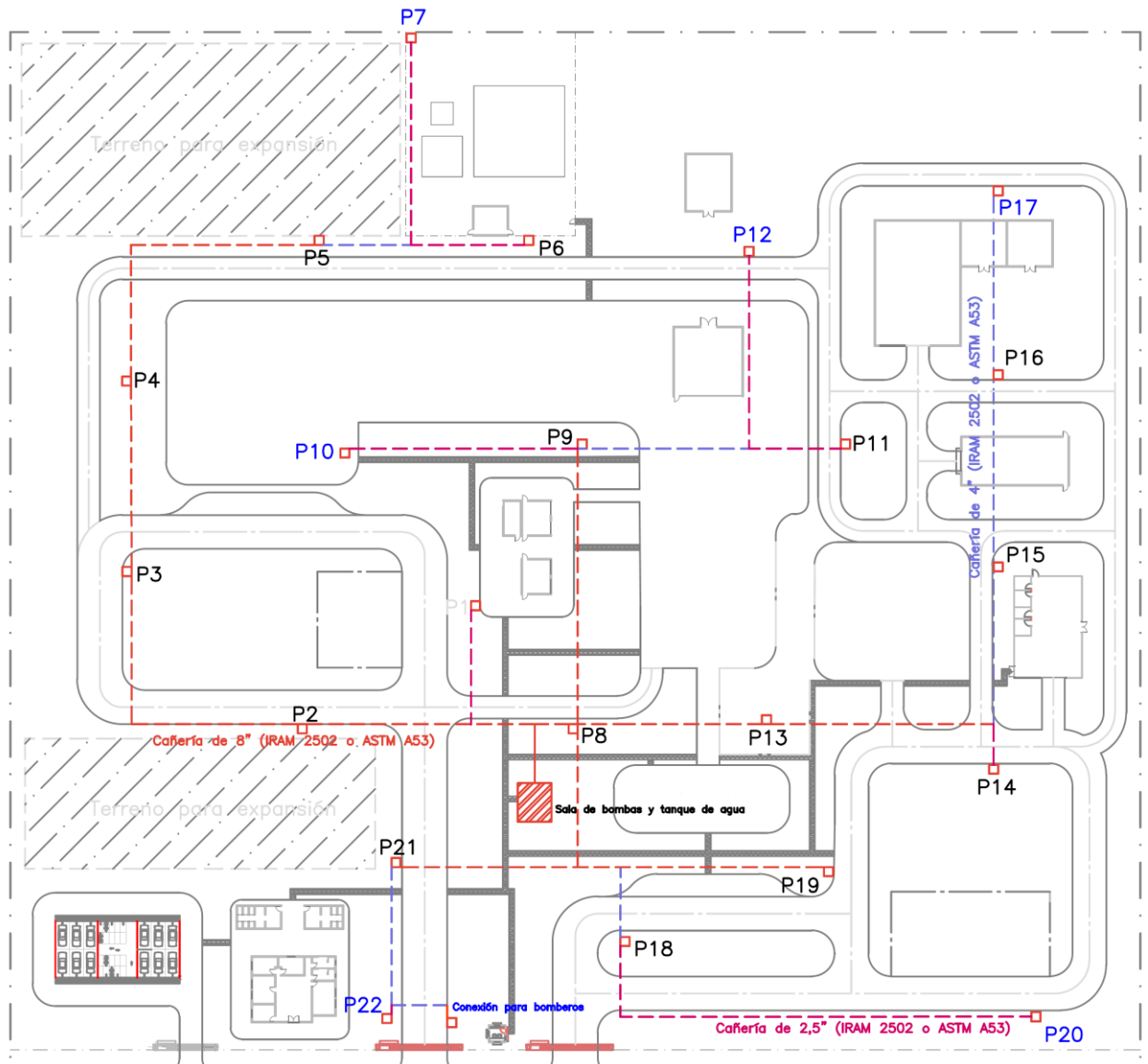


Figura 11.87: Planimetría con la Red de Incendio

11.8.2.2.1 Determinación de las condiciones de la succión del sistema

Previo al inicio de los cálculos se determina cuáles son las condiciones de la succión, por Bernoulli, Ecuación 11.24.

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g\alpha} + W_{bomba} = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g\alpha} + \sum h_L \quad \text{Ecuación 11.24}$$

La parte izquierda de la ecuación es la cañería de succión de la bomba.

Como se parte de un tanque a presión atmosférica y se trabaja con presiones manométricas, el término P_1 puede hacerse 0, descartándose de la ecuación. Asumiendo las condiciones más desfavorables, cuando el tanque este vaciándose, el término $Z_1 \cong 0$. Finalmente, la

velocidad a la salida de la cisterna de mampostería se acerca infinitamente a este al considerar el principio de Torricelli.

El sistema se resume en la ecuación 11.25.

$$W_{bomba} = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g\alpha} + \sum h_L \quad \text{Ecuación 11.25}$$

La potencia de la bomba en el caso más desfavorable depende de la parte derecha de la ecuación de Bernoulli modificada, por lo que, para determinar la energía de la bomba para impulsar el fluido, se considera el tramo más largo y que más energía pierda por fricción.

Determinación de la carga necesaria en el Puesto 7 y de la red conjunta

El puesto 7 se compone por la siguiente red, y los resultados se sintetizan en la Tabla 11.174 y Tabla 11.175.

Puesto 7: Compuesto por la manguera de incendio más el ramal de cañería de 2½" hasta la Te de unión con el puesto 6.

Ramal: Compuesto por el tramo de cañería de 4" desde la Te de unión de los puestos 7 y 6 hasta el puesto 5.

Red subterránea: Compuesto por el tramo de cañería de 8" desde el puesto 5 hasta la unión Te de la válvula esclusa que deriva al puesto 1.

Tabla 11.174: Valores de cálculo para todas las cañerías consideradas del Puesto 7.

Tramo	Caudal (l/min)	Diámetro	Longitud (m)	V _{prom} (m/s)	Re	Factor de Fricción
Puesto 7	500	2 ½"	38,5	2,701	148437	0,018
Ramal	1000	4"	15,5	2,029	181968	0,016
Red subterránea	3000	8"	190	1,549	275348	0,014

Tabla 11.175: Accesorios considerados para cada uno de los ramales del puesto 7.

Accesorios Puesto 7			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Válvula Teatro	1	2 y 1/2"	10 m
Codo	2	2 y 1/2"	2,4 m
Reducción	1	4" a 2 1/2"	
Total			12,4 m

Accesorios Ramal			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Te Flujo Derivado	1	4"	6,1 m
Reducción	1	8" a 4"	
Total			6,1 m
Accesorios Red Subterránea			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Te flujo lineal	1	8"	10,7 m
Codo a 90°	2	8"	4 m
Total			14,7 m

En la Tabla 11.176, se detallan los valores de las pérdidas de cargas obtenidas para la longitud de la cañería hasta el puesto 7 y la presión acumulada del sistema.

Tabla 11.176: Detalle de las pérdidas y presiones obtenidas hasta el Puesto 7

Presión	Puesto 7	Ramal	Red Subterránea
Pérdida de carga para el ramal	60,082 m	0,743 m	1,738 m
Pérdida de carga nominal acumulada	63,304 m	64,046 m	65,784 m
Presión nominal acumulada	6,33 kg/cm ²	6,41 kg/cm ²	6,58 kg/cm ²

Determinación de la carga necesaria en el Puesto 10 y de la red conjunta

El puesto 10 se compone por la siguiente red, y los resultados de los principales parámetros se resumen en la Tabla 11.177 y Tabla 11.178.

Puesto 10: Compuesto por la manguera de incendio más el ramal de cañería de 2½" hasta el puesto 9.

Red subterránea: Compuesto por el tramo de cañería de 8" desde el puesto 9 hasta la unión Te de la válvula esclusa que deriva al puesto 8 y sala de bombas.

Tabla 11.177: Valores de cálculo para todas las cañerías consideradas del Puesto 10.

Tramo	Caudal (l/min)	Diámetro	Longitud (m)	V _{prom} (m/s)	Re	Factor de Fricción
Puesto 10	500	2 ½"	40,4	2,701	148437	0,018
Red subterránea	3000	8"	57	1,549	275348	0,014

Tabla 11.178: Accesorios considerados para cada uno de los ramales del puesto 10.

Accesorios Puesto 10			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Válvula Teatro	1	2 y 1/2"	10 m
Codo	2	2 y 1/2"	2,4 m
Te Flujo Derivado	1	8"	10,7 m
Reducción	1	8" a 2 1/2"	
Total			23,1 m
Accesorios Red Subterránea			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Te flujo Derivado	2	8"	21,4 m
Total			21,4 m

En la Tabla 11.179, se detallan los valores de las pérdidas de cargas obtenidas para la longitud de la cañería hasta el puesto 10 y la presión acumulada del sistema.

Tabla 11.179: Detalle de las pérdidas y presiones obtenidas hasta el Puesto 10

Presión	Puesto 10	Red Subterránea
Pérdida de carga para el ramal	61,423 m	0,666 m
Pérdida de carga nominal acumulada	65,784 m	66,450 m
Presión nominal acumulada	6,58 kg/cm ²	6,65 kg/cm ²

Determinación de la carga necesaria en el Puesto 12 y de la red conjunta

El puesto 12 se compone por la siguiente red, y los parámetros de cálculo se sintetizan en la Tabla 11.180 y Tabla 11.181.

Puesto 12: Compuesto por la manguera de incendio más el ramal de cañería de 2½" hasta la te de unión con el puesto 11.

Ramal: Compuesto por el tramo de cañería de 4" desde la Te de unión entre P11 y P12 hasta el puesto 9.

Red subterránea: Compuesto por el tramo de cañería de 8" desde el puesto 9 hasta la unión Te de la válvula esclusa que deriva al puesto 8.

Tabla 11.180: Valores de cálculo para todas las cañerías consideradas del Puesto 12.

Tramo	Caudal (l/min)	Diámetro	Longitud (m)	V _{prom} (m/s)	Re	Factor de Fricción
Puesto 12	500	2 ½"	34	2,701	148437	0,018

Ramal	1000	4"	31	2,029	181968	0,016
Red subterránea	3000	8"	14	1,549	275348	0,014

Tabla 11.181: Accesorios considerados para cada uno de los ramales del puesto 12.

Accesorios Puesto 12			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Válvula Teatro	1	2 1/2"	10 m
Codo	2	2 1/2"	2,4 m
Reducción	1	4" a 2 1/2"	
Total			12,4 m
Accesorios Ramal			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Te Flujo Derivado	1	4"	6,1 m
Reducción	1	8" a 4"	
Total			6,1 m
Accesorios Red Subterránea			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Codo a 90	3	4"	5,4 m
V. Mariposa	1	4"	3,7 m
Total			9,1 m

En la Tabla 11.182, se detallan los valores de las pérdidas de cargas obtenidas para la longitud de la cañería hasta el puesto 12 y la presión acumulada del sistema.

Tabla 11.182: Detalle de las pérdidas y presiones obtenidas hasta el Puesto 12

Presión	Puesto 12	Ramal	Red Subterránea
Pérdida de carga para el ramal	59,597 m	1,240 m	0,196 m
Pérdida de carga nominal acumulada	66,450 m	67,690 m	67,886 m
Presión nominal acumulada	6,65 kg/cm ²	6,77 kg/cm ²	6,79 kg/cm ²

Determinación de la carga necesaria en el Puesto 17 y de la red conjunta

El puesto 17 se compone por la siguiente red. En las Tabla 11.183 y Tabla 11.184 se tabulan los parámetros hidráulicos.

Puesto 17: Compuesto por la manguera de incendio más el ramal de cañería de 2½".

Ramal: Compuesto por el tramo de cañería de 4" desde el puesto 17 hasta la unión del puesto 14.

Red subterránea: Compuesto por el tramo de cañería de 8" desde el puesto 14 hasta la unión Te de la válvula esclusa que deriva al puesto 14 y 13.

Tabla 11.183: Valores de cálculo para todas las cañerías consideradas del Puesto 17.

Tramo	Caudal (l/min)	Diámetro	Longitud (m)	V_{prom} (m/s)	Re	Factor de Fricción
Puesto 17	500	2 1/2"	2,54	2,701	148437	0,018
Ramal	1500	4"	94	3,044	272952	0,016
Red subterránea	3000	8"	74	1,549	275348	0,014

Tabla 11.184: Accesorios considerados para cada uno de los ramales del puesto 17.

Accesorios Puesto 17			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Válvula Teatro	1	2 1/2"	10 m
Codo	2	2 1/2"	2,4 m
Reducción	1	4" a 2 1/2"	
Total			12,4 m
Accesorios Ramal			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Te Flujo Derivado	1	4"	6,1 m
Reducción	1	8" a 4"	
Total			6,1 m
Accesorios Red Subterránea			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Te flujo lineal	1	8"	21,4 m
Total			21,4 m

En la Tabla 11.185, se detallan los valores de las pérdidas de cargas obtenidas para la longitud de la cañería hasta el puesto 17 y la presión acumulada del sistema.

Tabla 11.185: Detalle de las pérdidas y presiones obtenidas hasta el Puesto 17

Presión	Puesto 17	Ramal	Red Subterránea
Pérdida de carga para el ramal	54,109 m	7,575 m	0,810 m
Pérdida de carga nominal acumulada	67,886 m	75,461m	76,270 m
Presión nominal acumulada	6,79 kg/cm ²	7,55 kg/cm ²	7,63 kg/cm ²

Determinación de la carga necesaria en el Puesto 20 y de la red conjunta

El puesto 20 se compone por la siguiente red, y los parámetros se sintetizan en la Tabla 11.186 y Tabla 11.187.

Puesto 20: Compuesto por la manguera de incendio más el ramal de cañería de 2½”.

Ramal: Compuesto por el tramo de cañería de 4” desde el puesto 20 hasta la unión del puesto 18.

Red subterránea: Compuesto por el tramo de cañería de 8” desde el puesto 18 hasta la unión Te de la válvula esclusa que deriva al puesto 8.

Tabla 11.186: Valores de cálculo para todas las cañerías consideradas del Puesto 20.

Tramo	Caudal (l/min)	Diámetro	Longitud (m)	V _{prom} (m/s)	Re	Factor de Fricción
Puesto 20	500	2 ½”	87,72	2,701	148437	0,018
Ramal	1000	4”	12,4	2,029	181968	0,016
Red subterránea	3000	8”	34	1,549	275348	0,014

Tabla 11.187: Accesorios considerados para cada uno de los ramales del puesto 20.

Accesorios Puesto 20			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Válvula Teatro	1	2 1/2"	10 m
Codo	2	2 1/2"	2,4 m
Reducción	1	4" a 2 1/2"	
Total			12,4 m
Accesorios Ramal			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Reducción	1	8" a 4"	
Total			0 m
Accesorios Red Subterránea			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Te flujo lineal	1	8"	21,4 m
Total			21,4 m

En la Tabla 11.188, se detallan los valores de las pérdidas de cargas obtenidas para la longitud de la cañería hasta el puesto 20 y la presión acumulada del sistema.

Tabla 11.188: Detalle de las pérdidas y presiones obtenidas hasta el Puesto 20

Presión	Puesto 20	Ramal	Red Subterránea
Pérdida de carga para el ramal	63,304 m	0,435 m	0,470 m
Pérdida de carga nominal acumulada	76,270 m	76,706 m	77,176 m
Presión nominal acumulada	7,63 kg/cm ²	7,67 kg/cm ²	7,72 kg/cm ²

Determinación de la carga necesaria en el Puesto 22 y de la red conjunta

El puesto 22 se compone por la siguiente red, y los resultados se sintetizan en la Tabla 11.189 y Tabla 11.190.

Puesto 22: Compuesto por la manguera de incendio más el ramal de cañería de 2½”.

Ramal: Compuesto por el tramo de cañería de 4” desde el puesto 22 hasta la unión del puesto 21.

Red subterránea: Compuesto por el tramo de cañería de 8” desde el puesto 21 hasta la unión Te de la válvula esclusa que deriva al puesto 8.

Tabla 11.189: Valores de cálculo para todas las cañerías consideradas del Puesto 22.

Tramo	Caudal (l/min)	Diámetro	Longitud (m)	V _{prom} (m/s)	Re	Factor de Fricción
Puesto 22	500	2 ½”	4	2,70	148437	0,018
Ramal	1000	4”	25	2,03	181968	0,016
Red subterránea	3000	8”	33	1,55	275348	0,014

Tabla 11.190: Accesorios considerados para cada uno de los ramales del puesto 22.

Accesorios Puesto 22			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Válvula Teatro	1	2 1/2"	10 m
Codo	3	2 1/2"	3,6 m
Reducción	1	4" a 2 1/2"	
Total			13,6 m
Accesorios Ramal			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Reducción	1	8" a 4"	
Total			0 m
Accesorios Red Subterránea			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente

Te flujo lineal	1	8"	21,4 m
Codo a 90°	1	8"	4 m
Total			25,4 m

En la Tabla 11.191, se detallan los valores de las pérdidas de cargas obtenidas para la longitud de la cañería hasta el puesto 22 y la presión acumulada del sistema.

Tabla 11.191: Detalle de las pérdidas y presiones obtenidas hasta el Puesto 22

Presión	Puesto 22	Ramal	Red Subterránea
Pérdida de carga para el ramal	54,4 m	0,86 m	0,50 m
Pérdida de carga nominal acumulada	77,176 m	78,033 m	78,528 m
Presión nominal acumulada	7,72 kg/cm ²	7,81 kg/cm ²	7,86 kg/cm ²

Determinación de la carga necesaria en la sala de bombas

Para obtener la presión nominal de la bomba se obtienen las pérdidas de energía que se generan en la sala de bombas hasta la primera derivación en los tramos considerados. En la Tabla 11.192 se muestran las características principales de flujo.

Tabla 11.192: Valores de cálculo para la cañería de la sala de bombas hasta la primera derivación

Tramo	Caudal (l/min)	Diámetro	Longitud (m)	V _{prom} (m/s)	Re	Factor de Fricción
Sala de bombas	3000	8"	11	1,549	275348	0,014

En la Tabla 11.193, se resumen los accesorios considerados para este tramo en base a la planimetría de la Figura 11.87.

Tabla 11.193: Accesorios en la Sala de Bombas.

Accesorios en la sala de bombas			
Tipo	Cantidad	Diámetro	Longitud equivalente
Entrada a la bomba	1	10"	5 m
Válvula esclusa	1	8"	1,5 m
Válvula de retención o check	1	8"	16,8 m
Válvula mariposa	1	8"	5,8 m
Te en flujo derivado	2	8"	21,4 m
Reducción	1	10" a 8"	
Válvula esclusa	1	8"	1,2 m

Codo a 90°	2	8"	8 m
Total			59,7 m

Realizando la suma de todas las pérdidas de energía se obtienen los valores de la Tabla 11.194 y la presión nominal de la bomba o cantidad de energía que debe suministrar para impulsar el fluido y obtener la presión deseada en el tramo considerado.

Tabla 11.194: Detalle de las pérdidas y presión nominal necesaria

Presión	Valor
Pérdida de carga para la sala de bombas	0,632 m
Pérdida de carga nominal acumulada	79,160 m
Presión nominal acumulada	7,919 kg/cm ²

11.8.2.3 Determinación de la potencia teórica del bombeo y adopción de una potencia real

Las bombas deben cumplir con las exigencias de la NFPA 20 y el cálculo teórico de la selección de las bombas debe estar dentro del rango de operación del 120 al 130% de su capacidad nominal.

La capacidad nominal obtenida mediante el cálculo hidráulico es de 8 kg/cm², redondeado en alza, y afectando a este valor por el de margen de seguridad, 120%, se obtiene el valor de 9,6 kg/cm².

La potencia mecánica que necesita desarrollar la bomba acoplada con un motor y la potencia consumida por el motor de la bomba para una razón de flujo específica se determinaran a partir de la ecuación 11.26.

$$P_{bomba} = \frac{\rho \cdot Q \cdot g \cdot H_{Total}}{\eta_{Bomba}} \quad \text{Ecuación 11.26}$$

Donde:

ρ : Densidad del fluido (Kg/m³)

Q : Caudal volumétrico (m³/s)

g : Aceleración gravitatoria (m/s²)

H_{Total} : Altura total que la bomba deberá generar

η_{Bomba} : eficiencia del acoplamiento de bomba con motor

La eficiencia de acoplamiento bomba-motor se define como la razón de la energía útil entregada al fluido por la bomba a la energía consumida por el motor de la bomba y usualmente varía entre 50% y el 85%. Para el cálculo teórico se asumirá un rendimiento de la bomba de 75%.

$$P_{bomba\ nominal} = \frac{\rho \cdot Q \cdot g \cdot H_{Total}}{\eta_{Bomba}} = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,05 \frac{m^3}{s} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 95,967\ m}{0,75} = 47,07\ kW\ o\ 84,17\ HP$$

En base a los datos teóricos calculados, se adopta una bomba con una presión nominal de 9,6 kg/cm², con un motor de una potencia mínima de 84,17 HP que pueda impulsar en estas condiciones 180 m³/h de agua.

Las normas NFPA 20 y el criterio del CIR expresan que, para que la bomba sea aceptable para el sistema debe cumplir con el criterio de,

“Suministrar el 150 % del caudal nominal a no menos del 65 % de la presión nominal y que la presión a caudal 0 no debe superar el 140 % de la presión nominal”

Por lo tanto, se verifica que a un caudal de 270 m³/h (150%), se obtenga una presión mayor de 5 kg/cm² (65%) y que a la vez la bomba al caudal cero no supere los 8 kg/cm².

Se selecciona la bomba verificando previamente que cumple con la normativa del CIR y la NFPA, adoptando el modelo KBS 80-250 para 3500 rpm. En la figura 6 del Anexo CI Servicios Auxiliares se encuentran las curvas características correspondientes.

Como el fabricante no realiza impulsores o hélices a medida se adopta el impulsor superior de 247 mm, no variando significativamente los datos anteriores. Finalmente, de la curva se obtiene la potencia de la bomba, que sería de 120 HP a 3500 rpm. Estos datos cumplen en todos los casos con los valores mínimos obtenidos en el cálculo teórico.

Con el dato del caudal cero, se dimensiona la bomba jockey o de recalque. La bomba jockey ha de empezar a funcionar cuando la presión al caudal cero haya disminuido al 90%, es decir, arrancará a los 7,6 kg/cm², y parará de funcionar automáticamente a una presión comprendida entre 0,8 y 1,5 kg/cm² por encima de la presión de arranque. El caudal de la bomba se establece entre el 2 y el 10% del caudal nominal de la bomba principal, por lo que se establecerá en 18 m³/h.

11.9 CONCLUSIONES

Los servicios auxiliares se diseñan con criterio conservador, se tiene en cuenta en todo momento la seguridad en condiciones normales y adversas de trabajo.

Los servicios desarrollados en este capítulo resumen los siguientes parámetros.

- La cantidad de vapor producida por la caldera es de 2160 kg/h a 3,4 bar_M.
- El sistema frigorífico tiene una capacidad de 1200 kg/h de agua, a un rango de operación entre 0 – 3°C.
- La producción de aire comprimido trabaja a 700 kPa (7 Bar_M).
- El tanque de almacenamiento de agua para la distribución tiene un volumen de 30 m³.
- El caudal de consumo máximo de gas natural es de 139,78 m³/h.
- Se adopta para el sistema energético un transformador trifásico de relación 13,2/0,4 - 0,231 kV.
- Se adopta el generador de nitrógeno PSA.
- El sistema hidráulico para la red de incendio cuenta con 22 puestos de erogación de 180 m³/h de agua en las zonas más desfavorables y con una bomba de 85 HP.

CAPÍTULO N° 12: TRATAMIENTO DE EFLUENTES

12.1 INTRODUCCIÓN

El sulfato es un contaminante común en las aguas residuales industriales. La formación de escamas de sulfato da lugar a problemas y dificultades operacionales que pueden conducir a un costo de capital adicional, así como a costos de operación, también causa corrosión en las alcantarillas durante la descarga de aguas residuales. (De Luna, M., 2017)

En el proceso productivo de EE se elimina como efluente sulfato de sodio proveniente de la neutralización de ácido sulfúrico arrastrado desde el reactor. La concentración que ésta corriente posee supera ampliamente los valores que enmarca la legislación provincial al respecto, por ello resulta necesario el diseño de un sistema de tratamiento.

Se tiene en cuenta la Ley provincial nº 10.028 en su decreto 847/16, específicamente su Anexo I, además, todas las posibilidades de transformación existentes a la actualidad, para optar por aquella que sea más económica, eficiente y sencilla de operar y mantener.

La eliminación de sulfato puede realizarse mediante intercambio iónico, uso de membranas selectivas de iones, reducción microbiana o por cristalización de minerales de sulfato. El intercambio iónico y los métodos de membrana son demasiado caros y requerirían un pretratamiento para evitar el ensuciamiento de membranas y resinas; la reducción de sulfatos a sulfuros por acción microbiana conduce a serias dificultades durante el tratamiento de aguas residuales anaeróbicas en el sitio. De estos métodos, la precipitación química es probablemente el medio más económico y efectivo para la eliminación masiva de sulfato para operar especialmente cuando se trata de aguas residuales de sulfato de alta resistencia. Las condiciones de funcionamiento óptimas, como proporcionar una presencia de cristales sólidos en el reactor, permitirán una cristalización rápida. (De Luna, M., 2017)

12.2 LEGISLACIÓN VERTIDO DE EFLUENTES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA.

A continuación, se presenta la Ley 10.208 en su decreto 847/16, que regula el vertido de efluentes dentro de la provincia de Córdoba.

ANEXO I: Estándares de calidad para vertido de los efluentes líquidos.

1. Efluentes líquidos vertidos a CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES

Estándares Físicos

Tabla 12.195: Estándares físicos

ESTANDAR	UNIDADES	VALOR MÁXIMO PERMITIDO
Temperatura	°C	≤40
pH	UpH	≤6,5 a 9
Sólidos sedimentables 10 min	mg/L	≤0,5
Sólidos sedimentables 2h	mg/L	≤1
Sólidos suspendidos	mg/L	≤40

Estándares Químicos

Tabla 12.196: Estándares químicos

Aluminio	mg/L	≤5
Arsénico	mg/L	≤0.5
Bario	mg/L	≤2
Boro	mg/L	≤2
Cadmio	mg/L	≤0.1
Cianuros	mg/L	≤0.1
Cobalto	mg/L	≤2
Cobre	mg/L	≤0.1
Compuestos Fenólicos	mg/L	≤0.05
Cromo Hexavalente	mg/L	≤0.1
Cromo Total	mg/L	≤1
Cloro Residual	mg/L	≤0.1
Demanda de Cloro	mg/L	Satisfecha
Detergentes	mg/L	≤1 – 0.5
Estaño	mg/L	≤4
Fósforo Total	mg/L	≤10 – 0.5
Fluoruros	mg/L	≤1.5
Hidrocarburos	mg/L	≤10
Hierro	mg/L	≤1
Manganeso	mg/L	≤0.5
Mercurio	mg/L	≤0.005
Níquel	mg/L	≤2
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	≤3
Nitrito	mg/L	≤0.3

Nitrato	mg/L	≤ 10
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	$\leq 20 - 10$
Plata	mg/L	≤ 0.001
Plomo	mg/L	≤ 0.5
Selenio	mg/L	≤ 0.1
Sodio	mg/L	≤ 250
Sulfuros	mg/L	≤ 1
Sulfatos	mg/L	≤ 500
Sustancias Solubles en Éter Etilico	mg/L	≤ 20
Zinc	mg/L	≤ 2

Estándares Biológicos y Orgánicos

Tabla 12.197: Estándares biológicos y orgánicos

ESTANDAR	UNIDADES	VALOR MÁXIMO PERMITIDO
DBO ₅	mg/L	≤ 40 a 30
DQO	Mg/L	≤ 250
Coliformes totales	NMP/100 mL	5000
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	1000

Plaguicidas

Tabla 12.198: Plaguicidas

ESTANDAR	UNIDADES	VALOR MÁXIMO PERMITIDO
Plaguicidas organoclorados	mg/L	Ausencia
Plaguicidas organofosfatados	mg/L	$\leq 0,1$
Plaguicida total	mg/L	$\leq 0,1$

12.3 MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE SULFATO DE SODIO

A continuación, se explican de manera breve los diversos métodos industriales de tratamiento de efluentes químicos y mineros que contienen variadas cantidades de sulfato de sodio.

12.3.1 Remoción a través de membranas

La eliminación de sulfato por membranas utiliza tres métodos posibles; ósmosis inversa, diálisis eléctrica y filtración.

12.3.1.1 Ósmosis inversa

Este proceso responde sobre una membrana semipermeable que separa una solución fuerte y una solución diluida. Cuanto mayor es la diferencia de concentración a través de la membrana, mayor es la tendencia del agua a penetrar en la solución concentrada. Esta fuerza hidráulica es la presión osmótica del sistema. En la ósmosis inversa, se aplica una presión hidráulica externa a la salmuera salina forzando así el agua a través de la membrana contra la presión osmótica. (Bowell, R, 2004)

La ósmosis inversa sembrada (SRO) promueve activamente la precipitación de CaSO_4 antes del tratamiento con la membrana, reduciendo la corrosión de las paredes de las membranas y el ensuciamiento por precipitación de sal. Este método de pretratamiento implica una suspensión de cristales de siembra introducidos en el efluente a través del reciclado de la suspensión de residuos. Esta suspensión de cristal tiene aproximadamente un 10% de sólidos y se requiere un sistema de ósmosis inversa tubular (TRO) porque los sistemas de fibra hueca no son adecuados debido a la suciedad. Existen varias desventajas con SRO a pesar de la alta recuperación de sal y agua y los costos reducidos. El consumo de energía es alto; hay un control deficiente de los controles de la solución de semilla y semilla de CaSO_4 . (Bowell, R, 2004)

12.3.1.2 Electrodialisis y Reversión Electrodialisis (EDR)

Este proceso utiliza corriente eléctrica directa a través de una pila de catión alterna y membranas selectivas de aniones. En el efluente, los aniones son atraídos al ánodo, pero no pueden atravesar las membranas impermeables a los aniones y, por lo tanto, se concentran. (Bowell, R, 2004)

Los cationes se mueven en la dirección opuesta y están impregnados por cationes - barreras impermeables / anión - permeables. El contenedor inicial ha sido eliminado de las sales y el agua limpia puede extraerse. Mediante el uso de la inversión de corriente, el proceso se mejora mucho. (Bowell, R, 2004)

El ánodo y el cátodo pueden cambiarse periódicamente, al igual que el efluente y los canales de agua limpia. Esto reduce el potencial de incrustaciones de la membrana y facilita la regeneración de la membrana por autolimpieza. Una gran ventaja de EDR sobre otras técnicas, es que el sistema no es sensible a la temperatura o al pH del efluente. (Bowell, R, 2004)

La escamación de CaSO_4 puede ocurrir debido a un pretratamiento inadecuado. Un estudio de planta piloto en la mina de oro Beatrix en Sudáfrica logró una recuperación de 80% de sal

y recicló 84% de agua. El agua tiene un alto contenido de Fe, Mn, Na y Cl, así como también sulfato. (Bowell, R, 2004)

12.3.1.3 Filtración

La filtración es probablemente uno de los medios más efectivos para separar las partículas suspendidas de los fluidos (Buchanan, 1987). Cualquier proceso de filtración requiere un pretratamiento donde las partículas gruesas dominan la carga suspendida y existe un alto flujo de fluido y, en consecuencia, velocidades rápidas de espesamiento y filtración. (Bowell, R, 2004)

Las técnicas comunes de filtración implican el uso de polielectrolitos o sales metálicas para actuar como un agente precipitante u objetivo para la floculación. También hay disponibles técnicas físicas en lugar de químicas, que incluyen cribado, congelación o descongelación, elutriación e irradiación. Se encuentran disponibles varias opciones de filtración desde filtros de lecho profundo que se pueden usar para clarificar fluidos a alta pureza, los filtros de arena lentos o continuos (o rápidos) se pueden usar para reducir la turbidez y el TDS. (Bowell, R, 2004)

Las partículas de suspensión ultrafinas también se pueden filtrar usando filtración al vacío y electrólisis. La electrofiltración es particularmente adecuada para partículas ultrafinas o coloidales (50% <2 µm). Una suspensión bien dispersa que se coloca en un campo eléctrico activo da como resultado la migración de partículas hacia el ánodo, ya que tienen una carga neta negativa. Como la mayoría de las lechadas tienen un pH alto, la carga neta negativa se debe a que el pH de la superficie excede el pH e impone una carga negativa en las superficies minerales. En el ánodo se forma un precipitado o torta densamente empaquetado con un bajo contenido de agua. A través de la electro-osmosis, la torta se puede deshidratar aún más, lo que aumenta la recuperación de agua. El cátodo actúa esencialmente como un filtro mecánico en el que se crea un vacío en el lado del filtrado formando un fino precipitado o torta sobre la tela filtrante. Esto actúa como una trampa para partículas ultrafinas. La presión electro osmótica opera junto con el vacío, lo que permite la producción de un filtrado claro a tasas más altas que los filtros de vacío convencionales. (Bowell, R, 2004)

12.3.2 Enfoques de precipitación de azufre

La eliminación de azufre de las aguas por precipitación puede enfocarse de tres maneras: precipitación de yeso o mirabilita, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ a través de eliminación de cambio de iones, y saturación a través de la convergencia de cationes puros o corrientes de aniones; la precipitación de una sal de sulfato insoluble a través de la saturación química y la precipitación

para producir yeso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (caliza / cal), barite, BaSO_4 (adición de sales de bario) o etringita, $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$ (adición de alumbre, yeso y cal); la precipitación de azufre o sulfuro mediante reducción biológicamente mediada. Esto tiene el beneficio de eliminar también potencialmente los sulfuros metálicos que se pueden recuperar económicamente como material de mineral. (Bowell, R, 2004)

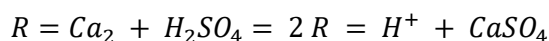
12.3.2.1 Ion-Exchange

Las resinas de intercambio iónico son materiales que contienen grandes grupos de intercambio polar unidos por una red tridimensional. El proceso es un intercambio de iones o moléculas entre sólido y líquido sin cambio sustancial en la estructura sólida. Uno de los iones dirigidos se retira esencialmente de la fase líquida y se une a la estructura sólida a cambio de otro ion (típicamente hidrógeno o hidroxilo), lo que hace que el ion diana permanezca inmóvil. (Bowell, R, 2004)

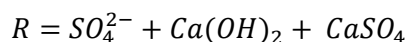
En el caso del sulfato, al ser un anión, normalmente se cambiaría por hidroxilo en una resina con carga positiva (una resina aniónica) mientras que el calcio, un catión, se intercambiaría por hidrógeno y, por lo tanto, se uniría a una carga de resina negativa (una resina catiónica). Al igual que con la ósmosis inversa, el escalamiento de CaSO_4 es común en los circuitos convencionales. Para superar estos problemas, se ha desarrollado una forma modificada de intercambio de iones para tratar aguas de sulfato de calcio (GYPCIX). (Bowell, R, 2004)

El proceso GYPCIX es novedoso, basado en resinas de intercambio iónico que utiliza reactivos de bajo coste como la cal y el ácido sulfúrico para la regeneración de resina. Las resinas utilizadas han sido diseñadas para concentrarse en el calcio y el sulfato a fin de reducir los niveles de yeso en el efluente, lo que reduce el TDS y el potencial de corrosión. Además, un producto de yeso puro es el resultado de un intercambio catiónico y aniónico y se puede vender comercialmente, lo que compensa los costos de tratamiento. Las reacciones ocurren por mecanismos tales como, (Bowell, R, 2004)

Regeneración de cationes



Regeneración de aniones



12.3.2.2 Saturación química y precipitación de sal sulfato

Las barreras de sulfato se pueden construir usando una fuente inorgánica que producirá una fase de sulfato de baja solubilidad. Se han propuesto tanto sales de cal como de bario. Con

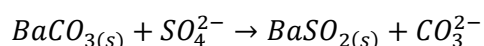
todos los mecanismos de precipitación, la adición de un material de partículas grandes químicamente inerte, como el carbono, a la alimentación del reactor facilitará una mejor sedimentación del precipitado de sulfato. Esto se debe a que los precipitados ultrafinos se unirán a las partículas más grandes y, por lo tanto, se asentarán más rápidamente que las partículas de sulfato fino aisladas. (Bowell, R, 2004)

Formación de yeso

La eliminación de sulfato mediante la adición de cal o piedra caliza ocurre a través de la saturación de CaSO_4 . La precipitación de yeso insoluble ($K_{sp} \sim 10^{-2.3}$) normalmente se produce como un subproducto de la adición de cal en respuesta al amortiguamiento del pH de drenaje en lugar de la remediación diseñada de las concentraciones de sulfato. (Bowell, R, 2004)

Formación de Barita

La eliminación de sulfato por carbonato de bario demostró ser eficaz hace más de 30 años mediante un proceso como:



Se reconocen tres problemas principales con el método en una escala industrial, los requisitos para Ba más soluble en solución que se requiere estequiométricamente, tiempos de retención largos y alto costo de Ba. El problema del costo se puede superar reciclando Ba a través de la tostadura de barita para formar BaS y luego purgando con CO_2 para reformar BaCO_3 . La consideración adicional de BaCO_3 para eliminar el sulfato proviene de dos programas de investigación en Sudáfrica a fines de los años ochenta. (Bowell, R, 2004)

Precipitación de Etringita

La eliminación de sulfato a través de la precipitación de Etringita se ha propuesto como el proceso SAVMIN. Las tres etapas del proceso eliminan sucesivamente metales como hidróxidos a través de la adición de cal (a pH 12) como paso previo al tratamiento. (Bowell, R, 2004)

Esto es seguido por la eliminación del yeso a través de la cristalización de la semilla y en la tercera etapa por adición de hidróxido de aluminio para formar etringita insoluble. Finalmente, antes de la descarga, se agrega CO_2 para reducir el pH y precipitar CaCO_3 puro. (Bowell, R, 2004)

12.3.3 Reducción de sulfato biológico

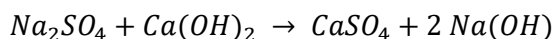
En condiciones anóxicas, el sulfato puede eliminarse a medida que se precipita el sulfuro estable. En estas condiciones, los minerales de sulfuro permanecen estables y tienen baja solubilidad. (Bowell, R, 2004)

La reducción de sulfato a sulfuro de hidrógeno es provocada por bacterias estrictamente anaeróbicas especiales y se logra principalmente por dos generaciones: Desulfovibrio (cinco especies) y Desulfotomaculum (tres especies). Estos organismos tienen un metabolismo respiratorio en el que los sulfatos, sulfitos y / u otros compuestos de azufre reducibles sirven como los aceptadores finales de electrones, con la producción resultante de sulfuro de hidrógeno. (Bowell, R, 2004)

Los sustratos orgánicos para estas bacterias son generalmente ácidos de cadena corta como ácido láctico y pirúvico. En la naturaleza, estos sustratos se proporcionan a través de actividades fermentativas de otras bacterias anaeróbicas en sustratos orgánicos más complejos. (Bowell, R, 2004)

12.4 MÉTODO QUÍMICO DE PRECIPITACIÓN MEDIANTE HIDRÓXIDO DE CALCIO

El método más común para eliminar altas concentraciones de sulfato del agua es mediante la adición de cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), que precipita el sulfato de calcio:



El sulfato de calcio, que se hidrata para convertirse en el yeso mineral común, tiene una solubilidad de aproximadamente 2000 mg/L. La reducción del sulfato por debajo de 2000 mg/L ha sido posible en el pasado solo a través de tecnologías costosas como la ósmosis inversa (RO) o el intercambio iónico (IX). Se generan grandes volúmenes de desechos líquidos con RO y IX, que generalmente crean costos adicionales de tratamiento y eliminación. El proceso puede reducir la concentración de sulfato en la mayoría de las aguas residuales a menos de 100 mg/L mediante el uso del reactivo en polvo. (Reinsel, M., 2000)

El agua tratada mediante el proceso precipitación normalmente cumple o excede los estándares recomendados de agua potable para sulfato, metales y otros parámetros. El proceso produce una reducción neta en sólidos totales disueltos (TDS). (Reinsel, M., 2000)

La solubilidad del mineral que se precipita puede verse afectada por las impurezas y la naturaleza no ideal de la solución que controla el emparejamiento iónico y la actividad iónica. Las diferencias sustanciales en las tasas de cristalización de sulfato en las aguas residuales

fueron causadas por la inhibición del crecimiento de cristales o la inhibición de la nucleación por la presencia de impurezas. (De Luna, M., 2017)

El sulfato se elimina de las soluciones acuosas formando sulfato de calcio dihidratado o más comúnmente conocido como yeso. La cristalización de yeso se puede llevar a cabo en un rango de pH de 7.0 – 8.0. La sobresaturación es un factor importante en la cristalización. Cuando se colocan cristales de siembra, se produce una disolución cristalina mínima y los iones adicionales en solución aumentan la sobresaturación. El aumento de la cantidad de cristales de siembra proporciona sitios de nucleación adicionales para el crecimiento cristalino. (De Luna, M., 2017)

La producción de cristales de alta calidad depende en gran medida de la naturaleza y la cantidad de material de siembra y el control de la sobresaturación. La sobresaturación mejorada puede ser el resultado de concentraciones más altas de sulfato de entrada y del método de adición y concentración del agente precipitante. (De Luna, M., 2017)

12.4.1 Etapa 1: Precipitación inicial de sulfato

Para aguas residuales con un alto contenido de metales y una concentración de sulfato mayor que 8000 mg/L, se usa inicialmente cal hidratada para precipitar la mayor parte del sulfato como yeso. Esta precipitación ocurre a un pH por debajo del cual los metales precipitarán. Más del 80 por ciento del sulfato en muchas aguas residuales puede precipitarse antes de la precipitación de los metales con el fin de minimizar el volumen de lodo peligroso. (Reinsel, M., 2000)

Un tiempo de mezclado de 40 a 60 minutos es adecuado para la precipitación inicial de sulfato. El contenido de sulfato de las aguas residuales puede reducirse a 4000 a 5000 mg/L. Como se trata de yeso puro, no se requieren permisos especiales de manejo o eliminación. (Reinsel, M., 2000)

12.4.2 Etapa 2: Precipitación de hidróxido de metal

Las aguas residuales con una concentración inicial de sulfato por debajo de 8000 mg/L, o que ya han sido tratadas con precipitación de yeso, se ajustan a un pH de 10.5 con cal hidratada. Esto elimina metales como hidróxidos y precipita más yeso, por lo que aproximadamente 2000 mg/L de sulfato permanecen en solución. (Reinsel, M., 2000)

Al igual que con la etapa inicial de precipitación con sulfato, un tiempo de mezclado de 40 a 60 minutos es adecuado. (Reinsel, M., 2000)

12.4.3 Etapa 3: Precipitación final de sulfato

El siguiente paso del proceso es la eliminación del sulfato a la concentración deseada. El pH del agua residual aumenta a aproximadamente 11.5 con cal hidratada. En esta etapa, el reactivo patentado se dosifica a razón de aproximadamente un kilo de reactivo por kilo de sulfato. El reactivo se combina con sulfato soluble para formar un precipitado de etringita. Durante la precipitación de etringita, se pueden incorporar contaminantes como nitrato, cloruro, fluoruro, boro y metales en su estructura. El yeso insoluble interferirá con esta reacción si no se elimina en un paso anterior. (Reinsel, M., 2000)

Esta eliminación de sulfato tarda de 30 a 300 minutos, dependiendo de la cantidad de reactivo agregado, el nivel de eliminación requerido y otros iones en el agua. El lodo de etringita se deshidrata fácilmente y puede reutilizarse en el proceso como lodo de semillas para reducir la cantidad de coagulante requerido. (Reinsel, M., 2000)

12.4.4 Etapa 4: Reducción del pH – recarbonatación

A menudo es necesario reducir el pH del efluente para cumplir con los criterios de descarga. Si el agua tratada debe reutilizarse en la planta, el pH debe reducirse para evitar la deposición de incrustaciones de carbonato duro en los filtros y las tuberías de distribución. La recarbonatación (adición de dióxido de carbono) es el proceso utilizado normalmente para la reducción del pH. (Reinsel, M., 2000)

Se requieren aproximadamente 0.91 kg de CO₂ por 3.79 m³ de agua para la reducción a pH 8.5. Esta reducción produce una pequeña cantidad de carbonato de calcio. Para la descarga a aguas superficiales no es necesario eliminar este lodo en un clarificador, debido a la pequeña cantidad y su naturaleza benigna. (Reinsel, M., 2000)

Para abaratar costos de construcción y como la bibliografía consultada lo permite, se decide generar un sistema de lagunas impermeabilizadas en lugar de un reactor de acero inoxidable, ya que los resultados obtenidos son idénticos, la reacción se produce en CNTP y no se ve afectada por inclemencias temporales.

12.5 DISEÑO LAGUNA DE TRATAMIENTO

Para el cálculo de las lagunas, que pueden ser consideradas como reactores flujo pistón, como diseño conservador, se adoptan los valores que se describieron con anterioridad. Si se tiene en cuenta la ecuación 5.11 de la página 111 Levenspiel, O.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 12

$$\tau = \frac{1}{s} = \frac{\left(\frac{\text{moles de A que entran}}{\text{volumen de alimentación}}\right)(\text{volumen del reactor})}{\left(\frac{\text{moles de A que entran}}{\text{tiempo}}\right)} = \frac{V}{v_0} = \frac{\text{volumen del reactor}}{\text{caudal volumétrico de alimentación}} \quad \text{Ecuación 12.1}$$

Por otro lado, las dimensiones de las mismas se generaron suponiendo la forma de un cubo, según Ecuación 12.2 y 12.3.

$$V = a_b \times h \quad \text{Ecuación 12.2}$$

$$L = \sqrt[2]{a_b} \quad \text{Ecuación 12.3}$$

Según De Luna, Marck, en la investigación realizada a escala piloto de un reactor tipo flujo pistón la conversión en cada etapa varía desde 80 – 82%. Se toma para el diseño el caso más desfavorable. De manera anual se producirán 588 t/año de sulfato de sodio a tratar en las tres lagunas.

12.5.1 Dimensionamiento de la Laguna 1

En primera instancia, se calcula el volumen necesario para que se produzca la primera precipitación, que conlleva al mayor porcentaje de conversión global del proceso. Se considera el caso más desfavorable, un tiempo de reacción necesario de 60 minutos.

El caudal volumétrico de entrada se establece mediante la relación de la densidad, según la Ecuación 12.4

$$Q_v = \frac{m}{\rho} = \frac{399 \frac{kg}{h}}{1025.73 \frac{kg}{m^3}} = 0.389 \frac{m^3}{h} = 0.00648 \frac{m^3}{min} \quad \text{Ecuación 12.4}$$

Si se despeja de la Ecuación 12.1

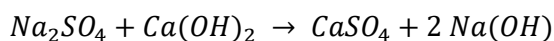
$$V_r = \tau \times Q_v = 60min \times 0.00648 \frac{m^3}{min}$$

$$V_r = 0.389 \text{ m}^3$$

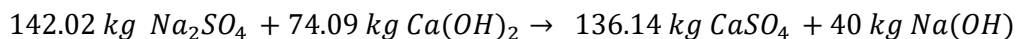
Ahora, es necesario considerar también el volumen que ocupará el sedimento a medida que el proceso avance, para ello se considera el tiempo anual de trabajo común a la totalidad de la planta que se presentó en el Capítulo 7.

$$70 \frac{kg \text{ de } Na_2SO_4}{h} \times 8400 \frac{h}{año} \times 0.8 = 470400 \frac{kg \text{ de } Na_2SO_4}{año} \sim 470.4 \frac{t \text{ de } Na_2SO_4}{año}$$

A través de la estequiometría de reacción se obtiene la cantidad de sulfato de calcio precipitado en la laguna en el periodo marcado.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 12



$$\frac{470400 \text{ kg de } Na_2SO_4 \times 136.14 \text{ kg de } CaSO_4}{142.02 \text{ kg de } Na_2SO_4} = 450924 \text{ kg de } CaSO_4$$

Con la relación de la densidad, se obtiene el volumen que ocupa el precipitado.

$$V_p = \frac{m}{\rho} = \frac{450924 \text{ kg de } CaSO_4}{1043 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 432.3 \text{ m}^3$$

El volumen total necesario será la suma del volumen de reacción y el volumen que ocupará el precipitado.

$$V_t = V_r + V_p$$

$$V_t = 0.389 \text{ m}^3 + 432.3 \text{ m}^3 = 432.72 \text{ m}^3$$

Se tiene en cuenta un sobredimensionamiento del 20% como diseño conservador, contemplando siniestros, lluvias u otros factores que hagan necesarios un mayor volumen de contención.

$$V = 432.72 \text{ m}^3 \times 1.20 = 519.26 \text{ m}^3$$

Se considera una profundidad de diseño no mayor a 2 m, con este valor y a partir de las Ecuaciones 12.2 y 12.3 se obtienen las dimensiones finales que se presentan en la Tabla 12.199.

Tabla 12.199: Dimensiones de la laguna 1 para tratamiento de efluente

DIMENSIONES	VALOR	UNIDAD
Volumen	519.26	m ³
Área base	259.63	m ²
Profundidad	2	m
Longitud	16.11	m

12.5.2 Dimensionamiento de la Laguna 2

Se calcula el volumen necesario para que se produzca la segunda precipitación. Se considera el caso más desfavorable, un tiempo de reacción necesario de 60 minutos.

El caudal volumétrico de entrada se establece mediante la relación de la densidad, según la Ecuación 12.4

$$Q_v = \frac{m}{\rho} = \frac{399 \frac{kg}{h}}{1025.73 \frac{kg}{m^3}} = 0.389 \frac{m^3}{h} = 0.00648 \frac{m^3}{min} \quad \text{Ecuación 12.4}$$

Si se despeja de la Ecuación 12.1

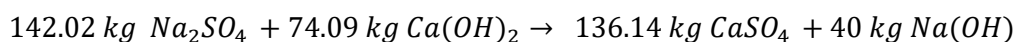
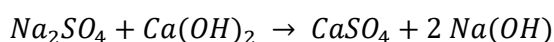
$$V_r = \tau \times Q_v = 60min \times 0.00648 m^3/min$$

$$V_r = 0.389 m^3$$

Al igual que para la laguna 1, es necesario considerar también el volumen que ocupará el sedimento a medida que el proceso avance, ingresando todo aquello que no reaccionó en la primera.

$$14 \frac{kg \text{ de } Na_2SO_4}{h} \times 8400 \frac{h}{año} \times 0.8 = 94080 \frac{kg \text{ de } Na_2SO_4}{año} \sim 94.08 \frac{t \text{ de } Na_2SO_4}{año}$$

A través de la estequiometría de reacción se obtiene la cantidad de sulfato de calcio precipitado en la laguna en el periodo marcado.



$$\frac{94080 \text{ kg de } Na_2SO_4 \times 136.14 \text{ kg de } CaSO_4}{142.02 \text{ kg de } Na_2SO_4} = 90184.84 \text{ kg de } CaSO_4$$

Con la relación de la densidad, se obtiene el volumen que ocupa el precipitado.

$$V_p = \frac{m}{\rho} = \frac{90184.84 \text{ Kg de } CaSO_4}{1043 \frac{kg}{m^3}} = 86.47 m^3$$

El volumen total necesario será la suma del volumen de reacción y el volumen que ocupará el precipitado.

$$V_t = V_r + V_p$$

$$V_t = 0.389 m^3 + 86.47 m^3 = 86.86 m^3$$

Se tiene en cuenta un sobredimensionamiento del 20% como diseño conservador, contemplando siniestros, lluvias u otros factores que hagan necesarios un mayor volumen de contención.

$$V = 86.86 m^3 \times 1.20 = 104.23 m^3$$

Se considera una profundidad de diseño no mayor a 2 m, con este valor y a partir de las Ecuaciones 12.2 y 12.3 se obtienen las dimensiones finales que se presentan en la Tabla 12.200.

Tabla 12.200: Dimensiones de la laguna 2 para tratamiento de efluente

DIMENSIONES	VALOR	UNIDAD
Volumen	104.23	m ³
Área base	52.12	m ²
Profundidad	2	m
Longitud	7.22	m

12.5.3 Dimensionamiento de la Laguna 3

Para el caso de la última laguna, el tiempo de reacción necesarios es mayor a las primeras dos lagunas, por ende, sus dimensiones serán distintas. Se considera el caso más desfavorable, un tiempo de reacción necesario de 300 minutos.

El caudal volumétrico de entrada se establece mediante la relación de la densidad, según la Ecuación 12.4

$$Q_v = \frac{m}{\rho} = \frac{399 \frac{kg}{h}}{1025.73 \frac{kg}{m^3}} = 0.389 \frac{m^3}{h} = 0.00648 \frac{m^3}{min} \quad \text{Ecuación 12.4}$$

Si se despeja de la Ecuación 12.1

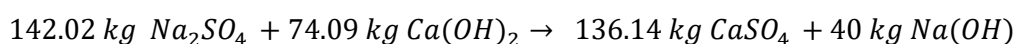
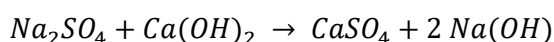
$$V_r = \tau \times Q_v = 300min \times 0.00648 m^3/min$$

$$V_r = 1.94m^3$$

Nuevamente, es necesario considerar también el volumen que ocupará el sedimento a medida que el proceso avance, ingresando todo aquello que no reaccionó en la laguna 2 y llevándolo a la concentración deseada.

$$2.3 \frac{kg \text{ de } Na_2SO_4}{h} \times 8400 \frac{h}{año} \times 0.8 = 19320 \frac{kg \text{ de } Na_2SO_4}{año} \sim 19.32 \frac{t \text{ de } Na_2SO_4}{año}$$

A través de la estequiometría de reacción se obtiene la cantidad de sulfato de calcio precipitado en la laguna en el periodo marcado.



$$\frac{19320 \text{ kg de Na}_2\text{SO}_4 \times 136.14 \text{ kg de CaSO}_4}{142.02 \text{ kg de Na}_2\text{SO}_4} = 18520.10 \text{ kg de CaSO}_4$$

Con la relación de la densidad, se obtiene el volumen que ocupa el precipitado.

$$V_p = \frac{m}{\rho} = \frac{18520.10 \text{ kg de CaSO}_4}{1043 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 17.76 \text{ m}^3$$

El volumen total necesario será la suma del volumen de reacción y el volumen que ocupará el precipitado.

$$V_t = V_r + V_p$$

$$V_t = 1.94 \text{ m}^3 + 17.76 \text{ m}^3 = 19.7 \text{ m}^3$$

Se considera un sobredimensionamiento del 20% como diseño conservador, contemplando siniestros, lluvias u otros factores que hagan necesarios un mayor volumen de contención.

$$V = 19.7 \text{ m}^3 \times 1.20 = 23.64 \text{ m}^3$$

Se considera una profundidad de diseño no mayor a 1.5m, con este valor y a partir de las Ecuaciones 12.2 y 12.3 se obtienen las dimensiones finales que se presentan en la Tabla 12.201.

Tabla 12.201: Dimensiones de la laguna 3 para tratamiento de efluente

DIMENSIONES	VALOR	UNIDAD
Volumen	23.64	m ³
Área base	15.76	m ²
Profundidad	1.5	m
Longitud	3.97	m

12.6 DISPOSICIÓN FINAL DE SUFATO DE CALCIO

Los productos de yeso son reconocidos como resistentes al fuego por las autoridades de construcción, bomberos y seguros de todo el mundo, al ser un producto no tóxico para los humanos y puede ser útil para los animales y la vida de las plantas. De hecho, es beneficioso para la humanidad y el medio ambiente cuando se usa:

- Como un aditivo del suelo para mejorar la trabajabilidad y la penetración del agua de los suelos a través del intercambio calcio-sodio. Algunas veces llamado "landplaster", es particularmente efectivo con alfalfa, maíz, algodón, trigo y otros cultivos que requieren cantidades sustanciales de sulfato de azufre.

- Para abastecer a las plantas con calcio fácilmente disponible, por ejemplo, papas, arándanos y maní.
- Para contrarrestar el efecto corrosivo del álcali en las raíces de las plantas mediante la adición de sulfatos al suelo.
- Para colocar partículas de tierra y arcilla en agua turbia, particularmente en estanques, sin dañar la vida acuática.
- Para neutralizar y amortiguar las aguas ácidas.
- Como un ingrediente básico en pizarra tiza.
- En piensos para ovejas y ganado para superar las deficiencias de azufre en los animales.
- En residuos animales, para combinar con amoníaco (NH_3) y reducir el olor.
- En moldes de yeso utilizados para formar el trabajo dental, y otros elementos como platos de porcelana, tazas y platillos.
- Para moldes quirúrgicos y ortopédicos, como Yeso de París.
- Neutralizar la sal colocada en las carreteras durante el invierno y permitir que la hierba crezca más fácilmente a lo largo de la carretera.
- Como un aditivo del suelo para el cuidado del césped.
- Como un nutriente y/o suplemento dietético como fuente de calcio.
- Como agente acondicionador para el agua utilizada en la elaboración de la cerveza y como agente para controlar la acidez y la claridad del vino.
- Como un elemento en los contenedores de alimentos, ya que se considera seguro como una sustancia de migración de dichos contenedores.

12.7 CONCLUSIÓN

El método que se selecciona para tratar el efluente producido en la etapa de neutralización, es la precipitación mediante hidróxido de calcio; el cual, dentro de los existentes, es el más económico y sencillo de operar.

Se opta por tratar el efluente en el lugar y no tercerizar el tratamiento, debido a que se disminuyen costos. Se obtiene como producto precipitado CaSO_4 , que tiene posibilidad de diversos usos.

CAPÍTULO Nº 13: CONTROL DE CALIDAD

13. INTRODUCCIÓN

El Plan de Control es una metodología para ayudar en la manufactura de productos de calidad de acuerdo a los requerimientos del cliente. Esta metodología proporciona un enfoque estructurado para el diseño, selección e implementación de métodos de control con valor agregado para el sistema total. Es una descripción escrita y resumida de los sistemas usados para minimizar la variación del producto y el proceso en cada etapa del mismo y que incluye las inspecciones de recibo, las áreas de material en proceso y material en salida.

Dentro del proceso productivo de EE a partir de AE, se emplean productos que, bajo condiciones inadecuadas de manipulación y almacenamiento, pueden ser nocivas para la salud de los operarios y/o motivo de situaciones fortuitas.

Por esto el control de la calidad de cada una de las etapas que interfieren, desde el recibo de la materia prima hasta el despacho del producto terminado, debe estar sometida a rigurosos controles de calidad, para asegurar que se conserven correctos estándares.

A partir un sistema de control de calidad, sencillo, claro y rápido de operar, es posible generar los debidos cambios cuando existen variaciones indeseadas en el proceso. En este Capítulo se describe en detalle qué, cómo y cuándo controlar.

Para determinar las condiciones a controlar, así como las características de la infraestructura de la planta se tuvieron en cuenta la Ley Nacional nº 24557 y las normas internacionales National Fire Protection Association (NFPA) nº 14,30, 1981 – 1982; en concordancia con lo planteado en los Capítulos 8 y 10. Además, se generaron registros de control para la etapa de análisis y para las válvulas empleadas en el proceso productivo, los que se muestran en el Anexo CII Control de Calidad.

13.1 CONTROL DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA

El alcohol etílico que se incorpora al proceso productivo como materia prima, se adquiere a granel y llega a la planta mediante camiones con cisterna. Antes de descargar en los tanques de almacenamiento A01 y A02, es sustancial el análisis en laboratorio para determinar si las condiciones del mismo son las correctas. Las características que se controlan se enumeran en la Tabla 13.202.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 13

Tabla 13.202: Planilla de control para el ingreso de AE. Fuente: Elaboración propia.

CORRIENTE	VARIABLE	VALOR LÍMITE	VALOR NORMAL	TÉCNICA	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA	ACCIÓN CORRECTIVA
AE 96% AE0	Temperatura	20°C	25°C	TA01	RE01 RE02	Técnico en laboratorio	Uno por cada ingreso semanal	Rechazar el lote
	Densidad específica	0.816 a 15.56°C	0,812-0,816 a 15,56°C, indicar 92,3%-93,8% en peso, o 94,9%-96,0% en volumen.	TA02	RE01 RE02	Técnico en laboratorio		
	Agua	10%	4%	TA03	RE01 RE02	Técnico en laboratorio		
	Etanol	90%	96%	TA03	RE01 RE02	Técnico en laboratorio		

A continuación, se describe la manera de proceder para analizar la materia prima previa a descargar en los tanques de almacenamiento. Se presentan dos técnicas; la primera de ellas, una técnica rápida de desarrollar, determina a grandes rasgos la concentración del AE a partir de un densímetro y relación con respectivas tablas. La segunda de ellas, más detallada, emplea la cromatografía de gases para saber con un mayor grado de especificación las características del compuesto nombrado. Se emplean, para registrar la actividad, las fichas del Anexo CII Control de Calidad.

Se piensa de esta manera para agilizar el sistema de descargo de materia prima. Actuando en dicha zona de la siguiente forma:

1. Cuando un camión con materia prima llega a la zona de descargo de la empresa, se toma una alícuota del volumen suficiente para cubrir el análisis completo.
2. Se registra la toma de muestra en fichas respectivas.
3. Se lleva la muestra a laboratorio.
4. Se aguarda la descarga del AE hasta que desde laboratorio informe que el análisis es positivo.

Por otro lado, en laboratorio:

1. Se recibe la muestra, se rotula de manera coincidente a la zona de descarga para asegurar trazabilidad.
2. Se realiza prueba rápida y se informa sobre el estado de la muestra, posibilitando o no la descarga.

Una vez finalizada la descarga total de todos los camiones, se procede a generar la técnica cromatográfica detallada.

13.2 CONTROL DE CALIDAD DENTRO DEL PROCESO PRODUCTIVO

En la Tabla 13.203 se detalla el control que debe efectuarse en planta por parte del operario de turno y en la Tabla 13.204, el control sobre el reactor R01.

Se analiza la calidad del producto en dos instancias por turno de laboratorista, en un lapso de toma de muestra de 4 horas, a la salida del reactor R01, donde sólo se realiza la prueba cromatográfica. La manera de accionar es la siguiente:

1. Se toma la muestra en la salida de R01 y se lleva a laboratorio.

2. Se recibe la muestra, se rotula de manera coincidente a la zona de descarga para asegurar trazabilidad.
3. Se realiza prueba cromatográfica y si encuentra relación con los datos obtenidos en el reactor. Se informa sobre el estado de la muestra.
4. Se procede al agregado de BHT diluido para su almacenaje en los tanques A05 y A06.

Los registros de control de calidad para la toma de muestra y trazabilidad en las dos instancias se presentan en el Anexo CII Control de Calidad.

13.2.1 Control en el reactor R01

En la Tabla 13.204, se presta singular atención al control en el reactor, así asegurar que el producto que se forma de manera continua tenga las óptimas condiciones físicas y químicas. Los equipos necesarios para efectuar el control se especifican en el Capítulo 14, Control automático de proceso.

13.3 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL

A continuación, en la Tabla 13.205, se describe la manera de proceder para analizar el EE producido. Se presentan dos técnicas; la primera de ella, emplea la cromatografía de gases para saber con un mayor grado de especificación las características del compuesto nombrado y la segunda determina la necesidad de agregado de compuestos inhibidores de peróxidos, a fin de evitar explosiones. Esto se ejecuta en el tanque pulmón T02, previo al almacenamiento final para despacho, donde se realizan las dos técnicas mencionadas con anterioridad una vez al día.

13.4 CONCLUSIÓN

El control de la calidad en el proceso de elaboración de EE permite mantener la trazabilidad del mismo, con un control exhaustivo de la materia prima y el producto terminado.

Quedan definidas de manera detallada, las técnicas necesarias para el control del AE que ingresa, como al EE que se despacha, al determinar las características físico – químicas que deben poseer.

Se detallan los momentos en los que deben tomarse muestras, la manera de rotularlas, los registros a completar y los responsables de llevar a cabo dicha actividad en estipulados periodos de tiempo.

Tabla 13.203: Planilla de control para el proceso de producción de EE. Fuente: Elaboración propia.

ETAPA	PLANILLA DE CONTROL	EQUIPOS	CORRIENTES	CONTROL			TÉCNICA	RESPONSABLE	FRECUENCIA	ACCIÓN CORRECTIVA	
				VARIABLE	VALOR ÓPTIMO	RANGO ACEPTABLE					
Venteo	RE03	C04	AE ₁ , VE, AE	Temperatura	AE1	3,5°C	±5 °C	Control automático	Operario de planta	1 vez por turno	Verificar condiciones operativas del equipo
					EERE	25 °C	±5 °C	Control automático			
					AE	14,5 °C	±5 °C	Control automático			
					VE	3,5 °C	±5 °C	Control automático			
Neutralización	RE03	C01	EER, HS, EES1, SN	Temperatura	EER	130°C	±2 °C	Control automático	Operario de planta	1 vez por turno	Verificar condiciones operativas del equipo
					EES1	7 °C	±2 °C	Control automático			
					SN	69°C	±2 °C	Control automático			
Deshidratación	RE03	C02	EES ₁ , SN, EES ₂ , SN1, VV	Temperatura	EES1	70°C	±4 °C	Control automático	Operario de planta	1 vez por turno	Verificar condiciones operativas del equipo
					SN	69°C	±4 °C	Control automático			
					EES2	42,5°C	±4 °C	Control automático			
					SN1	102 °C	±4 °C	Control automático			
					VV	121,2 °C	±4 °C	Control automático			
Purificación	RE03	C03	EES ₂ , EEF, AERE	Temperatura	EES2	42,5 °C	±3°C	Control automático	Operario de planta	1 vez por turno	Verificar condiciones operativas del equipo
					EEF	35,5 °C	±3°C	Control automático			
					AERE	79 °C	±3°C	Control automático			

Tabla 13.204: Planilla de control para el proceso de producción de EE, R01. Fuente: Elaboración propia.

ETAPA	PLANILLA DE CONTROL	EQUIPOS	CORRIENTES	CONTROL			TÉCNICA	RESPONSABLE	FRECUENCIA	ACCIÓN CORRECTIVA	
				VARIABLE	VALOR ÓPTIMO	RANGO ACEPTABLE					
CONVERSIÓN	RE04 RE05	R01	AER, N, AS, EER	Temperatura	AER	130°C	±5 °C	Control automático	Operario de planta	2 vez por turno	Verificar condiciones operativas del equipo
					AS	130°C	±5 °C	Control automático			
					N	25°C	±5 °C	Control automático			
					EER	130°C	±1°C	Control automático			
			EER	Concentración	X _{AE}	18,2 %p/p	±4%p/p	Control automático – TA04	Operario de planta Laboratorista	2 veces por turno	Verificar condiciones operativas del equipo
					X _{EE}	24,9 %p/p	±4%p/p	Control automático – TA04			
					X _W	9 %p/p	±4%p/p	Control automático – TA04			
					X _N	46,3 %p/p	±4%p/p	Control automático – TA04			
					X _{AS}	1,6 %p/p	±4%p/p	Control automático – TA04			
			AS	Caudal	86,50 kg/h	±10	Control automático				
N	Caudal	1450 kg/h	±10	Control automático							

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 13

			EER	Presión	1,05 bar	$\pm 0,02$ bar	Control automático	Operario de planta	2 veces por turno	Verificar condiciones operativas del equipo. Avisar a supervisores
--	--	--	-----	---------	----------	-------------------	-----------------------	--------------------	----------------------	--

Tabla 13.205: Planilla de control para el despacho de EE. Fuente: Elaboración propia.

ETAPA	EQUIPO	CORRIENTE	CONTROL		TÉCNICA	REGISTRO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
			VARIABLE	VALOR NORMAL				
Almacenamiento	T02, A05, A06	EEFA	X _{EE}	0.98 %p/p	TA04	RE06 - RE07	Laboratorista	1 vez por día
			X _{AE}	0 %p/p	TA04	RE06 - RE08	Laboratorista	1 vez por día
			X _w	0.02 %p/p	TA04	RE06 - RE09	Laboratorista	1 vez por día
			X _N	0 %p/p	TA04	RE06 - RE09	Laboratorista	1 vez por día
			PERÓXIDOS	0.001%	TA05	RE06 - RE10	Laboratorista	1 vez por día

CAPÍTULO 14: CONTROL AUTOMÁTICO DEL PROCESO

14. INTRODUCCIÓN

El control automático de procesos es una manera de mantener las variables controladas, dentro del punto de control, a pesar de las diversas perturbaciones que puedan existir. Las razones por las que se opta por un sistema automatizado son:

- Evitar lesiones al personal de planta o daño al equipo.
- Mantener la calidad del producto en un nivel continuo y costo mínimo.
- Mantener la tasa de producción de la planta al costo mínimo.
- Reducir la cantidad de personal en planta

El proceso productivo completo se diseña pensando en un sistema de control proporcional – integral – derivativo (PID), éstos se emplean en procesos donde las constantes de tiempo son largas.

La operación del regulador se realiza en tres niveles: operación del proceso, parametrización y estructuración. Es decir, que se contempla el proceso en su totalidad y las variables que se encuentran en cada uno de los puntos donde pueden producirse interferencias.

A través de variaciones algorítmicas en un sistema de computadora central, se realiza un análisis preciso y detallado del comportamiento dinámico del proceso; para así poder adaptarse con facilidad a diversos cambios.

14.1 CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo en su totalidad fue diseñado para que se trabaje de manera automática, con un sistema de control central, para ello es necesario agregar en puntos estratégicos controladores de diversos tipos, que dependen de la etapa de transformación.

Se llevan fichas de control de válvulas, encargadas de regular la actividad según lo que indiquen los diversos sensores instalados y fichas de control de equipos, por medio de las cuales el operario registra variaciones y decisiones tomadas a lo largo de su turno de trabajo; lo que permite una conexión entre turnos. Éstas se presentan en el Anexo AVI Especificación de Válvulas.

14.1.1 Control en tanques de almacenamiento A01 y A02

Control de nivel N01

El objetivo del controlador N01 es mantener el nivel de los tanques de almacenamiento A01 y A02 en el lapso de carga semanal.

Se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación cuando el tanque de almacenamiento A01 alcance nivel máximo, dejando de llenarlo y dando paso, o no, al tanque de almacenamiento A02.

Se emplea para esto, una válvula automática de dos vías, que según las órdenes del sistema de control central permite que el caudal de AE circule hacia uno u otro tanque. La ubicación de ésta es justo antes del punto T de unión entre las dos cañerías que se dirigen a A01 y A02.

Una vez el nivel del tanque que se está llenando ha llegado al nivel máximo, se activa el sensor de nivel alto y el medidor de nivel envía una señal al controlador para cerrar la válvula de alimentación y una señal a la válvula de dos vías VEH desvío simple normal, V01, abriéndola y permitiendo el llenado de otro tanque.

Control de nivel N02

El objetivo del controlador N02 es la automatización de la operación de descarga de los tanques de almacenamiento de AE, A01 y A02.

Para ello se utiliza un sensor de nivel bajo el cual se activa cuando el nivel del tanque le deja al descubierto, enviando así una señal a la válvula de control de regulación VEH fondo de tanque, V02, ubicada en la conducción de salida del tanque.

Se emplea un método de control ON/OFF, que cierra la válvula V02 cuando el nivel del tanque lo deja al descubierto.

14.1.2 Control en tanque pulmón T01

Control de nivel N03

El objetivo del controlador N03 es mantener el nivel alto del tanque pulmón T01, que se llena de manera diaria.

Se emplea un sensor de nivel alto que envía señal a la válvula de control de regulación VEH de control con accionamiento neumático, V03, ubicada en la entrada al tanque, antes de la unión T. Así, tiene en cuenta el AE que proviene de los tanques A01 y A02.

El método que se emplea es ON/OFF, cerrando y abriendo la respectiva válvula para hacer que el caudal de AE que ingresa desde los tanques de almacenamiento se incremente y disminuya según la necesidad de nivel de T01, teniendo en cuenta que el caudal de reciclaje es siempre constante y no se puede interrumpir.

Control de nivel N04

El objetivo del controlador N04 es la automatización de la operación de descarga del tanque pulmón T01.

Para ello se utiliza un sensor de nivel bajo el cual se activa cuando el nivel del tanque le deja al descubierto, enviando así una señal a la válvula de control de regulación VEH fondo de tanque, V04, ubicada en la conducción de salida del tanque.

Se emplea un método de control ON/OFF, que cierra la válvula V04 cuando el nivel del tanque lo deja al descubierto.

14.1.3 Control en el reactor adiabático R01

Control de flujo F01

El objetivo de controlador de flujo F01 es mantener constante el flujo de nitrógeno que entra al reactor, ya que éste no solo conserva la temperatura óptima de reacción sino también genera el movimiento necesario para producir el contacto entre el catalizador y el AE.

El control es de tipo feed-back, se mide el flujo de nitrógeno a la salida del tanque de almacenamiento de N, SNT01. Si el flujo es menor que el deseado se activa la válvula V05, válvula VEH de control con accionamiento neumático, y aumenta la velocidad de entrada.

Control de flujo F02

El objetivo que se persigue con el controlador de flujo F02 es mantener constante el caudal de AS de entrada al reactor. Se fija un set-point con la relación estequiométrica adecuada entre los dos reactivos, AE y AS.

Una válvula VEH de control con accionamiento neumático, V06, controla el caudal del AS adecuado para que la reacción tenga lugar, incorporando el catalizador que es arrastrado con los productos de reacción.

Control de flujo F03

El objetivo que se persigue es con el controlador de flujo F03 mantener constante el caudal de AE de entrada al reactor.

Una vez controlado el flujo de nitrógeno, se vigila la entrada total de reactivos. Aquí entra en juego el mismo set-point que se mencionó anteriormente.

Una válvula VEH de control con accionamiento neumático, V07, controla el caudal del AE adecuado para que la reacción tenga lugar, conservando el exceso de 60%.

Control de temperatura TE03

El objetivo del control de temperatura TE03 es mantener el ingreso de AE a la temperatura óptima de reacción.

El control es de tipo feed-back, se mide la temperatura a la salida del intercambiador de calor I03. Se regula mediante una válvula VEH de control con accionamiento neumático, V08, que controla el caudal de agua de calentamiento en el último equipo mencionado. Si la temperatura del AE es baja, se abre la válvula del agua de calentamiento.

Control de conversión CO01

El objetivo de controlador de composición CO01 es asegurar que la formación de producto en el reactor es la deseada. Así, obtener el mayor rendimiento posible.

Se emplea un sensor de composición del tipo captativo de densidad y concentración, el cual al advertir una variación positiva o negativa de la fracción de EE producido modifica las aperturas de la válvula VEH de seguridad y alivio, V09, ubicada a la salida del reactor. De este modo se ahorra tiempo de análisis en el laboratorio.

Los valores arrojados por el sensor se registran en una planilla, como así también las medidas tomadas frente a variaciones.

Control de temperatura TE04

El objetivo del controlador de temperatura TE04 es mantener constante la temperatura del reactor.

El control es de tipo feed-back, se mide la temperatura del propio reactor y esta señal hace abrir o cerrar el caudal de nitrógeno que fluidiza y condiciona la temperatura dentro del equipo.

Control de nivel N05

El objetivo del controlador de nivel N05 es mantener constante el nivel del reactor.

El control es de tipo feed-back, se mide el nivel en el propio reactor y esa señal es la que regula la válvula automática que hay a la salida del reactor.

Si el nivel es alto la válvula VEH de control con accionamiento neumático, V09, se abre para que salga más corriente del proceso, y viceversa; si bien esto puede afectar de manera directa a la conversión, se prima la seguridad frente al rendimiento; debido a que un sobre nivel puede causar el colapso del equipo.

14.1.4 Control en el intercambiador de calor I01

Control de temperatura TE05

El objetivo del controlador de temperatura TE05 es controlar la temperatura de la corriente de salida de los intercambiadores de calor para regular mediante una válvula VEH de control con accionamiento neumático, V10, la corriente de entrada del fluido refrigerante o utilizado para calentar el fluido de operación. De esta manera, controlamos que la temperatura del intercambiador llegue a la esperada y que no se supere.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo o por encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándose o abriéndose dependiendo de las necesidades del sistema.

14.1.5 Control en el intercambiador de calor I02

Control de temperatura TE05

El objetivo del controlador de temperatura TE05 es verificar la temperatura de la corriente de salida del intercambiador de calor I02, para regular mediante una válvula VEH de control con accionamiento neumático, V11, la corriente de entrada del fluido de calentamiento.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo o por encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándose o abriéndose dependiendo de las necesidades del sistema.

14.1.6 Control en el intercambiador de calor I03

Control de temperatura TE06

El objetivo del controlador de temperatura TE06 es verificar la temperatura de la corriente de salida del intercambiador de calor I03, para regular mediante una válvula VEH de control con accionamiento neumático, V11, la corriente de entrada del fluido de calentamiento, considerando que se tiene en este equipo la materia prima en condiciones sobrecalentadas.

Al detectar un valor por debajo o por encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándose o abriéndose dependiendo de las necesidades del sistema.

14.1.7 Control en el intercambiador de calor I04

Control de temperatura TE07

El objetivo del controlador de temperatura TE07 es corroborar la temperatura de la corriente de salida del intercambiador de calor I04, que es el encargado de acondicionar el catalizador a la temperatura de reacción para ingresar al reactor.

Mediante una válvula VEH de control con accionamiento neumático, V12, se modifica la corriente de entrada del fluido de calefacción según se detecte un valor por debajo o por encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándose o abriéndose respectivamente.

14.1.8 Control en el intercambiador de calor I05

Control de temperatura TE08

Como el intercambiador de calor I05 se encarga de llevar el EEF a su temperatura de almacenamiento, se asegura ésta a partir del controlador de temperatura TE08. Mediante una válvula VEH de control con accionamiento neumático, V13, se regula la corriente de entrada del fluido refrigerante. De esta manera, se inspecciona que la temperatura del intercambiador llegue a la esperada y que no se supere.

Al detectar un valor por debajo o por encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándose o abriéndose dependiendo de las necesidades del sistema.

14.1.9 Control en el intercambiador de calor I06

Control de temperatura TE09

El intercambiador de calor I06 se encarga de llevar el AERE a su temperatura de almacenamiento en el tanque pulmón T01, se asegura ésta a partir del controlador de temperatura TE09. Mediante una válvula VEH de control con accionamiento neumático, V14, se regula la corriente de entrada del fluido refrigerante.

Al detectar un valor por debajo o por encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándose o abriéndose dependiendo de las necesidades del sistema.

14.1.10 Control en la columna de neutralización C01

Control de nivel N06

Para asegurar que los diversos platos de la torre de neutralización no se inunden, se emplea en la zona de agotamiento un controlador de nivel, N06, tipo feed-back.

El dispositivo verifica la cantidad de líquido existente. En el caso que exista un exceso, a través de las válvulas VEH de control con accionamiento neumático, V15 se modifica el caudal de ingreso de HS al equipo, asegurando las proporciones estequiométricas.

Control de presión P01

A través de P01 se controla la presión dentro de la columna de neutralización con el objetivo de regular el corriente de salida de gases mediante la válvula VEH de control con accionamiento neumático, V16. De esta manera, nos aseguramos de que la C01 está trabajando a la presión deseada, obteniendo la proporción de productos deseados.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

En caso de que el control falle, se ha procedido a la instalación de alarmas de presión alta y baja.

14.1.11 Control en la columna de deshidratación C02

Control de flujo F

El objetivo del controlador de flujo, F, es mantener constante el flujo de vapor de agua que entran a la torre de deshidratación C02.

El control es de tipo feed-back, se encuentra relacionado directamente con el vapor que proviene de caldera, aumentando o disminuyendo la cantidad de vapor según sea necesario para llevar a temperatura de separación en el equipo, mediante la válvula VEH de control con accionamiento neumático V17.

Control de nivel N07

Para asegurar que los diversos platos de la torre de deshidratación no se inunden, se emplea en la zona de agotamiento un controlador de nivel tipo feed-back.

El dispositivo verifica la cantidad de líquido existente. En el caso que exista un exceso, a través de las válvulas VEH de control con accionamiento neumático, V16 y V18, se modifica el caudal de ingreso al equipo.

14.1.12 Control en la columna de purificación C03

Control de nivel N08

Para asegurar que los diversos platos de la torre de deshidratación no se inunden, se emplea en la zona de agotamiento un controlador de nivel tipo feed-back.

El dispositivo verifica la cantidad de líquido existente. En el caso que exista un exceso, a través de la válvula VEH de control con accionamiento neumático, V19, se modifica el caudal de ingreso al equipo.

Control de presión P02

A través de P02 se controla la presión dentro de la columna de purificación con el objetivo de regular la corriente de salida de gases mediante una válvula de control VEH de seguridad y alivio, V20. De esta manera, nos aseguramos de que la C03 está trabajando a la presión deseada, obteniendo la proporción de productos deseados.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

En caso de que el control falle, se ha procedido a la instalación de alarmas de presión alta y baja.

14.1.13 Control en la torre de absorción de gases C04

Control de nivel N09

Para asegurar que los diversos platos de la torre de deshidratación no se inunden, se emplea en la zona de agotamiento un controlador de nivel tipo feed-back.

El dispositivo verifica la cantidad de líquido existente. En el caso que exista un exceso, a través de la válvula, V21 VEH de control con accionamiento neumático, se modifica el caudal de ingreso al equipo.

Control de presión P03

A través de P03 se controla la presión dentro de la C04 con el objetivo de regular la corriente de salida de gases mediante una válvula de control VEH de control con accionamiento neumático, V22. De esta manera, nos aseguramos de que el equipo está trabajando a la presión deseada, produciendo el venteo de gases incondensables.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

En caso de que el control falle, se ha procedido a la instalación de alarmas de presión alta y baja.

14.1.14 Control en los tanques de almacenamiento de EE A05 y A06

Control de nivel N10

El objetivo del controlador N10 es mantener el nivel de los tanques de almacenamiento A01 y A02 en el lapso de carga semanal.

Se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación cuando el tanque de almacenamiento A05 alcance nivel máximo, dejando de llenarlo y dando paso, o no, al tanque de almacenamiento A06.

Se emplea para esto, una válvula automática de dos vías, que según las órdenes del sistema de control central permite que el caudal de AE circule hacia uno u otro tanque. La ubicación de ésta es justo antes del punto T de unión entre las dos cañerías que se dirigen a A05 y A06.

Una vez el nivel del tanque que se está llenando ha llegado al nivel máximo, tanto el sensor de nivel alto y el medidor de nivel envían una señal al controlador para cerrar la válvula de alimentación y una señal a la válvula de dos vías VEH desvío simple normal, V23, abriéndola y permitiendo el llenado de otro tanque.

14.1.15 Control en los tanques de almacenamiento de AS, T03 y A03, y HS, T04 y A04

Control de nivel N11

El objetivo del controlador N11 es mantener el nivel del tanque de almacenamiento de AS, A03, en el lapso de carga mensual.

Se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación cuando el tanque de almacenamiento A03 alcance nivel máximo, dejando de llenarlo. Se emplea para esto, una válvula automática de todo o nada.

Una vez el nivel del tanque que se está llenando ha llegado al nivel máximo, se da la orden de cortar el llenado por el proveedor de insumo y se cierra la válvula de alimentación VEH de control con accionamiento neumático, V24.

Control de nivel N12

El objetivo del controlador N12 es la automatización de la operación de carga del tanque de almacenamiento de AS pulmón T03.

Para ello se utiliza un sensor de nivel bajo el cual se activa cuando el nivel del tanque lo deja al descubierto, enviando así una señal a la válvula de control de regulación VEH de control con accionamiento neumático, V25, ubicada en la conducción de salida del tanque.

Se emplea un método de control ON/OFF, que cierra la válvula V25 cuando el nivel del tanque lo deja al descubierto.

Control de composición CO02

El objetivo de controlador de composición CO02 es asegurar que la concentración del AS en el tanque T03 sea la deseada. Así, poder darle ingreso directo al reactor R01 bajo las condiciones óptimas de reacción.

Se emplea un sensor de composición del tipo captativo de densidad y concentración, el cual al advertir una variación positiva o negativa de la fracción de AS que se diluye, modifica la apertura de la válvula VEH de seguridad y alivio, V26, aumentando o disminuyendo la cantidad de agua ingresada. De este modo se ahorra tiempo de análisis en el laboratorio.

Los valores arrojados por el sensor se registran en una planilla, como así también las medidas tomadas frente a variaciones.

Control de nivel N13

El objetivo del controlador N13 es mantener el nivel del tanque de almacenamiento de HS, A04, en el lapso de carga mensual.

Se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación cuando el tanque de almacenamiento A04 alcance nivel máximo, dejando de llenarlo. Se emplea para esto, una válvula automática de todo o nada.

Una vez el nivel del tanque que se está llenando ha llegado al nivel máximo, se da la orden de cortar el llenado por el proveedor de insumo y se cierra la válvula de alimentación VEH de control con accionamiento neumático, V27.

Control de nivel N14

El objetivo del controlador N14 es la automatización de la operación de carga del tanque de almacenamiento de HS pulmón T04.

Para ello se utiliza un sensor de nivel bajo el cual se activa cuando el nivel del tanque le deja al descubierto, enviando así una señal a la válvula de control de regulación VEH de control con accionamiento neumático, V28, ubicada en la conducción de salida del tanque.

Se emplea un método de control ON/OFF, que cierra la válvula VEH de control con accionamiento neumático V28 cuando el nivel del tanque lo deja al descubierto.

Control de composición CO03

El objetivo de controlador de composición CO03 es asegurar que la concentración del HS en el tanque T04 sea la deseada. Así, poder darle ingreso directo a la columna de neutralización C01 bajo las condiciones óptimas de reacción.

Se emplea un sensor de composición del tipo captativo de densidad y concentración, el cual al advertir una variación positiva o negativa de la fracción de HS que se diluye, modifica la apertura de la válvula VEH de seguridad y alivio, V29, aumentando o disminuyendo la cantidad de agua ingresada. De este modo se ahorra tiempo de análisis en el laboratorio.

Los valores arrojados por el sensor se registran en una planilla, como así también las medidas tomadas frente a variaciones.

14.2 CONTROL DE LA CALIDAD EN SERVICIOS AUXILIARES: GENERACIÓN DE VAPOR

14.2.1 Control en caldera

Control de temperatura S CV TE01

El objetivo del controlador de temperatura S CV TE01 es inspeccionar la temperatura del corriente de salida del sistema de generación de vapor. En caso de que no sea la correcta, se accionará una válvula de control VEH de control con accionamiento eléctrico, S CV V01, situada en el corriente de servicio de agua de entrada al sistema de generación de vapor.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

En caso de que el control falle, se ha procedido a la instalación de alarmas de temperatura alta y baja.

Control de nivel S CV N01

El objetivo del controlador S CV N01 es mantener el nivel alto de la caldera. Se emplea un sensor de nivel alto que envía señal a la válvula de control de regulación VEH de control con accionamiento eléctrico, S CV V01, ubicada en la entrada del equipo.

El método que se emplea es ON/OFF, cerrando y abriendo la respectiva válvula para hacer que el caudal de agua que ingresa desde los tanques de almacenamiento se incremente y disminuya según la necesidad de nivel.

Como se muestra en la Figura 14.88, existen dentro de la caldera tres controladores de nivel que identifican diversas alturas dentro de la caldera, el que se mencionó, S CV N01, indicador

de alta y SCV N02 y S C V N03, siendo estos indicadores de nivel bajo 1º y 2º. Todos estos sensores se emplean para asegurar el correcto funcionamiento de la caldera y evitar fugas, roturas y/o explosiones que podrían derivar a dañar la vida del personal de planta.



Figura 14.88: Control de nivel en la caldera. Fuente: www.fenercom.com. Última revisión: abril 1, 2018.

Control de nivel S CV N02

El objetivo del controlador S CV N02 es mantener el bajo 1º alto de la caldera. Se emplea un sensor de nivel que envía señal a la válvula de control de regulación VEH de control con accionamiento eléctrico, S CV V01, ubicada en la entrada del equipo. Se encuentra también anexo, una alarma de nivel bajo para el caso que llegue a esta altura.

El método que se emplea es ON/OFF, cerrando y abriendo la respectiva válvula para hacer que el caudal de agua que ingresa desde los tanques de almacenamiento se incremente y disminuya según la necesidad de nivel.

Control de nivel S CV N03

El objetivo del controlador S CV N03 es mantener el bajo 2º alto de la caldera. Se emplea un sensor de nivel que envía señal a la válvula de control de regulación VEH de control con accionamiento eléctrico, S CV V01, ubicada en la entrada del equipo. Se encuentra también anexo, una alarma de nivel bajo para el caso que llegue a esta altura.

El método que se emplea es ON/OFF, cerrando y abriendo la respectiva válvula para hacer que el caudal de agua que ingresa desde los tanques de almacenamiento se incremente y disminuya según la necesidad de nivel.

En caso que estos controladores denoten la advertencia indicada, se debe manipular las válvulas manuales que se mencionan a continuación, en la alarma baja de primer nivel, y salir rápidamente del espacio de planta a un lugar ventilado, lejano y abierto.

Control de presión S CV P01

El objetivo de S CV P01 es controlar la presión dentro del sistema de generación de vapor, para regular la corriente de salida de gases mediante una válvula de control VEH de seguridad y alivio, S CV V02, que es una válvula automática con solenoide.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

En caso de que el control falle se ha procedido a la instalación de alarmas de presión alta y baja.

Contiguo a las válvulas VEH de control con accionamiento neumático S CV V 01 y S CV V02, se encuentran las válvulas S CV V 03 y S CV V04, que se relacionan con los equipos de proceso I03 y C02 respectivamente. Las mismas contemplan la posibilidad de tener un accionamiento manual, para que en el caso de mal funcionamiento de la caldera, el flujo sea cortado rápidamente sin necesidad de avisar previamente a control central.

Es importante que las calderas incorporen los equipos más adecuados para asegurar un correcto funcionamiento, cumplir con normativas de seguridad, obtener la máxima eficiencia en la generación de vapor. (SPIRAX – SARCO, S.A.U. Última revisión: abril 1, 2018)

Según normativa, el operador de la caldera realizará las comprobaciones adecuadas de los controles, elementos de seguridad y calidad del agua, para asegurar el buen estado y funcionamiento. (SPIRAX – SARCO, S.A.U. Última revisión: abril 1, 2018)

El sistema de vigilancia cumplirá con la directa e indirecta. En la primera, el operador de la caldera debe asegurar su presencia en la sala de caldera o cerca para poder actuar de forma inmediata en caso de anomalía. En la segunda, los intervalos de comprobación de los sistemas de control y seguridad (24 o 72 horas), serán indicados por el fabricante de la caldera, estará relacionado con los dispositivos de control que disponga. (SPIRAX – SARCO, S.A.U. Última revisión: abril 1, 2018)

14.3 CONTROL DE LA CALIDAD EN SERVICIOS AUXILIARES: EQUIPO FRIGORÍFICO, PRODUCCIÓN DE AGUA FRÍA

Controladores de nivel tanques de almacenamiento de agua helada, S F A01 y S F A02

El objetivo de los controladores S F N01 y S F N02 es mantener el nivel de los tanques de almacenamiento de agua fría, S F A01 y S FA02.

Se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación cuando los tanques alcancen nivel máximo, impidiendo su vaciado. Se emplea para esto, las válvulas S F V01 y S F V02 automática de todo o nada VEH de control con accionamiento eléctrico.

Controlador de temperatura en intercambiador de calor S F I01

El controlador de temperatura S F T01 se encarga de asegurar el correcto funcionamiento del intercambiador de calor S F I01. Mediante un sistema de control ON/OFF y la variación de las válvulas VEH de control con accionamiento eléctrico S F V03 y S F V09 se regula la cantidad de flujo de fluido refrigerante.

Control de caudal en Compresor S F CP01

El funcionamiento del compresor S F CP01 se encuentra sujeto a la actividad desarrollada por el separador de líquido y el receptor de amoníaco. Mediante la válvula VEH de control con accionamiento eléctrico S F V04 se regula el flujo de fluido que ingresa al equipo.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

Control de caudal compresor S F CP01.

El funcionamiento del compresor S F CP01 es similar al equipo mencionado anteriormente. Su actividad depende de la variación en los equipos S F TS y S F TR. Mediante las válvulas VEH de control con accionamiento eléctrico S F V05 y S F V06 se modificará el caudal que pase por el mismo.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

Controlador de nivel en receptor de amoníaco S F TR.

El objetivo de los controladores S F N03 es mantener el nivel del tanque receptor de amoníaco S F TR.

Se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación cuando los tanques alcancen nivel máximo, impidiendo su vaciado. Se emplea para esto, las válvulas VEH de control con accionamiento eléctrico, S F V07.

Válvula de expansión S F V09.

La válvula de expansión VEH de seguridad y alivio S F V09 es un componente clave en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, que tiene la capacidad de generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador en el sistema.

La misma trabaja en conjunto con la válvula S F V08; la cual depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

14.4 CONTROL DE LA CALIDAD EN SERVICIOS AUXILIARES: ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Control de nivel tanque S A N01

El objetivo del controlador S A N01 es mantener el nivel alto del S A A01, que se llena de manera diaria.

Se emplea un sensor de nivel alto que envía señal a la válvula de control de regulación VEH de control con accionamiento eléctrico, S A V01.

El método que se emplea es ON/OFF, cerrando y abriendo la respectiva válvula para hacer que el caudal de agua que ingresa al tanque de almacenamiento se incremente y disminuya según la necesidad de nivel de S A A01.

Control de flujo S A N02

El objetivo del controlador S A N02 es la automatización de la operación de descarga del tanque pulmón S A A01.

Para ello se utiliza un sensor de nivel bajo el cual se activa cuando el nivel del tanque le deja al descubierto, enviando así una señal a la válvula de control de regulación VEH fondo de tanque, S A V02, ubicada en la conducción de salida del tanque.

Se emplea un método de control ON/OFF, que cierra la válvula S A V02 cuando el nivel del tanque lo deja al descubierto.

14.5 CONTROL DE LA CALIDAD EN SERVICIOS AUXILIARES: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE NITRÓGENO.

Control de presión S N P01

A través de S N P01 se controla la presión del punto de rocío con el objetivo de regular el correcto funcionamiento del sistema de acondicionamiento de nitrógeno, modificando la válvula reguladora de presión VEH de control con accionamiento eléctrico, S N V01.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

Control de presión S N P02

A través de S N P02 se controla la presión de entrada a las columnas de separación, con el objetivo de regular la corriente de entrada de gases mediante una válvula de control VEH de control con accionamiento eléctrico, S N V02. De esta manera, nos aseguramos de que el equipo está trabajando a la presión deseada, sin dañar el tamiz molecular de carbón activado.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

Control de temperatura S N TE01

El objetivo del controlador de temperatura S CV TE01 es inspeccionar la temperatura del corriente de salida del sistema de generación de vapor. En caso de que no sea la correcta, se accionará una válvula de control VEH de control con accionamiento eléctrico, S CV V01, situada en el corriente de servicio de agua de entrada al sistema de generación de vapor.

Este control depende del valor de consigna del controlador, es decir, al detectar un valor por debajo/encima del asignado como el de operación, la válvula se accionará cerrándola o abriéndola dependiendo de lo que necesite el sistema.

En caso de que el control falle, se ha procedido a la instalación de alarmas de temperatura alta y baja.

14.6 CONTROL DE CALIDAD EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES.

El control de calidad en el sistema de lagunas en serie que componen el tratamiento de efluentes de la planta es sumamente sencillo, su objetivo final es intervenir para que conserve las características que se especifican en la Ley Provincial nº 10.028 a la hora de ser vertido. La actividad tiene dos acciones principales: control de pH y altura de precipitado.

Control de pH de las lagunas

El control de pH en las lagunas se debe hacer de manera diaria, para asegurar que las condiciones de reacción sean las adecuadas, posibilitando la precipitación del sulfato de calcio. Para ello, se emplea un pH portátil con regulador de temperatura incorporado, HANNA HI 9125, que se muestra en el ANEXO CV- Especificaciones de pHmetro.

Se realiza a distintos horarios del día, en tres puntos diferentes, distantes entre sí y de las orillas en cada una de las lagunas. Según el pH se encuentre por debajo o arriba del valor recomendado, se decide agregar o no hidróxido de calcio.

Control de la altura de precipitado en las lagunas

De manera mensual se produce el control de la altura del precipitado en cada una de las lagunas. Para ello, se cuenta con una vara recta con una escala gravada en ella; la misma se inserta en una zona alejada de los costados de la laguna. Al extraerla, se observa la altura del sólido y en base a ello se decide vaciar o no el sistema de tratamiento.

14.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS DIVERSOS CONTROLADORES SELECCIONADOS.

A continuación, se describe de manera escueta las características de los sensores seleccionados para el sistema de control de las variables que se describieron con anterioridad.

14.7.1 Controladores de temperatura – termistores.

Compuestos de una mezcla sinterizada de óxidos metálicos (níquel, cobalto, magnesio, hierro, cobre, magnesio y titanio), el termistor esencialmente es un semiconductor que se comporta como un resistor térmico, con un coeficiente de temperatura negativo de un valor muy elevado. Los termistores también pueden encontrarse en el mercado con la denominación de Coeficiente Negativo de Temperatura, NTC. (www.efn.uncor.edu)

En algunos casos, la resistencia del termistor a la temperatura ambiente puede disminuir en hasta un 6% por cada 1°C de aumento de temperatura. Esta elevada sensibilidad a las variaciones de temperatura hace que el termistor resulte muy adecuado para mediciones precisas de temperatura. (www.efn.uncor.edu)

Los termistores sirven para la medición o detección de temperatura tanto de gases como en líquido y en sólidos. A causa de su pequeño tamaño es que se los encuentra normalmente montados en sondas o alojamientos especiales, los que pueden ser especialmente diseñados y protegidos adecuadamente cualquiera sea el medio donde tenga que trabajar. Se los puede adosar fácilmente o montar con tornillos, ir roscados superficialmente o cementados. Y los

alojamientos pueden ser de acero inoxidable, aluminio o de otros materiales. (www.efn.uncor.edu). En la Figura 14.89 se muestran representativamente.



Figura 14.89: Ejemplos de termistores de uso industrial³¹.

14.7.2 Controladores de presión – Tubo de Bourdon

El sensor más común es el tubo de Bourdon, desarrollado por el ingeniero francés Eugene Bourdon, que se ilustra en la Figura 14.90. Consiste básicamente en un tramo de tubo en forma de herradura, con un extremo sellado y el otro conectado a la fuente de presión. (Smith, C. y col., 1991)

Debido a que la sección transversal del tubo es elíptica o plana, al aplicar una presión el tubo tiende a enredarse, y al quitarla, el tubo retorna a su forma original, siempre y cuando no se rebase el límite de elasticidad del material del tubo. (Smith, C. y col., 1991)

La cantidad de enderezamiento que sufre el tubo es proporcional a la presión que se aplica, y como el extremo abierto del tubo está fijo, entonces el extremo cerrado se puede conectar a un indicador, para señalar la presión; o a un transmisor, para generar una señal neumática o eléctrica. (Smith, C. y col., 1991)



Figura 14.90: Ejemplo de Tubo de Bourdon de uso industrial³².

³¹Fuente: spanish.alibaba.com/product-detail/ntc-ptc-oem-temperature-sensors-603543998.html?spm=a2700.8699010.29.1.6c1696cdJh3ySu&s=p. Última revisión: enero 4, 2018.

³²Fuente: www.directindustry.es/prod/wika-alexander-wiegand-se-co-kg/product-6196-1641608.html. Última revisión: enero 4, 2018

14.7.3 Controladores de nivel – Sistemas basados en flotadores

El sensor de nivel, como se muestra en la Figura 14.91, para líquidos el más sencillo es el flotador. El flotador es en realidad un transductor de nivel de líquidos a movimiento mecánico, por lo tanto, se va a necesitar un segundo transductor para obtener una salida eléctrica que va a ser proporcional al nivel. (Abellán Carmona, L., 2008)

Consiste en un flotador situado en un líquido y conectado al exterior del tanque indicando directamente el nivel. La conexión puede ser directa, magnética o hidráulica. (Abellán Carmona, L., 2008)

Cabe mencionar que, en depósitos cerrados, al vacío o bajo presión que se deben tener sellados, se acostumbra usar flotadores con brazos de torsión, flotadores magnéticamente acoplados y dispositivos hidráulicos operados con flotador. (Abellán Carmona, L., 2008)

Es importante mencionar que el flotador puede tener cualquier forma ya sea redonda, cilíndrica o una combinación de ambas. Sus tamaños también pueden variar según las dimensiones del depósito en el que se van a utilizar. El material con que se construya también debe escogerse de manera que resista la corrosión. (Abellán Carmona, L., 2008)



Figura 14.91: Ejemplo de Flotador de nivel³³.

14.7.4 Controladores de flujo – Medidor de orificio

El flujo es una de las dos variables de proceso que se miden más frecuentemente, la otra es la temperatura; en consecuencia, se han desarrollado muchos tipos de sensores de flujo. (Smith, C. y col., 1991)

³³Fuente: www.termometros.com/es/Sensor-de-nivel-Interruptor-de-flotador-de-9852mm-con-cabezal-y-conexi%C3%B3n-roscada. Última revisión: mayo 4, 2018.

Probablemente el sensor de flujo más popular es el medidor de orificio, que es un disco plano con un agujero. El disco se inserta en la línea de proceso, perpendicular al movimiento del fluido, con objeto de producir una caída de presión, la cual es proporcional a la razón de flujo volumétrico a través del orificio. (Smith, C. y col., 1991)

Generalmente, la caída de presión a través del orificio se mide con: espitas laterales, que miden la caída de presión en las cejas con que se sostiene al orificio en la línea de proceso; espitas de vena contracta, que indica la caída de presión más grande. (Smith, C. y col., 1991)

La que se coloca antes del orificio se conoce como espita de alta presión, y la que se coloca después del orificio se denomina espita de baja presión. La caída de presión que se mide es función de la ubicación de la espita y de la razón de flujo. En la Figura 14.92 se muestra un equipo alusivo. (Smith, C. y col., 1991)



Figura 14.92: Ejemplo de Medidor de orificio³⁴.

14.7.5 Controladores de concentración – Medidor de densidad y concentración.

El transmisor capacitivo de densidad y concentración mide de forma continuada y precisa la densidad y la concentración de líquidos a través de una sonda de inmersión y dos sensores de presión integrados en una sola unidad. (www.smar.com)

Este transmisor utiliza el principio de medición de presión diferencial hidrostática entre dos puntos separados por una distancia fija y conocida para calcular con precisión la densidad y la concentración de líquidos. (www.smar.com)

³⁴Fuente: www.emerson.com/en-us/catalog/rosemount-3051sfc-annubar-flow-meter. Última revisión: enero 4, 2018

La presión diferencial sobre el sensor será directamente proporcional a la densidad del líquido medido. Este valor de presión diferencial no es afectado por la variación del nivel del líquido ni la presión interna del recipiente. (www.smar.com)

El transmisor capacitivo tiene también un sensor de temperatura ubicado entre los sensores de presión para efectuar la corrección y la normalización de los cálculos basado en la temperatura del proceso. La temperatura del proceso posibilita corregir la distancia entre los diafragmas y aún la variación volumétrica del fluido de llenado de los capilares que transmiten la presión de los sensores a la célula capacitiva. (www.smar.com)

Como el sensor utilizado es del tipo capacitivo emite una señal digital, y el procesamiento posterior de la unidad electrónica es también es digital, se obtiene medición de alto nivel de estabilidad y precisión. (www.smar.com)

Con la información generada y la temperatura del proceso el software de la unidad electrónica efectúa el cálculo de densidad o de concentración, enviando una señal de corriente o digital proporcional a la escala de densidad o concentración seleccionada por el usuario (www.smar.com). En Figura 14.93 se muestra el equipo de manera ilustrativa.



Figura 14.93: Ejemplo de controlador de concentración³⁵.

14.8 SISTEMAS DE CONTROL Y COMANDO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE LA RED DE INCENDIO

El diseño y la construcción del tablero de comando de las bombas de incendio, al igual que los cableados, deben cumplimentar las presentes especificaciones que tienen como respaldo a las normas IRAM 2200 e IEC 76; con ciertos agregados y con la definición de componentes

³⁵Fuente:www.smar.com/espanol/articulos-tecnicos/medicion-continuada-de-densidad-y-concentracion-en-procesos-industriales. Última revisión: enero 4, 2018.

en existencia en el mercado local, además del cumplimiento con los requerimientos de la norma NFPA 20 y NFPA 70, “National Electrical Code”.

Este Tablero de comando y control, es necesario para el arranque automático de las bombas, cuando por la acción de la apertura de un hidrante se produzca una caída de la presión en la red. La detención de las bombas se efectuará en forma manual. Además, posee el comando y control de la bomba jockey. El tablero de comando del equipo de bombeo cuenta con los siguientes equipos:

- Mandos de arranque.
- Control de marcha.
- Alarmas necesarias para su correcto funcionamiento.
- Cuadros de control de las bombas principales eléctricas.

Los tableros de control del sistema de bombeo están situados en la sala de bombas, en una ubicación en la que no puedan sufrir salpicaduras de agua desde las bombas o conducciones del equipo de bombeo.

La bomba jockey será de arranque y parada automática, mediante presostatos que actuarán ante la baja de presión de la red y también contarán con arranque y parada manual.

Las bombas principales tendrán arranque automático y manual y parada únicamente manual. La prioridad de arranque la tiene la bomba 1, ante la falta de respuesta de ésta, se predispone el arranque de la bomba 2.

El arranque automático se efectúa normalmente por caída de presión en la red mediante presostatos situados en el colector de impulsión (uno para cada bomba principal y otro para la bomba jockey).

El tablero de comando contará con los siguientes elementos de mando y control.

- Interruptor general, operable manualmente.
- Protección mediante disyuntores magnéticos.
- Dispositivo de arranque, que será de tipo magnético, con contacto en cada fase activa. El período de aceleración del motor no excederá de 10 s.
- Mando automático de arranque (presostatos).
- Arranque y parada operables manualmente.

- Selector manual – automático – fuera de servicio.
- Alarma acústica, ésta se activará siempre que cualquier interruptor o conmutador bloquee el arranque automático.

Se contará con una alarma, activada por el funcionamiento de las bombas de incendio. La alarma será de dos tipos acústica y óptica. Cuando se produce el arranque de una de las bombas de incendio, por el presostato de la cañería de impulsión, se activa una alarma acústica, a partir de una sirena. Mientras que la alarma óptica se accionará en el sector de bombas, siendo del tipo de luz roja oscilante. La alarma acústica podrá detenerse desde el Tablero, mientras que la óptica se detendrá solo cuando se detengan las bombas de incendio por parada manual, manteniéndose encendida frente a una falla de arranque de las bombas o por posición "parada" de las bombas. La ubicación de la sirena acústica será por fuera de la Sala de Bombas. Además, existirán señalizaciones lumínicas seguras de:

- Tensión eléctrica adecuada en la red.
- Funcionamiento automático.
- Funcionamiento manual.
- Bajo voltaje o falta de tensión en una o más fases
- Bomba en demanda (fallo en el arranque automático).
- Bomba en marcha.
- El cuadro de control contará con un pulsador de prueba de lámparas.

Cualquier mecanismo o circuito que se desenclave por falta de tensión se repondrá automáticamente al restablecerse la misma. El comando se efectúa desde el correspondiente Tablero, ubicado en el mismo sector de Sala de Bombas. Cuando el presostato de comando de las bombas jockey, ubicado en el colector de impulsión, detecta una caída de presión se produce la siguiente secuencia:

1) A una presión de 8 Kg/cm² arranca la bomba jockey, recalando el volumen faltante hasta alcanzar la presión de corte 9,16 Kg/cm², deteniendo la bomba.

2) Si la presión no se recupera con el funcionamiento de la bomba jockey, al seguir descendiendo la presión hasta 6.6 Kg/cm², la secuencia será la siguiente:

- Arranque de la bomba 1, que es la que siempre está predispuesta al servicio, enclavando el arranque de la bomba jockey.

- Si la presión no se recupera porque hay una falla en el arranque de la bomba 1, al alcanzar una presión de 5 Kg/cm^2 , se activa el arranque de la bomba 2, enclavándose el arranque de la bomba 1 y la bomba jockey.
- Si la presión en el circuito se recupera al producirse el cierre de las válvulas en los puntos de descarga, la bomba de incendio continuará en funcionamiento (la detención es manual) y la válvula de alivio de las bombas regulada a la máxima presión de 9 Kg/cm^2 , descargará el caudal a un drenaje seguro.

3) En caso de que ocurriera un inconveniente insalvable en el cuadro de bombeo, se deberá dejar previsto dos bocas de impulsión sobre línea municipal, que permitirá la conexión de las Autobombas de Bomberos a través de dos válvulas de $2\frac{1}{2}$ " de diámetro y boca hacia arriba.

14.9 CONCLUSIÓN

La automatización que se plantea en el presente capítulo tiene como objetivo principal garantizar un producto de óptimas cualidades físico – químicas. Si bien, implica una inversión inicial mayor, posibilita el control de manera más rápida y unificada. Se tiende, en todos los casos a unificar el tipo de válvula y accionador a emplear, con el objetivo de reducir la cantidad de stock por imprevistos.

Otro punto de vista interesante a marcar es que, a partir de la implementación del sistema automático de control, se reduce de manera considerada la cantidad de operarios para modificar las variables de proceso; además que se garantiza la seguridad de los mismos, si se tiene en cuenta las características de los reactivos que intervienen en la producción.

CAPÍTULO 15: SEGURIDAD INDUSTRIAL

15.1 LA ESTRUCTURA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad dentro de la empresa no es un tema menor si se tiene en cuenta las características de las sustancias con que se trabaja. Por ello, se analiza la Ley Nacional nº 19.587, sus implicancias con los empleados, el equipo de protección personal (EPP) particular de cada actividad y las señales necesarias para las distintas áreas.

Los motivos generales de riesgo son variados, a continuación, se señalan las más significativas. (MINER)

- Térmico Reactividad química (causticidad)
- De presión Toxicidad química
- De energía cinética Eléctrico
- De energía potencial Radiológico
- De explosión Óptico
- Incendio (combustión) Acústico

A menudo las causas están ligadas entre sí. Adicionalmente hay que considerar los efectos socio-económicos de la inseguridad industrial. Los efectos económicos no siempre guardan relación con los daños biológicos causados, pues pueden quedar limitados a la propia instalación, que sufra un gran deterioro o quede indisponible. (MINER)

Como consecuencia fundamentalmente de los efectos de la inseguridad sobre la población, es convencional distinguir estos tres tipos de Seguridad Industrial, que, no obstante, están conectados entre sí y tienen una raíz común, si bien muchas veces se consideran, erróneamente, como disjuntos. (MINER)

15.1.1 Condiciones de seguridad laboral

El ámbito correspondiente a los profesionales suele denominarse seguridad laboral u ocupacional, y ésta afecta en varios casos a las organizaciones que entienden del Trabajo. Lógicamente en este campo se trata de proteger al profesional, y de ahí la importancia que adquieren las organizaciones, entidades o institutos dedicados a velar por la seguridad de los trabajadores. (MINER)

Ello, sin embargo, no debe hacer olvidar que es el origen del riesgo, lo que provoca la necesidad de articular una seguridad ocupacional; pues de lo contrario las disposiciones legales al efecto se limitarían a declaraciones de objetivos y de buena voluntad, pero no podrían descender a cuestiones prácticas que realmente sirvieran para proteger a los profesionales. (MINER)

En nuestro país rigen, respecto al tema de Salud y Seguridad en el Trabajo, dos Leyes Nacionales, de las que se desprenden toda la estructura normativa, estas son: Ley Nacional nº 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y Ley Nacional nº 24.557 de Riesgos del Trabajo³⁶.

La Ley 24.557 de Riesgos del Trabajo³⁷ tiene entre sus aspectos destacados:

- Reducir la siniestralidad laboral a través de la prevención de los riesgos derivados del trabajo.
- Reparar los daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, incluyendo la rehabilitación del trabajador damnificado.
- Promover la recalificación y recolocación de los trabajadores damnificados.
- Promover la negociación colectiva laboral, para la mejora de las medidas de prevención y de las prestaciones reparadoras.

El ámbito de aplicación de la Ley 24.557 alcanza a: funcionarios y empleados del sector público nacional, provincial y municipal.

- Trabajadores en relación de dependencia del sector privado.
- Personas obligadas a prestar un servicio de carga pública.

Los empleadores se podrán autoasegurar, siempre y cuando acrediten con la periodicidad que fija la reglamentación:

- a) Solvencia económico-financiera
- b) Garanticen los servicios necesarios para otorgar las prestaciones de asistencia médica y farmacéutica, prótesis y ortopedia, rehabilitación, recalificación profesional y servicio funerario.

Quienes no acrediten los puntos anteriores deberán asegurarse obligatoriamente en una Aseguradora de Riesgos del Trabajo (ART) de su libre elección.

La Ley trata entre otros aspectos:

1. Prevención de los Riesgos del Trabajo
2. Contingencias y situaciones cubiertas
3. Prestaciones dinerarias
4. Prestaciones en especie
5. Determinación y revisión de las incapacidades
6. Derechos, deberes y prohibiciones

³⁶<http://www.ms.gba.gov.ar>

³⁷<http://www.ms.gba.gov.ar>

7. Funciones de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo

8. Responsabilidad civil del Empleador

Adicionalmente existen unas normas voluntarias y unos códigos de práctica aplicables a los diversos sectores industriales y generados tanto por asociaciones profesionales como por la propia empresa que los impone. Las normas voluntarias contienen un conjunto mucho más detallado de prescripciones y disposiciones que sirven para concretar la normativa obligatoria a un puesto específico de trabajo. En algunos casos ello constituye la esencia de los planes de prevención y de los planes de emergencia que por lo común son requeridos por las leyes generales de protección. (MINER)

15.1.2 Condiciones de seguridad sobre los productos

Los productos deben llevar su seguridad incorporada mediante el adecuado diseño y atendiendo a técnicas de fabricación que aseguren las prestaciones de los productos, incluidas sobre todo sus características de seguridad. (MINER)

El Estado es el encargado de establecer, a través de sus Ministerios, la nómina de productos industriales y su grado de peligrosidad. De manera particular, para evitar imprevistos, se deben llevar a cuenta diversas acciones al manipular distintos productos, ya sea en pequeños o grandes volúmenes.

Identificación y envasado de productos químicos

Un punto clave para una actuación preventiva ante las sustancias químicas radica en que, toda persona que pueda verse expuesta a la acción peligrosa de aquellas, tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo. Dos son las formas fundamentales que facilitan disponer de dicha información: el correcto etiquetado de los envases contenedores de productos peligrosos y las correspondientes fichas informativas. (Penella, M, 2014)

La etiqueta de un producto químico peligroso debe contener la siguiente información, (Penella, M, 2014) que fue detallada de manera respectiva a cada producto tratado en el proceso en el Capítulo 8.

- Nombre, dirección y número de teléfono del proveedor o proveedores
- Cantidad nominal de sustancia o mezcla contenida en el envase
- Identificadores del producto (nombre IUPAC, número CAS...)
- Pictogramas de peligro
- Palabras de advertencia
- Indicaciones de peligro

- Consejos de prudencia apropiados
- Una sección de información suplementaria (si fuera necesaria)

Complementariamente al etiquetado los productos peligrosos se requiere la ficha de datos de seguridad, a efectos de una utilización segura. Esta debe ser facilitada obligatoriamente por el fabricante o suministrador con la primera entrega de un producto químico peligroso y tiene que estar a disposición de los trabajadores sin ninguna restricción. Los trabajadores deben ser informados de esta disponibilidad y de la ubicación de las fichas para su consulta. (Penella, M, 2014)

Almacenamiento

Un principio básico de seguridad es limitar la cantidad de sustancias peligrosas en los lugares de trabajo a la estrictamente necesaria, considerando además las restricciones legales tanto cualitativas como cuantitativas de determinados productos. Con ello podremos conseguir el aislamiento del riesgo en el lugar destinado al almacenamiento, dotándolo con más facilidad de los medios de prevención y protección adecuados. (Penella, M, 2014)

Este punto se tuvo en cuenta en la etapa de diseño y adopción de equipos, como así también dentro de las obras civiles.

- Condiciones de seguridad en tanques de almacenamiento A01, A02 y T01

Para la conservación del AE se deben guardar diversos recaudos a fin de evitar posibles escapes, debido a que es un fluido volátil e inflamable. Los tanques A01, A02 y T01 deben contar con las siguientes características.

Acceso

Para tanques sobre el suelo, es necesaria una plataforma con escaleras o una escalera desde el suelo a la parte superior del tanque.

Se debe proporcionar un orificio cerca del fondo del tanque hacia la pared lateral, con el fin de facilitar la inspección y la limpieza.

Por lo general, solo se requiere limpiar el tanque si se va a almacenar un material diferente. Una salida inferior agiliza éste ocasional lavado.

Conexión a tierra

Todos los tanques de almacenamiento de alcohol deben estar conectados eléctricamente a tierra para prevenir la acumulación de electricidad estática.

Pintura

La parte exterior del tanque de almacenamiento está cubierta con una pintura de color claro para reflejar el calor del sol y mantener la temperatura más baja posible en la carcasa del tanque.

Cabe señalar que cada tanque de almacenamiento debe marcarse para mostrar su número de serie, capacidad y uso, como se indicó en el Capítulo 8.

Tubo de soporte

Se debe considerar una línea de descarga de tubo vertical colocada varias pulgadas por encima de la abertura de la entrada.

Los tanques de línea de llenado deben usar líneas de llenado sumergidas para minimizar las emisiones. En todos los tanques se deben evitar salpicaduras durante el llenado debido a la posible acumulación de electricidad estática.

Retenedor de ventilación y llamas

Se necesita un respiradero de aire diseñado adecuadamente en todos los tanques de almacenamiento de alcohol para permitir la respiración normal con los cambios de temperatura y para controlar las sobrecargas de aire durante la descarga. Las aberturas de los tanques deben diseñarse para excluir la lluvia y la nieve. Para el almacenamiento de alcohol, se requiere un parallamas.

Mangueras de conexión entre camiones y los tanques

Las mangueras de transferencia fabricadas de polipropileno son adecuadas para el manejo del alcohol. Cualquier manguera utilizada para alcohol debe contener una unión interna para asegurar un sistema de transferencia completamente conectado a tierra.

- Condiciones de seguridad en tanques de almacenamiento A05 y A06

A la hora de almacenar el EE para su venta, se deben tener ciertos recaudos a fin de evitar posibles explosiones; si bien se trata de un compuesto volátil y explosivo, con las debidas condiciones de almacenamiento, los riesgos son mínimos. Los tanques A05 y A06 deben contar con las siguientes características.

Acceso

Los tanques de almacenamiento de EE deben tener una entrada de hombre para la inspección y limpieza interior; además deben contar con los dispositivos de control electrónicos que se mencionan con anterioridad.

Necesariamente deben contar con instalación de plataformas, escaleras y brandales

Pintura

Los tanques de almacenamiento deben estar pintados de color blanco debido al bajo grado de absorción de calor, minimizando de esta manera el aumento de temperatura en el interior.

Cabe señalar que cada tanque de almacenamiento debe marcarse para mostrar su número de serie, capacidad y uso, como se indicó en el Capítulo 8.

Tubo de soporte

Se debe considerar una línea de descarga de tubo vertical colocada varias pulgadas por encima de la abertura de la entrada.

Los tanques de línea de llenado deben usar líneas de llenado sumergidas para minimizar las emisiones. En todos los tanques se deben evitar salpicaduras durante el llenado debido a la posible acumulación de electricidad estática.

Retenedor de ventilación y llamas

Se necesita un respiradero de aire diseñado adecuadamente en todos los tanques de almacenamiento para permitir la respiración normal con los cambios de temperatura y para controlar las sobrecargas de aire durante la descarga. Las aberturas de los tanques deben diseñarse para excluir la lluvia y la nieve. Para el almacenamiento de alcohol, se requiere un parallamas.

15.1.3 Condiciones de seguridad que debe cumplir el personal (EPP)

El equipo de protección personal es un conjunto de aparatos y accesorios fabricados para ser utilizados en las diferentes partes del cuerpo, las cuales pueden estar expuestas a riesgos. Estos equipos forman una barrera protectora entre el cuerpo y el peligro. Con el uso apropiado del equipo de protección personal, reduciremos el riesgo, esto es, la probabilidad de que el peligro ocasione una lesión. (Jaureguiberry, M.) A continuación, se determinan qué equipos de protección personal deben llevar los empleados de la planta en las diversas actividades a desarrollar.

Se tuvo en cuenta en el desarrollo del EPP la Ley Nacional nº 19.587 en su apartado protección personal del trabajador Capítulo 19: Equipos y elementos de protección personal.

15.1.4 Equipo de seguridad de personal de planta

Casco de seguridad

El casco, es el elemento destinado a asegurar, dentro de los límites técnicos razonables o posibles, la protección de la cabeza, contra caída de objetos, salpicaduras químicas, riesgos térmicos y eléctricos. (Jaureguiberry, M.)

Un casco debe asegurar una buena resistencia a la penetración y una suficiente amortiguación. La resistencia a la penetración está relacionada a la cáscara, que se considera rígida, mientras que la amortiguación del impacto es producida por el arnés ubicado en el interior de la cáscara, éste está compuesto por una vinchas (diametral) y correas longitudinales que terminan en una corona superior y que son las encargadas de absorber los impactos, Figura 15.94.

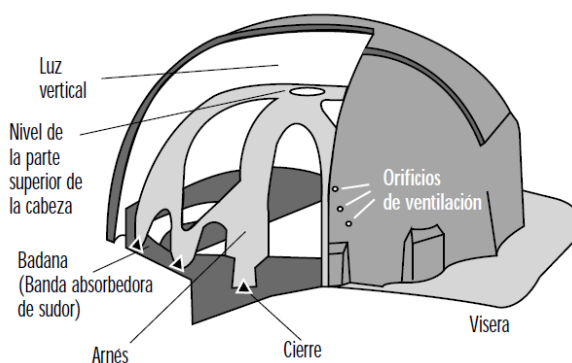


Figura 15.94: Ejemplo de casco protector, partes esenciales de un casco de seguridad. Fuente: enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.

Ambos elementos, cáscara y arnés, están unidos entre sí por medio de enganches especiales, existe un tercer elemento que puede ser opcional según las actividades y posiciones a adoptar en las mismas que es el barbijo o mentonera y es el encargado de mantener la posición del casco, respecto al mentón. Este elemento, opcional, es conveniente que sea comprado con el casco desde un inicio para evitar posteriores reclamos, su costo es ínfimo y su utilidad muy alta, especialmente para evitar pretextos de no uso. (Jaureguiberry, M.)

Protectores auditivos

Los protectores auditivos son elementos destinados a disminuir el ingreso de presión sonora en el oído, evitando así lesiones severas y enfermedades irreversibles. (Jaureguiberry, M.)

Su utilización es obligatoria en aquellos lugares donde el nivel sonoro supere los 85 Decibeles y en los sectores donde se encuentre las indicaciones correspondientes. Aquellos lugares

donde no sea posible mantener una conversación con voz normal debe considerarse por encima de los 85 Decibeles. (Jaureguiberry, M.)

Los tapones para los oídos se llevan en el canal auditivo externo. Se comercializan tapones premoldeados de uno o varios tamaños normalizados que se ajustan al canal auditivo de casi todo el mundo. Los modelables se fabrican en un material blando que el usuario adapta a su canal auditivo de modo que forme una barrera acústica. Los tapones a la medida se fabrican individualmente para que encajen en el oído del usuario. Hay tapones auditivos de vinilo, silicona, elastómeros, algodón y cera, lana de vidrio hilada y espumas de celda cerrada y de recuperación lenta. (Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo)

Los tapones externos se sujetan aplicándolos contra la abertura del canal auditivo externo y ejercen un efecto similar al de taponarse los oídos con los dedos. Se fabrican en un único tamaño y se adaptan a la mayor parte de los oídos. Se sujetan con un arnés de cabeza ligero que ejerce una presión leve. (Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo)

Las orejeras están formadas por un arnés de cabeza de metal o de plástico que sujeta dos copas circulares hechas casi siempre de plástico. Este dispositivo encierra por completo el pabellón auditivo externo y se aplica herméticamente a la cabeza por medio de una almohadilla de espuma plástica o rellena de líquido. Casi todas las orejeras tienen un revestimiento interior que absorbe el sonido transmitido a través del armazón diseñado para mejorar la atenuación por encima de aproximadamente 2.000 Hz, Figura 15.95. (Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo)

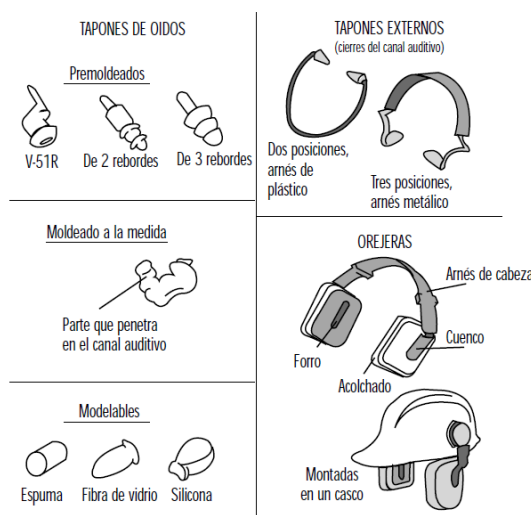


Figura 15.95: Ejemplos de protectores auditivos. Fuente: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.

Zapatos de seguridad

Las piernas y pies se deben proteger contra lesiones que pueden causar objetos que caen, ruedan o vuelcan, contra cortaduras de materiales filosos o punzantes y de efectos corrosivos de productos químicos.

Los modelos y materiales utilizados en la fabricación de calzado de seguridad son diversos y muy variados.

Las partes o componentes principales de este calzado son los siguientes: puntera o casquillo de acero, ubicada en la punta del zapato, protege los dedos de fuerzas de impacto o aplastantes; suela de goma o PVC, que puede ser antideslizante, protege contra resbalones y deslizamientos; caparazón, que es de cuero grueso y resistente contra impacto y rasgadura, insoluble al ácido, aceites y solventes. Además, existe una aislación de corcho entre la suela y la plantilla, Figura 15.96.



Figura 15.96: Ejemplo de calzado de seguridad³⁸.

15.1.5 Equipo de seguridad de personal de planta en contacto con líquidos explosivos y/o corrosivos

Protección de ojos y cara

Se utilizan pantallas faciales o protectores oculares para resguardarse de partículas volantes, humos, polvo y peligros de carácter químico. Son tipos comunes las gafas (frecuentemente con protectores laterales), gafas con montura integral, las pantallas oculares de plástico y las pantallas faciales. Los protectores tipo casco se utilizan cuando el riesgo de lesión previsto puede llegar desde varias direcciones, Figura 15.97. Los que tienen forma de capucha y de casco de buzo se usan en operaciones de chorro de arena y soplado. Como protección frente a cuerpos extraños se utilizan plásticos transparentes de diversos tipos, vidrio endurecido y malla de alambre. Frente a productos químicos se emplean gafas cerradas con lentes de plástico o vidrio y pantallas oculares de plástico, así como cascos tipo buzo y pantallas faciales de plástico. (Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo)

³⁸Fuente: www.misterombu.com.ar. Última revisión: enero 11, 2018.

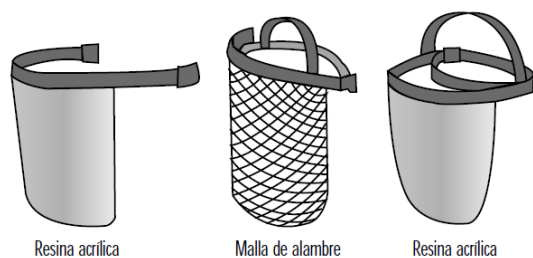


Figura 15.97: Ejemplo de máscaras de protección, distintos materiales constitutivos.

Fuente: Enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo.

Entre los materiales de uso común están los policarbonatos, las resinas acrílicas y los plásticos con base de fibra. Los primeros son eficaces frente al impacto, pero no resisten bien los agentes corrosivos. Los protectores acrílicos son más débiles frente a los impactos, pero protegen adecuadamente de los peligros de carácter químico. Los plásticos con base de fibra presentan la ventaja de que incorporan un revestimiento anti vaho que también evita los efectos electrostáticos. Por ello, este tipo de plásticos puede emplearse, no sólo para trabajos físicos ligeros y durante la manipulación de compuestos químicos, sino también en el moderno trabajo en salas limpias. (Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo)

Guantes

Un guante es un EPP que protege la mano o una parte de ella contra riesgos. En algunos casos puede cubrir parte del antebrazo y el brazo. Esencialmente los diferentes tipos de riesgos que se pueden presentar son: riesgos mecánicos, riesgos térmicos, riesgos químicos y biológicos, riesgos eléctricos, vibraciones y radiaciones ionizantes.

Los guantes empleados en la zona de planta deben asegurar que quien manipule los productos no corra ningún tipo de riesgo de ser lastimado, en la Figura 15.98 se muestra un ejemplo de guante a usar.



Figura 15.98: Ejemplo de guante a emplear en planta³⁹.

³⁹Fuente: www.bac-dall.com.ar. Última revisión: enero 11, 2018

Protección de pies

En los pies la protección normal son los zapatos; en la industria se utiliza el calzado de seguridad, pero con los productos peligrosos por lo general éstos no brindan la protección adecuada recurriendo por ello al uso de botas reforzadas, o no dependiendo de la prestación de protección buscada, se procura que este calzado llegue a ser lo más cómodo posible.

Tienen características tales como la de poseer un cierre ajustado por encima para que no penetre ningún cuerpo o sustancia extraña y tome contacto directo con la piel. Hay muchos tipos de botas, que brindan protección hasta las rodillas salvo algunas muy especiales como las tres cuartos o las que llegan hasta las caderas, éstas son utilizadas para proteger los miembros inferiores de productos químicos, en los casos que haya riesgo de la caída de objetos pesados se las puede solicitar con puntera de seguridad. Solo se comercializan en una serie limitada de polímeros, dado que es necesario que tengan una buena resistencia a la abrasión, los más utilizados son el PVC, los cauchos de butiro y neopreno, Figura 15.99.



Figura 15.99: Ejemplo botas industriales resistentes a compuestos corrosivos⁴⁰.

15.1.6 Equipo de seguridad de personal de laboratorio

Guantes

Las manos y brazos se deben proteger contra riesgos de materiales calientes, abrasivos, corrosivos, cortantes y disolventes, chispas de soldaduras, electricidad, frío, etc., básicamente mediante guantes adecuados. (Abrego D, M y col).

Los guantes empleados en el laboratorio son de un solo uso, no tan resistentes como los empleados en planta, ya que son más económicos, en la se muestra un ejemplo alusivo, Figura 15.100.

⁴⁰Fuente: www.impermexa.com. Última revisión: enero 11, 2018.



Figura 15.100: Ejemplo de guantes desechables⁴¹.

Anteojos

La protección ocular más común son los anteojos de Seguridad, existen en la actualidad gran variedad de ellos en función al tipo de riesgo que estemos expuestos. Cuando las posibilidades de ataque son muy amplias los elementos de protección son faciales para evitar el contacto no solo con el rostro sino también que el elemento, como ser polvos gases y radiaciones encuentren caminos para llegar a nuestros ojos. Para ambientes húmedos es recomendable que los anteojos tengan un tratamiento antiespumante. (Jaureguiberry, M.)

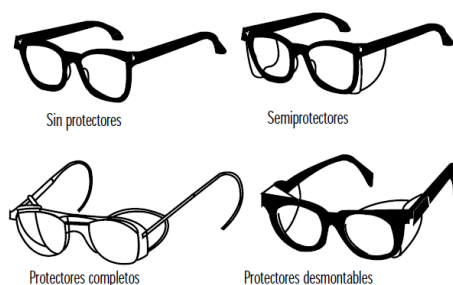


Figura 15.101: Ejemplos de anteojos de protección para laboratorio. Fuente: Enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo.

15.1.7 Señalización

La función de los colores y las señales de seguridad es atraer la atención sobre lugares, objetos o situaciones que puedan provocar accidentes u originar riesgos a la salud, así como indicar la ubicación de dispositivos o equipos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad. (Universidad Nacional de San Luis)

La normalización de señales y colores de seguridad sirve para evitar, en la medida de lo posible, el uso de palabras en la señalización de seguridad. Estos son necesario debido al comercio internacional, así como a la aparición de grupos de trabajo que no tienen un lenguaje en común o que se trasladan de un establecimiento a otro. (Universidad Nacional de San Luis)

⁴¹Fuente: www.lacasadelaconstruccion.es. Última revisión: enero 11, 2018

La señalización debe cumplir ciertos requisitos⁴²:

- Atraer la atención del usuario
- Dar a conocer el riesgo con suficiente tiempo
- Dar una interpretación clara del riesgo
- Saber qué hacer en cada caso concreto

Se debe hacer señalización en:

- Pasillos
- Escaleras
- Zonas peligrosas

Se debe señalar en áreas de trabajo:

- Banco de reparaciones
- Áreas de producto terminado
- Áreas de máquinas
- Áreas de riesgo eléctrico

Otros puntos importantes para señalar son:

- Extinguidores
- Rutas de evacuación
- Salidas de emergencia
- Paredes y pisos para indicar ubicación obstáculos y objetos

15.2 UTILIZACIÓN DE COLORES EN LA INDUSTRIA.

A fin de estimular una conciencia constante de la presencia de riesgos y de establecer procedimientos de prevención de incendios y otros tipos de emergencias, se utiliza el código de colores para señalar dónde existen riesgos físicos. En la Tabla 15.206 se muestran los efectos que produce cada color sobre el individuo, mientras que en la Tabla 15.207 se indica la relación entre los colores y para qué son empleados.

Tabla 15.206: Efectos que producen los distintos colores. Fuente: www.gabpingeneria.weebly.com. Última revisión: febrero, 26 2018

Color	Característica	Efecto
Rojo	Cálido	Estimula el efecto nervioso produciendo pereza, calor, ira
Azul	Frío	Produce sensación de suavidad y frío
Verde	Frío	Produce sensación de suavidad y esperanza

⁴²www.gabpingeneria.weebly.com

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 15

Naranja	Cálido	Produce sensación de fuerza, dureza y alerta
Violeta	Frío	Produce sensación de suavidad y calma
Amarillo	Cálido	Produce sensación de calor, esplendor, radiación
Blanco	Frío	Produce sensación de limpieza, orden
Negro	Cálido	Produce sensación depresiva, absorber calor.

Tabla 15.207: relación entre colores y uso en la industria. Fuente: Universidad de San Luis.




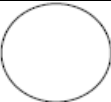
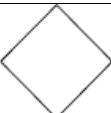
COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO	APLICACIÓN	FORMATO Y COLOR DE LA SEÑAL	COLOR DEL SÍMBOLO	COLOR DE CONTRASTE
Rojo	Pararse Prohibición Elementos contra incendio	Señales de detención Dispositivos de parada de emergencia Señales de prohibición	Corona circular con una barra transversal superpuesta al símbolo	Negro	Blanco
Amarillo	Precaución	Indicación de riesgos (incendio, explosión, radiación ionizante)	Triángulo de contorno negro	Negro	Amarillo
	Advertencia	Indicación de desniveles, pasos bajos, obstáculos, etc.	Banda de amarillo combinado con bandas de color negro		
Verde	Condición segura Señal informativa	Indicación de rutas de escape. Salida de emergencia.	Cuadrado o rectángulo sin contorno	Blanco	Verde

		Estación de rescate o de Primeros Auxilios, etc.			
Azul	Obligatoriedad	Obligatoriedad de usar equipos de protección personal	Círculo de color azul sin contorno	Blanco	Azul

15.3 UTILIZACIÓN DE FORMAS EN LA INDUSTRIA.

El complemento para mejorar un estándar con los colores de seguridad y sus contrastes, son las formas geométricas que facilitan el entendimiento de un color de seguridad, las formas utilizadas se presentan en la Tabla 15.208. (www.conred.gob.gt)

Tabla 15.208: Formas empleadas en las señales para industrias. Fuente: www.conred.gob.gt. Última revisión: febrero 26, 2018.

OBJETIVO	FORMA GEOMÉTRICA	SEÑAL
Proporcionar información sobre algún objeto, identificación de materiales, o realizar una acción determinada.		Información
Advertir un peligro		Prevención
Prohibir una acción susceptible de provocar un riesgo		Prohibición
Exigir una acción determinada		Obligación
Identificar la presencia de materiales peligrosos en transporte		Transporte

15.3.1 Señales a utilizar en las distintas partes de la empresa.

En las tablas siguientes, Tabla 15.209 - Tabla 15.216, se muestran las diversas señales que se encontrarán en los distintos sectores de la empresa.

Tabla 15.209: Listado de señales en el sector productivo. Fuente: elaboración propia.

SEÑAL	UTILIZADA PARA
	<p>En planta en el proceso en general, por la naturaleza de las sustancias que se trabajan.</p>
	<p>Para todos los equipos del proceso en que el existan altas temperaturas.</p>
	<p>Para todos los equipos del proceso en que el existan bajas temperaturas.</p>
	<p>Para los tanques de almacenamiento de AS y la torre de neutralización.</p>
	<p>En planta en el proceso en general, por la naturaleza de las sustancias que se trabajan.</p>
	<p>Asegurar la presencia sólo de personal necesario, idóneo o previamente autorizado.</p>

	<p>Evitar posibles accidentes y ambiente insalubre.</p>
	<p>Asegurar la seguridad del trabajador.</p>
	<p>Indicar el sector de lavajojos para eventual accidente como lo indica la Ley Nacional 19.587.</p>
	<p>Indicar el sector de lavajojos para eventual accidente como lo indica la Ley Nacional 19.587.</p>

Tabla 15.210: Listado de señales en el sector laboratorio. Fuente: elaboración propia.

SEÑAL	UTILIZADA PARA
	<p>En planta en el proceso en general, por la naturaleza de las sustancias que se trabajan.</p>
	<p>Para los reactivos que existan dentro del laboratorio y tengan esta característica.</p>

	<p>Asegurar la presencia sólo de personal necesario, idóneo o previamente autorizado.</p>
	<p>Evitar posibles accidentes y ambiente insalubre.</p>
	<p>Asegurar la seguridad del trabajador.</p>
	<p>Asegurar la seguridad del trabajador.</p>
	<p>Indicar el sector de lavajos para eventual accidente como lo indica la Ley Nacional 19.587.</p>
	<p>Indicar el sector de lavajos para eventual accidente como lo indica la Ley Nacional 19.587.</p>

Tabla 15.211: Listado de señales en el sector administración. Fuente: elaboración propia.







SEÑAL	UTILIZADA PARA
	<p>Indicar sector para descartar basura.</p>
	<p>Indicar sector para descartar basura.</p>
	<p>Indicar sector para descartar basura.</p>
	<p>Indicar sector para descartar basura.</p>
	<p>Recordar el uso medido de energía eléctrica.</p>
	<p>Conservar la higiene y estética del espacio.</p>

Tabla 15.212: Listado de señales en el sector comedor. Fuente: elaboración propia.

SEÑAL	UTILIZADA PARA
	<p>Asegurar la presencia sólo de personal necesario, idóneo o previamente autorizado.</p>
	<p>Evitar posibles accidentes y ambiente insalubre.</p>
	<p>Indicar sector para descartar basura.</p>
	<p>Indicar sector para descartar basura.</p>
	<p>Indicar sector para descartar basura.</p>
	<p>Indicar sector para descartar basura.</p>



	<p>Recordar el uso medido de energía eléctrica.</p>
	<p>Conservar la higiene y estética del espacio.</p>

Tabla 15.213: Listado de señales en el sector baño. Fuente: elaboración propia.

SEÑAL	UTILIZADA PARA
	<p>Evitar posibles accidentes y ambiente insalubre.</p>
	<p>Indicar sector para descartar basura.</p>
	<p>Recordar el uso medido de energía eléctrica.</p>
	<p>Conservar la higiene y estética del espacio.</p>

	<p>Asegurar la higiene de los empleados.</p>
--	--


Tabla 15.214: Listado de señales en el sector caldera. Fuente: elaboración propia.

SEÑAL	UTILIZADA PARA
	<p>Para todos los equipos del proceso en que el existan altas temperaturas.</p>
	<p>Asegurar la presencia sólo de personal necesario, idóneo o previamente autorizado.</p>
	<p>Evitar posibles accidentes y ambiente insalubre.</p>
	<p>Asegurar la seguridad del trabajador.</p>

Tabla 15.215: Listado de señales en el sector sistema de refrigeración. Fuente: elaboración propia.

SEÑAL	UTILIZADA PARA
	Asegurar la presencia sólo de personal necesario, idóneo o previamente autorizado.
	Evitar posibles accidentes y ambiente insalubre.
	Asegurar la seguridad del trabajador.
	Alertar sobre el gas para refrigeración.

Tabla 15.216: Listado de señales en el sector sistema de tratamiento de efluente. Fuente: elaboración propia.

SEÑAL	UTILIZADA PARA
	Asegurar la presencia sólo de personal necesario, idóneo o previamente autorizado.

	<p>Evitar posibles accidentes y ambiente insalubre.</p>
	<p>Asegurar la seguridad del trabajador.</p>
	<p>Alertar sobre la existencia de lagunas de tratamiento.</p>

15.4 CONCLUSIÓN

Se aborda la seguridad industrial teniendo en cuenta la Ley Nacional nº 24.557 y las normas internacionales National Fire Protection Association (NFPA) nº 14,30, 1981 – 1982; Condiciones de seguridad sobre los productos y condiciones de seguridad sobre el personal.

Si se tiene en cuenta la naturaleza explosiva de las sustancias con que se trabaja, es de suma importancia respetar las condiciones de seguridad y garantizar la estabilidad de los equipos, para evitar posibles siniestros.

Por último, resulta interesante marcar qué debe hacerse sobre el personal completo de la planta productiva, capacitaciones continuas sobre seguridad, de esta manera garantizar un correcto y tranquilo accionar en caso de situaciones adversas.

CAPÍTULO Nº16: ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

16.1 INTRODUCCIÓN

La última etapa del proceso es el estudio económico – financiero. Su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica.

Comienza con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial a partir de los estudios de ingeniería, ya que estos costos dependen de la tecnología seleccionada. Continúa con la determinación de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial.

Otro de sus puntos importantes es el cálculo del capital de trabajo, que, aunque también es parte de la inversión inicial, no está sujeto a depreciación ni a amortización, dada su naturaleza líquida.

Se selecciona un plan de financiamiento, y se muestra su cálculo tanto en la forma de pagar intereses como en el pago del capital. Además, se determinan la tasa de rendimiento mínima aceptable y el cálculo de los flujos netos de efectivo.

Finalmente, se utilizan los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de retorno y el valor actual neto, siendo esto muy importante, ya que determina la implantación o no del proyecto.

El análisis se efectúa teniendo en cuenta un período de diez años, estimándose, además, un tiempo de diez meses para la construcción y dos más para el montaje y puesta en marcha.

Todos los montos de dinero están expresados en pesos argentinos, utilizando una relación de cambio respecto al dólar de 27.80 \$/USD.

16.2 DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN INICIAL TOTAL

Antes de la puesta en marcha del proyecto es necesario realizar determinadas inversiones que pueden agruparse en tres grupos: activos fijos, activos nominales y capital de trabajo.

Las inversiones en activos fijos son las destinadas a bienes tangibles que se utilizan en el proceso o que sirven de apoyo a la operación normal del mismo. La constituyen entre otros, el terreno, las obras civiles, las instalaciones de servicios, la maquinaria y los equipos.

La inversión en activos nominales son todas aquellas necesarias para la puesta en marcha del proyecto, es decir, se destinan a la ingeniería de proyecto, la supervisión durante el montaje, imprevistos, entre otros.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 16

El capital de trabajo está representado por el capital adicional con el que hay que contar para poner en funcionamiento la planta, esto es, el capital necesario para financiar la primera producción antes de recibir ingresos.

16.2.1 Activos fijos

Para la estimación de los precios de cada uno de los activos fijos correspondientes a obras civiles enumerados en la Tabla 16.217, a excepción del terreno, se consulta a la arquitecta Natalia Tartabini, quien suministra los valores estimados del m², a la fecha actual. Los costos calculados para las obras civiles, corresponden a “obra terminada”.

Por otro lado, el precio del metro cuadrado de terreno se consulta telefónicamente con la corredora inmobiliaria Cristina Salas del inmobiliario Río Cuarto.

Tabla 16.217: Datos de inversión en terreno y obras civiles.

SECTOR	VALOR DEL m ² (\$)	SUPERFICIE (m ²)	TOTAL (\$)
Terreno	\$556,00	40000	\$22.240.000,00
Administración	\$ 21.000,00	153,1	\$ 3.215.100,00
Vestuarios y baños	\$ 21.000,00	43,68	\$ 917.280,00
Sala de control	\$ 21.000,00	15	\$ 315.000,00
Laboratorio	\$ 21.000,00	30	\$ 630.000,00
Sala de mantenimiento	\$ 28.000,00	216	\$ 6.048.000,00
Sala de reactor	\$ 28.000,00	144	\$ 4.032.000,00
Sala de caldera	\$ 28.000,00	162,45	\$ 4.548.600,00
Sala de aire comprimido	\$ 21.000,00	165	\$ 3.465.000,00
Sistema frigorífico	\$ 21.000,00	165	\$ 3.465.000,00
Sector tablero eléctrico	\$21.000,00	129,2	\$ 2.713.200,00
Total			\$ 51.589.180,00

Se presenta en Tabla 16.218, un resumen de los costos calculados para otras construcciones.

Tabla 16.218: Resumen de inversión en otras construcciones.

CONSTRUCCIÓN	INVERSIÓN REQUERIDA (\$)
Efluente (lagunas y catalizador)	103.488
Calles y veredas Internas	8.505.864
Sistema anti incendios	900.000
Estacionamiento	137.512
Cerco perimetral	679.335
Inversión total (\$)	10.326.199

La estimación de los costos de los activos fijos correspondientes a la maquinaria y equipos será más compleja que la de los activos antes mencionados, ya que se trata de unidades mucho más personalizadas, cuyo costo depende no sólo de sus dimensiones, sino también del material de construcción, de las características específicas de cada uno de ellos, etc. Los precios de los equipos, en su mayoría, fueron consultados vía mail o telefónicamente, de manera directa con los fabricantes. No obstante, el valor de columnas e intercambiadores se calculó mediante la matriz de cálculo de ChemCad. En la Tabla 16.219 se detallan los precios de los equipos de proceso, como así también los necesarios para servicios auxiliares en la Tabla 16.220, conjuntamente con sus respectivos proveedores o bibliografía.

Tabla 16.219: Precios y proveedores de equipos de proceso

EQUIPOS DE PROCESO	INVERSIÓN (\$)	TRANSPORTE (\$)	IVA (10,5%) (\$)	PROVEEDOR
C01	824.186,60	8.242	86.540	Walas, Stanley M. 'Costs of Individual Equipment.' - Chemical Process Equipment: Selection and Desing - Boston: Butterworth-Heinemann, 1990. Pág. 665-666
C02	5.713.205,80	57.132	599.887	
C03	13.291.902,80	132.919	1.395.650	
C04	967.023,00	9.670	101.537	
I01	1.735.887,60	17.359	182.268	Walas, Stanley M. 'Costs of Individual Equipment.' - Chemical Process Equipment: Selection and Desing - Boston:
I02	1.443.826,36	14.438	151.602	
I03	1.438.116,24	14.381	151.002	
I04	848.467,12	8.485	89.089	
I05	855.678,44	8.557	89.846	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 16

I06	297.629,58	2.976	31.251	Butterworth-Heinemann, 1990. Pág. 667
B01	87.125,20	871	9.148	Famiq Argentina- Inoxpa ®
B02	87.125,20	871	9.148	Famiq Argentina- Inoxpa ®
B03	87.125,20	871	9.148	Famiq Argentina- Inoxpa ®
B04	34.750,00	348	3.649	Famiq Argentina- Inoxpa ®
B06	23.074,00	231	2.423	Famiq Argentina- Inoxpa ®
B07	23.074,00	231	2.423	Famiq Argentina- Inoxpa ®
B08	87.125,20	871	9.148	Famiq Argentina- Inoxpa ®
T01	7.988.424,27	79.884	838.785	INOXte Equipos Inoxidables
T02	5.713.105,56	57.131	599.876	INOXte Equipos Inoxidables
T03	504.681,29	5.047	52.992	INOXte Equipos Inoxidables
T04	493.340,13	4.933	51.801	INOXte Equipos Inoxidables
A01	13.354.207,04	133.542	1.402.192	INOXte Equipos Inoxidables
A02	13.354.207,04	133.542	1.402.192	INOXte Equipos Inoxidables
A03	442.551,62	4.426	46.468	INOXte Equipos Inoxidables
A04	504.681,29	5.047	52.992	INOXte Equipos Inoxidables
A05	4.470.257,01	44.703	469.377	INOXte Equipos Inoxidables
A06	4.470.257,01	44.703	469.377	INOXte Equipos Inoxidables
R01	560.448,57	5.604	58.847	Shanghai Gorun Machinery Technology Co., Ltd.

Tabla 16.220: Precios y proveedores de equipos para servicios auxiliares.

EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES	INVERSIÓN (\$)	TRANSPORTE (\$)	IVA (10,5%) (\$)	PROVEEDOR
S AC A	202.439,57	2.024	21.256	Frautschi ®
S AC CP01	67.202,00	672	7.056	Compresores LOIDI S.A.
S CV T01	452.027,15	4.520	47.463	STRAPLAS® S.A.
S CV	2.363.212,65	23.632	248.137	Fontanet Calderas y Tanques
S CV B01	44.257,60	443	4.647	GRUNDFOS Argentina
S F A01	126.737,38	1.267	13.307	STRAPLAS® S.A.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 16

S F A02	126.737,38	1.267	13.307	STRAPLAS® S.A.
S F I01	215.765,43	2.158	22.655	Walas, Stanley M. 'Costs of Individual Equipment.' - Chemical Process Equipment: Selection and Design - Boston: Butterworth-Heinemann, 1990. Pág. 667
S F C	198.470,17	1.985	20.839	Caamaño S.A.
S F B01	87.185,11	872	9.154	Famiq Argentina- Inoxpa ®
S F B02	87.185,11	872	9.154	Famiq Argentina- Inoxpa ®
S F CP01	170.117,29	1.701	17.862	Silveira e Hijos Refrigeración
S F TR	25.517,59	255	2.679	REFRIN S.A.I y C
S F TS	25.517,59	255	2.679	REFRIN S.A.I y C
S A A01	452.027,15	4.520	47.463	STRAPLAS® S.A.
S A B01	164.242,40	1.642	17.245	Famiq Argentina- Inoxpa ®
S N C01	1.309.903,11	13.099	137.540	IGA Ingeniería
S N CP01	41.111,68	411	4.317	ATLAS COPCO Argentina
S N T01	792.037,74	7.920	83.164	JINXIN MACHINERY CO., LTD. Xinxiang City, Henan province China
S N T02	354.411,01	3.544	37.213	JINXIN MACHINERY CO., LTD. Xinxiang City, Henan province China

El valor de las cañerías, como el de los accesorios necesarios para el proyecto, fue consultado vía mails con Aceros Traslasierras. En la Tabla 16.221 se muestra el detalle de las cañerías utilizadas para cada sector y el precio de estas.

Tabla 16.221: Detalle y precios de la cañería a utilizar.

CAÑERÍAS							
Sector	Tipo	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Codos	Tes	s	Precio (IVA incluido)
Sala de caldera	Acero Galvanizado ASTM A53 (SCH 40)	48.3	64.05	5	1	1	56.101
		114.3	88.62	8	2	2	87.582
Sistema frigorífico	Acero Galvanizado ASTM A53 (SCH 40)	26.7	200	12	-	2	16.664,19
Proceso	Acero inoxidable ASTM A - 320 (SCH 40)	21.3	206	20	-	-	56.102
		42.2	300	27	2	2	87.582
Red de agua	Acero Galvanizado ASTM A53 (SCH 40)	48.3	20	3	1	1	15.664,29
		88.9	140	4	3	3	198.446
Aire comprimido	Acero Galvanizado ASTM A53 (SCH 40)	21.3	210	19	2	3	66.248
Red de gas		60.3	130	1	0	1	141.383,32
TOTAL							725.772,80

Para la estimación del costo de la instalación eléctrica se considera la longitud aproximada de los cables y las canalizaciones requeridas y se la multiplica por el precio correspondiente. El valor estimado en base a la planimetría fue presupuestado por la empresa "RaLuFe S.R.L". Para la determinación de los transformadores se realizaron los cálculos pertinentes en base a la demanda máxima de potencia calculada en el capítulo 11, afectando a la misma por el factor de potencia requerido por EPEC y se determinaron los kVA necesarios. El precio de este equipamiento fue suministrado por la empresa CZerWeny S.A.

Se opta por instalar dos equipos de similares características, para contar con uno extra en caso de falla o avería. Además, se instalará un grupo electrógeno que posibilite el abastecimiento continuo de energía eléctrica ante cualquier corte imprevisto que pudiese sufrir la red. El número de artefactos y lámparas se conoce con precisión del Capítulo 11 y fue presupuestado por la empresa primeramente mencionada. Para la luminaria del predio se consultaron los precios desde la página de internet www.mercadolibre.com.ar. Se calcula un

total de 15 luminarias y se incluye además el cableado necesario. En la Tabla 16.222 se observan los montos mencionados.

Tabla 16.222: Detalle de inversión necesaria en electricidad y accesorios.

ELECTRICIDAD Y ACCESORIOS	PRECIO (\$)
Transformadores trifásicos y tableros	2.371.010
Generador trifásico	790.337
Instalación eléctrica y luminarias	637.940
Total	\$ 3.799.287

En la Tabla 16.223 se detalla el precio de los instrumentos utilizados para la medición: caudalímetros, sensores de nivel, sensores de temperaturas, sensores de composición, sensores de presión y válvulas, que fueron presupuestados a través de la página “alibaba.com - empresas coreanas”.

Tabla 16.223: Inversión requerida para sensores de medición y válvulas.

SENSORES	VALOR UNITARIO (\$)
Sensores de Presión	13785,12
Sensor de temperatura	9197,10
Caudalímetros	44286,73
Sensor de nivel	64330,57
Sensor de composición	6892,55
Válvulas VEH fondo de tanque	65835,97
Válvulas de seguridad y alivio	108053,07
Válvulas VEH desvío simple	33232,15
Válvulas VEH de control accionamiento Neumático	2319008,10
TOTAL INVERSIÓN (\$)	2.971.053

Finalmente, se calculará la inversión en activos fijos correspondiente al equipamiento necesario para el laboratorio, la administración y para la seguridad industrial. En el cálculo de los mismos se tuvo en consideración la cantidad de personas que necesiten un escritorio, computadoras, casilleros, estanterías, faciales de protección, guantes, etc.

El equipamiento necesario para el laboratorio incluye probetas, vasos de precipitado, frascos, pinzas, reactivos, un pc, una impresora, densímetro, pHmetro Sartorius PR-20^a y un cromatógrafo. Los precios de los elementos de laboratorio, como de la pc e impresora, fueron consultados desde la página www.mercadolibre.com.ar, mientras que los precios del

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 16

densímetro digital corresponden al modelo DM3010 de GRAIGAR (\$14.106) y el pHmetro (\$23.108) fueron consultados desde la página www.onelab.com.ar y el del cromatógrafo (\$996.604) corresponde al presupuestado por la empresa AGS ANALÍTICA S.A, representante en Argentina de la firma alemana Knauer. La inversión requerida para equipar el laboratorio, asciende a los \$1.063.000.

En cuanto a la administración, las personas que allí desempeñan sus tareas son tres ejecutivos de alto rango y una secretaria administrativa. Para calcular la inversión requerida se incluyeron cuatro escritorios, cuatro sillas, cuatro pc's, una impresora multifunción láser, una mesa y diez sillas para la sala de reuniones, ficheros, muebles con estantes, artículos de librería como resmas de hojas A4, lapiceras, carpetas de archivo, cuadernos, entre otros. El valor total arroja un resultado de \$250.079.

Lo que a equipamiento de seguridad industrial se refiere, se calculó considerando un equipo completo de indumentaria, calzado y casco por operario y una 50% extra para recambio o reposición, luego se considera la compra de un equipo completo por operario cada seis meses. Todos los precios se consultaron en la página de internet antes mencionada. El gasto en equipamiento para seguridad industrial asciende a los \$132.100.

Finalmente, en la Tabla 16.224 se muestra cual será la inversión total en activos fijos, con la correspondiente amortización de los mismos. Para el terreno y la construcción se consideró una amortización de 30 años. Para el equipamiento nuevo 20 años, para el equipamiento en general serán 5 años. Para el resto 10 años.

Tabla 16.224: Resumen de activos fijos y cálculo de las amortizaciones.

Inversiones Fijas	Valor de la Inversión	Amortización/año
Maquinaria y sensores	\$ 92.654.507	\$ 4.632.725
Transporte de maquinaria	\$ 926.545	-
Electricidad y accesorios	\$ 637.940	\$ 63.794
Construcción y terreno	\$ 62.553.319	\$ 2.061.782
Equipamientos en general	\$ 1.445.997,00	\$ 289.199
TOTAL	\$ 157.580.368	\$ 7.047.501

16.2.2 Capital de trabajo

Toda empresa necesita de recursos para cubrir los gastos de insumos, materia prima, mano de obra, operación. Este capital debe estar disponible a corto plazo para poder responder en tiempo y forma a las necesidades de la compañía.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 16

Por ende, el capital de trabajo es el fondo económico que utiliza la empresa para seguir reinvertiendo y logrando utilidades, con el fin de mantener normalmente las operaciones llevadas a cabo en la misma.

16.2.2.1 Análisis de los Costos Indirectos

La determinación del salario de los empleados se llevó a cabo según el acuerdo salarial firmado por la Cámara de la Industria Química y Petroquímica (CIQ y P) conjuntamente con la Federación Argentina de Industrias Químicas y Petroquímicas (FAIQ y P). Los mismos se detallan en la Tabla 16.225.

Tabla 16.225: Detalle del Valor Diario de los Sueldos Brutos para la Mano de Obra Indirecta

Sector	Cargo	Cantidad de personal	Remuneración mensual	Gasto anual nominal	Cargas sociales 45,00%	Gasto Total Anual
Producción	Gerente	1	80.000,00	1.040.000	468.000	1.508.000
Administración	jefe	1	65.000,00	845.000	380.250	1.225.250
Producción	jefe	1	75.000,00	975.000	438.750	1.413.750
Administración	Auxiliar	1	25.000,00	325.000	146.250	471.250
Comercialización y logística	JEFE	1	35.000,00	455.000	204.750	659.750
Mantenimiento	Encargado	1	35000	455.000	204.750	659.750
Laboratorio	Operario	4	25000	1.300.000	585.000	1.885.000
Laboratorio	Encargado	1	35000	455.000	204.750	659.750
Seguridad		4	15000	780.000	351.000	1.131.000
Limpieza		1	15000	195.000	87.750	282.750

Estos valores incluyen, por convenio, el pago de una gratificación no remunerativa y extraordinaria cuyo valor es de \$10.000 que se abona por única vez en el año.

Otro costo fijo que se tendrá serán los servicios de telefonía e internet. Para un servicio de internet de 12 Mb provisto por la empresa Intercity, se pagará un precio de \$45/día y para el servicio de telefonía fija se tomaron los datos de Telecom, donde el minuto cuesta \$ 0,67. Se estima que por año se hablarán 300 minutos por mes. El costo del seguro corresponde a la cobertura integral para industrias de la compañía “El Norte S.A”. La cotización de la misma es de \$8.400/mes. Todos los valores mencionados se presentan a continuación en la Tabla 16.226.

Tabla 16.226: Resumen de costos indirectos

COSTOS FIJOS	TOTAL ANUAL
Sueldos	\$ 9.896.250
Servicios de comunicación y otros	\$ 1.098.837
Seguro	\$ 187.200
TOTAL	\$ 11.182.287

Deben adicionarse los gastos incurridos en administración, comercialización y financiación.

Los gastos de administración y comercialización se estiman como un 0,5% y 0,1% del costo indirecto de producción de lo vendido, respectivamente. Los gastos de financiación corresponden a los intereses a abonar debido al préstamo solicitado para la financiación del proyecto.

A continuación, en la Tabla 16.227 se muestra la evolución de los costos indirectos a lo largo de los 10 años del horizonte económico analizado.

Tabla 16.227: Evolución de los costos indirectos

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
\$ 81.846.830	\$ 77.104.699	\$ 75.153.064	\$ 72.579.091	\$ 69.184.328
AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
\$ 63.413.288	\$ 57.508.282	\$ 49.720.285	\$ 39.448.847	\$ 25.902.048

16.2.2.2 Análisis de los Costos Directos

Los costos directos son los que cambian, conforme va variando la actividad de la empresa. Se obtiene como la suma de todos los costos marginales de las unidades producidas, así, los costos directos y los costos indirectos constituyen los dos componentes del costo total del producto.

El mayor porcentaje de estos costos lo representa la materia prima. Los precios que se detallan a continuación, en la Tabla 16.228, corresponden a los de la materia prima e insumos puestos en planta.

Tabla 16.228: Costo anual de materia prima requerida para el año I de producción.

Descripción	Cantidad	U. de medida	Costo unitario c/ IVA (\$)	Total (\$)
MATERIAS PRIMAS				
Bioetanol	7.173.000	kg	20,18	144.751.140
INSUMOS				
Hidróxido de Sodio	292.000	kg	1,20	350.400
Ácido sulfúrico	358.000	kg	5,12	1.832.960

El costo de materia prima antes mencionado corresponde al incurrido durante el primer año de producción. Dado que se ha tomado una producción variable, conforme a lo estimado en el Capítulo 3 “Estudio de Mercado”, con el fin de abastecer toda la demanda proyectada, la cantidad de materia prima necesaria se va incrementando año a año alrededor de un 2-3%.

Para el costo directo que vendrá dado por los servicios auxiliares se consideró la misma variación año a año. En la Tabla 16.229, se detalla el costo de servicios auxiliares para el año I de producción.

Se tendrán también en cuenta otros costos generales como los productos de limpieza a usarse, la ropa de los operadores (reposición de un equipo completo por operador cada seis meses), los artículos de limpieza, etc. También se incluye aquí la mano de obra para el control de plagas, servicio que será tercerizado. El precio de dicho servicio se consultó telefónicamente con la empresa Sanimax Desinfecciones. Estos costos se exponen en la Tabla 16.230.

Tabla 16.229: Costo anual de Servicios Auxiliares.

Descripción	Consumo Unitario	Tiempo Anual	Consumo Total	Unidad	Precio Unitario	TOTAL
Energía Eléctrica	4372,14	kW/día	1.530.249	kwh	1,01644	1.555.406
Agua	0,750	m ³ /h	6.300	L	5,74	36.162
Gas	139,78	m ³ /h	1.174.152	m ³	4,70386	5.523.051
TOTAL						7.114.620

Tabla 16.230: Detalle de otros Costos Directos.

Otros gastos	Costo
--------------	-------

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 16

Control de plagas tercerizado	\$ 540.000
Artículos de limpieza	\$ 108.000
Elementos de seguridad e indumentaria	\$ 252.000
Artículos de oficina	\$ 180.000
TOTAL	\$ 1.080.000

El costo correspondiente a la mano de obra directamente vinculada al proceso, Tabla 16.231, corresponde a los operarios de producción y la cantidad necesaria se obtiene del capítulo nº 9 de Organización de la Empresa.

Tabla 16.231: Mano de obra vinculada directamente al proceso.

Sector	Cargo	Cantidad de personal	Jornal por hora	Gasto anual nominal	Cargas sociales 45,00%	Gasto Total Anual
Recibo/Despacho	Operario	4	79,59	967.814	435.516	1.403.331
Sala control	Operario	4	101,18	1.230.349	553.657	1.784.006
Mantenimiento	Operario	4	93,4	1.135.744	511.085	1.646.829
TOTAL						4.834.165

Otro costo fijo que debe tenerse en cuenta es aquel en que incurre la empresa como consecuencia de los trabajos que resultan necesarios para conservar en perfecto estado de uso y presentación de las instalaciones y elementos utilizados en el ejercicio de la actividad. El dinero necesario para el mantenimiento edilicio se estipula como el 2% del valor total de las edificaciones, mientras que para los equipos se estima un 4% del importe total de los mismos. Dichos valores de referencia se obtuvieron del libro Evaluación de Proyectos, Baca Urbina, G., 2010. En la Tabla 16.232 se exponen dichos cálculos.

Tabla 16.232: Costos de mantenimiento estimados

Descripción	Costo Anual
Mantenimiento de edificios	\$ 806.266
Mantenimiento de equipos	\$ 3.706.181
Total	\$ 4.512.447

Para realizar la progresión del proyecto al horizonte económico definido, en la Tabla 16.233 se muestra la evolución de los costos directos a lo largo de 10 años.

Tabla 16.233: Evolución de los Costos Directos.

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
\$ 159.466.429	\$ 161.075.056	\$ 166.369.931	\$ 169.731.927	\$ 174.060.362
AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
\$ 176.946.086	\$ 181.274.521	\$ 185.314.294	\$ 189.931.392	\$ 193.427.646

16.2.2.3 Determinación del Capital De Trabajo

Una vez conocidos los costos fijos y variables de producción, es posible estimar el capital de trabajo necesario para la primera producción. El mismo se calcula considerando el dinero necesario para sostener el primer mes de producción, e incluye el valor de la materia prima e insumos, el dinero necesario para hacer frente a los salarios de los empleados, el costo de los servicios de luz, agua y gas, y demás costos, tanto directos como indirectos. Dicho valor asciende a \$ 15.503.267.

16.2.3 Activos nominales

Dentro de los activos nominales se incluyen la ingeniería del proyecto, la supervisión del montaje de la planta, el dinero necesario para la inscripción y registro de la empresa, y el valor de los honorarios de los arquitectos para la dirección de las obras civiles y la presentación de los planos a los entes gubernamentales correspondientes. A continuación, se explica la forma de estimación.

La investigación y estudio de ingeniería del proyecto se estima en \$11.967.104 correspondientes a las tareas de diseño de la planta y equipos por parte del proyectista de este trabajo, y corresponde al 9% del costo de las obras civiles y los equipos. La supervisión del montaje de la planta se estima considerando 3,5% del costo total de los equipos (Baca Urbina G., ed. 2010), lo que corresponde a un monto total de \$ 3.242.908 para la persona a cargo, durante los meses en que se llevará a cabo el montaje. Los honorarios del arquitecto responsable, como así también los honorarios del contador para registrar e inscribir la planta reportan un monto de \$ 467.905. Además, se prevé un monto para imprevistos equivalente al 1% del valor de los equipos, que asciende a \$ 926.545. Esto arroja un total de \$ 16.604.462 en activos nominales.

16.2.4 Determinación de la Inversión Total

La inversión total se obtiene como la sumatoria de los valores obtenidos en los puntos 16.2.1, 16.2.2 y 16.2.3, que se resumen en la Tabla 16.234.

Tabla 16.234: Resumen de Inversión Total requerida

INVERSIÓN TOTAL	VALOR
Activos fijos	\$ 157.580.368
Capital de Trabajo	\$ 15.503.267
Activos nominales	\$ 16.604.462
Total	\$ 189.688.097

A este monto se le adiciona el IVA, cuyo valor corresponde a \$ 27.494.425, por lo que el dinero necesario es \$ 217.182.523.

16.3 FINANCIACIÓN DEL PROYECTO

El total del dinero necesario para realizar la inversión es adquirido mediante un préstamo. En base a la consulta realizada al Banco de la Nación Argentina, el cual financiará el dinero necesario para la inversión, se gestiona un préstamo por el Sistema Francés, con una devolución en 120 meses (10 años) y con una tasa del 28 % anual. En base al análisis de dichos datos se obtienen los resultados que se detallan en la Tabla 16.235.

Tabla 16.235: Amortización del crédito para la financiación del proyecto.

Período	Cuota Anual	Intereses	Amortización	Saldo
1	83.992.168,28	60.245.298,46	4.640.503,73	214.632.610,14
2	83.522.871,01	58.765.532,29	6.120.269,91	206.421.749,34
3	82.903.923,98	56.813.897,52	8.071.904,68	198.349.844,67
4	82.087.606,82	54.239.924,47	10.645.877,72	187.703.966,94
5	81.010.982,02	50.845.161,60	14.040.640,60	173.663.326,34
6	79.591.042,56	46.367.875,02	18.517.927,18	155.145.399,17
7	77.718.312,09	40.462.869,03	24.422.933,16	130.722.466,00
8	75.248.404,38	32.674.871,75	32.210.930,45	98.511.535,56
9	71.990.891,25	22.403.433,96	42.482.368,24	56.029.167,32
10	67.694.620,69	8.856.634,88	56.029.167,32	0,00

16.4 CRÉDITO FISCAL

La adquisición de activos fijos y bienes de cambio genera un crédito de I.V.A. que se irá cancelando con la diferencia entre las ventas (débito fiscal) y las compras gravadas (crédito fiscal). Cuando se anula el crédito fiscal por inversión, se empieza a pagar a la D.G.I. la diferencia entre el I.V.A. de las ventas y las compras.

En la Tabla 16.236, se muestran los montos de I.V.A. generados por cada rubro y el saldo del crédito fiscal.

16.5 ANÁLISIS FINANCIERO Y FLUJO DE FONDOS

La evaluación financiera de proyectos de inversión se entiende como el análisis que permite anticipar el futuro al identificar, medir y valorar la cantidad de inversión, ingresos, gastos, utilidad de la operación del proyecto de inversión, nivel de inventarios requeridos, capital de trabajo, depreciaciones, amortizaciones, sueldos, etc., a fin de identificar con precisión la rentabilidad y tomar la decisión final de invertir o no (Aguilera y Sepúlveda, 2006; Morales y Morales, 2009; Romagnoli, 2008; Abreu, 2006; Escalona, 2009, entre otros).

Para determinar la factibilidad económica – financiera del proyecto, se calculan los indicadores económicos que se enumeran a continuación: rendimiento, VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y PR (Período de Recupero).

El VPN también es conocido como Valor Actual Neto (VAN) y es la diferencia del valor presente neto de los flujos netos de efectivo y el valor actual de la inversión, cuyo resultado se expresa en dinero. Se define como la suma de valores actuales o presentes de los flujos netos de efectivo, menos la suma de los valores presentes de las inversiones netas (BMI; Romagnoli, 2008; Morales y Morales, 2009).

La tasa que se utiliza para descontar los flujos de fondos es la rentabilidad mínima aceptable por parte de la empresa, por debajo de la cual los proyectos de inversión no deben llevarse a cabo.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 16

Tabla 16.236: I.V.A crédito fiscal.

ORIGEN DEL I.V.A.	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
a) Inversiones de Activo Fijo	24.238.739	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b) Bienes de Cambio	3.255.686	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c) Total Inversión acumulado (a) + (b)	27.494.425	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d) Cobrado con las ventas	74.712.750	77.505.750	78.902.250	80.997.000	82.393.500	84.488.250	86.443.350	88.677.750	90.353.550	91.610.400
e) Pagado en costo de lo vendido	37.963.762	37.350.157	38.731.038	39.436.352	40.344.415	40.679.744	41.587.808	42.435.312	43.403.934	44.137.414
f) Diferencia (d) – (e)	36.748.988	40.155.593	40.171.212	41.560.648	42.049.085	43.808.506	44.855.542	46.242.438	46.949.616	47.472.986
SALDO CREDITO FISCAL (con su signo)	9.254.563	40.155.593	40.171.212	41.560.648	42.049.085	43.808.506	44.855.542	46.242.438	46.949.616	47.472.986
Pagado al fisco (salida de dinero)	9.254.563	40.155.593	40.171.212	41.560.648	42.049.085	43.808.506	44.855.542	46.242.438	46.949.616	47.472.986

El método de Valor Presente Neto es muy utilizado porque es muy fácil su aplicación; porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a pesos de hoy y así puede verse si los ingresos son mayores que los egresos, es decir, considera el valor del dinero a través del tiempo. Este indicador presenta incertidumbre en una economía inflacionaria, ya que se incluye de cierta manera el riesgo del país donde se realizan las operaciones de financiamiento del proyecto y la inflación se toma en cuenta en la evaluación, en el momento de realizar la proyección de los flujos netos de efectivo (Escalona, 2005; Romagnoli, 2008; Morales y Morales, 2009).

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de descuento a la que el valor presente neto de una inversión arroja un resultado de cero, o la tasa de descuento que hace que los flujos netos de efectivo igualen el monto de la inversión. Esta tasa tiene que ser mayor que la tasa mínima de rendimiento exigida al proyecto de inversión. En términos generales se interpreta como la tasa máxima de rendimiento que produce una alternativa de inversión dados ciertos flujos de efectivo o la tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión (Soldevilla, 1990; BMI; Escalona, 2009; Morales y Morales, 2009).

El Período de Recupero se define como el período que tarda en recuperarse la inversión inicial, a través de los flujos de caja generados por el proyecto. La inversión se recupera en el año, donde los flujos de caja acumulados superen a la inversión inicial. No se considera un método adecuado si se toma como criterio único, pero puede ser utilizado complementariamente con el VAN. Los proyectos que ofrezcan un período de recupero PR inferior a cierto número de años (n) determinado por la empresa, se aceptarán, en caso contrario, se rechazarán. (Econlink. Período de Recupero (PR))

Primeramente, se supondrá una Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (K) del 28%, un valor igual a la tasa a la cual se tomará el préstamo para poder llevar a cabo el proyecto.

Para determinar los ingresos se tomarán los valores de los kilogramos por año del Capítulo 7 y se multiplicarán por el precio de venta del kilogramo de EE, y así obtener el flujo de ventas. El precio de venta del EE se fija en \$66,50/kg. Se decide tomar este valor en base a un análisis comparativo entre el BE y el producto antes mencionado. Un estudio realizado por Bailey Brent y Co. establece que la adición de un 5% de EE en los combustibles, ocasiona similares características que el agregado actual de BE a los carburantes, razón por la cual, se extrapoló dicha relación al precio del aditivo secundamente mencionado, lo que permitió obtener el precio de venta del éter que se detalló con anterioridad. De esta manera se obtienen

resultados finales de características iguales o mejores, sin producir modificaciones en el precio de venta actual de los combustibles.

Los datos arrojados son los que se muestran en la Tabla 16.237.

Tabla 16.237: Evolución estimada del precio de venta.

AÑO	1	2	3	4	5
Kilogramos por año	5350000	5500000	5650000	5800000	5910000
Precio del producto estimado por kg	\$ 66,50	\$ 66,50	\$ 66,50	\$ 66,50	\$ 66,50
AÑO	6	7	8	9	10
Kilogramos por año	6050000	6190000	6350000	6471000	6560000
Precio del producto estimado por kg	\$ 66,50	\$ 66,50	\$ 66,50	\$ 66,50	\$ 66,50

Considerando un período de diez años, con los datos antes expuestos, el flujo de fondos queda como se indica en la Tabla 16.238.

16.4.1 Cálculo del VAN

El cálculo del VAN para un período de 10 años se lleva a cabo empleando la Ecuación 16.1.

$$VAN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_1}{(1+i)^2} + \frac{FNE_1}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_1+VS}{(1+i)^{10}} \quad \text{Ecuación 16.1}$$

Donde:

$P =$ Inversión inicial del proyecto = -\$217.182.523

$i =$ Costo del capital o K (Tasa Mínima Aceptable de rendimiento) = 0,28

$VS =$ Valor de Salvamento (Valor residual de los activos fijos luego de descontar las amortizaciones, \$ 46.242.756).

Con lo anterior se obtiene un VAN = \$ 105.577.365. Este valor mayor que cero indica que el proyecto generará una ganancia de ese monto en el año número 10, habiendo pagado el crédito obtenido y sus intereses.

16.4.2 Cálculo de la TIR

Como se mencionó anteriormente la TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para lo cual se debe cumplir la Ecuación 16.2:

$$TIR = P - \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_{10}+VS}{(1+i)^{10}} \quad \text{Ecuación 16.2}$$

El valor de la TIR calculado para el proyecto es de TIR = 42 %.

El costo de capital es el precio que debe pagar la empresa por obtener fondos. Como el dinero para realizar la inversión se obtiene a través de un crédito bancario, el costo de este dinero corresponde a la tasa de interés del mismo, es decir 28 % anual. TMAR = 28%.

Como la TIR es mayor que la Tasa Mínima Aceptable de rendimiento la inversión es económicamente rentable.

16.4.3 Cálculo del PR

Si se tiene en cuenta los FNE de los primeros años de producción, se obtiene que el Período de Recupero de la inversión inicial es de 4 años y 8 meses. Este resultado es satisfactorio ya que el proyecto está planteado con un horizonte económico de 10 años.

16.5 Análisis de sensibilidad

Se le llama análisis de sensibilidad (AS) al procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto se afecta, es decir, qué tan sensible es la TIR o la VAN ante cambios en determinadas variables de la inversión, considerando que las demás no cambian (Baca, 2006; Morales y Morales, 2009).

La utilidad esencial de este análisis es conocer qué variable afecta en mayor medida el resultado de operación del proyecto de inversión. Baca (2006) hace la precisión de que hay variables que están fuera del control del empresario, y sobre ellas es necesario practicar este análisis, entre las que considera el volumen de la producción que afectaría directamente los ingresos; en contraste, no hace referencia al precio del producto, que sí depende del empresario y puede ser compensado inmediatamente.

Para realizar el análisis de sensibilidad es preciso identificar los factores que tienen más probabilidad de oscilar con respecto a su valor esperado, después se asignan valores por abajo y por arriba de este esperado y, sin realizar modificaciones a los demás elementos, se calculan nuevamente los valores.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – CAPÍTULO 16

Tabla 16.238: Flujo de fondos

EJERCICIOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Ventas Netas	355.775.000	369.075.000	375.725.000	385.700.000	392.350.000	402.325.000	411.635.000	422.275.000	430.255.000	436.240.000
Costo de producción de lo vendido	188.058.891	185.136.966	191.712.589	195.071.225	199.395.337	200.992.140	205.316.252	209.351.989	213.964.474	217.457.236
RESULTADO OPERATIVO	167.716.109	183.938.034	184.012.411	190.628.775	192.954.663	201.332.860	206.318.748	212.923.011	216.290.526	218.782.764
Gastos de Administración	143.759	127.544	127.544	127.544	127.544	121.114	121.114	121.114	121.114	121.114
Gastos de Comercialización	188.059	186.423	191.713	195.071	199.395	200.992	205.316	209.352	213.964	217.457
Gastos de Financiación	60.245.298	58.765.532	56.813.898	54.239.924	50.845.162	46.367.875	40.462.869	32.674.872	22.403.434	8.856.635
Depreciación-Amortización	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574
RESULTADOS ANTES DE IMPUESTOS	92.812.419	124.858.535	126.879.257	136.066.235	141.782.562	154.642.878	165.529.449	179.917.673	193.552.013	209.587.558
Depreciación-Amortización	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574	14.326.574
Impuesto a las Ganancias	37.498.648	43.700.487	44.407.740	47.623.182	49.623.897	54.125.007	57.935.307	62.971.186	67.743.205	73.355.645
FLUJO NETO DE EFECTIVO	69.640.346	81.158.048	82.471.517	88.443.053	92.158.665	100.517.871	107.594.142	116.946.488	125.808.809	136.231.912

Mediante este análisis, es posible identificar las variaciones máximas permisibles de las magnitudes de ciertos. Los cambios en los mismos pueden modificar los resultados de decisión. Este análisis constituye una forma de introducir el riesgo en la selección de inversiones. Con el manejo de la sensibilidad, es posible establecer los intervalos de comportamiento aceptables para que un proyecto continúe siendo rentable.

El costo que mayor influencia tiene sobre el costo total es el costo de la materia prima. Por lo tanto, para el análisis de sensibilidad, una de las variables que se tienen en cuenta es el precio de la materia prima.

Además, se analizarán los efectos que producen sobre los indicadores económicos, las fluctuaciones en el precio de venta y el volumen de ventas.

En la Figura 16.102 se representa la influencia de las variables antes mencionadas sobre la TIR. Como puede apreciarse, para el caso de la variación del precio de la materia prima, puede ocurrir una variación de 20% a -20% y aun así la TIR seguirá siendo mayor a la TMAR. La TIR, recién cae por debajo de la TMAR cuando el precio de la materia prima sufre un aumento del 32%. En cuanto a las variaciones del precio de venta y del volumen de ventas, ambas influyen de igual manera sobre el valor del indicador económico en cuestión. Si ambas variables disminuyen en un 10%, la TIR aún sigue siendo mayor que la TAMAR, la misma cae por debajo de la TAMAR cuando la disminución de las mismas es de alrededor de un 12-13%.

El mismo análisis puede realizarse empleando como referencia el VAN a través de la Figura 16.103, que muestra la variación de dicho indicador cuando se modifican las variables de referencia. Los resultados que se obtuvieron a partir del análisis de la TIR se confirman en el análisis de sensibilidad del VAN, ya que para los porcentajes de variación antes indicados en cada una de las variables consideradas el VAN se vuelve menor a cero.

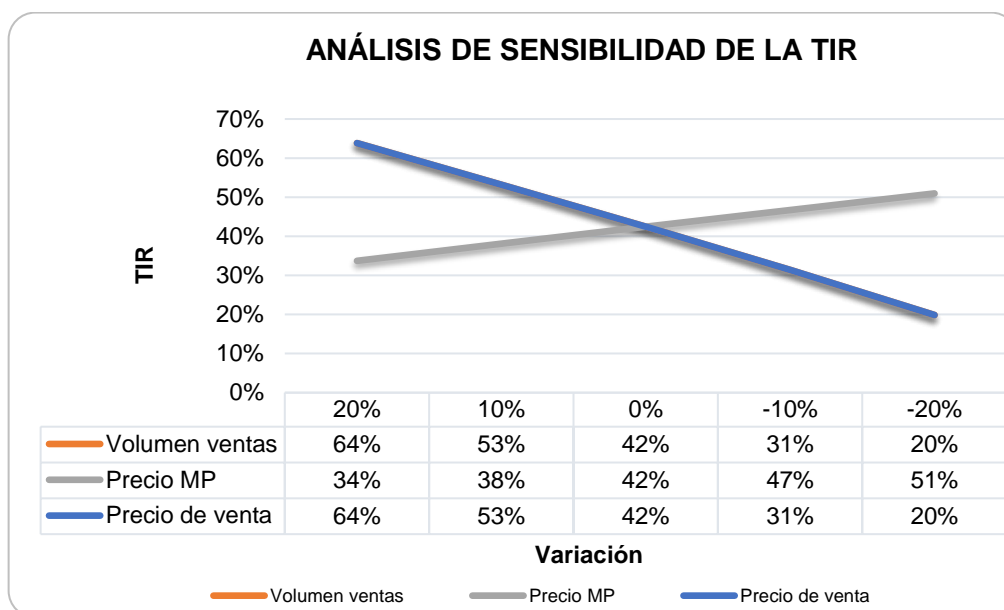


Figura 16.102: Análisis de sensibilidad de la TIR

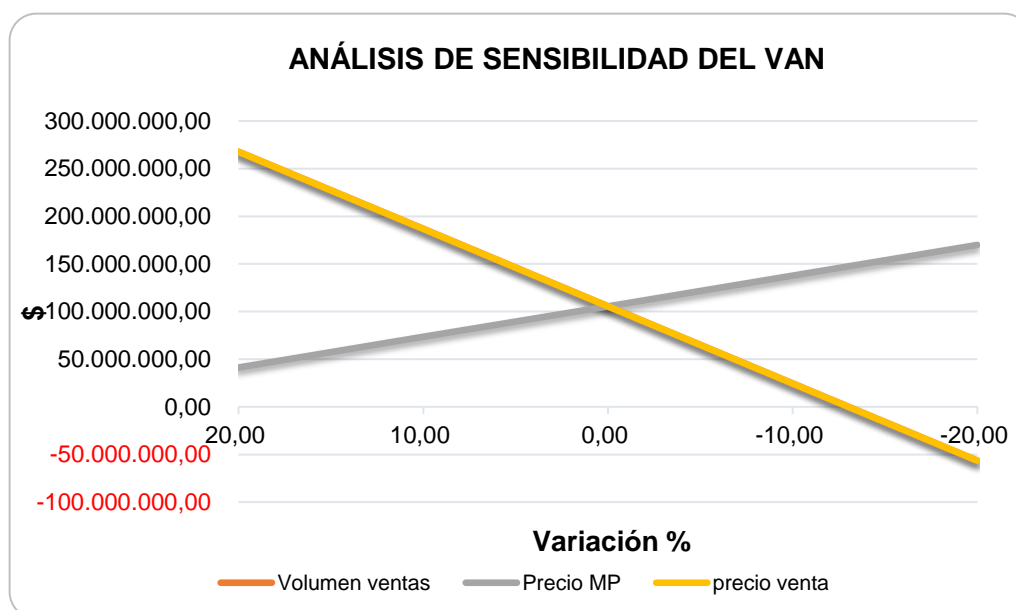


Figura 16.103: Análisis de sensibilidad del VAN

16.6 CONCLUSIONES

Los tres indicadores utilizados para determinar la factibilidad económico-financiera del proyecto (PR, VAN y TIR) arrojaron resultados favorables, lo que indica que el proyecto es rentable bajo las condiciones utilizadas para su cálculo.

El análisis de sensibilidad sobre la TIR y el VAN, por otro lado, indica que ambos son más sensibles a fluctuaciones en el precio de venta y volumen de ventas. No obstante, cada factor analizado permite manejar cierto rango de variación, y, aun así, el proyecto continúa siendo rentable.

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO, MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

COORDINACIÓN BNDES Y CGEE, 2008. Bioetanol de caña de azúcar: energía para el desarrollo sostenible. ISBN: 978-85-87545-26-8. 1º edición.

GRUPO TRANSMERQUIM (GTM), 2014. Hoja de seguridad de ácido sulfúrico. Revisión nº 3. www.ub.edu/ecologia/carlos.gracia/PublicacionesPDF/Cap%C3%ADtulo%204_Bioetanol.pdf. Última revisión: 1 de diciembre 2017.

National Institute of Standard and Technology. 2018. Libro del Web de Química del NIST, SRD 69, Ethyl Ether. <https://www.nist.gov/>

Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. 2016. *Fichas Internacionales de Seguridad Química, Dietileter*. <http://www.who.int>

SEDRONAR. 2015. *Código voluntario de conducta responsable respecto del uso de precursores químicos*. Ministerio de Seguridad Presidencia de la Nación Argentina.

CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE MERCADO

ADVANCES IN AUTOMOBILE ENGINEERING. 2015. Alcohol (Ethanol and DiethylEther)-DieselBlendedFuelsforDieselEngineApplications-A Feasible Solution. <http://www.omicsgroup.info/editorialtracking/pancreatic-disorders>. Última revisión: 13 de junio de 2017

ARGENTINA TRADE NET. Nomenclatura arancelaria. Ministerio De Relaciones Exteriores Y Culto De La República Argentina, <http://argentinatradenet.gov.ar>. Última revisión: 15 de mayo de 2017

ARUMUGAM, K. Y MARAN, P. "Influence of Ethanol and Di-Ethyl Ether Addition on Fuel Properties of Sun flower oil Methyl Ester". Tech Publications, Switzerland, www.scientific.net. Última revisión: 5 de junio de 2017

ASOCIACIÓN DE FÁBRICAS DE AUTOMOTORES. Anuario 2008-2016, datos complementarios. ADEFA, <http://www.adefa.org.ar>. Última revisión: 8 de junio de 2017

BANCO CENTRAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA "Estudios estadísticos" www.bcra.gov.ar Última revisión: 30 de junio de 2017

BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO. 2015. Anuario Estadístico 2015. Bolsa de Comercio de Rosario, Dirección de Informaciones y Estudios Económicos, <http://www.bcr.com.ar>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

CÁMARA ARGENTINA DE COMERCIO. 2012. Informe del comercio exterior argentino. www.cac.com.ar. Última revisión: 25 de mayo de 2017

CÁMARA DE LA INDUSTRIA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA. 2014. La Industria Petroquímica Argentina Su Perfil En El Año 2025. Comisión de Hidrocarburos y Energía, 2014. P.30.

CÁMARA DE LA INDUSTRIA ACEITERA DE LA REPUBLICA ARGENTINA. “Estudios estadísticos”, www.ciara.com.ar. Última revisión: 27 de mayo de 2017

CHANG, JOSEPH. 2011. Top 100 Chemical Distributors: listing. ICIS. www.icis.com

CHANG, JOSEPH. 2011. Top 100 Chemical Distributors: listing. ICIS. www.icis.com

CONSEJO PROFESIONAL DE CIENCIAS ECONÓMICAS PROVINCIA DE SANTA FE - CÁMARA II. 2013. El Comercio Exterior Argentino. Colegio De Graduados En Ciencias Económicas De Rosario.

D'ANGELO, CP LORENA Y CIANI, RUBÉN. 2016. “Consumo De Aceites Vegetales En Argentina”. Subsecretaria De Mercados Agropecuarios Secretaria De Mercados Agroindustriales Ministerio De Agroindustria, p. 9.

DESIMONE, JOSEPH M. 2002. Practical Approachesto Green Solvents. Lugar de publicación: www.sciencemag.org, vol. 297, p. 798.

DOSHI GROUP OF INDUSTRIES. 2017. “Sigma Solvents & Pharmaceuticals Ltd. (SSPL)”, <http://www.doshichemical.com/products.htm>

ENERGÍAS RENOVABLES. Nueva clasificación del bioetanol en la UE para frenar las importaciones desde EEUU. www.epure.org. Última revisión: 16 de junio de 2017

E.R. & SON'S PRODUCT C.A. Última revisión: 23 de mayo de 2017

GARCÍA VALVERDE, ROLANDO. 2016. “Prospectiva Tecnológica Al 2025 Del Complejo Químico – Petroquímico”. Análisis Tecnológicos Y Prospectivos Sectoriales. Vol. 1, p. 103.

HUMBERTO PONCE TALANCÓN. 2006, “Contribuciones a la Economía”. La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales, p.16.

ING. ILLANES / ING. BACCIFAVA. 2016. Integración V. Apunte de Catedra.

INSTITUTO DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA. Reportes de precio de bioetanol. <http://www.indec.gob.ar/>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

KATZ, MIGUEL. 2011. “Materiales y materias primas”. En: Colección Materiales y materias primas. Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, p.91.

Microsoft Excel y Word. 2016. © Microsoft 2017.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA. “Datos estadísticos”, www.minem.gob.ar

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA. Producción y Ventas de Bioetanol. MINEM, www.minem.gob.ar. Última revisión: 15 de mayo de 2017

POPIK, PABLO. 2017. “Comunicación telefónica por consultas de EE en corte de combustible a futuro”. Sub secretario de Refinación y Comercialización. Teléfono: (011) 43498199.

QI, D.H.; CHEN, H.; GENG, L.M.; BIAN, Y.Z. “Effect of diethyl ether and ethanol additives on the combustion and emission characteristics of biodiesel-diesel blended fuel engine”. Web Elsevier, www.elsevier.com/locate/fuel. Última revisión: 2 de junio de 2017

SCAVAGE ARGENTINA. 2017. <http://www.scavage.com>

SECRETARIA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN. Tablas dinámicas de Downstream. Asociación Argentina De Carreteras, <http://www.aacarreteras.org.ar>. Última revisión: 7 de junio de 2017

SIVALAKSHMI, S Y BALUSAMY, T. 2011. “Effect of biodiesel and its blends with diethyl ether on the combustion, performance and emissions from a diesel engine”. Web Elsevier, www.elsevier.com/locate/fuel. Última revisión: 2 de junio de 2017

STATGRAPHICS CENTURION XVI.I. 2015. Statgraphics.Net C/ Bravo Murillo 350, 1º 28020 Madrid.

TRADE MAP. 2017. Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas. Análisis e Investigación de Mercados, Centro de Comercio Internacional (ITC). <http://www.trademap.org>

TRAN, LUC-SY; PIEPER, JULIA; ZENG, MEIRONG; YUYANG, LI; XIAOYUAN, ZHANG; WEI, LI; GRAF, ISABELLE; QI, FEI; KOHSE-HÖINGHAUS, KATHARINA. 2016. “Influence of the biofuel isomers diethyl ether and n -butanol on flame structure and pollutant formation in premixed n -butane flames”. 2016. Web Elsevier, www.elsevier.com/locate/combustflame. Última revisión: 2 de junio de 2017

VACA URBINA, Gabriel. 2010, Evaluación de proyectos. Sexta edición. Méjico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

VALLINAYAGAM, R.; VEDHARAJ, S.; MANI SARATHY, S.; DIBBLE, ROBERT W. "Diethyl Ether as An Ignition Enhancer for Naphtha Creating A Drop in Fuel for Diesel". Proceedings of the ASME 2016 Internal Combustion Engine Fall Technical Conference, <http://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org>. Última revisión: 5 de junio de 2017

CAPÍTULO 4: MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN

CENTRO DE ESTUDIOS PARA LA PRODUCCIÓN (CEP). "Mapas de parques industriales en Argentina". Secretaría de Industria, Comercio y de la Pequeña y Mediana Empresa, Ministerio de Producción. Última revisión: 4 de agosto de 2017

CRISAFULLI, LUCIANO Y COL. " Parques Industriales en la Provincia de Córdoba". <http://www.ieralpyme.org> Última revisión: 4 de agosto de 2017

CRISAFULLI, LUCIANO Y COL." Parques Industriales en Rio Cuarto". <http://www.ieralpyme.org> (Obtenido en agosto de 2017) Ministerio de industria de Comercio y Minería. Ley de parques Nacionales. Portal oficial del Gobierno de la provincia de Córdoba. Última revisión: 29 de junio 2017

GOOGLE MAPS. 2017, Google.

REGISTRO NACIONAL DE PARQUES INDUSTRIALES. Parque Industrial Piloto Del Municipio De Río IV. <http://parques.industria.gob.ar>. Última revisión: 29 de junio 2017

PARQUE INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICO S.E.M. 2016. Simulador de ventas. Lotes, S.E.M. Última revisión: 3 de agosto de 2017

CAPÍTULO 5: SELECCIÓN DEL PROCESO

BAILEY, B. Y COL., Diethyl Ether as a Renewable Diesel Fuel, ISN972978.

CHENG, Z., *Catalysis for forming diethyl ether*, 18 de septiembre de 2014. US20140275636 A1.

CONTRERAS, JOSÉ LUIS Y COL., Estudio Cinético para la obtención de eter etílico a partir de etanol usando una resina ácida en fase heterogénea, División de Ciencias básicas e ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana, 1983.

COX, H, Production and purification of diethyl ether 11 de agosto de 1936. US 2050600 A.

DEMICHELI, G. Purifying Diethyl Ether, 4 de julio de 1916. Estados Unidos. US1189602A.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

FAN, D, Ethylene Formation by Catalytic Dehydration of Ethanol with Industrial Considerations, SSN 1996-1073, 2013.

FLAHEBTY, E. Anesthesia ether and process of making the same. 5 de agosto de 1919. US1312475A.

FOSTER, P. Method of purifying ether. 27 de febrero de 1924. US 1544569 A.

FREKMAN, G. R. Y COL., The thermal decomposition of diethyl ether, Laboratorio de Física y química, Universidad de Oxford, 1957.

FUQUA, M. Y COL., Ether purification, 18 de octubre de 1949. US 2485329 A.

NOMMENSEN, E. Ether purification, 7 de mayo de 1957. US2791615 A.

PALKIN, S. Y COL., Process for the purification and preservation of ether, 10 de enero de 1933, US1893870A.

TANUTPORN KAMSUWAN Y COL., Diethyl Ether Production during Catalytic Dehydration of Ethanol over Ru- and Pt- modified H-beta Zeolite Catalysts, Journal of Oleo Science, 2017.

TAPAS RAJKHOWA, On Board Conversion of BioEthanol to Diethyl Ether Master's Thesis in Innovative and Sustainable, Chemical Engineering Department of Chemical and BIOLOGICAL ENGINEERING, Division of Chemical Reaction Engineering, chalmers university of technology göteborg, 2011

TOSELLI, L. Y COL., Simulación del proceso de fabricación de éter etílico. Optimización energética. ISSN 0716- 8756. Información tecnológica. Vol 6, nº 5, 1995.

T. KITO- BORSA, KINETICS, Characterization and Mechanism for the Selective Dehydration of Ethanol to Diethyl Ether over Solid Acid Catalysts, Department of Chemistry and Geochemistry Colorado School of Mines Golden, CO 90401, 2004.

VÍCTOR EDUARDO CASTRILLÓN, Proceso de producción de éter etílico, Departamento de Ingeniería química Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 2014.

WIDAYAT Y COL., Diethyl Ether Production Process with Various Catalyst Type, SSN: 2086-5023, 2013.

www.nptel.ac.in/courses/103106109/3140/Lecture%2040%20Diethyl%20ether.pdf. (Última revisión, 29 de agosto de 2017)

CAPÍTULO 6: CAPACIDAD DE LA PLANTA

BACA URBINA GABRIEL. 2010. Evaluación de Proyectos. 6ta ed.

NASSIR SAPAG CHAIN.1989. Preparación y Evaluación de Proyectos. 2nd ed.

SASOL INDUSTRIA QUÍMICA. www.sasol.com/zh-hant/media-centre/media-releases/sasol-doubles-diethyl-ether-capacity-germany-meet-global-demand. Última revisión: 1 de agosto de 2017.

CAPÍTULO 7: BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

Chemcad v7.1.2, 2017, CHEMSTATION inc.

HIMMENBLAU D. 1997. Principios básicos y cálculos en ingeniería química. 6º edición. Prince – Hall hispanoamericana S. A. Méjico.

CAPÍTULO 8: DISEÑO Y ADOPCIÓN DE EQUIPOS

APERAM. Catálogo de productos. Aceros inoxidables.

COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETROLEOS MEJICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS. SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEJICANOS. 2004. Espaciamientos mínimos y criterios para la distribución de instalaciones industriales.

FOUST A. y COL, 2006.Principios de operaciones unitarias. 6º edición. Editorial Continental. Méjico.

GAPS GUIDELINES. 2015. Oil and chemical plant lay out and spacing. Conneticut Estados Unidos. Editorial Global Asset Protection Services.

TREYBAL R., 1988. Operaciones de transferencia de masa. 2º edición. McGraw Hill interamericana. Méjico

INDUSTRIAL RISK INSURERS INFORMATTION. 1996. Oil and Chemical plant lay out a and spacing.

INDUSTRIA SULFURICO S.A. tanques para ácido sulfúrico concentrado. Cuidad del Plata. Uruguay.

KERN, D. 1999. Procesos de transferencia de calor. 13º edición. Editorial Continental. Méjico.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

LEVENPIEL, O. 2004. Ingeniería de las reacciones químicas. 3ª edición. Editorial Limusa Wiley. Méjico.

MANUAL DE BOMBAS INOXPA. www.inoxpa.com

OCÓN GARCÍA J. Y TOJO BARREIRO GABRIEL. Problemas de ingeniería química operaciones básicas. Tomo I. Editorial Aguilar.

PDVSA. 1993. Manual de ingeniería de riesgos. Volumen 1. Separación entre equipos e instalaciones.

PERRY. Manual del ingeniero químico. 6ª edición. Editorial Mc Graw Hill. Méjico.

REGLAMENTO DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS. ITC MIE APQ – 6: Líquidos corrosivos en recipientes fijos.

SMITH, C. Control automático de procesos teoría y práctica. 3ª edición. Editorial Limusa Wiley. Méjico.

SPIRAX SARCO. Dry Saturated Steam Line, revisado diciembre de 2017.

www.spiraxsarco.com/Resources/Pages/Steam-Tables/saturated-steam.aspx

Chemcad v7.1.2, 2017, CHEMSTATION inc.

CAPÍTULO 9: ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

CENTRO VIRTUAL DE APRENDIZAJE TECNOLÓGICO DE MONTERREY. www.cca.org.mx/cca/cursos/administracion/artra/produccion/recursos/7.3.1/mantenimiento.htm. (Última revisión: 5 de diciembre 2017)

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN. www.juntadeandalucia.es/educacion/webportal/ishare-servlet/content/6f418b4a-5533-4bc5-9d6a-94b5fc344632. (Última revisión: 12 de noviembre 2017)

GESTIOPOLIS. DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS. www.gestiopolis.com/porque-es-necesario-el-departamento-de-recursos-humanos. (Última revisión: 5 de diciembre 2017)

LA ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA. www.assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448146859.pdf. (Última revisión: 10 de diciembre 2017)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DE FUNCIONES DEL PERSONAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO.
[http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/1352/2015GongoraOrtiz%2CLucas - AnexoE.pdf?sequence=6&isAllowed=y](http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/1352/2015GongoraOrtiz%2CLucas%20AnexoE.pdf?sequence=6&isAllowed=y). (Última revisión: 12 de noviembre 2017)

SEMINARIO DE ECONOMÍA. LA ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.
[www.ecobachillerato.com /eoearagon/tema5.pdf](http://www.ecobachillerato.com/eoearagon/tema5.pdf). (Última revisión: 10 de diciembre 2017)

STONER, JAMES A. F. 1996. Administración. 6º edición. Editorial Prentice Hall hispanoamericana S. A. Méjico.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FRBA. 2008. Organigrama, Sistemas y organizaciones.

CAPÍTULO 10: OBRAS CIVILES

ALACERO. Conexiones para base de columna. www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/solucionesconstructivas/conexiones-base-columna. (Última revisión: 10 enero 2018)

ANEXO I: DOCUMENTO COMPLEMENTARIO DEL CÓDIGO DE LA EDIFICACIÓN

Nº I (A). REGLAMENTO SOBRE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA Y SUELOS.
<http://forestindustria.magyp.gob.ar>. (Última revisión: 5 enero 2018).

CARCEPRET. Prensados de hormigón. Método constructivo.

COLEGIO OFICIAL ARQUITECTOS DE MADRID. 2012. Norma UNE 60670. Parte 6

CORCEPRET, PRENSADOS DE HORMIGÓN. Método constructivo Sistema Corcepret.
www.corblock.com/pdf/metodo-constructivo-corcepret.pdf. (Última revisión: 10 enero 2018)

GARCÍA SAN JOSÉ RICARDO. Salas de calderas I. www.energía.com. (Última revisión: 10 enero 2018)

JOFEL INDUSTRIAL S. A. 2009. Guía de espacios higiénicos y sanitarios.

LEY NACIONAL Nº 19587: Higiene y seguridad en el trabajo

MÉNDEZ RODRÍGUEZ, MANUEL. 2013. Consideraciones para el diseño de laboratorios en la industria química. Edición: Área de innovación y desarrollo, S.L. España.

MORÁN SEÁN. 2017. Process plant lay out. 2º edición. Editorial Elsevier. Estados Unidos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

PDVSA. 1993. Manual de ingeniería de riesgos. Volumen 1. Separación entre equipos e instalaciones.

RIVAS RUZO, CÉSAR A. 2014. Proyecto y cálculo de una nave industrial metálica. Universidad Nacional de Córdoba. Carrera de ingeniería civil.

SESOL, SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL. Manual de evaluación de proyectos para el servicio de limpieza municipal.

[http://municipios.unq.edu.ar/modules/mislibros/archivos/SEDESOL%20\(S-F\)%20Manual%20de%20Evaluacion%20de%20Proyectos%20para%20el%20Servicio%20de%20Limpia%20Municipal.pdf](http://municipios.unq.edu.ar/modules/mislibros/archivos/SEDESOL%20(S-F)%20Manual%20de%20Evaluacion%20de%20Proyectos%20para%20el%20Servicio%20de%20Limpia%20Municipal.pdf). (Última revisión :25 marzo 2018)

VACA URBINA, Gabriel. 2010, Evaluación de proyectos. Sexta edición. Méjico: Mcgraw-Hill/interamericana editores, S.A. de C.V.

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LOS REGLAMENTOS NACIONALES DE SEGURIDAD PARA LAS OBRAS CIVILES. 2017. Listado de puerta clasificadas hasta enero de 2017.

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LOS REGLAMENTOS NACIONALES DE SEGURIDAD PARA LAS OBRAS CIVILES. 2016. Reglamento argentino para construcción sismorresistentes Parte III Construcciones de mampostería. Editorial INPRES. Argentina.

LOSA DE VIGUETAS Y BLOQUES EPS, CON CUBIERTA TRADICIONAL VÍA HÚMEDA CON PERLAS DE EPS Y TERMINACIÓN CON MEMBRANA. www.envolventes.com.ar/49.pdf. (Última revisión: 15 enero 2018)

CAPÍTULO 11: SERVICIOS AUXILIARES

Actuadores neumáticos, Frautschi®. <http://www.frautschi.com.ar>

Agua y Saneamientos Argentinos S.A. Caudal de agua para baños y duchas.

ANEOR, norma UNE – EN 13162:2009. 2009. “Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación”.

AutoCAD v 13, 2017, Autodesk inc.

BAEL Iluminación, especificación de iluminarias. <http://www.bael.com.ar/>

Barber, Antony. 1989. *Pneumatic Handbook*, Octava edición. Elsevier Inc.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

Bimba Manufacturing Company. 2011. *“Pneumatic Applications & Reference Handbook”*. Illinois, USA.

Branan, Carl. *Rules of Thumb for Chemical Engineers, 3ed.* Gulf Publishing Company, Houston.

Crane Co. 1988. *Flow of fluids through valves, fittings, and pipe*. Technical Paper No. 410.

Chemcad v7.1.2, 2017, CHEMSTATION inc.

Dr. Stenhede. 2004. *Manual de Refrigeración de Alfa Laval*.

ECOGAS - Distribuidora de Gas del Centro S.A

Equipamiento para almacenamiento, STRAPLAS S.A. <http://straplas.com.ar>

Equipamiento para Refrigeración Industrial, REFRIN S.A.I y C. <http://www.refrin.com.ar>

Especificaciones de Calderas, Fontanet S.R.L., www.calderasfontanet.com (21 de enero de 2018)

Especificaciones de Compresores, Silveira e hijos Refrigeración. <http://silveiraehijos.com.ar>

Especificaciones de Condensadores, Caamaño S.A. <http://www.caam.com.ar>

Ingeniero Industrial Matias Diaz (0351 – 2383246), IGA Ingeniería.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, “Análisis y diseño de un recipiente a presión para el almacenaje de gas natural, utilizando un material alternativo (SA-283-C)” Guillermo Román Portillo García

Junta de León y Castilla. *“Manual de instalaciones receptoras de gas natural”*. I. Sorles, León, España.

Junta de León y Castilla. *“Manual técnico de diseño y cálculo de redes de vapor”*. I. Sorles, León, España.

Kern, Donald Q. 1965. *Procesos De Transferencia De Calor*, Trigésima Primera Reimpresión México, 1999. Compañía Editorial Continental, S.A.

Ocón y Tojo Tomo I. 1966. *Problemas de Ingeniería química*, página 14. Segunda Edición, Aguilar.

Parque Industrial Rio Cuarto, Córdoba, Argentina. (15 de enero de 2018)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

Productos, Caños de Conducción, Tubos Argentinos S.A., www.tubosarg.com.ar (21 de enero de 2018)

Seán Moran. 2017. *Process Plant Layout*, Second Edition. Elsevier Inc.

Steam Engineering Tutorials <http://www.spiraxsarco.com/Resources/Pages/Steam-Engineering-Tutorials/steam-distribution/pipes-and-pipe-sizing.aspx>

TADE CZERWENY S.A. Matías Barberis, barberismatias@tadeoczzerweny.com.ar

TETRA PACK, 1996. *Manual de Industrias Lácteas*. Editor Antonio Madrid Vicente.

Velocidades Recomendables para una tubería de vapor, Spirax Sarco.

Westinghouse. 1972. *Manual de Alumbrado* pág.94 – 107, 2da Edición. Editorial Dossat S.A., y Westinghouse.

Cengel, Y., Cimbala, J. (2006). *Mecánica de fluidos, fundamentos y aplicaciones*. Ed. McGraw - Hill, México D.F, México.

Moncada Pérez, J., Andrés, J. (2009). *Manual de protección contra incendios de la NFPA, quinta edición en español*. Bogotá, Colombia.

Quinn, P., Torres Manso, M. (2007). *Implementación de normas de seguridad e higiene*. Universidad Nacional de la Pampa - Facultad de Ingeniería.

Villaroel Zambrano, E. (2008). *Manual para el diseño de instalaciones eléctricas livianas*. Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Venezuela.

CAPÍTULO 12: TRATAMIENTO DE EFLUENTES

BOWELL. R. J. A review of sulfate removal options for mine waters. http://www.imwa.info/docs/imwa_2004/IMWA2004_43_Bowell.pdf (Última revisión: 3 enero 2018). Inglaterra.

DE LUNA MARK DANIEL G. Y COL. 2016. An estatical experimental desing to remove sulfate by cristallization in a fluidized – bed reactor. Chinese Institute of environmental engineering. China.

GELDENHUYS A. J. 2003. An integrated limestone/llime process for partial sulfhate removal. The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy. Sud Africa.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

GOMINSEK, TOMI Y COL. 2005. Continuous precipitation of calcium sulfate dihydrate from waste sulfuric acid and lime. Journal of chemical technology and biotechnology. Estados Unidos.

GRAWAAD R. S. Y COL. Sodium sulfate recovery from industrial waste water using nano – membranes: a review. 2001. International review of chemical engineering vol 3, nº 3.

GYPSSUM ASSOCIATION. 1992. Treatment and disposal of gypsum board waste. Washinton D.C. Estados Unidos.

INTERNATIONAL NETWORK FOR ACID PREVENTION. 2003. Treatment of sulfate in mine effluents.

LEY NACIONAL Nº 10.028. ANEXO I Y III DECRETO 847/2016. Reglamentación de estándares y normas sobre vertidos para la preservación del recurso hídrico provincial.

LOPEZ, OSCAR & SANGUINETTI, DAVID & BRATTY, MICHAEL & KRATOCHVIL, DAVID. 2018. Green technologies for sulphate and metal removal in mining and metallurgical effluents. Canada y Chile.

MAREE J.P. Y COL. 1994. Neutralization of acid mine water with calcium carbonate. Watsci. Tech. Vol 29, nº 9, p 285 – 296. Gran Bretaña.

NAMASIVAYAN CHINNAIYA Y COL. 2007. Removal of sulfate from water and waste water by surfactante – modified coir pith, an agricultural solid “waste” by adsorption methodology. India.

REINSEL MARK A. A.1999. New process for sulfate removal form industrial waters. Proceedings America society of mining and reclamation. P 546 – 550.

SAQUED SALMAN MOHAMMED. 2009. Removal of sulfate from waste water by activated carbon. Al – Khwarizmi engineering journal. Vol 5 nº 3. P 72 -76.

SILVA ADARLÊNE M Y COL. 2012. Journal of hazardous materials. Mine water treatment with limestone for sulfate removal. www.elsevier.com/locate/jhazmat. Brasil.

SMITH, JAAP P. 2012. The treatment of polluted mine water. www.IMWA.info. Sud África.

SUSCHKA J. Y COL. Chemical and biological sulfates removal. Universidad de Bielsko – Biala. Polonia.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. 2011. Introduction to treatment of tannery effluents. Vinea, Italia.

WOLKOWSKI, RICHARD P. Using recycled Wall board for crop production.

CAPÍTULO 13: CONTROL DE CALIDAD

ANTON PAAR. Manual de usuario. Instrumentos para medición de densidad y concentración.
www.anton-paar.com

COLEMANN, S. Analysis of bio – etanol by gas chromatography. Application note. Agilent technologies.

ETHYL ETHER. METHOD: 1610, Issue 3 www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1610.pdf.
Última revisión: 5 enero 2018.

EQUISTAR. 2003. Ethyl alcohol hand book. 6º edición.

MERCK. 2015. M Quant test peroxides.

NFPA 182. 2007. Standard on personal alert safety systems (PASS)

PATRICIA D. SHARP. Gas Chromatography: Introduction and Application.

RESTEK. Analytical Reference materials. Diethyl ether standards.

UNIVERSIDAD DE COLORADO. COLORADO SPRINGS. Apéndice I: Peroxide management.
Guide lines for managing potential peroxide forming chemicals.

UNIVERSIDAD DE WASHINGTON. 2011. EH&S guidelines for peroxide forming chemicals.

CAPITULO Nº 14: CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS

ABELLAN CARMONA, L. 2008. Universidad de Costa Rica. Facultad de ingeniería. Sensores de nivel utilizados en la automatización industrial.

SPIRAX – SARCO. Accesorios de las calderas. www.fenercom.com/pages/pdf/formacion/13-01-23_Jornada%20calderas%20industriales/05-Accesorios-de-las-calderas-SPIRAX-XARCO-fenercom-2013. Última revisión: abril 1, 2018.

CAPÍTULO Nº 15: SEGURIDAD INDUSTRIAL

SISTEMA CENTRO DE INFORMACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS, EMERGENCIAS Y MEDIO AMBIENTE. ARP SURA. Almacenamiento seguro de alcohol.

HERRICK, R. PROTECCION PERSONAL. Herramientas y enfoques.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

LEY NACIONAL 19587 Higiene y Seguridad en el trabajo.

NFPA 30. 1996. Código de líquidos inflamables y combustibles

PEREZ ZORRILLA, S. 2012. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA. FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA Y FÍSICA. Elementos de protección personal

SENATI. 2014. Seguridad industrial. Manual del participante. Lima. Perú.

UNIVERSIDAD DE EDINBURGO. 2009. Departamento de seguridad y salud. Ethers: their storage and the detection and removal of peroxides.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. FACULTAD DE INGENIERIA. Elementos de protección personal.

CAPÍTULO Nº 16: ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

ABREU, M. 2006. Formulación y evaluación de proyectos de inversión en México. Universidad Autónoma Metropolitana, de <http://www.colpamex.org/Revista/Art5/24.pdf>, Última revisión diciembre 13, 2017.

AGUILERA, R. & SEPÚLVEDA, F. 2005. Evaluación de proyectos de inversión para la toma de decisiones. Economía y administración. núm 64, pp. 91-100. <http://www2.udec.cl/~rea/REVISTA%20PDF/Rev64/art5rea64.pdf>. Última revisión: marzo 10, 2018.

BACA URBINA GABRIEL. 2010. Evaluación de Proyectos. 6º edición.

BMI. Guía para la formulación de proyectos de inversión. https://www.bmi.gob.sv/pls/portal/docs/PAGE/BMI_PORTALBMI/BMI_PRODUCTOS_FINANCIEROS/BMI_PRODUCTOS_NO_FINANCIEROS/BMI_GUIAS_PARA_EL_INVERSIONISTA/BMI_GUIA_PROYECTOS_INVERSION/GUIA_PROYECTOS%20INVERSION_DEF.PDF

CANACO (abril, 4, 2010). Pymes “mueren” a los tres años. El Universal, México.

DOF. 2010. Reglas de operación del fondo de apoyo para la micro, pequeña y mediana empresa para el ejercicio fiscal 2011.

ESCALONA, I. 2009. Métodos de evaluación financiera en evaluación de proyectos. El Cid editor. Argentina.

ING. ILLANES / ING. BACCIFAVA. 2016. Integración V. Apunte de Catedra.

Ley Nacional n°10.412. Ley impositiva.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – BIBLIOGRAFÍA

MORALES, A. & MORALES, J. 2009. Proyectos de inversión. Evaluación y formulación. Ed. McGraw Hill: México.

NAFIN, <http://www.nafin.com/portalfn/>, Última revisión: marzo 6, 2018.

PERRY, R. Manual del ingeniero químico. Tomo I y II. Sexta edición. McGraw Hill: México.

PETERS, M. 1991. Plant design and economics for chemical engineers. 4^o edición. McGraw Hill: México

RAMÍREZ, D., VIDAL, A. & DOMÍNGUEZ, Y. 2009. “Etapas del análisis de factibilidad. Compendio bibliográfico”. Contribuciones a la Economía. <http://www.eumed.net/ce/2009a/amr.htm>

ROMAGNOLI, S. 2008. “Evaluación financiera de proyectos de inversión. Fruticultura & Diversificación”. Columna Económica, p. 58, de http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/biblo/rompecabezas/pdfs/fyd58_col-ec.pdf, Última revisión: febrero 25, 2018.

SAINZ, R. & MAGAÑA, J. 2007. Método para realizar un análisis de sensibilidad a proyectos de inversión, ante cambios en la tasa de interés. Tecnología y pensamiento. Vol. 2, núm1 – 2.

SAPAG CHAIN NASSIR Y REINALDO. 1989. Preparación y evaluación de proyectos. Editorial Mac Graw – Hill. Méjico.

SOLDEVILLA, E. 1990. Inversión y Mercado de Capitales. Editorial Milladoiro.

SOSA, M. 2007. Fundamentos teórico-metodológicos para la evaluación económico-financiera de proyectos de inversión. Ed. Cir Editor. Argentina

ANEXO AI: ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

En este apartado se recopilan todas las hojas de especificaciones de los diferentes equipos que pertenecen al proceso, donde se indican sus datos mecánicos, datos de proceso y características técnicas.

AI 1. Listado de equipos por sector

LISTADO DE EQUIPOS		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
PRODUCCIÓN Y PURIFICACIÓN DE EE A PARTIR DE BIOETANOL				
TAG	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO DE DISEÑO		MATERIAL
T01	Tanque Pulmón de Proceso (AE)	Volumen del Recipiente (m ³)	57	AISI 304
I01	Enfriamiento de Reactivos a C04	Superficie (m ²)	140	AISI 304
B02	Bomba de Impulsión de AE ₁ desde I01 a C04	Potencia (kW)	0,75	AISI 316L-304
C04	Columna de Absorción de Gases	Volumen del Recipiente (m ³)	1,20	AISI 304
B03	Bomba de Impulsión de AE desde C04 a I02	Potencia (kW)	0,60	AISI 316L-304
I02	Intercambiador de calor	Superficie (m ²)	133,80	AISI 304
I03	Intercambiador de calor (130°C)	Superficie (m ²)	106,10	AISI 304
R01	Reactor Adiabático e Isotérmico	Volumen del Recipiente (m ³)	9,40	AISI 304
T03	Tanque de Almacenamiento de AS (56%)	Volumen del Recipiente (m ³)	14	AISI 304
I04	Intercambiador de calor para el AS a 130°C	Superficie (m ²)	62	AISI 304
B04	Bomba de Impulsión de AS desde I04 a R01	Potencia (kW)	1,12	AISI 316L-304

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

C01	Columna de Neutralización	Volumen del Recipiente (m ³)	2	AISI 304
T04	Tanque de Almacenamiento de HS (50%)	Volumen del Recipiente (m ³)	12	AISI 304
B05	Bomba de Impulsión de HS desde T04 a C01	Potencia (kW)	1,12	AISI 316L-304
B06	Bomba de Impulsión de SN desde C01 a C02	Potencia (kW)	0,75	AISI 316L-304
C02	Columna de Deshidratación	Volumen del Recipiente (m ³)	16,60	AISI 304
C03	Columna de Purificación	Volumen del Recipiente (m ³)	3,50	AISI 304
I05	Enfriamiento del producto EEF	Superficie (m ²)	61,10	AISI 304
I06	Enfriamiento del reciclo AERE	Superficie (m ²)	17,30	AISI 304
B07	Bomba de Impulsión de AERE desde I06 a T01	Potencia (kW)	0,60	AISI 316L-304
T02	Tanque de almacenamiento de EE (98%)	Volumen del Recipiente (m ³)	33,05	AISI 304

LISTADO DE EQUIPOS			PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA					
TAG	Cant.	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO DE DISEÑO		MATERIAL
A01-02	2	Tanques de Almacenamiento AE al 96%	Volumen del Recipiente (m ³)	125	AISI 304
B01	1	Bomba de Impulsión de AE desde A01-02 a T01	Potencia (kW)	0,75	AISI 316L-304

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

LISTADO DE EQUIPOS			PRODUCCIÓN DE ETÉR ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
ALMACÉN DE INSUMOS					
TAG	Cant.	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO DE DISEÑO		MATERIAL
A03	1	Tanque de Almacenamiento de AS (98%)	Volumen del Recipiente (m ³)	24	AISI 304
A04	1	Tanque de Almacenamiento HS al 99,9%	Volumen del Recipiente (m ³)	15	Polipropileno

LISTADO DE EQUIPOS			PRODUCCIÓN DE ETÉR ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO					
TAG	Cant.	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO DE DISEÑO		MATERIAL
A05-06	2	Tanque de Almacenamiento EE al 98%	Volumen del Recipiente (m ³)	210	AISI 304
B08	1	Bomba de Impulsión de EE desde T02 a A05-06	Potencia (kW)	0,75	AISI 316L-304

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

LISTADO DE EQUIPOS			PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
SERVICIOS					
TAG	Cant.	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO DE DISEÑO		MATERIAL
S CV	1	Caldera de Vapor Saturado	Potencia (kg/h)	2700	Según códigos europeos y americanos
S CV B01	1	Bomba de alimentación de agua a CV	Potencia (kW)	0,75	AISI 316L-304
S CV T	1	Almacenamiento agua de alimentación CV	Volumen del Recipiente (m ³)	30	PRFV
S F I01	1	Enfriamiento del fluido refrigerante	Superficie (m ²)	13,10	AISI 304
S F C	2	Condensador de Gases del fluido refrigerante	Potencia (kW)	26,50	Acero Galvanizado
S F CP01	2	Compresor	Potencia (kW)	1,12	Según códigos europeos y americanos
S F TR	1	Recibidor de líquidos	Volumen del Recipiente (m ³)	1	ASTM-516 Gr.70
S F TS	1	Separador de líquidos	Volumen del Recipiente (m ³)	2	ASTM-516 Gr.70
S F A01	1	Almacenamiento de agua helada	Volumen del Recipiente (m ³)	1,50	PRFV
S F A02	1	Almacenamiento de agua de retorno	Volumen del Recipiente (m ³)	1,50	PRFV

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

S F B01	1	Bomba de impulsión de agua helada	Potencia (kW)	0,37	AISI 316L-304
S F B02	1	Bomba de retorno	Potencia (kW)	0,75	AISI 316L-304
S AC A	32	Actuador Neumático	Diámetro (mm)	90	AISI 304L
S AC CP01	1	Compresor	Potencia (kW)	2,98	Acero montado y rectificado
S A A01	1	Almacenamiento de agua	Volumen del Recipiente (m ³)	30	PRFV
S A B01	1	Bomba de impulsión de agua	Potencia (kW)	2,20	AISI 316L-304
S N C01	1	Tamiz molecular	Potencia (kW)	3,73	ASME - Estándar
S N T01	1	Tanque de almacenamiento de Nitrógeno	Volumen del Recipiente (m ³)	30	Acero al Carbono SA – 283C
S N CP01	1	Compresor	Potencia (kW)	90	Acero montado y rectificado
S N T02	1	Tanque de almacenamiento de Oxígeno	Volumen del Recipiente (m ³)	2	Acero al Carbono SA – 283C
S E Tr	1	Transformador trifásico de DISTRIBUCION	Potencia (kVA)	250	Arrollamientos de cobre

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

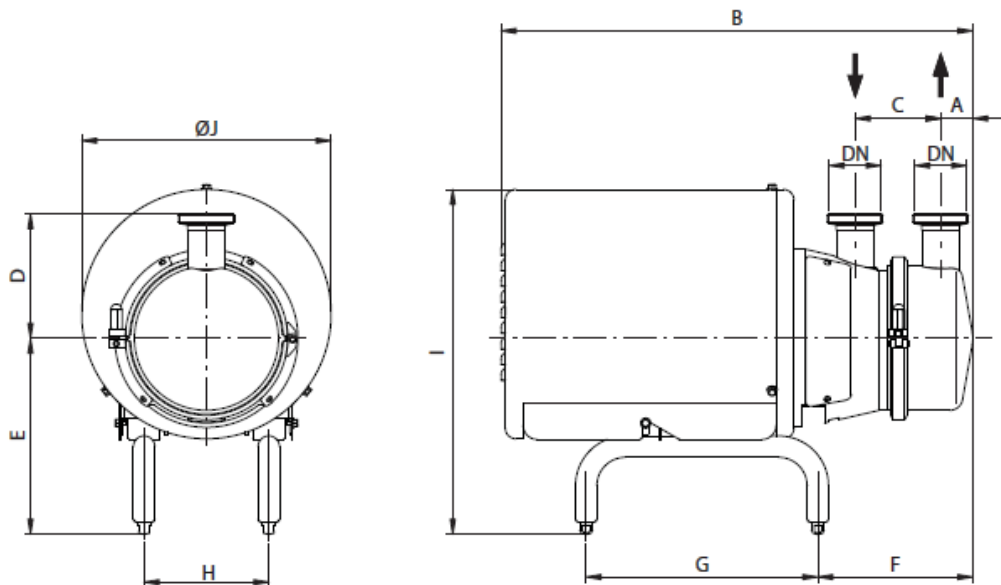
AI 2. Producción y Purificación de EE a partir de Bioetanol

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE PULMÓN		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	T01	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento	
Función	Almacenar el AE necesario para el proceso	
DATOS DE OPERACIÓN		
Fluido	Alcohol Etílico	
Temperatura (°C)	25	
Presión (Bar _M)	1,05	
Densidad (kg/m ³)	797	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	57	
Diámetro (mm)	3600	
Altura (mm)	5600	
Posicionamiento	Vertical	
Grueso cilindro (mm)	52	
Grueso fondo (mm)	52	
Peso vació (kg)	34900	
Temperatura de diseño (°C)	25	
Presión de diseño (Bar _M)	1,05	
Material construcción	AISI 304	
Densidad material de construcción (kg/m ³)	8027	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACION DE INTERCAMBIADORES				
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
TAG	I01			
DATOS GENERALES				
Denominación del equipo		Intercambiador de Carcasa y tubos		
Función		Enfriamiento de la corriente AE ₁ para el ingreso a la C04		
Tipo	AEL	Superficie (m ²)	140	
Configuración	1 carcasa con conexión 1 paralelo 1 serie			
DATOS DE OPERACIÓN				
Localización del fluido	Tubos		Carcasa	
Fluido	Vapor de agua		Etanol	
Caudal (kg/h)	1200		1570,50	
Temperatura de Operación (°C)	IN	OUT	IN	OUT
Fase Vapor	-	-	-	-
Fase Líquida	3	15,60	20	3,20
Presión de Operación (BarM)	1,05			
Factor de ensuciamiento (h.m ² .°C/kcal)	0,000205		0,000205	
Calor Intercambiado (kcal/h)	1,52.10 ⁴		DTml	1,36
DATOS DE DISEÑO				
Numero de pasos	1		1	
Posicionamiento	Horizontal			
Tubos	ID/OD (mm)	Longitud (mm)		Pitch (mm)
Número	393	17,40/19,05	6100	23,83
Carcasa	ID (mm)	539,75	OD (mm)	565,15
Material de Construcción	AISI 304			

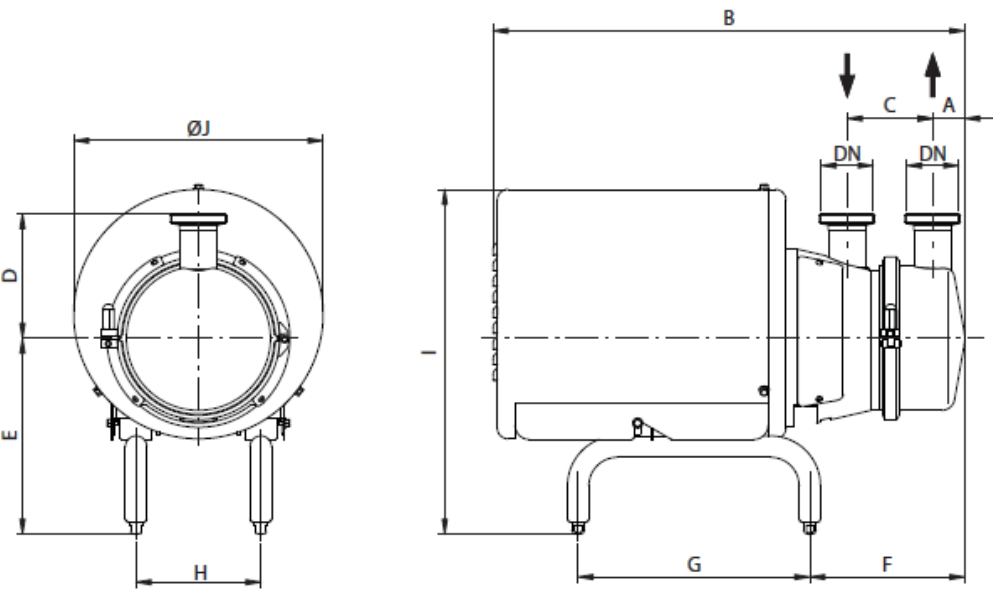
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS	
Hoja 1 de 1	
TAG	B02
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación del equipo	Bomba de canal lateral
Función	Impulsar la corriente AE ₁ desde I01 a C04
Modelo adoptado	ASPIR A-50
Proveedor	Famiq Argentina - Inoxpa ®
DATOS DE DISEÑO	
Caudal máximo (m ³ /h)	3,80
Altura manométrica máxima (mca)	22 (a caudal cero)
NPSH (mca)	3,60 m
Motor	0,75 kW – 1400 rpm - trifásico
Longitud (mm)	529
Altura (mm)	395
Diámetro (mm)	290
	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE COLUMNA DE ABSORCIÓN DE GASES				
Hoja 1 de 1			PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
TAG	C04			
DATOS GENERALES				
Denominación de Equipo			Columna de Absorción de Gases Recirculados	
DATOS DE OPERACIÓN				
	Entrada Cabeza	Entrada Fondo	Salida Cabeza	Salida Fondo
Fluido	AE ₁	EERE	VE	AE
Temperatura (°C)	3,50	25	3,5	14,5
Presión (Bar _M)	1,05	1,05	1,05	1,05
Fase Vapor	0	1	1	0
DATOS DE DISEÑO				
Diámetro de la Columna (mm)			457,20	
Altura de la Columna (mm)			7300	
Material del Cuerpo			Acero AISI 304	
Peso Columna Vacía			346	
Número de Platos			12	
Espaciado entre Platos (mm)			606,90	
			Área (m ²)	Campanas
Nº de plato 1 hasta Nº 12			0,16	8

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS	
Hoja 1 de 1	
TAG	B03
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación del equipo	Bomba de canal lateral
Función	Impulsar la corriente AE desde C04 a I02
Modelo adoptado	ASPIR A-50
Proveedor	Famiq Argentina- Inoxpa ®
DATOS DE DISEÑO	
Caudal máximo (m ³ /h)	3,80
Altura manométrica máxima (mca)	22 (a caudal cero)
NPSH (mca)	3,60
Motor	0,75 kW – 1400 rpm - trifásico
Longitud (mm)	529
Altura (mm)	395
Diámetro (mm)	290
	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACION DE INTERCAMBIADORES				
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
TAG	I02			
DATOS GENERALES				
Denominación del equipo		Intercambiador de Carcasa y tubos		
Función		Calentamiento de la corriente AE para el ingreso a R01		
Tipo	AEL	Superficie (m ²)	114	
Configuración	1 carcasa con conexión 1 paralelo 1 serie			
DATOS DE OPERACIÓN				
Localización del fluido	Tubos		Carcasa	
Fluido	Vapor de agua		Etanol	
Caudal (kg/h)	1800		1597,50	
Temperatura de Operación (°C)	IN	OUT	IN	OUT
Fase Vapor	126	115	-	124
Fase Líquida	-	-	14,50	-
Presión de Operación (BarM)	1,70			
Factor de ensuciamiento (h.m ² .°C/kcal)	0,000205		0,000205	
Calor Intercambiado (kcal/h)	4,31.10 ⁵		DTml	24,93
DATOS DE DISEÑO				
Numero de pasos	1		1	
Posicionamiento	Horizontal			
Tubos	ID/OD (mm)	Longitud (mm)		Pitch (mm)
Número	319	17,40/19,05	6100	23,81
Carcasa	ID (mm)	489	OD (mm)	514,40
Material de Construcción	AISI 304			


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACION DE INTERCAMBIADORES				
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
TAG	I03			
DATOS GENERALES				
Denominación del equipo		Intercambiador de Carcasa y tubos		
Función		Sobre calentamiento de la corriente AE para alcanzar los 130 °C, temperatura de operación R01		
Tipo	AEL	Superficie (m ²)	113,68	
Configuración	1 carcasa con conexión 1 paralelo 1 serie			
DATOS DE OPERACIÓN				
Localización del fluido	Tubos		Carcasa	
Fluido	Vapor de agua		Etanol	
Caudal (kg/h)	1200		1570,50	
Temperatura de Operación (°C)	IN	OUT	IN	OUT
Fase Vapor	131	126	124	130
Fase Líquida	-	-	-	-
Presión de Operación (BarM)	1,70			
Factor de ensuciamiento (h.m ² .°C/kcal)	0,000205		0,000205	
Calor Intercambiado (kcal/h)	2,46.10 ³		DTml	0,73
DATOS DE DISEÑO				
Numero de pasos	1		1	
Posicionamiento	Horizontal			
Tubos		ID/OD (mm)	Longitud (mm)	Pitch (mm)
Número	393	17,40/19,05	6100	23,81
Carcasa		ID (mm)	489	OD (mm) 514,40
Material de Construcción		AISI 304		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE REACTOR ADIABATICO E ISOTERMICO		
HOJA 1 DE 2		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	R01	
DATOS GENERALES		
Denominación Equipo		Reactor Adiabático e Isotérmico
Función		Reactor de eterificación
DATOS DE OPERACION		
FLUIDO	Reactivo	Bioetanol
	Catalizador	Ácido Sulfúrico
Temperatura de Operación (°C)		130
Presión de Operación (Bar _A)		1,05
Peso de Operación (kg)		3133
Densidad (kg/m ³)		1134
Viscosidad (cP)		0,01564
DATOS DE DISEÑO		
Capacidad (m ³)		9
Diámetro Interior (mm)		2000
Longitud Total (mm)		3000
Posicionamiento		Vertical
Temperatura de Diseño (°C)		130
Presión de Diseño (Bar _A)		1,05
Material Construcción		AISI 316 - L

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE REACTOR ADIABATICO E ISOTERMICO		
HOJA 2 DE 2		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	R01	
DATOS DEL DIFUSOR		
Tipo de Difusor	Radial	
Potencia Aportada (W)	135,63	
Número de tubos	6	
Longitud de los tubos (mm)	900	
Número de agujeros	1500	
Diámetro de agujeros (mm)	1,40	
Pitch	5	
		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE PULMÓN		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	T03	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento	
Función	Almacenar el AS (56%) necesario para catalizar el proceso	
DATOS DE OPERACIÓN		
Fluido	Ácido Sulfúrico	
Temperatura (°C)	25	
Presión (Bar _M)	1,05	
Densidad (kg/m ³)	1250	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	14	
Diámetro (mm)	3400	
Altura (mm)	1500	
Posicionamiento	Vertical	
Grueso cilindro (mm)	5	
Grueso fondo (mm)	5	
Peso vació (kg)	1373	
Temperatura de diseño (°C)	25	
Presión de diseño (atm)	1,05	
Material construcción	AISI 304	
Densidad material de construcción (kg/m ³)	8027	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACION DE INTERCAMBIADORES				
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
TAG	I04			
DATOS GENERALES				
Denominación del equipo		Intercambiador de Carcasa y tubos		
Función		Calentamiento de la corriente AS a 130°C		
Tipo	AEL	Superficie (m ²)	62	
Configuración	1 carcasa con conexión 1 paralelo 1 serie			
DATOS DE OPERACIÓN				
Localización del fluido	Tubos		Carcasa	
Fluido	Vapor de agua		Etanol	
Caudal (kg/h)	180		86,50	
Temperatura de Operación (°C)	IN	OUT	IN	OUT
Fase Vapor	130	115	-	130
Fase Líquida	3	15,60	20	-
Presión de Operación (BarM)	1,70			
Factor de ensuciamiento (h.m ² .°C/kcal	0,000205		0,000205	
Calor Intercambiado (kcal/h)	6,09.10 ³		DTml	7,98
DATOS DE DISEÑO				
Numero de pasos	1		1	
Posicionamiento	Horizontal			
Tubos	ID/OD (mm)	Longitud (mm)		Pitch (mm)
Número	170	17,40/19,05	6100	23,81
Carcasa	ID (mm)	387,40	OD (mm)	412,80
Material de Construcción	AISI 304			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	B04	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Bomba mono-bloc	
Función	Impulsar la corriente AS desde I04 a R01	
Modelo adoptado	Estampinox EFI 2 con recubrimiento	
Proveedor	Famiq Argentina- Inoxpa ®	
DATOS DE DISEÑO		
Caudal máximo (m ³ /h)	18	
Altura manométrica máxima (mca)	5	
NPSH (mca)	2	
Motor	1,1 kW – 1450 rpm - Motor trifásico de inducción	
Longitud (mm)	517	
Altura (mm)	334	
Diámetro (mm)	290	

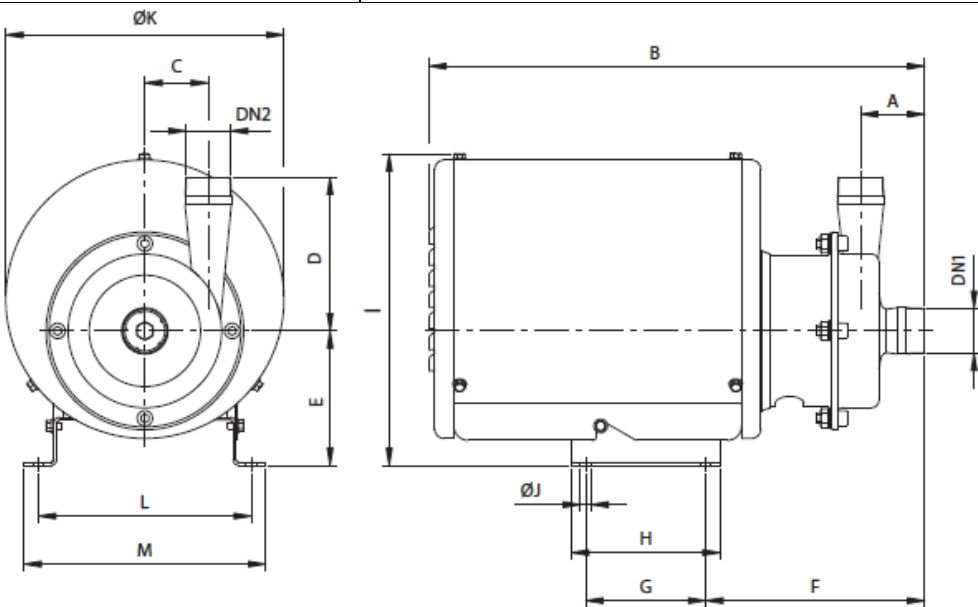
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE COLUMNA DE NEUTRALIZACIÓN				
Hoja 1 de 1			PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
TAG	C01			
DATOS GENERALES				
Denominación de Equipo			Columna de Neutralización	
DATOS DE OPERACIÓN				
	Entrada Cabeza	Entrada Fondo	Salida Cabeza	Salida Fondo
Fluido	HS	EER	EES ₁	SN
Temperatura (°C)	25	130	70	69
Presión (Bar _M)	1,05	1,05	1,05	1,05
Fase Vapor	0	1	1	0
DATOS DE DISEÑO				
Diámetro de la Columna (mm)			610	
Altura de la Columna (mm)			6620	
Material del Cuerpo			Acero AISI 304	
Peso Columna Vacía (kg)			346	
Número de Platos			12	
Espaciado entre Platos (mm)			606,90	
			Área (m ²)	Campanas
Nº de plato 1 hasta Nº 9			0,29	14
Nº de plato 10			0,16	8

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
Hoja 1 de 1	
TAG	T04
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento
Función	Almacenar HS para la neutralización en C01
DATOS DE OPERACIÓN	
Fluido	Hidróxido de Sodio
Temperatura (°C)	25
Presión (Bar _M)	1,05
Densidad (kg/m ³)	1310
DATOS DE DISEÑO	
Volumen (m ³)	12
Diámetro (mm)	3600
Altura (mm)	1100
Posicionamiento	Vertical
Grueso cilindro (mm)	5
Grueso fondo (mm)	5
Peso vació (kg)	1316
Temperatura de diseño (°C)	25
Presión de diseño (atm)	1,05
Material construcción	AISI 304
Densidad material de construcción (kg/m ³)	8027

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	B05	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Bomba mono-bloc	
Función	Impulsar la corriente HS desde T04 a C01	
Modelo adoptado	Estampinox EFI 2 con recubrimiento	
Proveedor	Famiq Argentina- Inoxpa ®	
DATOS DE DISEÑO		
Caudal máximo (m ³ /h)	3,80	
Altura manométrica máxima (mca)	5	
NPSH (mca)	0	
Motor	1,1 kW – 1450 rpm - Motor trifásico de inducción	
Longitud (mm)	517	
Altura (mm)	334	
Diámetro (mm)	290	
		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS	
Hoja 1 de 1	
TAG	B06
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación del equipo	Bomba de canal lateral
Función	Impulsar la corriente SN desde C01 a C02
Modelo adoptado	ASPIR A-50
Proveedor	Famiq Argentina- Inoxpa ®
DATOS DE DISEÑO	
Caudal máximo (m ³ /h)	3,80
Altura manométrica máxima (mca)	22 (a caudal cero)
NPSH (mca)	3,60 m
Motor	0,75 kW – 1400 rpm - trifásico
Longitud (mm)	529
Altura (mm)	395
Diámetro (mm)	290

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE COLUMNA DE DESHIDRATACION					
Hoja 1 de 1				PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
TAG	C02				
DATOS GENERALES					
Denominación de Equipo			Columna de Deshidratación		
DATOS DE OPERACIÓN					
	Entrada Cabeza	Entrada Fondo		Salida Cabeza	Salida Fondo
Fluido	EES ₁	SN	VV	EES ₂	SN ₁
Temperatura (°C)	70	69	130	42,50	102
Presión (Bar _M)	1,05	1,05	1,70	1,05	1,05
Fase Vapor	1	0	1	1	0
DATOS DE DISEÑO					
Diámetro de la Columna (mm)			1067		
Altura de la Columna (mm)			18600		
Material del Cuerpo			Acero AISI 304		
Peso Columna Vacía (kg)			5377		
Número de Platos			28		
Espaciado entre Platos (mm)			606,90		
				Área (m ²)	Campanas
Nº de plato 1			1,17		58
Nº de plato 2 hasta Nº 16			0,29		14
Nº de plato 17 hasta Nº 28			0,07		3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE COLUMNA DE PURIFICACIÓN			
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
TAG	C03		
DATOS GENERALES			
Denominación de Equipo		Columna de Purificación	
DATOS DE OPERACIÓN			
	Entrada Cabeza	Salida Cabeza	Salida Fondo
Fluido	EES ₂	EEF	AERE
Temperatura (°C)	42,50	35,50	79
Presión (Bar _M)	1,05	1,05	1,05
Fase Vapor	1	1	0
DATOS DE DISEÑO			
Diámetro de la Columna (mm)		457,20	
Altura de la Columna (mm)		21120	
Material del Cuerpo		Acero AISI 304	
Peso Columna Vacía		346	
Número de Platos		28	
Espaciado entre Platos (mm)		606,90	
		Área (m ²)	Campanas
Nº de plato 1 hasta Nº 16		0,16	8
Nº de plato 17 hasta Nº 28		0,07	3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACION DE INTERCAMBIADORES				
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
TAG	I05			
DATOS GENERALES				
Denominación del equipo		Intercambiador de Carcasa y tubos		
Función		Enfriamiento del producto EEF		
Tipo	AEL	Superficie (m ²)	61	
Configuración	1 carcasa con conexión 1 paralelo 1 serie			
DATOS DE OPERACIÓN				
Localización del fluido	Tubos		Carcasa	
Fluido	Agua		EEF	
Caudal (kg/h)	450		2253	
Temperatura de Operación (°C)	IN	OUT	IN	OUT
Fase Vapor	-	-	-	-
Fase Líquida	20	35	35,50	25
Presión de Operación (BarM)	1,05			
Factor de ensuciamiento (h.m ² .°C/kcal)	0,000205		0,000205	
Calor Intercambiado (kcal/h)	6,85.10 ³		DTml	1,62
DATOS DE DISEÑO				
Numero de pasos	1		1	
Posicionamiento	Horizontal			
Tubos	ID/OD (mm)	Longitud (mm)		Pitch (mm)
Número	170	17,40/19,05	6100	23,81
Carcasa	ID (mm)	387,40	OD (mm)	412,80
Material de Construcción	AISI 304			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACION DE INTERCAMBIADORES				
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
TAG	I06			
DATOS GENERALES				
Denominación del equipo		Intercambiador de Carcasa y tubos		
Función		Enfriamiento del reciclo AERE		
Tipo	AEL	Superficie (m ²)	140	
Configuración	1 carcasa con conexión 1 paralelo 1 serie			
DATOS DE OPERACIÓN				
Localización del fluido	Tubos		Carcasa	
Fluido	Agua		AERE	
Caudal (kg/h)	670		581,50	
Temperatura de Operación (°C)	IN	OUT	IN	OUT
Fase Vapor	-	-	-	-
Fase Líquida	15	48,50	79	20
Presión de Operación (BarM)	1,05			
Factor de ensuciamiento (h.m ² .°C/kcal)	0,000205		0,000205	
Calor Intercambiado (kcal/h)	2,24.10 ⁴		DTml	14,11
DATOS DE DISEÑO				
Numero de pasos	1		1	
Posicionamiento	Horizontal			
Tubos	ID/OD (mm)	Longitud (mm)		Pitch (mm)
Número	36	17,40/19,05	6100	23,81
Carcasa	ID (mm)	203,20	OD (mm)	228,60
Material de Construcción	AISI 304			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	B07	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Bomba de canal lateral	
Función	Bomba de Impulsión de AERE desde I06 a T01	
Modelo adoptado	ASPIR A-50	
Proveedor	Famiq Argentina- Inoxpa ®	
DATOS DE DISEÑO		
Caudal máximo (m ³ /h)	3,80	
Altura manométrica máxima (mca)	22 (a caudal cero)	
NPSH (mca)	3,60 m	
Motor	0,75 kW – 1400 rpm - trifásico	
Longitud (mm)	529	
Altura (mm)	395	
Diámetro (mm)	290	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ÉTER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	T02	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento	
Función	Tanque de almacenamiento de EE (98%)	
DATOS DE OPERACIÓN		
Fluido	Éter etílico	
Temperatura (°C)	25	
Presión (Bar _M)	1,05	
Densidad (kg/m ³)	697,60	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	33,05	
Diámetro (mm)	3040	
Altura (mm)	4550	
Posicionamiento	Vertical	
Grueso cilindro (mm)	52	
Grueso fondo (mm)	52	
Peso vacío (kg)	24210	
Temperatura de diseño (°C)	25	
Presión de diseño (atm)	1,05	
Material construcción	AISI 304	
Densidad material de construcción (kg/m ³)	8027	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

AI 3. Almacén de Materias Primas

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	A01-02	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento	
Función	Tanque de Almacenamiento AE al 96%	
DATOS DE OPERACIÓN		
Fluido	Alcohol Etílico	
Temperatura (°C)	25	
Presión (Bar _M)	1,05	
Densidad (kg/m ³)	797	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	125	
Diámetro (mm)	4700	
Altura (mm)	7200	
Posicionamiento	Vertical	
Grueso cilindro (mm)	52	
Grueso fondo (mm)	52	
Peso vació (kg)	58840	
Temperatura de diseño (°C)	25	
Presión de diseño (atm)	1,05	
Material construcción	AISI 304	
Densidad material de construcción (kg/m ³)	8027	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS	
Hoja 1 de 1	
TAG	B01
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación del equipo	Bomba de canal lateral
Función	Bomba de Impulsión de AE ₁ desde A01-02 a T01
Modelo adoptado	ASPIR A-50
Proveedor	Famiq Argentina- Inoxpa ®
DATOS DE DISEÑO	
Caudal máximo (m ³ /h)	3,80
Altura manométrica máxima (mca)	22 (a caudal cero)
NPSH (mca)	3,60 m
Motor	0,75 kW – 1400 rpm - trifásico
Longitud (mm)	529
Altura (mm)	395
Diámetro (mm)	290

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

AI 4. Almacén de Insumos

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	A03	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento	
Función	Tanque de Almacenamiento AS (98%)	
DATOS DE OPERACIÓN		
Fluido	Ácido Sulfúrico	
Temperatura (°C)	25	
Presión (Bar _M)	1,05	
Densidad (kg/m ³)	1830	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	24	
Diámetro (mm)	2700	
Altura (mm)	4200	
Posicionamiento	Vertical	
Grueso cilindro (mm)	5	
Grueso fondo (mm)	5	
Peso vació (kg)	1927	
Temperatura de diseño (°C)	25	
Presión de diseño (atm)	1,05	
Material construcción	AISI 304	
Densidad material de construcción (kg/m ³)	8027	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
Hoja 1 de 1	
TAG	A04
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento
Función	Tanque de Almacenamiento HS al 99,9%
DATOS DE OPERACIÓN	
Fluido	Hidróxido de Sodio
Temperatura (°C)	25
Presión (Bar _M)	1,05
Densidad (kg/m ³)	2310
DATOS DE DISEÑO	
Volumen (m ³)	15
Diámetro (mm)	3600
Altura (mm)	1500
Posicionamiento	Vertical
Grueso cilindro (mm)	5
Grueso fondo (mm)	5
Peso vació (kg)	1500
Temperatura de diseño (°C)	25
Presión de diseño (atm)	1,05
Material construcción	AISI 304
Densidad material de construcción (kg/m ³)	8027

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

AI 5. Almacén de Productos Terminados

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ÉTER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	A05-06	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento	
Función	Tanque de Almacenamiento EE al 98%	
DATOS DE OPERACIÓN		
Fluido	Éter Etílico	
Temperatura (°C)	25	
Presión (Bar _M)	1,05	
Densidad (kg/m ³)	697,60	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	210	
Diámetro (mm)	4500	
Altura (mm)	6600	
Posicionamiento	Vertical	
Grueso cilindro (mm)	52	
Grueso fondo (mm)	52	
Peso vacío (kg)	38930	
Temperatura de diseño (°C)	25	
Presión de diseño (atm)	1,05	
Material construcción	AISI 304	
Densidad material de construcción (kg/m ³)	8027	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

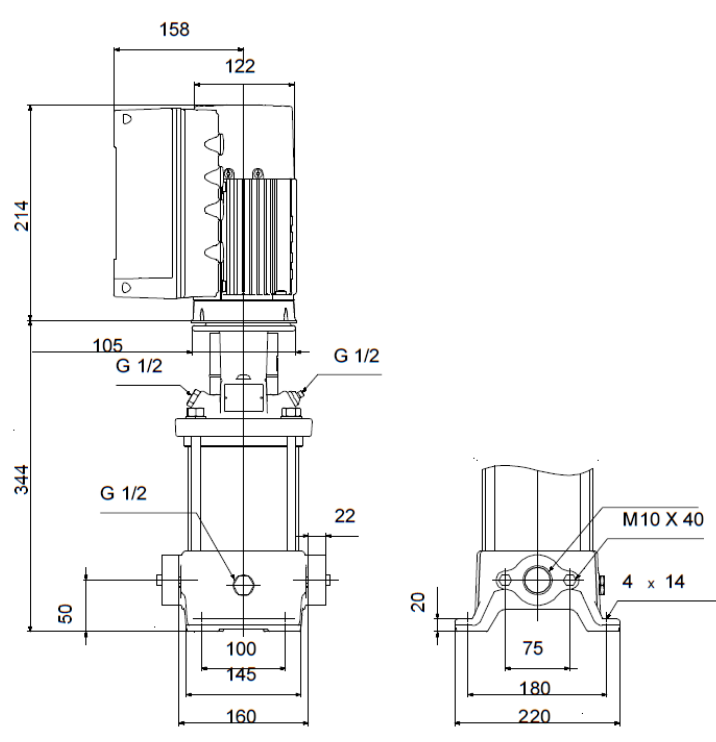
HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	B08	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Bomba de canal lateral	
Función	Bomba de Impulsión de EE desde T02 a A05-06	
Modelo adoptado	ASPIR A-50	
Proveedor	Famiq Argentina- Inoxpa ®	
DATOS DE DISEÑO		
Caudal máximo (m ³ /h)	3,80	
Altura manométrica máxima (mca)	22 (a caudal cero)	
NPSH (mca)	3,60 m	
Motor	0,75 kW – 1400 rpm - trifásico	
Longitud (mm)	529	
Altura (mm)	395	
Diámetro (mm)	290	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

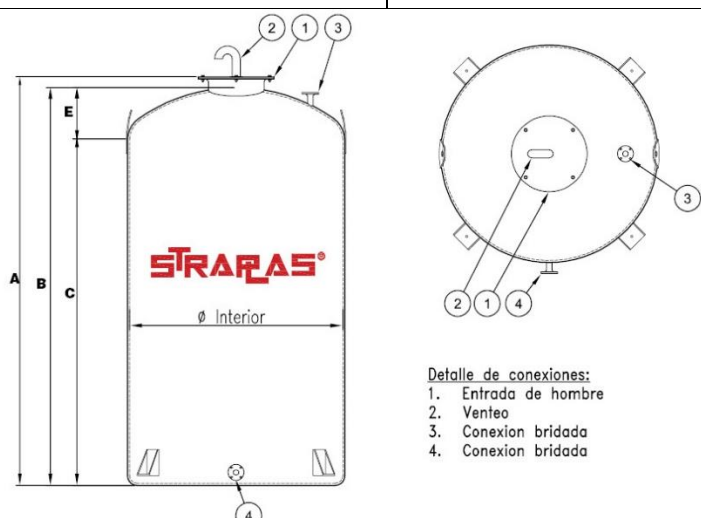
AI 6. Servicios

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE CALDERA DE VAPOR	
Hoja 1 de 2	
TAG	S CV
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación	Caldera de Vapor Humotubular de tres pasos fondo húmedo
Función	Vaporizar agua para circuito calefactor
DATOS DE OPERACIÓN	
Fluido	Agua
Temperatura Entrada (°C)	20
Temperatura Salida (°C)	147
Presión de Operación (Bar _M)	3,40
DATOS DE DISEÑO	
Caudal Másico (kg/h)	2300 - 2700
Capacidad Térmica	42 BHP (351.000 Kcal/h) - 1280 BHP (10.800.000 Kcal/h)
Fluido Combustible	Gas Natural/Fuel oil
Proveedor	Fontanet
Modelo	HC – HM 24
Largo (mm)	5500
Ancho (mm)	2450
Alto (mm)	2450
Diámetro de la Chimenea (mm)	500

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS	
Hoja 1 de 1	
TAG	S CV B01
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación del equipo	Bomba centrífuga horizontal
Función	Bomba de alimentación de agua a CV
Modelo adoptado	CRE 1-8 P-A-A-E-HQQE
Proveedor	GRUNDFOS Argentina
DATOS DE DISEÑO	
Caudal máximo (m ³ /h)	2,20
Altura manométrica máxima (mca)	48,02
NPSH (mca)	1,59
Motor	0,55 kW – 3400 rpm - trifásico
Longitud (mm)	160
Altura (mm)	488
 <p>The technical drawing shows two views of a centrifugal pump. The front view (left) includes dimensions: total height 214 mm, motor height 122 mm, total length 158 mm, inlet/outlet height 105 mm, main body height 344 mm, base height 50 mm, and base diameters of 100 mm, 145 mm, and 160 mm. It also shows three G 1/2 ports and a 22 mm offset. The side view (right) shows a total width of 220 mm, a base width of 180 mm, a central diameter of 75 mm, a 20 mm offset, and a mounting hole of M10 X 40 with 4 x 14 holes.</p>	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	S CV T01	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento	
Función	Tanque de Almacenamiento Agua de Alimentación Caldera	
Modelo	Serie 2600	
Proveedor	STRAPLAS® S.A.	
DATOS DE OPERACIÓN		
Fluido	Agua	
Temperatura (°C)	20	
Presión (Bar _M)	1,05	
Densidad (kg/m ³)	996	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	30	
Diámetro (mm)	2600	
Altura (mm)	5880	
Posicionamiento	Vertical	
Material construcción	PRFV	
Densidad material de construcción (kg/m ³)	1538	
 <p style="margin-left: 400px;">Detalle de conexiones: 1. Entrada de hombre 2. Venteo 3. Conexión brida 4. Conexión brida</p>		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACION DE INTERCAMBIADORES				
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
TAG	S F I01			
DATOS GENERALES				
Denominación del equipo		Intercambiador de Carcasa y tubos		
Función		Enfriamiento del fluido refrigerante		
Tipo	AEL	Superficie (m ²)	13,10	
Configuración	1 carcasa con conexión 1 paralelo 1 serie			
DATOS DE OPERACIÓN				
Localización del fluido	Tubos		Carcasa	
Fluido	NH ₃ /Freón		Agua	
Caudal (kg/h)	60		1200	
Temperatura de Operación (°C)	IN	OUT	IN	OUT
Fase Vapor	-1	1	-	-
Fase Líquida	-	-	16	2
Presión de Operación (BarM)	4,20		1,05	
Factor de ensuciamiento (h.m ² .°C/kcal	0,000205		0,000205	
Calor Intercambiado (kcal/h)	1,737.10 ⁴		DTml	6,82
DATOS DE DISEÑO				
Numero de pasos	1		1	
Posicionamiento	Horizontal			
Tubos		ID/OD (mm)	Longitud (mm)	Pitch (mm)
Número	36	17,4/19,05	6100	23,83
Carcasa		ID (mm)	203,20	OD (mm)
Material de Construcción		AISI 304		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACION DE CONDENSADORES				
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
TAG	S F C			
DATOS GENERALES				
Denominación del equipo		Condensador		
Función		Condensar el amoniaco gaseoso a liquido		
Modelo		CMF163-265		
Proveedor		Caamaño S.A.		
DATOS DE OPERACIÓN				
Superficie (m ²)		95,90		
Configuración		Conexión triángulo 890 rpm		
Caudal de aire (m ³ /h)		9000		
Nivel sonoro dB(A) a 5m		53		
Temperatura de Operación		Dt=11°K		
Potencia (HP)		35,54		
DATOS DE DISEÑO				
Calor Intercambiado (kcal/h)		22790		
Ventiladores	1	3x380V	Diámetro 630mm	720 W
Conexiones (mm)		Entrada	Salida	
		28,58	19,05	
DIMENSIONES				
A (mm)	950	D (mm)	830	
B (mm)	1115	E (mm)	840	
C (mm)	975	F (mm)	-	
				


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE COMPRESORES					
Hoja 1 de 1			PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL		
TAG	S F CP01				
DATOS GENERALES					
Denominación del equipo			Compresor tipo reciprocante, abierto		
Función			Comprimir amoniaco para aumentar su presión		
Modelo adoptado			MYCOM F2K		
Proveedor			Silveira e Hijos Refrigeración		
DATOS DE DISEÑO					
Refrigerante			Amoniaco/Freón		
Número de Cilindros			2		
Diámetro (mm)			115		
Carrera (mm)			90		
Desplazamiento (m ³ /h)			42,90		
Método de Transmisión			Transmisión por correas de acoplamiento directo		
Tipo de Polea			5 V por 5 correas		
Control de Capacidad			Válvula Solenoide de 110/220 v		
Potencia (HP)			4,5		
DIMENSIONES (mm)					
H	650	C	186	Válvula de succión	32A
W	460	D	206		
L	674	E	149	Válvula de descarga	25A
A	230	F	285		
B	280	G	355		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	S F TR	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Tanque Recibidor	
Función	Almacenar Amoníaco a alta presión	
Proveedor	REFRIN S.A.I y C	
DATOS DE OPERACIÓN		
Fluido	Amoníaco	
Temperatura (°C)	40	
Presión (Bar _M)	16,18	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	1	
Diámetro del cilindro exterior (mm)	1250	
Longitud Cilíndrica (mm)	5000	
Posicionamiento	Horizontal	
Espesor Mínimo (mm)	6,35	
Temperatura de diseño (°C)	40	
Presión Máxima Admisible (Bar _M)	23,54	
Material construcción	ASTM-516 Gr.70	
		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	S F T S	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Tanque Separador	
Función	Almacenar Amoníaco líquido y gaseoso	
Proveedor	REFRIN S.A.I y C	
DATOS DE OPERACIÓN		
Fluido	Amoniaco	
Temperatura (°C)	-10/-45 °C	
Presión (Bar _M)	13,73	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	1	
Diámetro del cilindro exterior (mm)	1800	
Longitud Cilíndrica (mm)	3000	
Posicionamiento	Horizontal	
Espesor Mínimo (mm)	25,40	
Temperatura de diseño (°C)	-10/-45 °C	
Presión Máxima Admisible (Bar _M)	20,59	
Material construcción	ASTM-516 Gr.70	
		

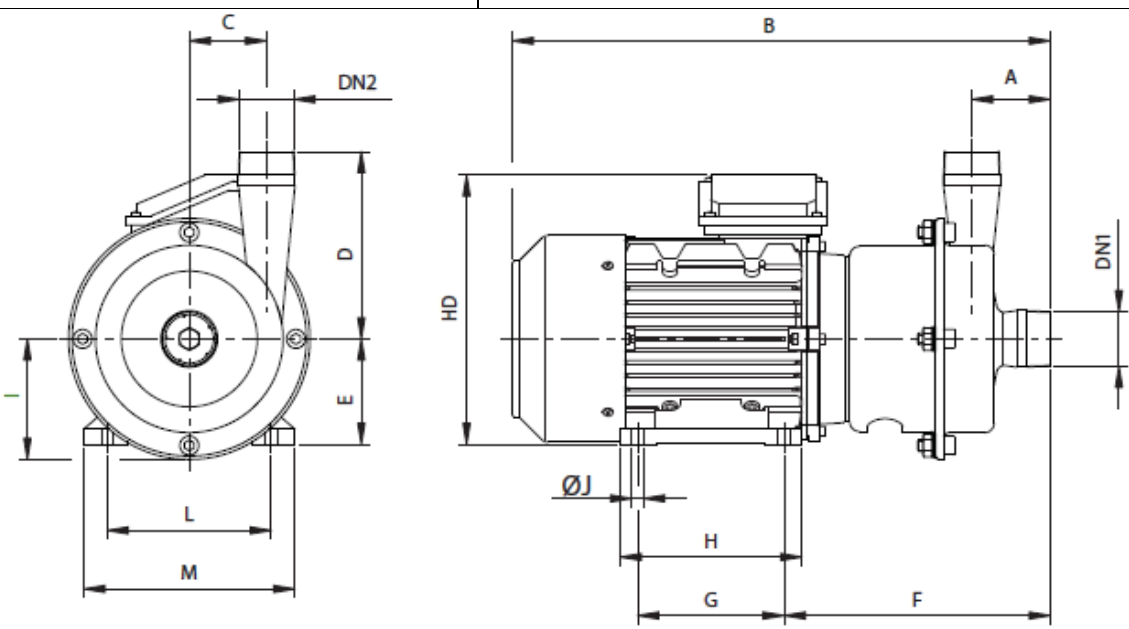
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
TAG	S F A01		
DATOS GENERALES			
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento		
Función	Almacenar agua helada para la refrigeración de AE ₁		
Modelo	Serie 1200		
Proveedor	STRAPLAS® S.A.		
DATOS DE OPERACIÓN			
Fluido	Agua		
Temperatura (°C)	2		
Presión (Bar _M)	1,05		
DATOS DE DISEÑO			
Volumen (m ³)		1,50	
Posicionamiento		Vertical	
Diámetro (mm)		1200	
A (mm)	1910	C (mm)	910
B (mm)	1510	D (mm)	300

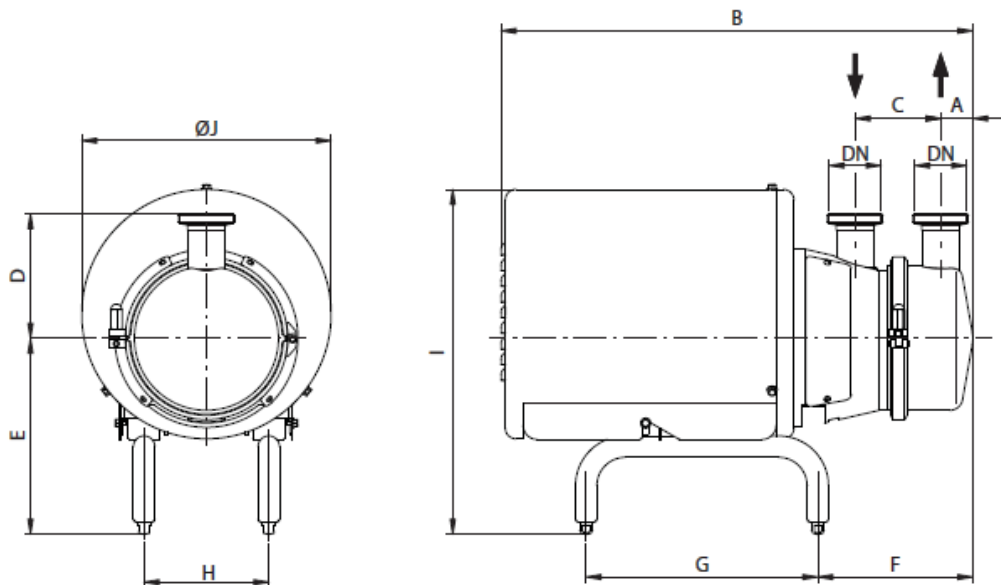
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
TAG	S F A02		
DATOS GENERALES			
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento		
Función	Almacenar agua de retorno al ciclo frigorífico		
Modelo	Serie 1200		
Proveedor	STRAPLAS® S.A.		
DATOS DE OPERACIÓN			
Fluido	Agua		
Temperatura (°C)	16		
Presión (Bar _M)	1,05		
DATOS DE DISEÑO			
Volumen (m ³)		1,50	
Posicionamiento		Vertical	
Diámetro (mm)		1200	
A (mm)	1910	C (mm)	910
B (mm)	1510	D (mm)	300

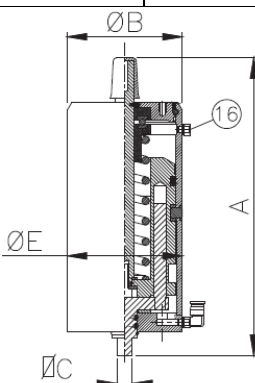
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	S F B01	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Bomba centrífuga horizontal	
Función	Impulsar la corriente de agua helada a I01	
Modelo adoptado	Estampinox EFI 0 con recubrimiento	
Proveedor	Famiq Argentina- Inoxpa ®	
DATOS DE DISEÑO		
Caudal máximo (m ³ /h)	3,80	
Altura manométrica máxima (mca)	5	
NPSH (mca)	0	
Motor	0,37 kW – 2900 rpm - Motor trifásico B34	
Longitud (mm)	370	
Altura (mm)	190	
Diámetro (mm)	137	
		


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	S F B02	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo		Bomba de canal lateral
Función		Bomba de retorno agua a S F A02
Modelo adoptado		ASPIR A - 50
Proveedor		Famiq Argentina- Inoxpa ®
DATOS DE DISEÑO		
Caudal máximo (m ³ /h)		3,80
Altura manométrica máxima (mca)		22 (a caudal cero)
NPSH (mca)		3,60 m
Motor		0,75 kW – 1400 rpm - trifásico
Longitud (mm)		529
Altura (mm)		395
Diámetro (mm)		290
 <p>The technical drawing consists of two views of a side channel pump. The left view is a front view showing a circular pump housing with two vertical discharge pipes at the bottom. Dimensions are labeled: ØJ (outer diameter), D (height to top of housing), E (height to centerline), and H (width between discharge pipes). The right view is a side view showing the pump's profile and two horizontal inlet/outlet ports labeled DN. Dimensions are labeled: B (total width), C (width between DN ports), A (height from centerline to top of DN ports), G (width between discharge pipes), and F (width from centerline to right DN port).</p>		

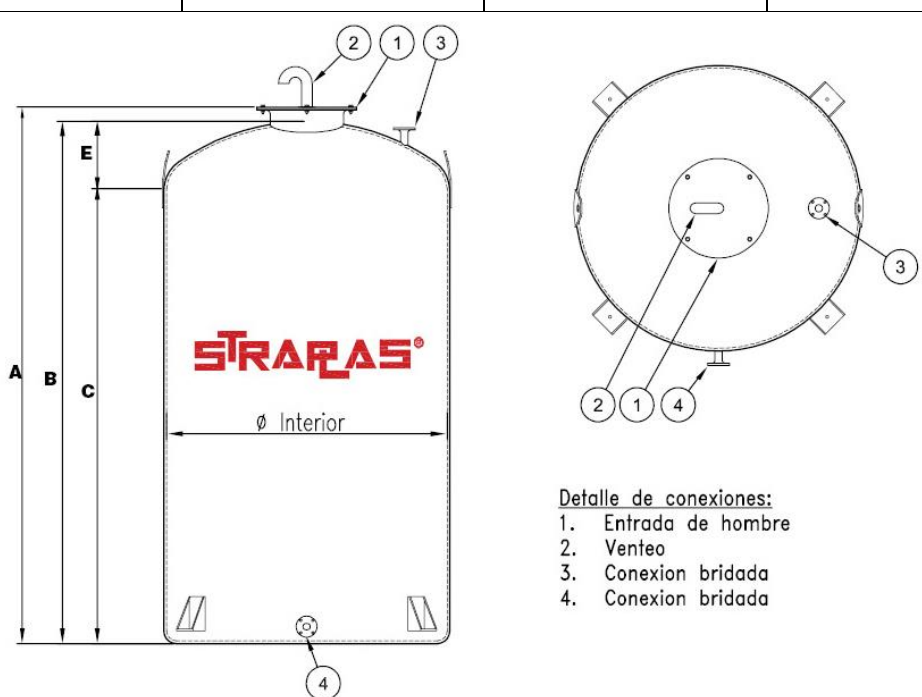
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE ACTUADORES	
Hoja 1 de 1	
TAG	S A C A
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación del equipo	Actuador Neumático
Función	Comprime el aire para las válvulas
Modelo adoptado	Art. 173 050
Proveedor	Frautschi ®
DATOS DE DISEÑO	
Especificaciones	Apertura con aire – Cierre con resorte
Presión de Trabajo (Bar _M)	6
A (mm)	263,50
Diámetro B (mm)	89
Peso (kg)	4,30
	

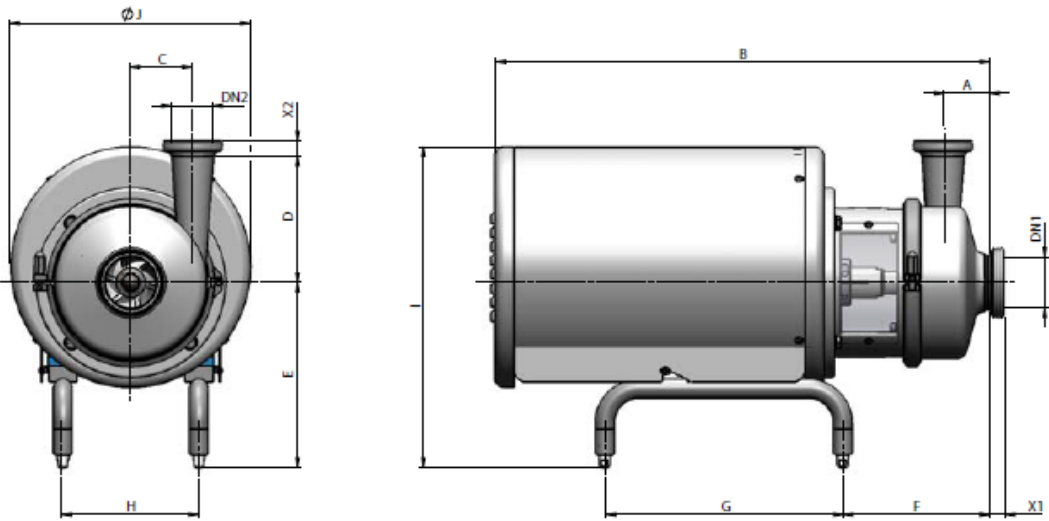
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE COMPRESOR		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	S AC CP01	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Compresor Aire Comprimido	
Función	Comprimir aire atmosférico	
Modelo	G - 2	
Proveedor	Compresores LOIDI S.A.	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	0,50	
Volumen de desplazamiento (litros/minuto)	2400	
Potencia del motor (HP)	4	
Presión máxima de trabajo (Bar)	8,34	
Especificaciones	Planta Compresoras	
		


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
TAG	S A A01		
DATOS GENERALES			
Denominación del equipo	Tanque de almacenamiento de agua		
Función	Almacenar agua de red del suministro general		
Modelo	Serie 2600		
Proveedor	STRAPLAS® S.A.		
DATOS DE OPERACIÓN			
Fluido	Agua		
Temperatura (°C)	20		
Presión (Bar _M)	1,05		
DATOS DE DISEÑO			
Volumen (m ³)		30	
Posicionamiento		Vertical	
Diámetro (mm)		2600	
A (mm)	5880	C (mm)	51990
B (mm)	5780	D (mm)	590
			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BOMBAS		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	S A B01	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Bomba centrífuga mono – bloc	
Función	Bomba de impulsión de agua de red a S A A01	
Modelo adoptado	PROLAC 40 - 205	
Proveedor	Famiq Argentina- Inoxpa ®	
DATOS DE DISEÑO		
Caudal máximo (m ³ /h)	25	
Altura manométrica máxima (mca)	60	
Motor	2,20 kW – 2900 rpm – trifásico – 50 Hz	
Longitud (mm)	545	
Altura (mm)	405	
Diámetro (mm)	290	
		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TAMIZ MOLECULAR	
Hoja 1 de 1	
TAG	S N C01
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación del equipo	Generador de Nitrógeno PSA
Función	Producir el N ₂ que controla la temperatura en R01
Modelo adaptado	Modelo N190
Proveedor	IGA Ingeniería
DATOS DE OPERACIÓN	
Fluido	Nitrógeno
Temperatura (°C)	25
Presión (Bar _M)	1,05
Densidad (kg/m ³)	1,25
DATOS DE DISEÑO	
Producción de Nitrógeno (m ³ /h)	160
Pureza del Nitrógeno (%)	> 99,99
Caudal de aire requerido (m ³ /h)	880
Presión de adsorción (Bar)	6-8,50
Presión de salida Nitrógeno (Bar)	6 (ajustable)
Altura (mm)	2400
Ancho (mm)	1800
Largo (mm)	2400
Peso Neto (kg)	4600
Material construcción	AISI 304L
Densidad material de construcción (kg/m ³)	8027
Fuente de alimentación	220V,50Hz
	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
Hoja 1 de 1	
TAG	S N T01
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación del equipo	Tanque pulmón Presurizado
Función	Almacenar el N que controla la temperatura en R01
Modelo	LPG tanque
Proveedor	JINXIN MACHINERY CO., LTD. Xinxiang City, Henan province China
DATOS DE OPERACIÓN	
Fluido	Nitrógeno
Temperatura (°C)	25
Presión (Bar _M)	1,05
Densidad (kg/m ³)	1,25
DATOS DE DISEÑO	
Volumen (m ³)	30
Diámetro (mm)	2300
Altura (mm)	2700
Largo (mm)	9900
Posicionamiento	Horizontal
Grueso cilindro (mm)	12
Grueso fondo (mm)	14
Peso vacío (kg)	8590
Temperatura de diseño (°C)	-19°C ~ +50°C
Presión de diseño (Bar)	3,12
Material construcción	Acero al Carbono SA – 283C
Densidad material de construcción (kg/m ³)	7800

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE COMPRESORES		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	S N CP01	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Compresor Sistema PSA	
Función	Comprimir el aire a atmosférico a 7 Bar _m	
Modelo	GA90-8.5	
Proveedor	ATLAS COPCO Argentina	
DATOS DE DISEÑO		
Capacidad de procesamiento mínima (m ³ /min)	16,49	
Potencia del motor (HP)	120,69	
Presión máxima de trabajo (Bar)	8,50	
Fuente de alimentación	380V / 50Hz	
Longitud (mm)	2248	
Profundidad (mm)	1080	
Altura (mm)	2245	
		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
TAG	S N T02	
DATOS GENERALES		
Denominación del equipo	Tanque Recibidor de Aire	
Función	Almacenar el Aire comprimido de S N CP01	
Modelo	LPG tanque	
Proveedor	JINXIN MACHINERY CO., LTD. Xinxiang City, Henan province China	
DATOS DE OPERACIÓN		
Fluido	Aire	
Temperatura (°C)	25	
Presión (Bar _M)	1,05	
Densidad (kg/m ³)	1,23	
DATOS DE DISEÑO		
Volumen (m ³)	2	
Temperatura de diseño (°C)	-19°C ~ +50°C	
Presión de diseño (Bar)	8	
Material construcción	Acero al Carbono SA – 283C	
Densidad material de construcción (kg/m ³)	7800	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
Hoja 1 de 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
TAG	S E Tr		
DATOS GENERALES			
Denominación del equipo	Transformador trifásico de Distribución		
Modelo	CCT-250		
Relación de Transformación	13,2/0,4 - 0,231 kV		
Proveedor	TADE CZERWENY S.A.		
DATOS DE DISEÑO			
Normas de fabricación	IRAM y Complementarias		
Potencia ONAN (kVA)	250		
Tipo	CCT-Radial		
Cantidad de Fases	3		
Frecuencia (Hz)	50		
Tipo de Servicio	PERMANENTE		
Tensión Primaria Nominal (kV)	13,2		
Regulación Primaria Para los Puntos de Conmutación (% Un)	± 2x2,5%		
Tensión Secundaria en Vacío (kV)	0,400		
Tensión Secundaria a Plena Carga con Cos j = 0,8 y 75°C (kV)	0,387		
Medio Aislante y Refrigerante	Aceite mineral p/transformador		
Grupo de Conexiones	Dyn11		
Conexiones	Primaria	TRIANGULO	
	Secundaria	ESTRELLA con Neutro Accesible	
Pérdidas en Cortocircuito a Corriente Nominal (W)		3500	
Temperatura de Referencia (°C)		75	
Pérdidas en Vacío a Temperatura Ambiente (W)		700	
Niveles de Aislación (LI/AC) (kVA)		MT: 95/38 - BT: 20/3	
Corriente de Vacío según Norma IRAM 2106	@ Un	% In	2,1
	@ 1,05 Un	% In	4,62

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AI ESPECIFICACIONES
 DE EQUIPOS

Nivel de Ruido según IRAM 2437 (dB)	55	
Tensión de Cortocircuito a Corriente Nominal (%Un)	4	
Componente Resistiva de la Tensión de Cortocircuito (%Un)	1,4	
Temperatura de Referencia (°C)	75	
Elevación Máxima de Temperatura del Aceite (°C)	60	
Elevación Media de Temperatura de los Arrollamientos (°C)	65	
Resistencia Mínima de Aislación a 20 °C (Mohms)	Primario/Secundario	3000
	Primario/Masa	3000
	Secundario/Masa	3000
Tolerancia para los Valores Garantizados	Según Normas IRAM 2099	
Material Constructivo de los Arrollamientos	Baja Tensión	Cobre
	Alta Tensión	Cobre
Tipo Constructivo de los Arrollamientos	Baja Tensión	Circular en folio
	Alta Tensión	Circular en Capas
Masas Aproximadas (kg)	Núcleo	340
	Bobinas	170
	Extraíble	550
	Cuba y Accesorios	710
	Medio Aislante	540
	Total	1800
Dimensiones Aproximadas (mm)	Largo	1700
	Ancho	1200
	Alto	1300

ANEXO AII: COLUMNA C01

HOJAS DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01

En este apartado se recopilan las especificaciones de los platos de la columna C01.

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	1	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3126,861 kg/h	96.380 kg/h
Caudal volumétrico	2502,295 m ³ /h	0,086 m ³ /h
Densidad	1,250 kg/m ³	1126,617 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	
Área activa del plato	0,210 m ²	
% flood	52,803	
Número de campanas	14	
Pérdida de presión en el plato	0,875 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	2	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3127,797 kg/h	97,316 kg/h
Caudal volumétrico	2502,165 m ³ /h	0,087 m ³ /h
Densidad	1,250 kg/m ³	1119,178 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	
Área activa del plato	0,210 m ²	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AII COLUMNA C01

%flood	53,301
Número de campanas	14
Pérdida de presión en el plato	0,873 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	3	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3127,890 kg/h	97,316 kg/h
Caudal volumétrico	2502,148 m ³ /h	0,087 m ³ /h
Densidad	1,250 kg/m ³	1119,178 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	
Área activa del plato	0,210 m ²	
%flood	53,350	
Número de campanas	14	
Pérdida de presión en el plato	0,872 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	4	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3127,903 kg/h	97,422 kg/h
Caudal volumétrico	2502,140 m ³ /h	0,087 m ³ /h
Densidad	1,250 kg/m ³	1118,378 kg/m ³

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AII COLUMNA C01

Diámetro interno de la torre	0,610 m
Espaciado entre platos	60,960 cm
Área del plato	0,292 m ²
Área activa del plato	0,210 m ²
%flood	53,355
Número de campanas	14
Pérdida de presión en el plato	0,872 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	5	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3127,914 kg/h	97,433 kg/h
Caudal volumétrico	2502,114 m ³ /h	0,087 m ³ /h
Densidad	1,250 kg/m ³	1118,354 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	
Área activa del plato	0,210 m ²	
%flood	53,356	
Número de campanas	14	
Pérdida de presión en el plato	0,872 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	6	
DATOS GENERALES		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AII COLUMNA C01

CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3127,949 kg/h	97,469 kg/h
Caudal volumétrico	2502,024 m ³ /h	0,087 m ³ /h
Densidad	1,250 kg/m ³	1118,298 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	
Área activa del plato	0,210 m ²	
%flood	53,359	
Número de campanas	14	
Pérdida de presión en el plato	0,872 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	7	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3128,075 kg/h	97,595 kg/h
Caudal volumétrico	2501,708 m ³ /h	0,087 m ³ /h
Densidad	1,250 kg/m ³	1118,104 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	
Área activa del plato	0,210 m ²	
%flood	53,369	
Número de campanas	14	
Pérdida de presión en el plato	0,872 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AII COLUMNA C01

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	8	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO		VAPOR
Caudal másico		3128,524 kg/h
Caudal volumétrico		2500,582 m ³ /h
Densidad		1,251 kg/m ³
Diámetro interno de la torre		0,610 m
Espaciado entre platos		60,960 cm
Área del plato		0,292 m ²
Área activa del plato		0,210 m ²
%flood		53,405
Número de campanas		14
Pérdida de presión en el plato		0,872 kPa
Presión de diseño		105 kPa
Tensión admitida		94458,211 kPa
Corrosión admitida		0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	9	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO		VAPOR
Caudal másico		3130,193 kg/h
Caudal volumétrico		2496,413 m ³ /h
Densidad		1,254 kg/m ³
Diámetro interno de la torre		0,610 m
Espaciado entre platos		60,960 cm
Área del plato		0,292 m ²
Área activa del plato		0,210 m ²
%flood		53,542
Número de campanas		14
Pérdida de presión en el plato		0,870 kPa

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AII COLUMNA C01

Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C01		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	10	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3130,193 kg/h	104,019 kg/h
Caudal volumétrico	2496,413 m ³ /h	0,066 m ³ /h
Densidad	1,254 kg/m ³	1567,289 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	
Área activa del plato	0,210 m ²	
%flood	74,079	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	1,931 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

ANEXO AIII: COLUMNA C02

HOJAS DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02

En este apartado se recopilan las especificaciones de los platos de la columna C02.

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	1	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	7336,920 kg/h	5953,135 kg/h
Caudal volumétrico	3459,777 m ³ /h	8,212 m ³ /h
Densidad	2,121 kg/m ³	724,891 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	1,067 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,894 m ²	
Área activa del plato	0,667 m ²	
% flood	64,044	
Número de campanas	44	
Pérdida de presión en el plato	0,502 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	2	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5781,765 kg/h	4397,983 kg/h
Caudal volumétrico	3365,613 m ³ /h	5,899 m ³ /h
Densidad	1,718 kg/m ³	745,542 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	
Área activa del plato	0,477 m ²	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

%flood	74,169
Número de campanas	32
Pérdida de presión en el plato	0,572 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	3	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5674,502 kg/h	4290,721 kg/h
Caudal volumétrico	3403,812 m ³ /h	5,758 m ³ /h
Densidad	1,667 kg/m ³	745,174 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	
Área activa del plato	0,477 m ²	
%flood	73,860	
Número de campanas	32	
Pérdida de presión en el plato	0,569 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	4	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5650,499 kg/h	4266,716 kg/h
Caudal volumétrico	3407,513 m ³ /h	5,723 m ³ /h
Densidad	1,658 kg/m ³	745,493 kg/m ³

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Diámetro interno de la torre	0,914 m
Espaciado entre platos	60,960 cm
Área del plato	0,657 m ²
Área activa del plato	0,477 m ²
%flood	73,678
Número de campanas	32
Pérdida de presión en el plato	0,568 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	5	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5630,814 kg/h	4247,031 kg/h
Caudal volumétrico	3406,896 m ³ /h	5,693 m ³ /h
Densidad	1,653 kg/m ³	745,995 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	
Área activa del plato	0,477 m ²	
%flood	73,460	
Número de campanas	32	
Pérdida de presión en el plato	0,567 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02			
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
PLATO	6		
DATOS GENERALES			
CARGA EN EL PLATO		VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico		5610,172 kg/h	4226,390 kg/h
Caudal volumétrico		3405,852 m ³ /h	5,661 m ³ /h
Densidad		1,647 kg/m ³	746,553 kg/m ³
Diámetro interno de la torre		0,914 m	
Espaciado entre platos		60,960 cm	
Área del plato		0,657 m ²	
Área activa del plato		0,477 m ²	
%flood		73,223	
Número de campanas		32	
Pérdida de presión en el plato		0,566 kPa	
Presión de diseño		105 kPa	
Tensión admitida		94458,211 kPa	
Corrosión admitida		0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02			
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
PLATO	7		
DATOS GENERALES			
CARGA EN EL PLATO		VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico		5587,758 kg/h	4203,976 kg/h
Caudal volumétrico		3404,688 m ³ /h	5,627 m ³ /h
Densidad		1,641 kg/m ³	747,167 kg/m ³
Diámetro interno de la torre		0,914 m	
Espaciado entre platos		60,960 cm	
Área del plato		0,657 m ²	
Área activa del plato		0,477 m ²	
%flood		72,965	
Número de campanas		32	
Pérdida de presión en el plato		0,565 kPa	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	8	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5563,044 kg/h	4179,262 kg/h
Caudal volumétrico	3403,425 m ³ /h	5,588 m ³ /h
Densidad	1,635 kg/m ³	747,852 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	
Área activa del plato	0,477 m ²	
%flood	72,679	
Número de campanas	32	
Pérdida de presión en el plato	0,564 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	9	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5535,329 kg/h	4151,546 kg/h
Caudal volumétrico	3402,028 m ³ /h	5,546 m ³ /h
Densidad	1,627 kg/m ³	748,631 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Área activa del plato	0,477 m ²
%flood	72,358
Número de campanas	32
Pérdida de presión en el plato	0,563 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	10	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5503,674 kg/h	4119,891 kg/h
Caudal volumétrico	3400,461 m ³ /h	5,497 m ³ /h
Densidad	1,619 kg/m ³	749,532 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	
Área activa del plato	0,477 m ²	
%flood	71,990	
Número de campanas	32	
Pérdida de presión en el plato	0,562 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	11	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5466,754 kg/h	4082,971 kg/h
Caudal volumétrico	3398,682 m ³ /h	5,440 m ³ /h

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Densidad	1,608 kg/m ³	750,603 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	
Área activa del plato	0,477 m ²	
%flood	71,560	
Número de campanas	32	
Pérdida de presión en el plato	0,561 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	12	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5422,559 kg/h	4038,776 kg/h
Caudal volumétrico	3396,599 m ³ /h	5,371 m ³ /h
Densidad	1,596 kg/m ³	751,910 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	
Área activa del plato	0,477 m ²	
%flood	71,044	
Número de campanas	32	
Pérdida de presión en el plato	0,559 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	13	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5368,025 kg/h	3984,243 kg/h
Caudal volumétrico	3394,124 m ³ /h	5,287 m ³ /h
Densidad	1,582 kg/m ³	753,564 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	
Área activa del plato	0,477 m ²	
%flood	70,403	
Número de campanas	32	
Pérdida de presión en el plato	0,557 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	14	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5298,039 kg/h	3914,256 kg/h
Caudal volumétrico	3391,098 m ³ /h	5,179 m ³ /h
Densidad	1,562 kg/m ³	755,758 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	
Área activa del plato	0,477 m ²	
%flood	69,577	
Número de campanas	32	
Pérdida de presión en el plato	0,555 kPa	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	15	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5203,436 kg/h	381,653 kg/h
Caudal volumétrico	3387,294 m ³ /h	5,033 m ³ /h
Densidad	1,536 kg/m ³	758,857 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	
Área activa del plato	0,477 m ²	
%flood	68,450	
Número de campanas	32	
Pérdida de presión en el plato	0,552 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	16	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	5065,742 kg/h	3681,959 kg/h
Caudal volumétrico	3382,422 m ³ /h	4,821 m ³ /h
Densidad	1,498 kg/m ³	763,672 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,914 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,657 m ²	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Área activa del plato	0,477 m ²
%flood	66,791
Número de campanas	32
Pérdida de presión en el plato	0,547 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	17	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3766,301 kg/h	4041,517 kg/h
Caudal volumétrico	2733,614 m ³ /h	5,232 m ³ /h
Densidad	1,378 kg/m ³	772,436 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,762 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,456 m ²	
Área activa del plato	0,341 m ²	
%flood	73,688	
Número de campanas	22	
Pérdida de presión en el plato	0,614 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	18	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3756.278 kg/h	4031.495 kg/h
Caudal volumétrico	2747.119 m ³ /h	5.221 m ³ /h

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Densidad	1.367 kg/m ³	772.110 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,762 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,456 m ²	
Área activa del plato	0,341 m ²	
%flood	73,791	
Número de campanas	22	
Pérdida de presión en el plato	0,614 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	19	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3737,712 kg/h	4012,929 kg/h
Caudal volumétrico	2747,491 m ³ /h	5,193 m ³ /h
Densidad	1,360 kg/m ³	772,749 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,762 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,456 m ²	
Área activa del plato	0,341 m ²	
%flood	73,515	
Número de campanas	22	
Pérdida de presión en el plato	0,613 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	20	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3693,823 kg/h	3969,040 kg/h
Caudal volumétrico	2746,438 m ³ /h	5,125 m ³ /h
Densidad	1,345 kg/m ³	774,387 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,762 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,456 m ²	
Área activa del plato	0,341 m ²	
%flood	72,824	
Número de campanas	22	
Pérdida de presión en el plato	0,610 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	21	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3585,141 kg/h	3860,358 kg/h
Caudal volumétrico	2744,225 m ³ /h	4,958 m ³ /h
Densidad	1,306 kg/m ³	778,629 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,762 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,456 m ²	
Área activa del plato	0,341 m ²	
%flood	71,101	
Número de campanas	22	
Pérdida de presión en el plato	0,604 kPa	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	22	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	3285,344 kg/h	3560,561 kg/h
Caudal volumétrico	2743,485 m ³ /h	4,497 m ³ /h
Densidad	1,198 kg/m ³	791,814 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,762 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,456 m ²	
Área activa del plato	0,341 m ²	
%flood	66,283	
Número de campanas	22	
Pérdida de presión en el plato	0,587 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	23	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	2432,717 kg/h	2811,935 kg/h
Caudal volumétrico	2763,027 m ³ /h	3,248 m ³ /h
Densidad	0,880 kg/m ³	865,818 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Área activa del plato	0,210 m ²
%flood	80,364
Número de campanas	14
Pérdida de presión en el plato	0,774 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	24	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1849,690 kg/h	2228,908 kg/h
Caudal volumétrico	2823,572 m ³ /h	2,337 m ³ /h
Densidad	0,655 kg/m ³	953,818 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	
Área activa del plato	0,210 m ²	
%flood	61,493	
Número de campanas	14	
Pérdida de presión en el plato	0,719 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	25	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1767,876 kg/h	2147,094 kg/h
Caudal volumétrico	2860,930 m ³ /h	2,204 m ³ /h

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Densidad	0,618 kg/m ³	974,010 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	
Área activa del plato	0,210 m ²	
%flood	58,699	
Número de campanas	14	
Pérdida de presión en el plato	0,717 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	26	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1759,600 kg/h	2138,817 kg/h
Caudal volumétrico	2866,657 m ³ /h	2,191 m ³ /h
Densidad	0,614 kg/m ³	976,330 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,610 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,292 m ²	
Área activa del plato	0,210 m ²	
%flood	58,417	
Número de campanas	14	
Pérdida de presión en el plato	0,717 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02			
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
PLATO	27		
DATOS GENERALES			
CARGA EN EL PLATO		VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico		1757,813 kg/h	2137,031 kg/h
Caudal volumétrico		2870,725 m ³ /h	2,188 m ³ /h
Densidad		0,612 kg/m ³	976,584 kg/m ³
Diámetro interno de la torre		0,610 m	
Espaciado entre platos		60,960 cm	
Área del plato		0,292 m ²	
Área activa del plato		0,210 m ²	
%flood		58,405	
Número de campanas		14	
Pérdida de presión en el plato		0,717 kPa	
Presión de diseño		105 kPa	
Tensión admitida		94458,211 kPa	
Corrosión admitida		0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C02			
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
PLATO	28		
DATOS GENERALES			
CARGA EN EL PLATO		VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico		1757,813 kg/h	399,217 kg/h
Caudal volumétrico		2870,725 m ³ /h	0,373 m ³ /h
Densidad		0,612 kg/m ³	1071,679 kg/m ³
Diámetro interno de la torre		0,610 m	
Espaciado entre platos		60,960 cm	
Área del plato		0,292 m ²	
Área activa del plato		0,210 m ²	
%flood		49,791	
Número de campanas		14	
Pérdida de presión en el plato		0,714 kPa	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIII COLUMNA C02

Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

ANEXO AIV: COLUMNA C03

HOJAS DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03

En este apartado se recopilan las especificaciones de los platos de la columna C03.

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	1	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1082,783 kg/h	288,585 kg/h
Caudal volumétrico	353,072 m ³ /h	0,414 m ³ /h
Densidad	3,067 kg/m ³	697,606 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
% flood	42,428	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,308 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	2	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1075,221 kg/h	281,022 kg/h
Caudal volumétrico	351,936 m ³ /h	0,402 m ³ /h
Densidad	3,055 kg/m ³	698,356 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

%flood	42,127
Número de campanas	8
Pérdida de presión en el plato	0,306 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	3	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1068,292 kg/h	274,093 kg/h
Caudal volumétrico	350,909 m ³ /h	0,392 m ³ /h
Densidad	3,044 kg/m ³	699,160 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	41,838	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,305 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	4	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1062,095 kg/h	267,896 kg/h
Caudal volumétrico	349,999 m ³ /h	0,383 m ³ /h
Densidad	3,035 kg/m ³	699,935 kg/m ³

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Diámetro interno de la torre	0,457 m
Espaciado entre platos	60,960 cm
Área del plato	0,164 m ²
Área activa del plato	0,124 m ²
%flood	41,575
Número de campanas	8
Pérdida de presión en el plato	0,304 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	5	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1056,293 kg/h	262,095 kg/h
Caudal volumétrico	349,153 m ³ /h	0,374 m ³ /h
Densidad	3,025 kg/m ³	700,704 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	41,325	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,304 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	6	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1050,526 kg/h	256,327 kg/h
Caudal volumétrico	348,319 m ³ /h	0,365 m ³ /h
Densidad	3,016 kg/m ³	701,508 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	41,074	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,303 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	7	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1044,430 kg/h	250,231 kg/h
Caudal volumétrico	347,445 m ³ /h	0,356 m ³ /h
Densidad	3,006 kg/m ³	702,404 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	40,806	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,302 kPa	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	8	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1037,581 kg/h	243,382 kg/h
Caudal volumétrico	346,472 m ³ /h	0,346 m ³ /h
Densidad	2,995 kg/m ³	703,468 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	40,500	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,301 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	9	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1029,417 kg/h	235,218 kg/h
Caudal volumétrico	345,325 m ³ /h	0,334 m ³ /h
Densidad	2,981 kg/m ³	704,824 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Área activa del plato	0,124 m ²
%flood	40,130
Número de campanas	8
Pérdida de presión en el plato	0,300 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	10	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1019,165 kg/h	224,966 kg/h
Caudal volumétrico	343,905 m ³ /h	0,318 m ³ /h
Densidad	2,964 kg/m ³	706,675 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	39,657	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,298 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	11	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1005,924 kg/h	211,725 kg/h
Caudal volumétrico	342,103 m ³ /h	0,298 m ³ /h

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Densidad	2,940 kg/m ³	709,345 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	39,027	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,297 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	12	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	989,470 kg/h	195,271 kg/h
Caudal volumétrico	339,909 m ³ /h	0,274 m ³ /h
Densidad	2,911 kg/m ³	713,195 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	38,212	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,294 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	13	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	972,059 kg/h	177,860 kg/h
Caudal volumétrico	337,643 m ³ /h	0,248 m ³ /h
Densidad	2,879 kg/m ³	718,082 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	37,301	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,293 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	14	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	957,935 kg/h	163,736 kg/h
Caudal volumétrico	335,862 m ³ /h	0,227 m ³ /h
Densidad	2,852 kg/m ³	722,819 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	36,518	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,291 kPa	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	15	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	949,052 kg/h	154,853 kg/h
Caudal volumétrico	334,782 m ³ /h	0,213 m ³ /h
Densidad	2,835 kg/m ³	726,231 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	36,002	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,290 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	16	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	944,270 kg/h	150,072 kg/h
Caudal volumétrico	334,219 m ³ /h	0,206 m ³ /h
Densidad	2,825 kg/m ³	728,239 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Área activa del plato	0,124 m ²
%flood	35,714
Número de campanas	8
Pérdida de presión en el plato	0,290 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	17	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	941,837 kg/h	147,639 kg/h
Caudal volumétrico	333,938 m ³ /h	0,202 m ³ /h
Densidad	2,820 kg/m ³	729,323 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,305 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,073 m ²	
Área activa del plato	0,060 m ²	
%flood	77,146	
Número de campanas	3	
Pérdida de presión en el plato	0,677 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	18	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	940,590 kg/h	146,391 kg/h
Caudal volumétrico	333,795 m ³ /h	0,201 m ³ /h

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Densidad	2,818 kg/m ³	729,905 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,305 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,073 m ²	
Área activa del plato	0,060 m	
%flood	76,974	
Número de campanas	3	
Pérdida de presión en el plato	0,676 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	19	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	829,670 kg/h	1419,971 kg/h
Caudal volumétrico	320,407 m ³ /h	1,945 m ³ /h
Densidad	2,589 kg/m ³	730,229 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m ²	
%flood	38,929	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,316 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03			
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
PLATO	20		
DATOS GENERALES			
CARGA EN EL PLATO		VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico		624,217 kg/h	1214,519 kg/h
Caudal volumétrico		301,914 m ³ /h	1,639 m ³ /h
Densidad		2,068 kg/m ³	741,186 kg/m ³
Diámetro interno de la torre		0,305 m	
Espaciado entre platos		60,960 cm	
Área del plato		0,073 m ²	
Área activa del plato		0,060 m	
%flood		70,032	
Número de campanas		3	
Pérdida de presión en el plato		0,578 kPa	
Presión de diseño		105 kPa	
Tensión admitida		94458,211 kPa	
Corrosión admitida		0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03			
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
PLATO	21		
DATOS GENERALES			
CARGA EN EL PLATO		VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico		524,830 kg/h	1115,131 kg/h
Caudal volumétrico		308,361 m ³ /h	1,497 m ³ /h
Densidad		1,702 kg/m ³	744,879 kg/m ³
Diámetro interno de la torre		0,305 m	
Espaciado entre platos		60,960 cm	
Área del plato		0,073 m ²	
Área activa del plato		0,060 m	
%flood		64,445	
Número de campanas		3	
Pérdida de presión en el plato		0,545 kPa	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	22	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	506,086 kg/h	1096,387 kg/h
Caudal volumétrico	317,610 m ³ /h	1,474 m ³ /h
Densidad	1,593 kg/m ³	743,969 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,305 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,073 m ²	
Área activa del plato	0,060 m	
%flood	64,195	
Número de campanas	3	
Pérdida de presión en el plato	0,543 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	23	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	503,000 kg/h	1093,301 kg/h
Caudal volumétrico	320,416 m ³ /h	1,470 m ³ /h
Densidad	1,570 kg/m ³	743,562 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,305 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,073 m ²	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Área activa del plato	0,060 m
%flood	64,282
Número de campanas	3
Pérdida de presión en el plato	0,543 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	24	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	502,392 kg/h	1092,693 kg/h
Caudal volumétrico	321,022 m ³ /h	1,470 m ³ /h
Densidad	1,565 kg/m ³	743,473 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,305 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,073 m ²	
Área activa del plato	0,060 m	
%flood	64,303	
Número de campanas	3	
Pérdida de presión en el plato	0,543 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	25	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	502,180 kg/h	1092,481 kg/h
Caudal volumétrico	321,139 m ³ /h	1,469 m ³ /h

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Densidad	1,564 kg/m ³	743,464 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,305 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,073 m ²	
Área activa del plato	0,060 m	
%flood	64,300	
Número de campanas	3	
Pérdida de presión en el plato	0,543 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	26	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	501,898 kg/h	1092,199 kg/h
Caudal volumétrico	321,149 m ³ /h	1,469 m ³ /h
Densidad	1,563 kg/m ³	743,488 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,305 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,073 m ²	
Área activa del plato	0,060 m	
%flood	64,280	
Número de campanas	3	
Pérdida de presión en el plato	0,543 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	27	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO		VAPOR
Caudal másico		501,228 kg/h
Caudal volumétrico		321,119 m ³ /h
Densidad		1,561 kg/m ³
Diámetro interno de la torre		0,305 m
Espaciado entre platos		60,960 cm
Área del plato		0,073 m ²
Área activa del plato		0,060 m
%flood		64,226
Número de campanas		3
Pérdida de presión en el plato		0,543 kPa
Presión de diseño		105 kPa
Tensión admitida		94458,211 kPa
Corrosión admitida		0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C03		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	28	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO		VAPOR
Caudal másico		501,228 kg/h
Caudal volumétrico		321,119 m ³ /h
Densidad		1,561 kg/m ³
Diámetro interno de la torre		0,305 m
Espaciado entre platos		60,960 cm
Área del plato		0,073 m ²
Área activa del plato		0,060 m
%flood		59,105
Número de campanas		3
Pérdida de presión en el plato		0,523 kPa

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AIV COLUMNA C03

Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

ANEXO AV: COLUMNA C04

HOJAS DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04

En este apartado se recopilan las especificaciones de los platos de la columna C04.

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	1	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1505,935 kg/h	1574,981 kg/h
Caudal volumétrico	1164,376 m ³ /h	1,944 m ³ /h
Densidad	1,293 kg/m ³	810,115 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m	
% flood	79,919	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,688 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	2	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1508,497 kg/h	1577,544 kg/h
Caudal volumétrico	1165,717 m ³ /h	1,948 m ³ /h
Densidad	1,294 kg/m ³	809.678 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AV COLUMNA C04

%flood	80
Número de campanas	8
Pérdida de presión en el plato	0,668 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	3	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1509,888 kg/h	1578,935 kg/h
Caudal volumétrico	1166,026 m ³ /h	1,951 m ³ /h
Densidad	1,295 kg/m ³	809,497 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m	
%flood	80	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,669 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	4	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1510,590 kg/h	1579,637 kg/h
Caudal volumétrico	1165,779 m ³ /h	1,951 m ³ /h
Densidad	1,296 kg/m ³	809,458 kg/m ³

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AV COLUMNA C04

Diámetro interno de la torre	0,457 m
Espaciado entre platos	60,960 cm
Área del plato	0,164 m ²
Área activa del plato	0,124 m
%flood	80
Número de campanas	8
Pérdida de presión en el plato	0,669 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	5	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1510,850 kg/h	1579,897 kg/h
Caudal volumétrico	1165,165 m ³ /h	1,952 m ³ /h
Densidad	1,297 kg/m ³	809,495 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m	
%flood	80	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,669 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	6	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1510,931 kg/h	1579,978 kg/h
Caudal volumétrico	1164,479 m ³ /h	1,952 m ³ /h
Densidad	1,298 kg/m ³	809,581 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m	
%flood	80	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,669 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	7	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1510,894 kg/h	1579,941 kg/h
Caudal volumétrico	1163,740 m ³ /h	1,951 m ³ /h
Densidad	1,298 kg/m ³	809,677 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m	
%flood	80	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,668 kPa	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AV COLUMNA C04

Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	8	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1510,815 kg/h	1579,862 kg/h
Caudal volumétrico	1163,023 m ³ /h	1,951 m ³ /h
Densidad	1,299 kg/m ³	809,780 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m	
%flood	80	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,668 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	9	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1510,686 kg/h	1579,733 kg/h
Caudal volumétrico	1162,280 m ³ /h	1,951 m ³ /h
Densidad	1,300 kg/m ³	809,879 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AV COLUMNA C04

Área activa del plato	0,124 m
%flood	80
Número de campanas	8
Pérdida de presión en el plato	0,668 kPa
Presión de diseño	105 kPa
Tensión admitida	94458,211 kPa
Corrosión admitida	0,079 cm

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	10	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1510,561 kg/h	1579,608 kg/h
Caudal volumétrico	1161,586 m ³ /h	1,950 m ³ /h
Densidad	1,300 kg/m ³	809,983 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m	
%flood	79,967	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,668 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	11	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1510,439 kg/h	1579,486 kg/h
Caudal volumétrico	1160,901 m ³ /h	1,950 m ³ /h

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AV COLUMNA C04

Densidad	1,301 kg/m ³	810,078 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m	
%flood	79,931	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,668 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

HOJA DE ESPECIFICACIONES COLUMNA C04		
HOJA 1 DE 1		PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
PLATO	12	
DATOS GENERALES		
CARGA EN EL PLATO	VAPOR	LIQUIDO
Caudal másico	1510,439 kg/h	1546,047 kg/h
Caudal volumétrico	1160,901 m ³ /h	1,908 m ³ /h
Densidad	1,301 kg/m ³	810,138 kg/m ³
Diámetro interno de la torre	0,457 m	
Espaciado entre platos	60,960 cm	
Área del plato	0,164 m ²	
Área activa del plato	0,124 m	
%flood	79,838	
Número de campanas	8	
Pérdida de presión en el plato	0,667 kPa	
Presión de diseño	105 kPa	
Tensión admitida	94458,211 kPa	
Corrosión admitida	0,079 cm	

ANEXO AVI: ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS DE PROCESO.

En este Anexo se recopilan las especificaciones de las válvulas seleccionadas para el proceso productivo. En la Tabla 239 se muestra un detalle de todas las válvulas seleccionadas.

Tabla 239: Listado de válvulas. Fuente: Elaboración propia.

PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL			
TAG	DESCRIPCIÓN	TIPO DE VÁLVULA	MATERIAL
V01	Válvula automática de dos vías	VEH desvío simple normal	AISI 304
V02	Válvula automática de control de regulación	VEH fondo de tanque	AISI 304
V03	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
v04	Válvula de control de regulación	VEH fondo de tanque	AISI 304
V05	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V06	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V07	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V08	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V09	Válvula de control de regulación	VEH de seguridad y alivio	AISI 304
V10	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V11	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V12	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V13	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

V14	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V15	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V16	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V17	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V18	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V19	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V20	Válvula de control de regulación	VEH de seguridad y alivio	AISI 316L
V21	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V22	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V23	Válvula automática de dos vías	VEH desvío simple normal	AISI 304
V24	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V25	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V26	Válvula de control de regulación	VEH de seguridad y alivio	AISI 304
V27	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V28	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
V29	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
S CV V01	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

S CV V02	Válvula de control de regulación	VEH de seguridad y alivio	AISI 304
S CV V03	Válvula de control todo o nada	VEH de control con accionamiento manual	AISI 304
S CV V04	Válvula de control todo o nada	VEH de control con accionamiento manual	AISI 304
S F V01	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304
S F V02	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304
S F V03	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304
S F V04	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento neumático	AISI 304
S F V05	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304
S F V06	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304
S F V07	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304
S F V08	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304
S F V09	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304
S A V01	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304
S A V02	Válvula de control de regulación	VEH fondo de tanque	AISI 304
S N V01	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304
S N V02	Válvula de control de regulación	VEH de control con accionamiento eléctrico	AISI 304

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

La gama de diseños y tipos de válvulas industriales disponibles en el mercado actual, independientemente de marcas y características diferenciadoras de tipo comercial, es muy amplia y ofrece múltiples posibilidades a la hora de tomar una decisión acerca de la selección de los correctos equipos para cada escenario. (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

Se debe seguir una lógica secuencia de parámetros a tener en cuenta ante una elección. Naturalmente todos estos parámetros están influenciados por factores ajenos al aspecto técnico tales como disponibilidad del producto, logística, economía, tendencias en planta, mantenimiento y otros de similar naturaleza que deben de influir también en la justa elección del producto. (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

Elección del tipo de válvula de acuerdo a su función

La primera base de elección está basada en la función de la válvula o equipo debe de realizar en la planta para ello se distinguen las siguientes funciones: (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

- Aislamiento: interrumpir el flujo de la línea en de forma total y cuando sea preciso.
- Retención: impedir que el flujo no retroceda hacia la zona presurizada cuando esta decrece o desaparece.
- Regulación: modificar el flujo en cuanto a cantidad, desviarlo, mezclarlo o accionarlo de forma automática.
- Seguridad: proteger equipos y personal contra la sobre presión.

Determinación de la Presión Nominal

El siguiente factor es determinar el Rating o Presión Nominal de Diseño de la válvula, este factor está determinado por los datos de proceso en planta, fundamentalmente por la intersección entre presión de trabajo efectiva y temperatura de trabajo efectiva. (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

Determinación de los materiales constructivos

En función del factor anterior, así como la compatibilidad química y de resistencia a la corrosión y erosión de los fluidos, se escogen los materiales constructivos de las diversas partes de la válvula. Desde el punto de vista de selección de materiales de una válvula se consideran siempre los siguientes: (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

- Cuerpo retenedor de presión, parte húmeda en contacto con el fluido.
- Partes blandas y empaques

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

- Tornillería de unión y recubrimientos exteriores.

Sobre el cuerpo se observa que el material disponible sea compatible con el fluido en términos de compatibilidad química, factores encaminados a la abrasión (velocidad en línea o naturaleza del fluido), en estos casos podemos seleccionar un revestimiento interno que manteniendo el material metálico base impida el contacto entre el flujo. (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

Para determinar el material de empaques o sellado internos y externos será determinante la temperatura y la compatibilidad del material de sellado con el fluido. (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

Finalmente, se tiene en cuenta el material de unión de las partes, entendiendo estos como la tornillería y los recubrimientos de pintura exteriores. Este factor es de importancia a los únicos efectos de la corrosión ambiental en planta. (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

Selección del accionamiento

Las Válvulas pueden ser accionadas de diversas formas: (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

- Manualmente
- Auto accionadas por el propio fluido
- Accionadas por actuadores externos

La selección del tipo de accionamiento está condicionada por las necesidades en planta; por ejemplo, accesibilidad a la válvula, frecuencia de operación, disponibilidad de energía auxiliar, economía, grado de exactitud requerido en la operación, entre otras. (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

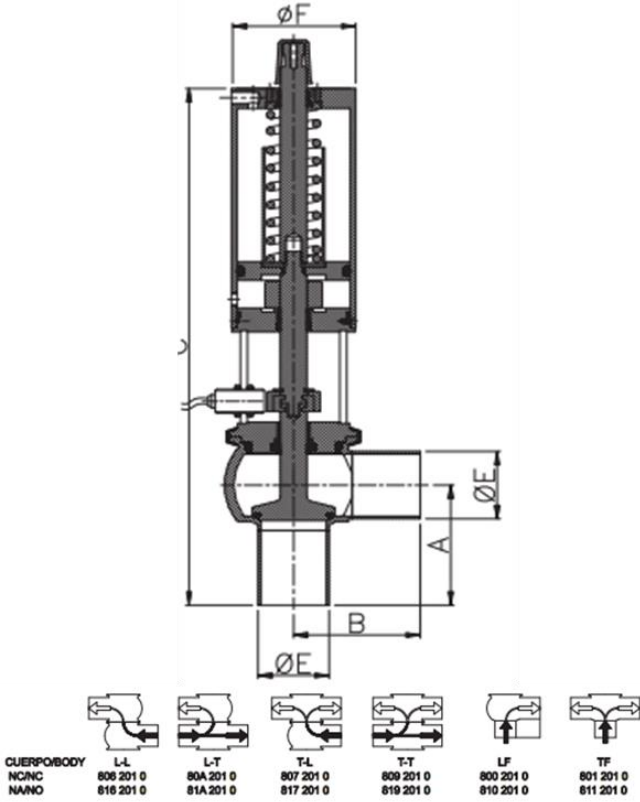
Selección del Tamaño (DN) de la Válvula

Las Válvulas están normalizadas a un tamaño o diámetro nominal de acuerdo a los estándares internacionales. El dimensionado de la válvula se realiza de acuerdo al caudal de circulación en línea y otros factores del proceso. (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

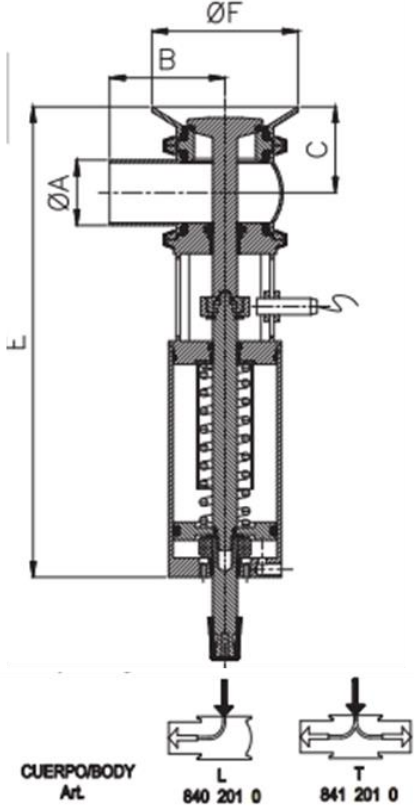
Criterios comerciales generales

Las pautas anteriormente descritas deben de ser finalmente juzgadas por el ingeniero de aplicación bajo unos criterios comerciales que rigen en el mercado, tales como la disponibilidad y economía. (www.comeval.es. Última revisión: enero 15, 2018)

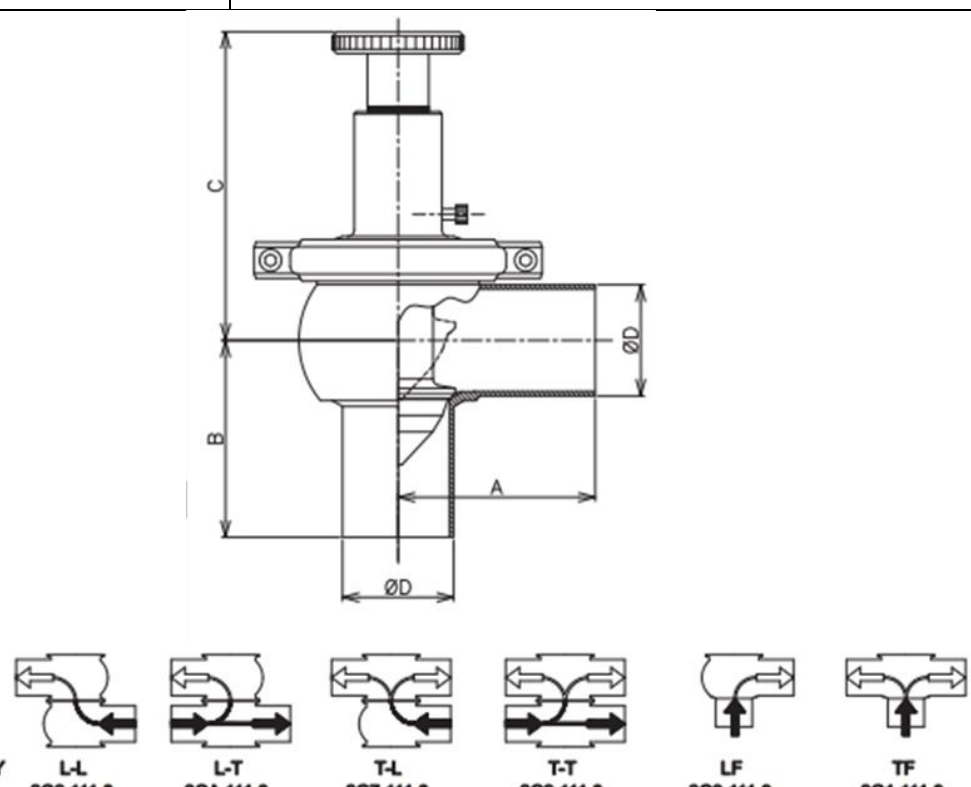





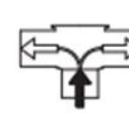
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS														
TAG	V01	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL												
DATOS GENERALES														
Denominación de la válvula	Válvula automática de dos vías													
Función	Mantener el nivel de los tanques A01 y A02													
Modelo adoptado	VEH desvío simple normal													
Proveedor	Frautschi ®													
DATOS DE DISEÑO														
Accionamiento	Neumático													
Peso (Kg)	89													
DN	2"													
A (mm)	90													
B (mm)	90													
C (mm)	389													
D (mm)	50.8													
E (mm)	89													
 <p style="text-align: center;"> <small> CUERPO/BODY NCINC NANO </small> </p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><small>L-L 808 201 0 818 201 0</small></td> <td style="text-align: center;"><small>L-T 80A 201 0 81A 201 0</small></td> <td style="text-align: center;"><small>T-L 807 201 0 817 201 0</small></td> <td style="text-align: center;"><small>T-T 809 201 0 819 201 0</small></td> <td style="text-align: center;"><small>LF 800 201 0 810 201 0</small></td> <td style="text-align: center;"><small>TF 801 201 0 811 201 0</small></td> </tr> </table>									<small>L-L 808 201 0 818 201 0</small>	<small>L-T 80A 201 0 81A 201 0</small>	<small>T-L 807 201 0 817 201 0</small>	<small>T-T 809 201 0 819 201 0</small>	<small>LF 800 201 0 810 201 0</small>	<small>TF 801 201 0 811 201 0</small>
<small>L-L 808 201 0 818 201 0</small>	<small>L-T 80A 201 0 81A 201 0</small>	<small>T-L 807 201 0 817 201 0</small>	<small>T-T 809 201 0 819 201 0</small>	<small>LF 800 201 0 810 201 0</small>	<small>TF 801 201 0 811 201 0</small>									

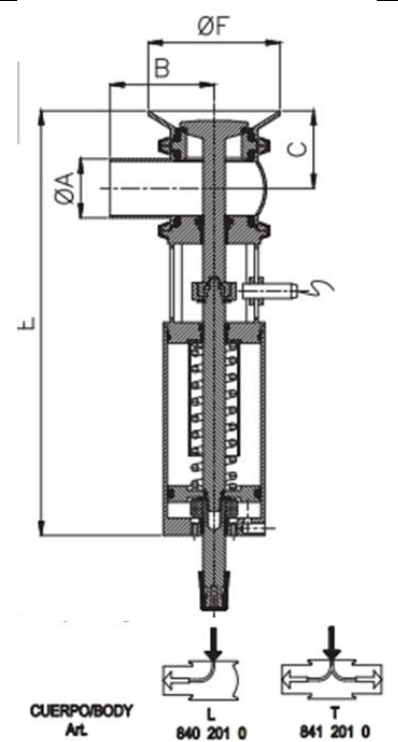
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	V02	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Descarga tanques A01 y A02	
Modelo adoptado	VEH fondo de tanque	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	50.8	
B (mm)	90	
C (mm)	66.8	
E (mm)	366	
F (mm)	114	
 <p style="text-align: center;"> CUERPO/BODY Art. 840 201 0 841 201 0 </p>		

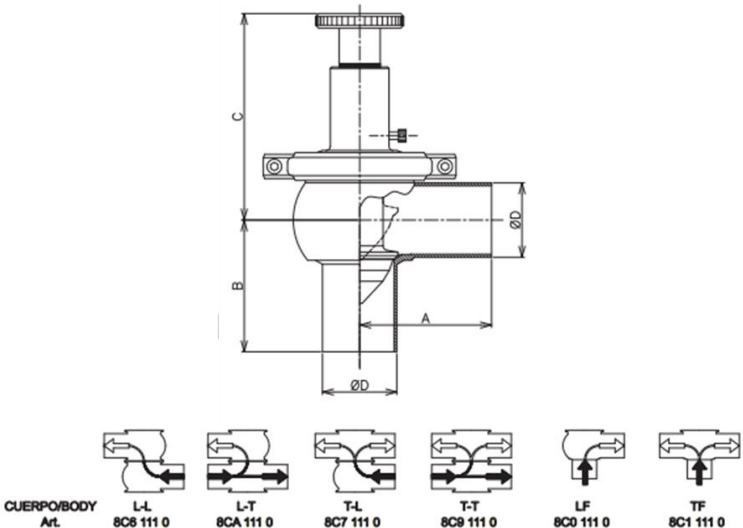
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V03	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Mantener el nivel del tanque T01					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

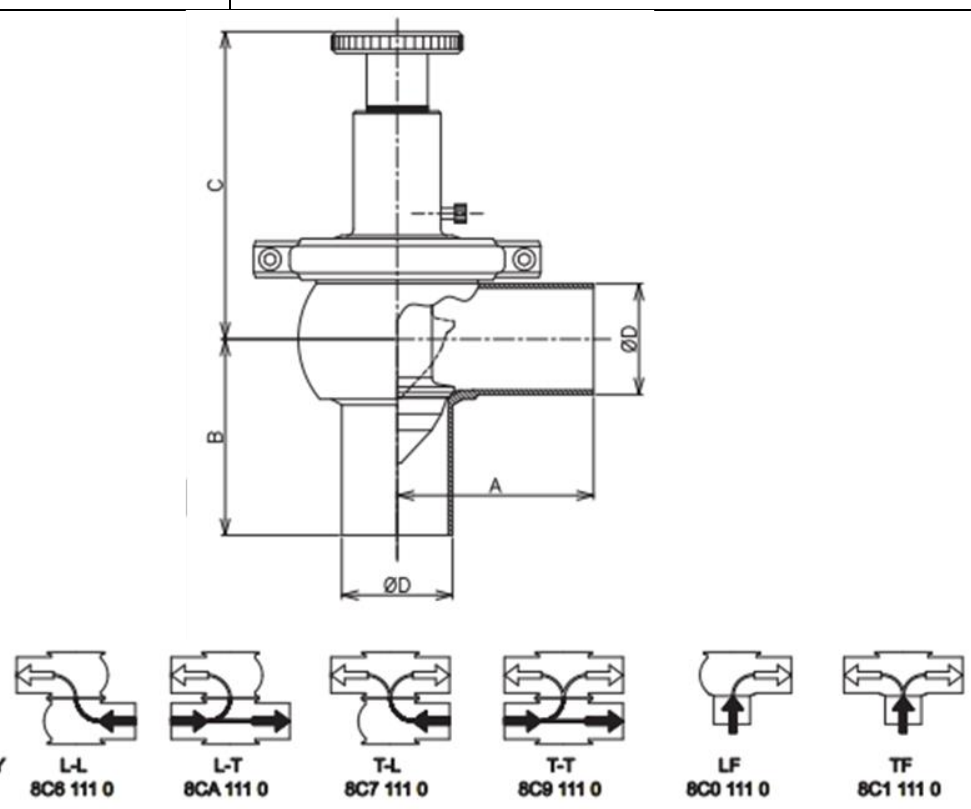

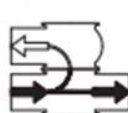



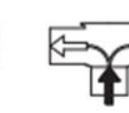
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	V04	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Descarga tanque T01	
Modelo adoptado	VEH fondo de tanque	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	50.8	
B (mm)	90	
C (mm)	66.8	
E (mm)	366	
F (mm)	114	
 <p style="text-align: center;"> The drawing shows a vertical valve assembly. Dimensions are indicated as follows: <ul style="list-style-type: none"> $\varnothing F$: Diameter of the top flange. B: Width of the top flange. C: Distance from the top flange to the valve stem. $\varnothing A$: Diameter of the valve stem. E: Total height of the valve body. Below the main drawing are two cross-sectional views of the valve body: <ul style="list-style-type: none"> L: A standard body with a flat bottom. T: A body with a tapered bottom. The text below the drawings reads: <p>CUERPO/BODY Art. 840 201 0 (for L) and 841 201 0 (for T)</p> </p>		

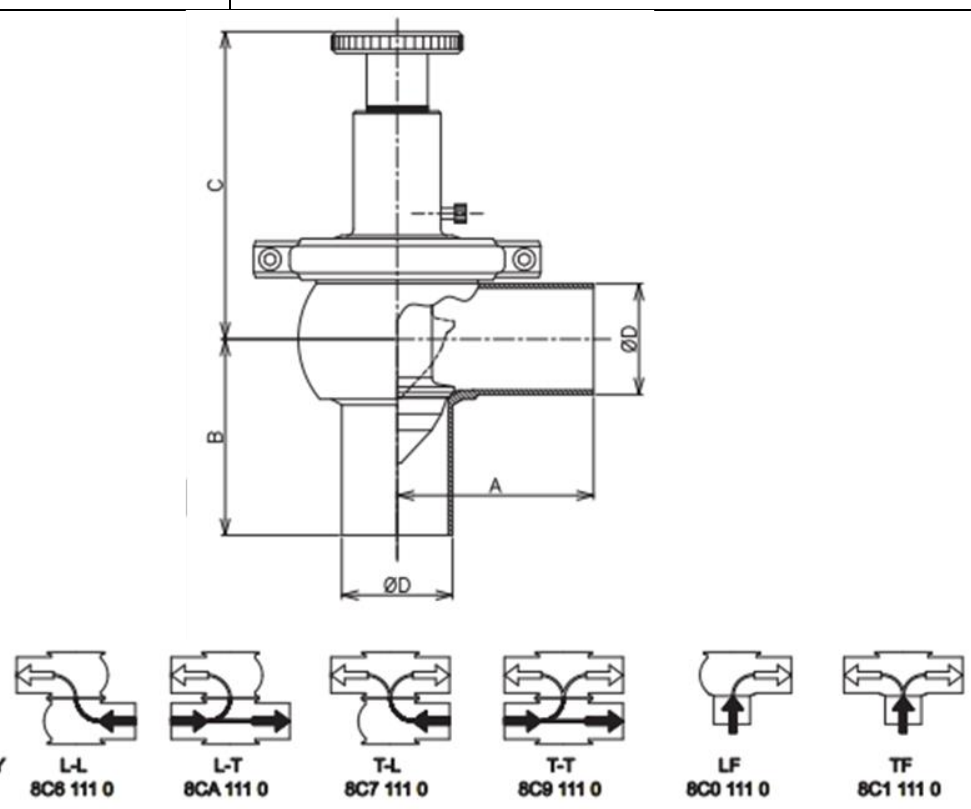

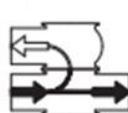



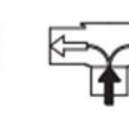
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	V05	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Mantener constante el caudal de nitrógeno que ingresa a R01	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
 <p style="text-align: center;"> <small>CUERPO/BODY</small> <small>Art.</small> </p> <p style="text-align: center;"> <small>L-L</small> <small>L-T</small> <small>T-L</small> <small>T-T</small> <small>LF</small> <small>TF</small> <small>8C8 111 0</small> <small>8CA 111 0</small> <small>8C7 111 0</small> <small>8C9 111 0</small> <small>8C0 111 0</small> <small>8C1 111 0</small> </p>		

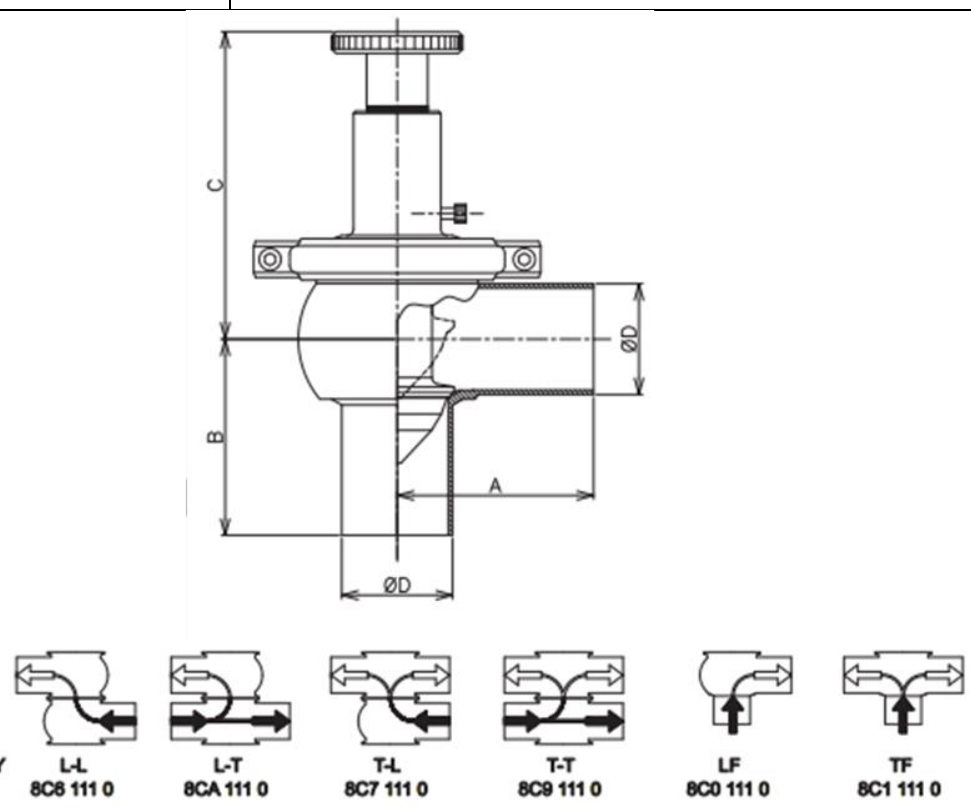

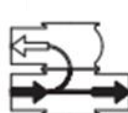



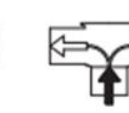
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V06	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Mantener constante el caudal de AS que ingresa a R01					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

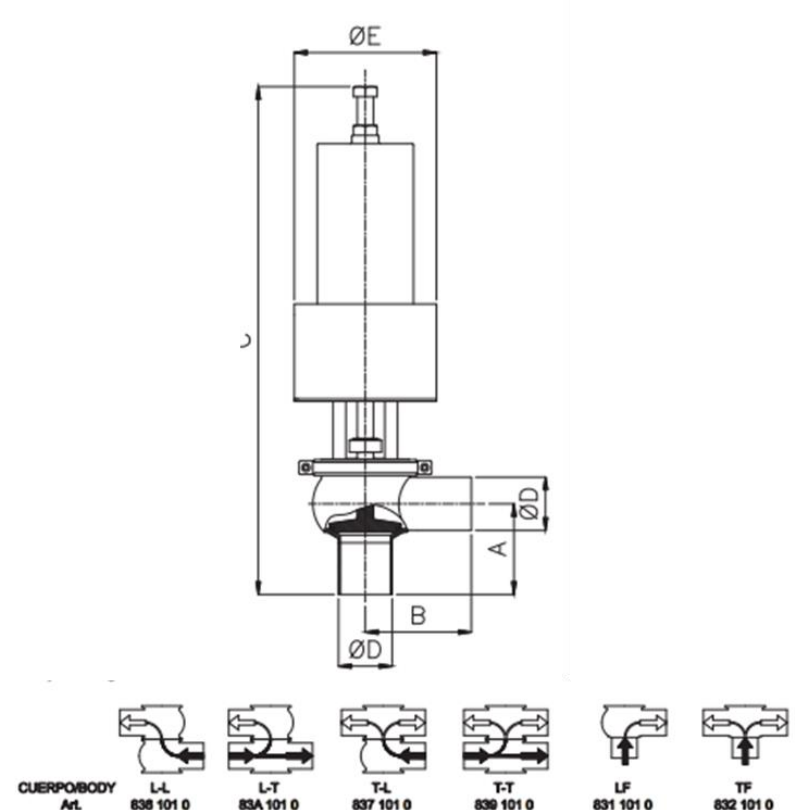
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V07	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Mantener constante el caudal de AE que ingresa a R01					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

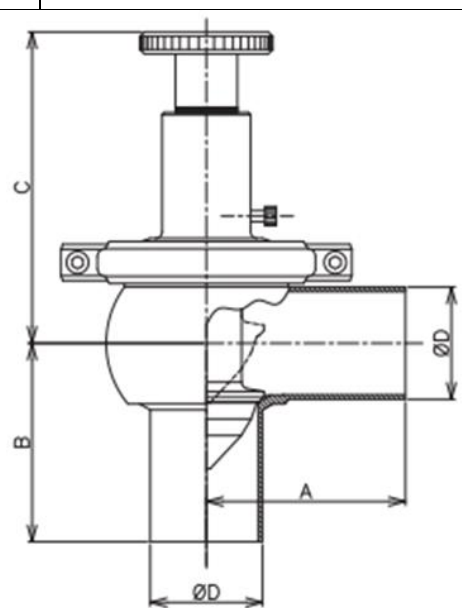

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V08	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Mantener AE a temperatura óptima de reacción					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

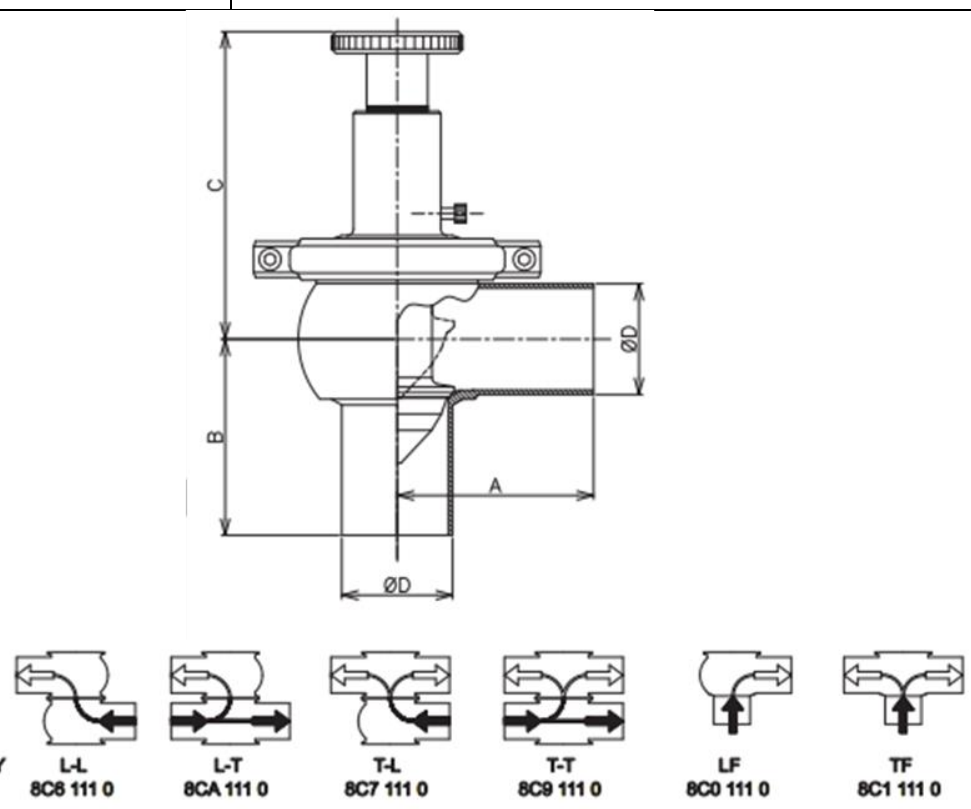

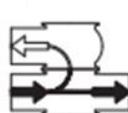



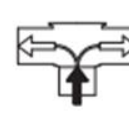
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	V09	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Controlar la formación de producto	
Modelo adoptado	VEH de seguridad y alivio	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Rango calibración (bar)	0-10	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	596	
D (mm)	50.8	
E (mm)	114	
 <p style="text-align: center;"> The technical drawing shows a vertical valve assembly. The main body has a diameter of $\varnothing D$. The stem diameter is $\varnothing D$. The distance from the top of the stem to the top of the main body is $\varnothing E$. The distance from the top of the main body to the top of the valve seat is A. The distance from the top of the valve seat to the bottom of the valve seat is B. Below the main drawing are six connection diagrams labeled L-L, L-T, T-L, T-T, LF, and TF, each with a corresponding part number: L-L (638 101 0), L-T (85A 101 0), T-L (837 101 0), T-T (839 101 0), LF (831 101 0), and TF (832 101 0). </p>		

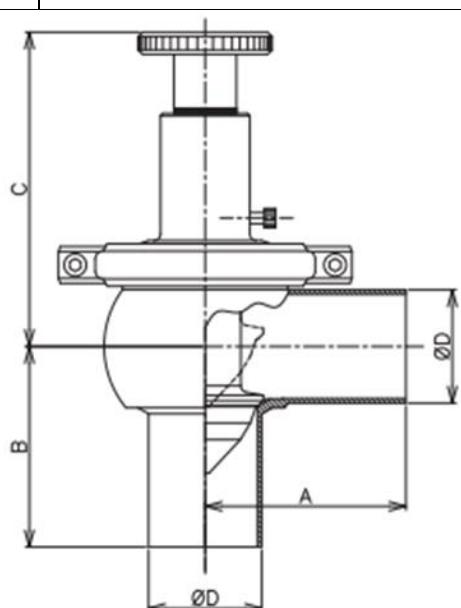
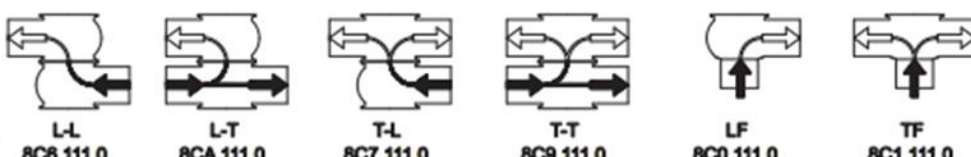
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	V10	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Controlar la temperatura de I01	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		
		
CUERPO/BODY Art.	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0
	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0
	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

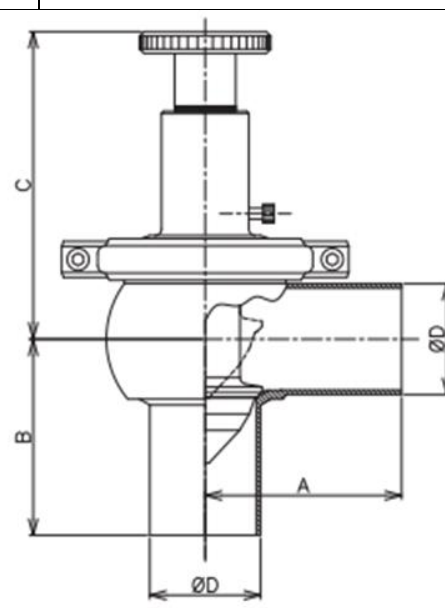
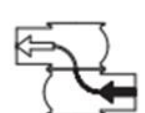




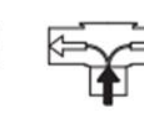
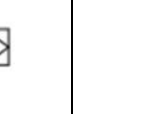
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V11	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Controlar la temperatura de I02 e I03					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

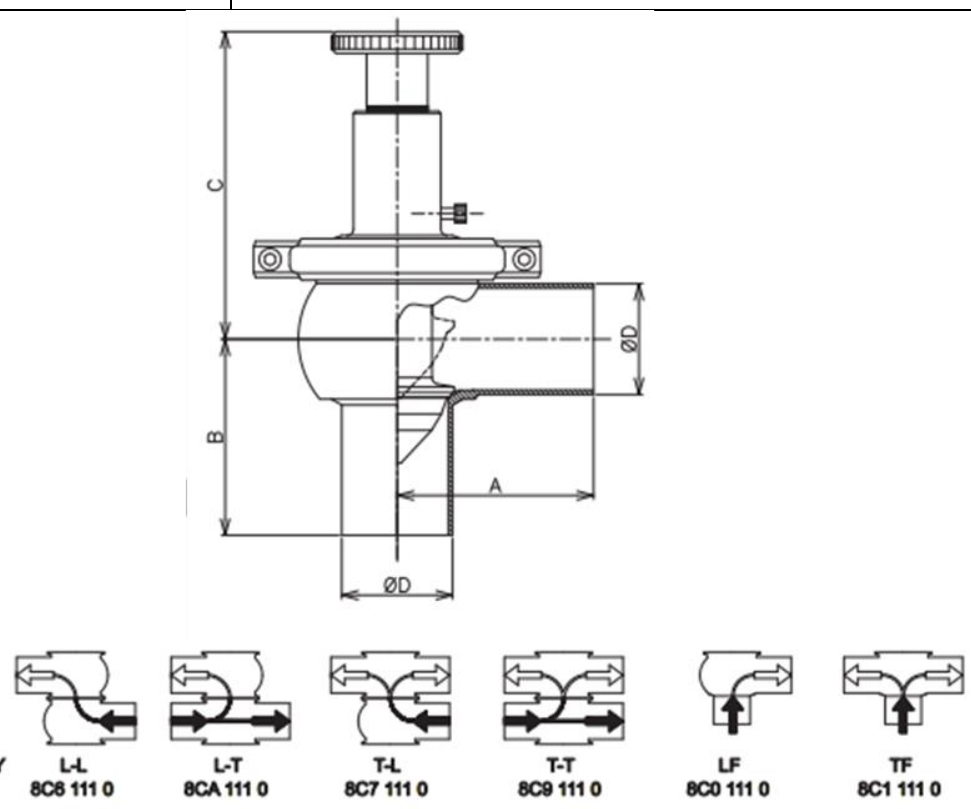

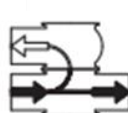



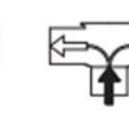
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V12	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Controlar la temperatura de I04					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

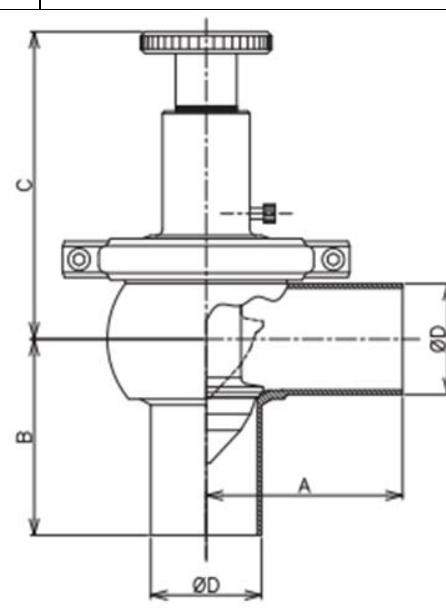

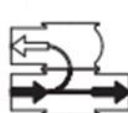



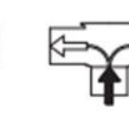
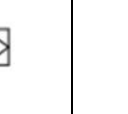
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V13	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Controlar la temperatura de I05					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
 CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

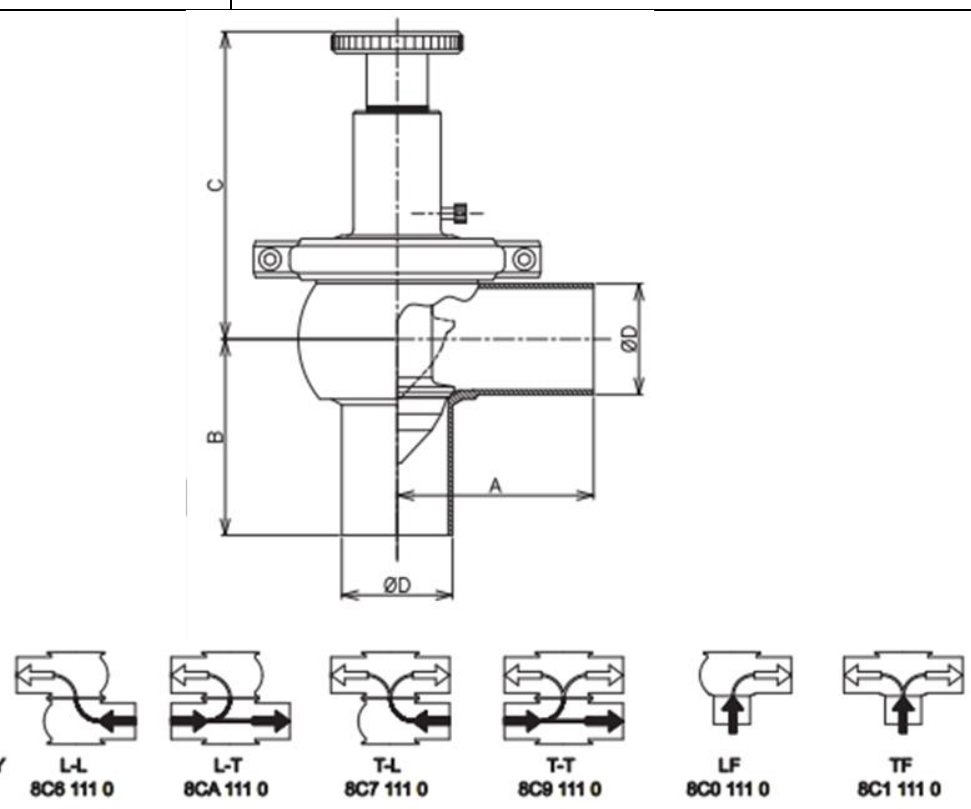

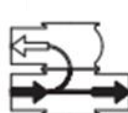



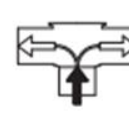
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V14	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Controlar la temperatura de I06					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

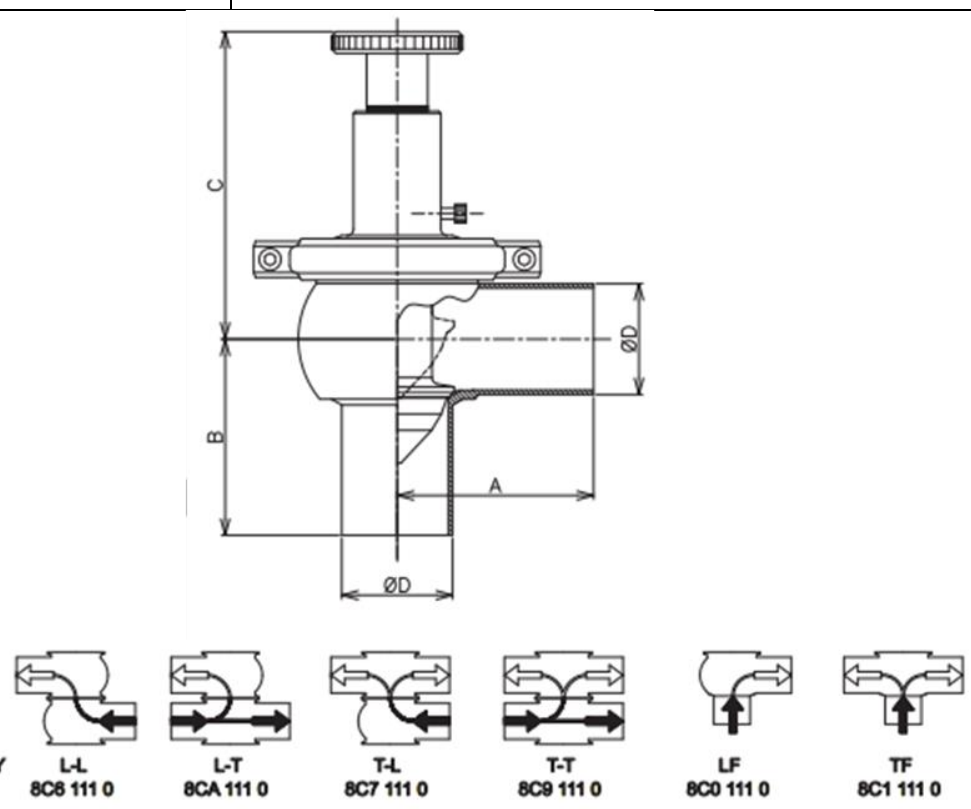

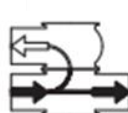



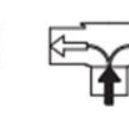
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V15	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Modificar el caudal de HS de ingreso a C01					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
 CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

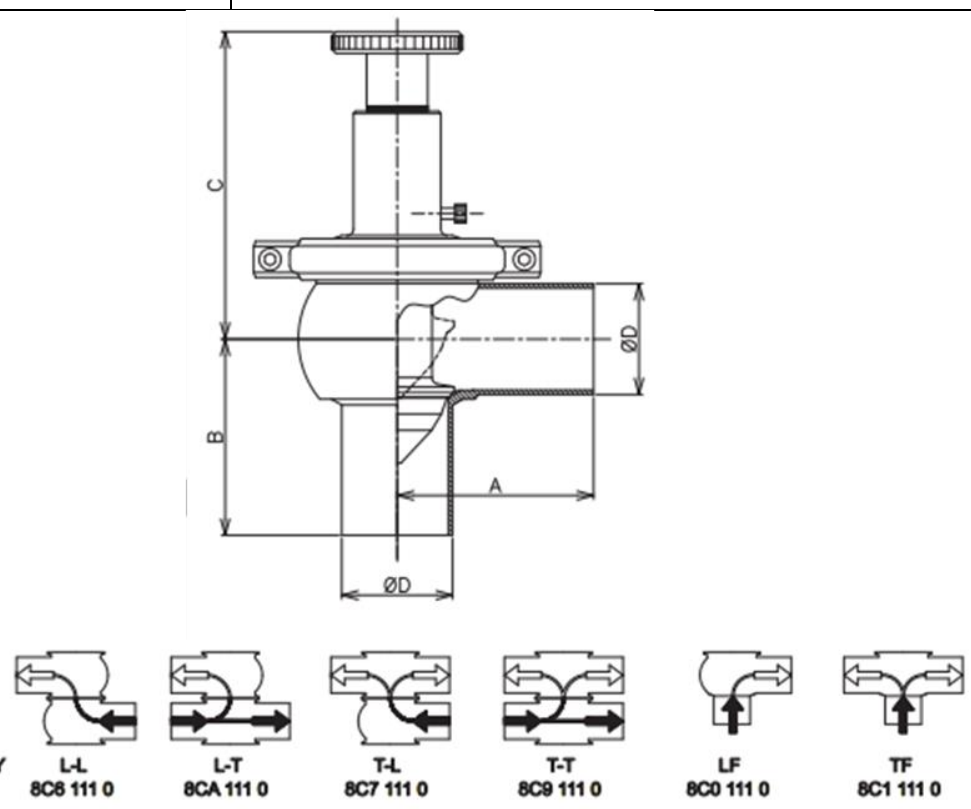

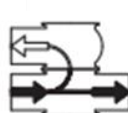



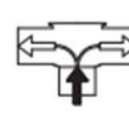
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V16	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Controlar la presión de C01					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

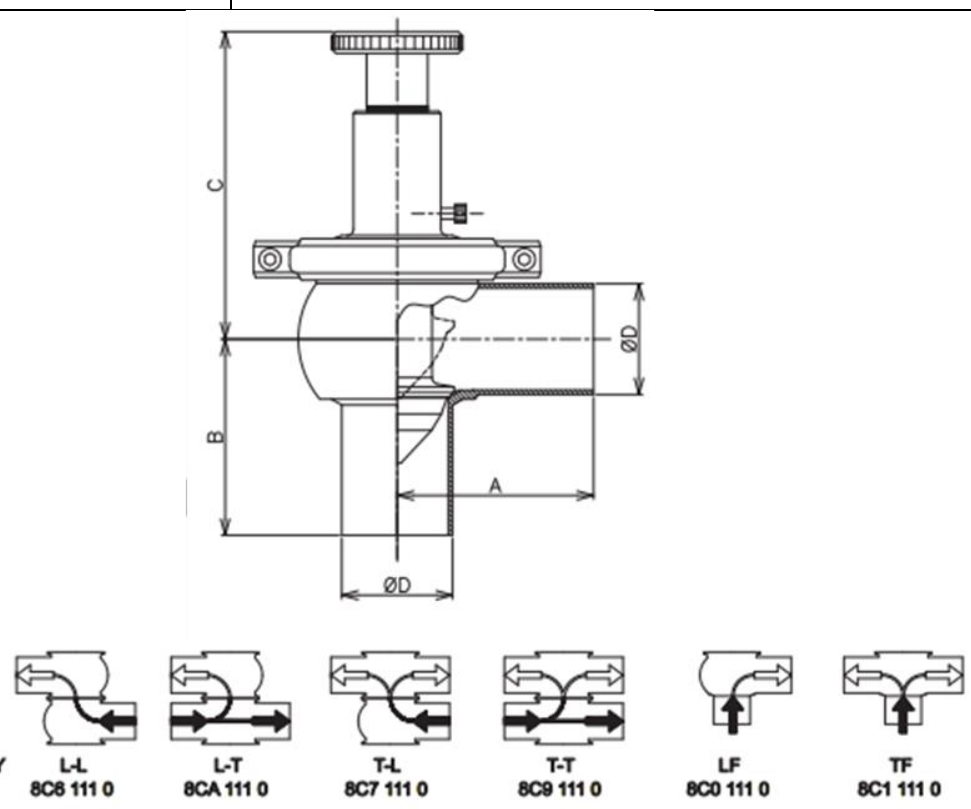

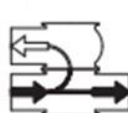



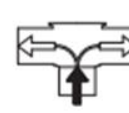
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V17	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Controlar el flujo de vapor en el C02					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

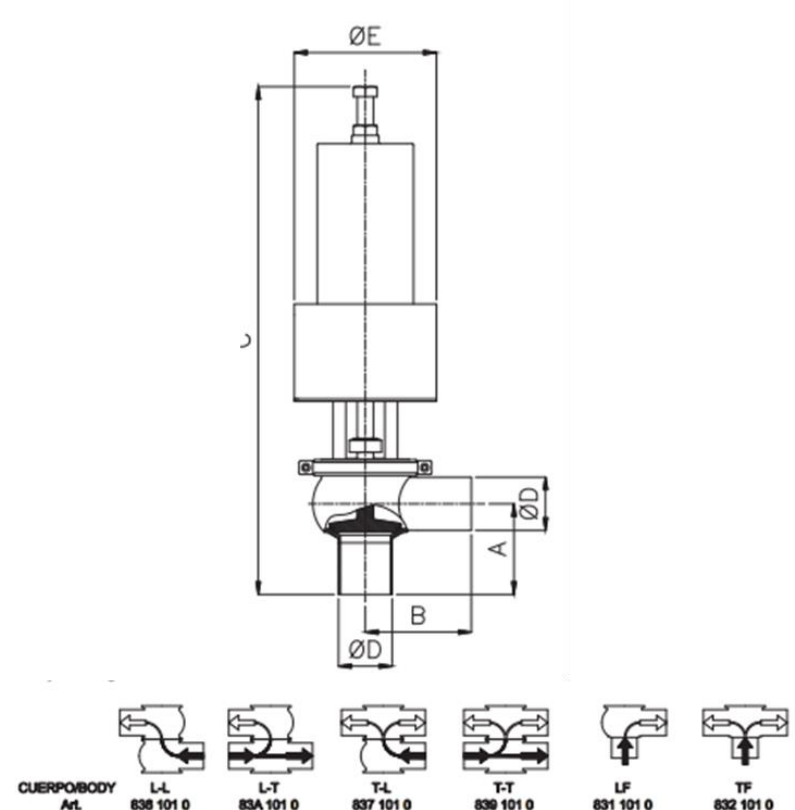
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V18	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Controlar el flujo en el C02					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

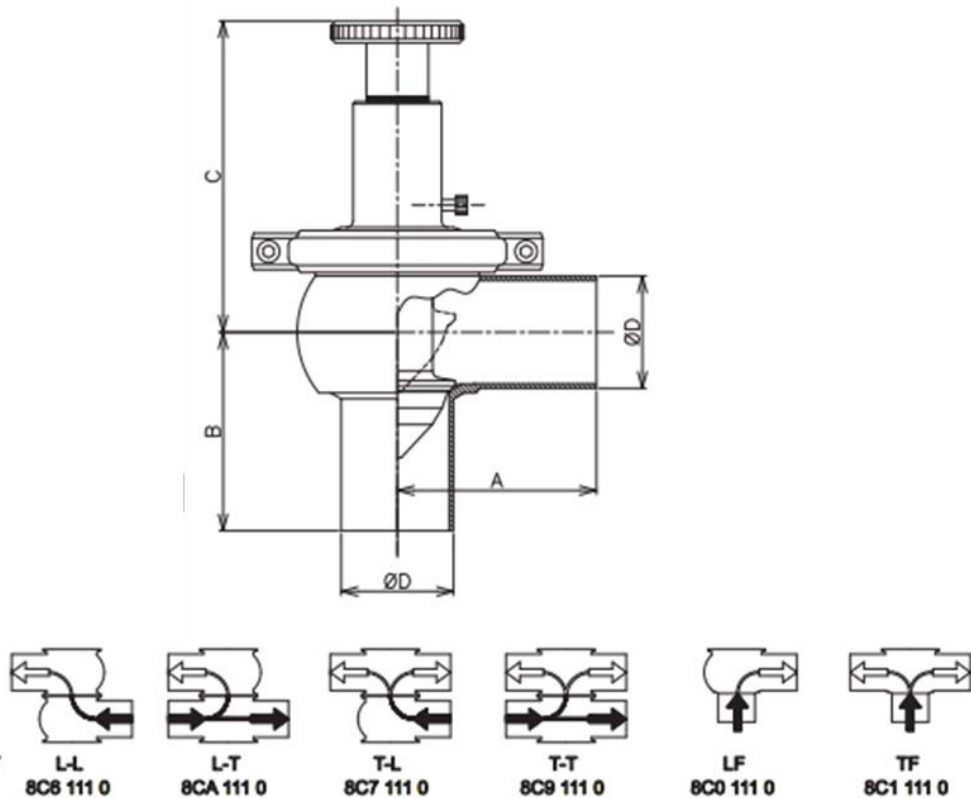
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V19	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Controlar el flujo en C03					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

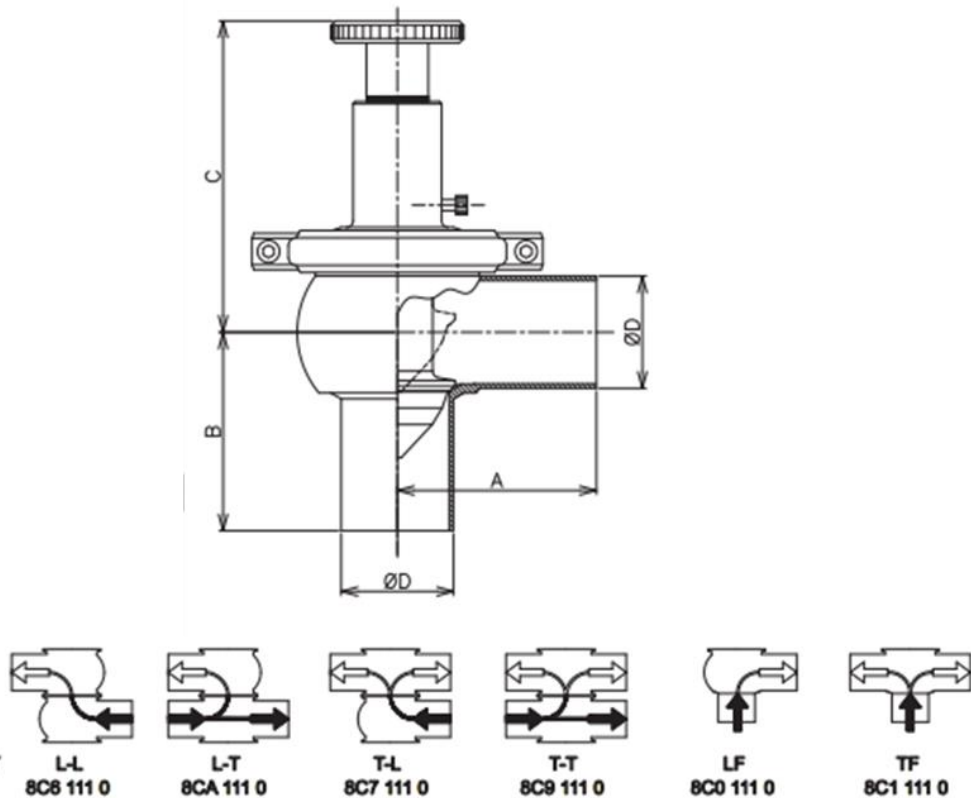
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	V20	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Controlar la presión en C03	
Modelo adoptado	VEH de seguridad y alivio	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Rango calibración (bar)	0-10	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	596	
D (mm)	50.8	
E (mm)	114	
 <p style="text-align: center;"> The drawing shows a vertical valve assembly. The main body has a diameter of $\varnothing D$. The actuator on top has a diameter of $\varnothing E$. The distance from the top of the actuator to the top of the valve body is labeled 'C'. The distance from the top of the valve body to the center of the valve is labeled 'A'. The distance from the center of the valve to the bottom of the valve body is labeled 'B'. Below the main drawing are six symbols representing different valve configurations: L-L, L-T, T-L, T-T, LF, and TF, each with a corresponding part number. </p>		

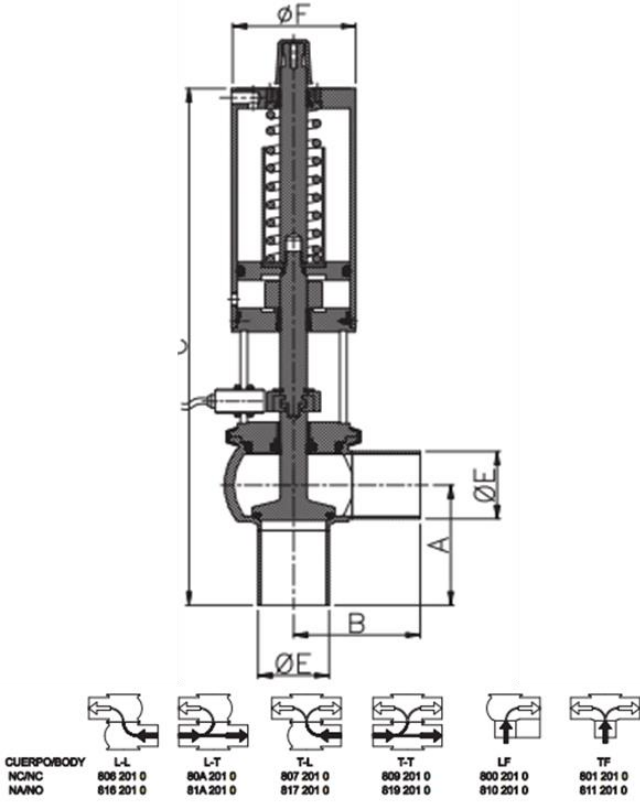


















UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	V21	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Controlar el flujo en C04	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		

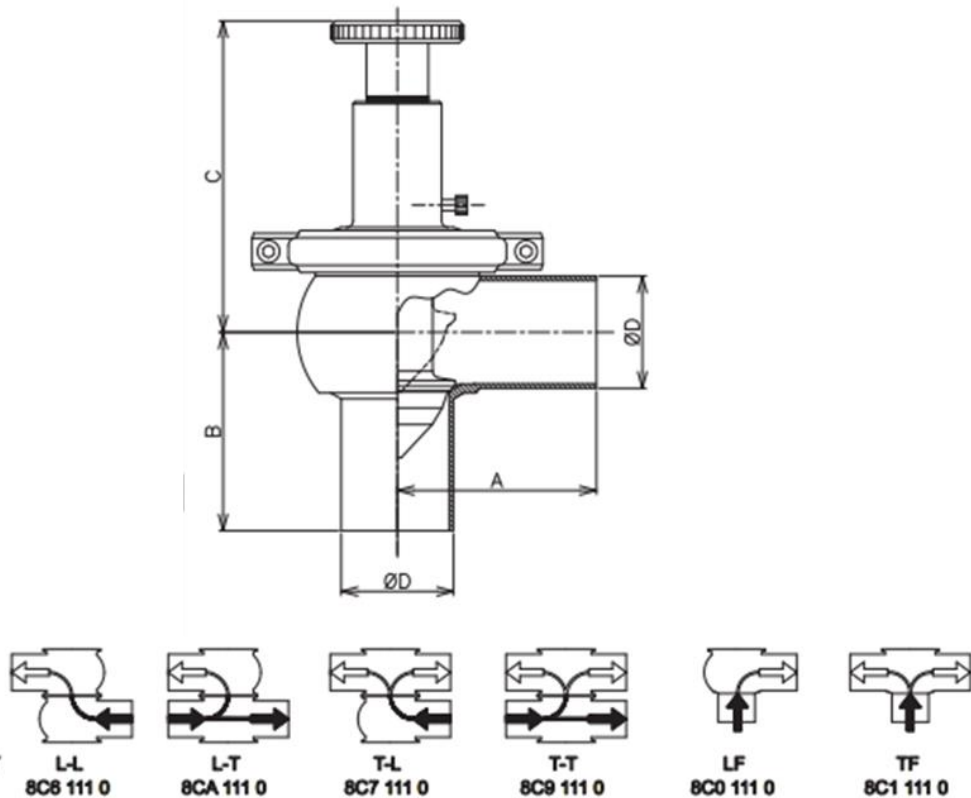
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V22	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Regular el flujo en C04					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

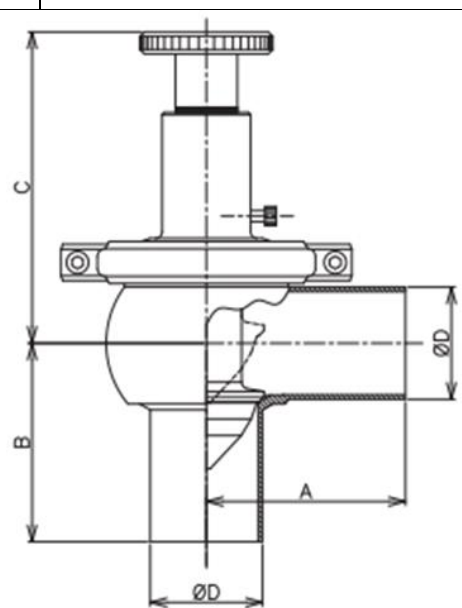

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS														
TAG	V23	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL												
DATOS GENERALES														
Denominación de la válvula	Válvula automática de dos vías													
Función	Mantener el nivel de los tanques A05 y A06													
Modelo adoptado	VEH desvío simple normal													
Proveedor	Frautschi ®													
DATOS DE DISEÑO														
Accionamiento	neumático													
Peso (Kg)	89													
DN	2"													
A (mm)	90													
B (mm)	90													
C (mm)	389													
D (mm)	50.8													
E (mm)	89													
 <p style="text-align: center;"> <small> CUERPO/BODY NCINC NANO </small> </p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">L-L 808 201 0 818 201 0</td> <td style="text-align: center;">L-T 80A 201 0 81A 201 0</td> <td style="text-align: center;">T-L 807 201 0 817 201 0</td> <td style="text-align: center;">T-T 809 201 0 819 201 0</td> <td style="text-align: center;">LF 800 201 0 810 201 0</td> <td style="text-align: center;">TF 801 201 0 811 201 0</td> </tr> </table>									L-L 808 201 0 818 201 0	L-T 80A 201 0 81A 201 0	T-L 807 201 0 817 201 0	T-T 809 201 0 819 201 0	LF 800 201 0 810 201 0	TF 801 201 0 811 201 0
														
L-L 808 201 0 818 201 0	L-T 80A 201 0 81A 201 0	T-L 807 201 0 817 201 0	T-T 809 201 0 819 201 0	LF 800 201 0 810 201 0	TF 801 201 0 811 201 0									

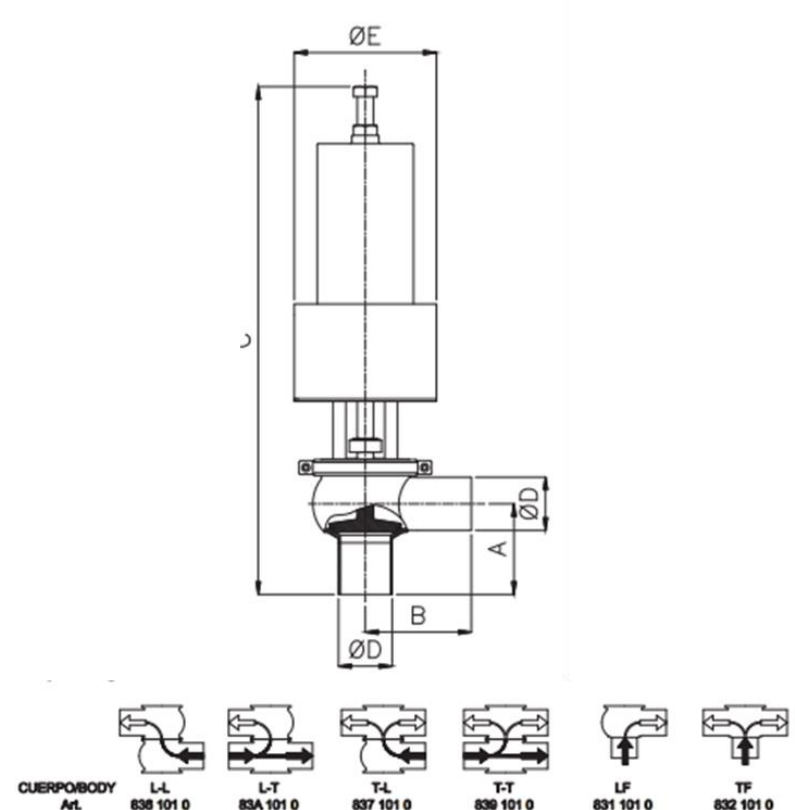
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V24	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Mantener el nivel de A03					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

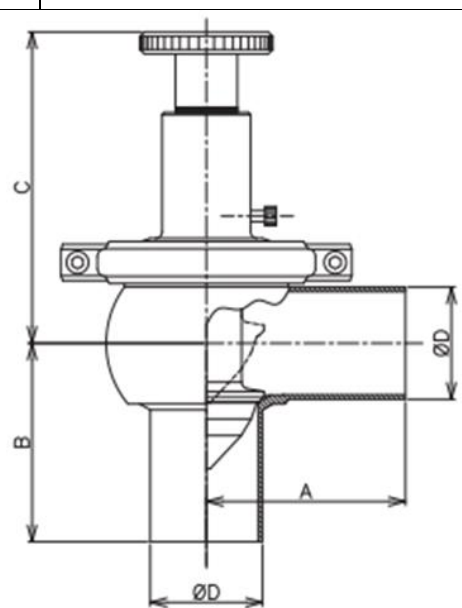

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V25	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Cargar al tanque pulmón T03					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0
CUERPO/BODY Art.						

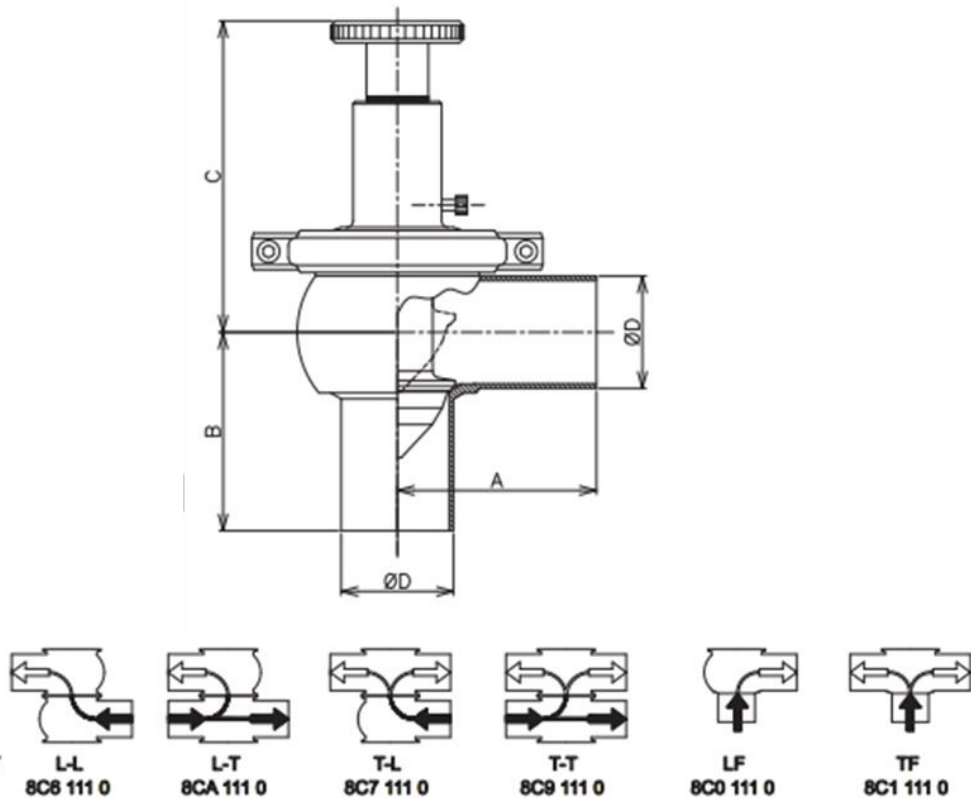
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	V26	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Controlar la concentración de AS en T03	
Modelo adoptado	VEH de seguridad y alivio	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Rango calibración (bar)	0-10	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	596	
D (mm)	50.8	
E (mm)	114	
 <p style="text-align: center;"> The drawing shows a vertical valve assembly. The main body has a diameter of $\varnothing D$. The actuator on top has a diameter of $\varnothing E$. The distance from the top of the actuator to the top of the valve body is labeled 'C'. The distance from the top of the valve body to the center of the valve is labeled 'A'. The distance from the center of the valve to the bottom of the valve body is labeled 'B'. Below the main drawing are six symbols for different valve configurations: L-L, L-T, T-L, T-T, LF, and TF, each with a corresponding part number. </p>		

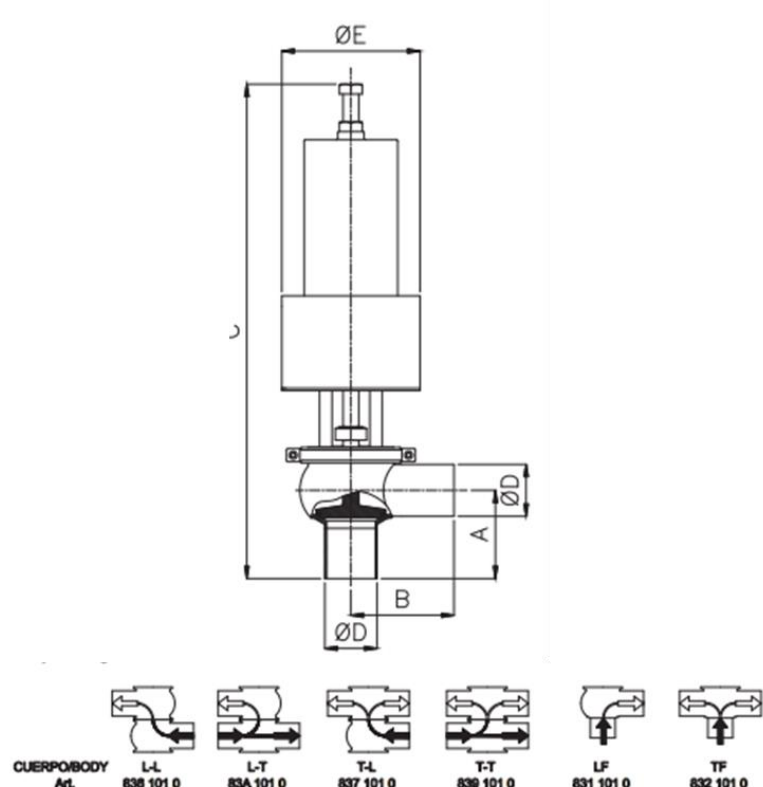
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V27	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Mantener el nivel en A04					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0
CUERPO/BODY Art.						

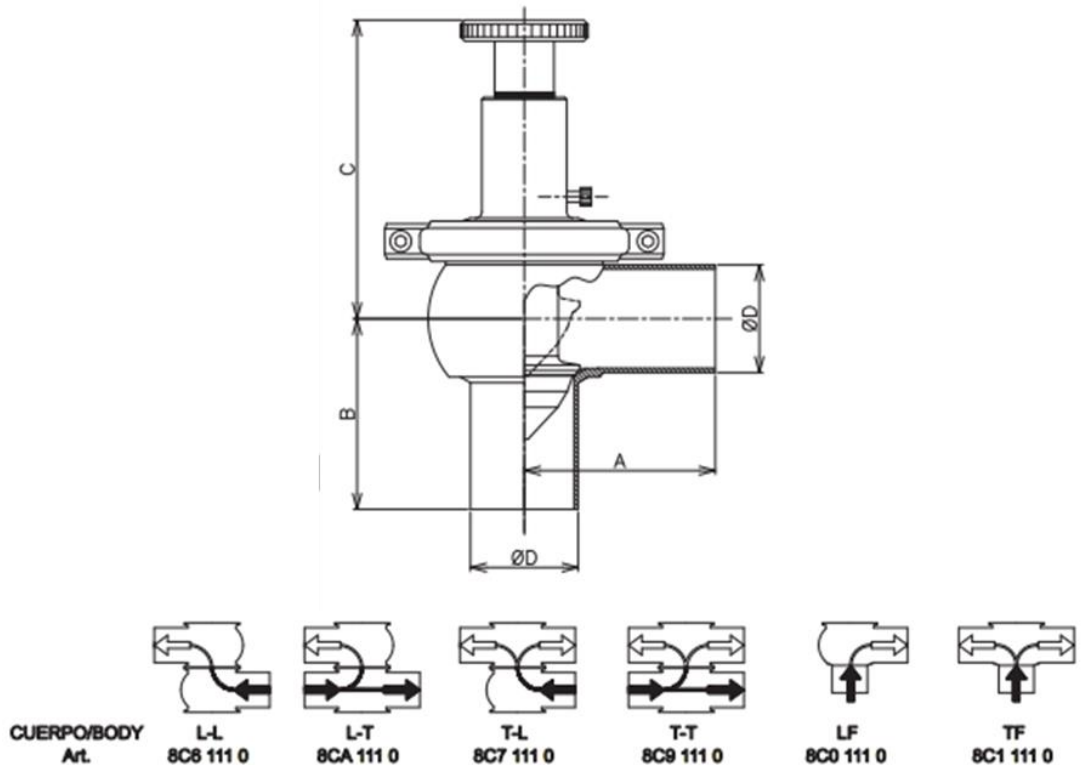
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	V28	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Cargar el tanque T04					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento neumático					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

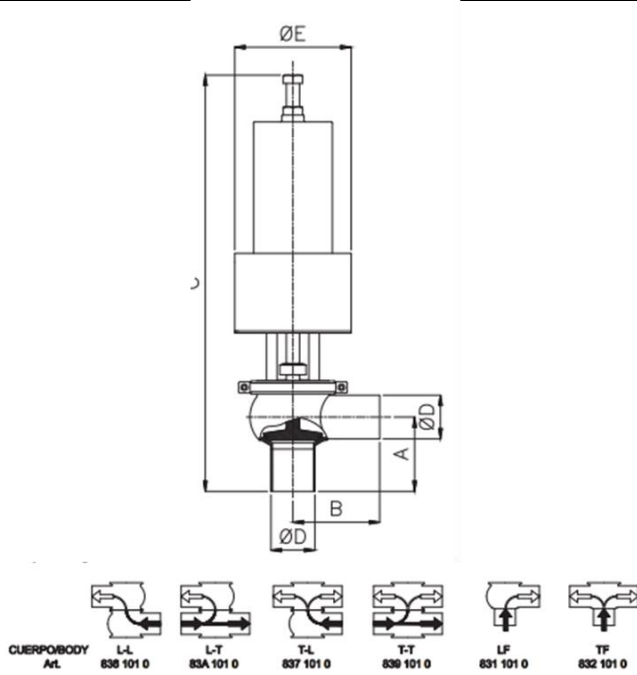
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	V29	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Controlar la concentración de HS en T04	
Modelo adoptado	VEH de seguridad y alivio	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Rango calibración (bar)	0-10	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	596	
D (mm)	50.8	
E (mm)	114	
 <p style="text-align: center;"> <small>CUERPOBODY</small> <small>Art.</small> </p> <p style="text-align: center;"> <small>L-L</small> <small>L-T</small> <small>T-L</small> <small>T-T</small> <small>LF</small> <small>TF</small> <small>838 101 0</small> <small>83A 101 0</small> <small>837 101 0</small> <small>838 101 0</small> <small>831 101 0</small> <small>832 101 0</small> </p>		

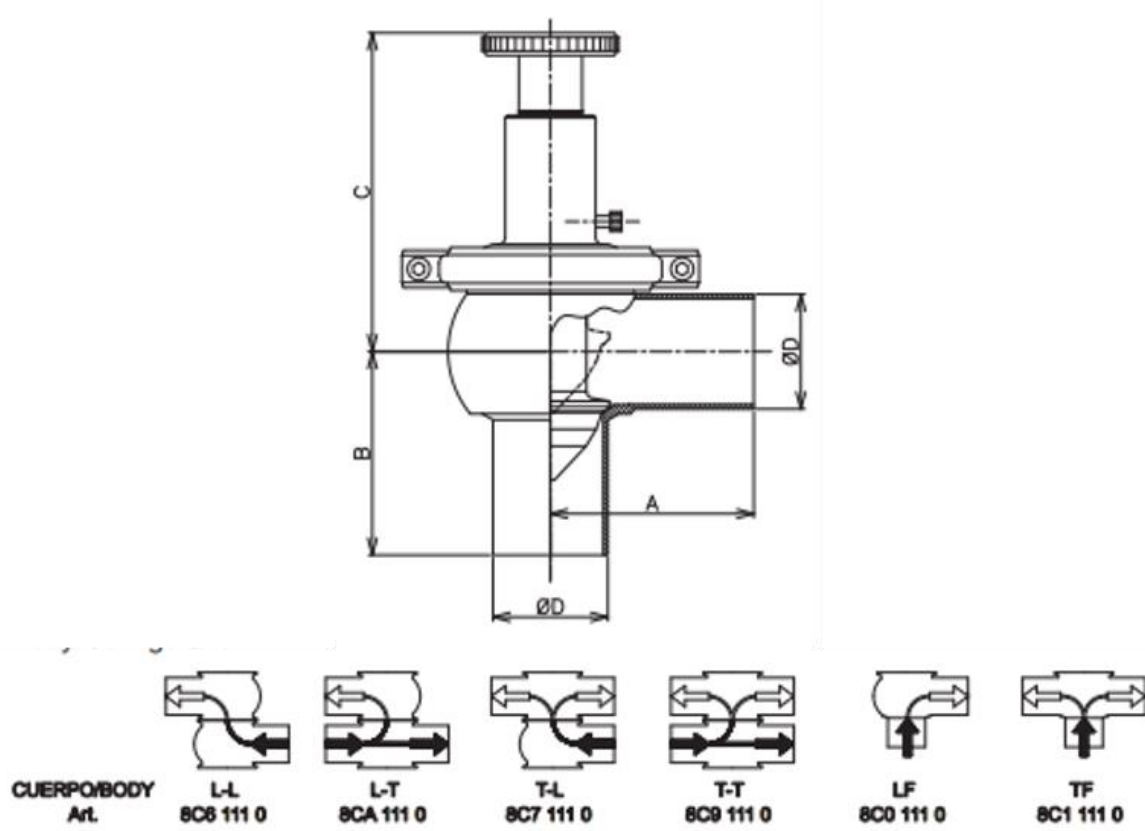
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	S CV V01	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Controlar la temperatura de salida del sistema de generación de vapor	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		

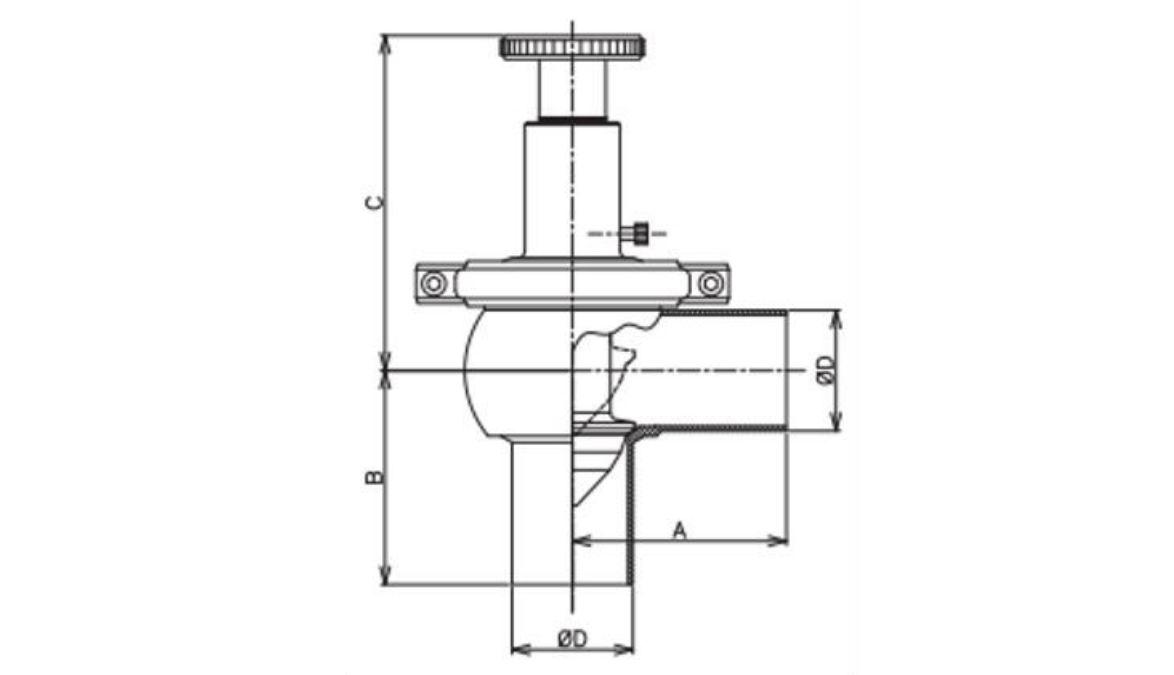



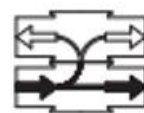
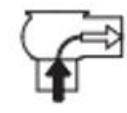
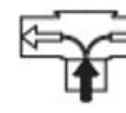
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	S CV V02	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Controlar la presión en el sistema de generación de vapor	
Modelo adoptado	VEH de seguridad y alivio	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Rango calibración (bar)	0-10	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	596	
D (mm)	50.8	
E (mm)	114	
 <p style="text-align: center;"> <small>CUERPO BODY</small> <small>Art.</small> </p> <p style="text-align: center;"> <small>L-L</small> <small>L-T</small> <small>T-L</small> <small>T-T</small> <small>LF</small> <small>TF</small> <small>838 101 0</small> <small>83A 101 0</small> <small>837 101 0</small> <small>836 101 0</small> <small>831 101 0</small> <small>832 101 0</small> </p>		

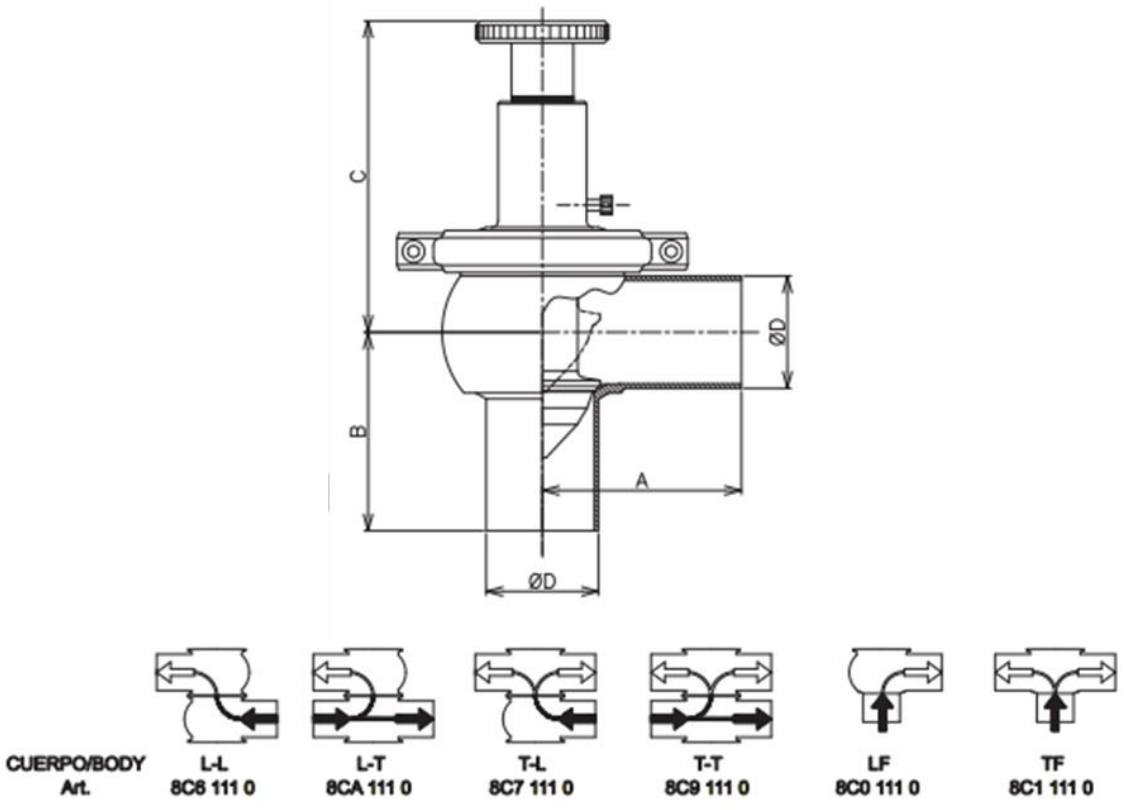
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

TAG	S CV V03	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control todo o nada	
Función	Controlar la salida de vapor hacia I03	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento manual	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Rango calibración (bar)	0-10	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		

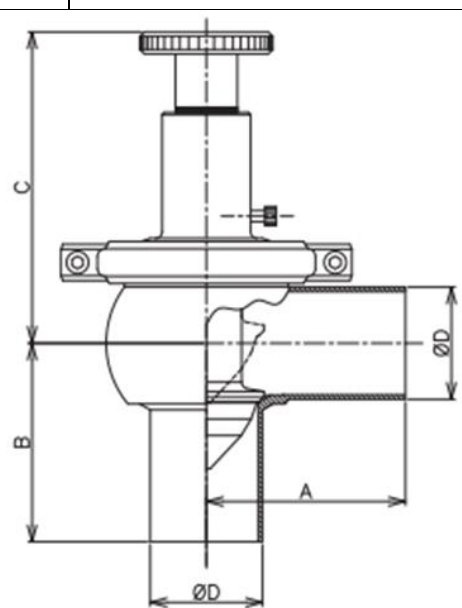

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

TAG	S CV V04	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control todo o nada					
Función	Controlar la salida de vapor hacia C02					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento manual					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Rango calibración (bar)	0-10					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY ArL	 L-L 8C6 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

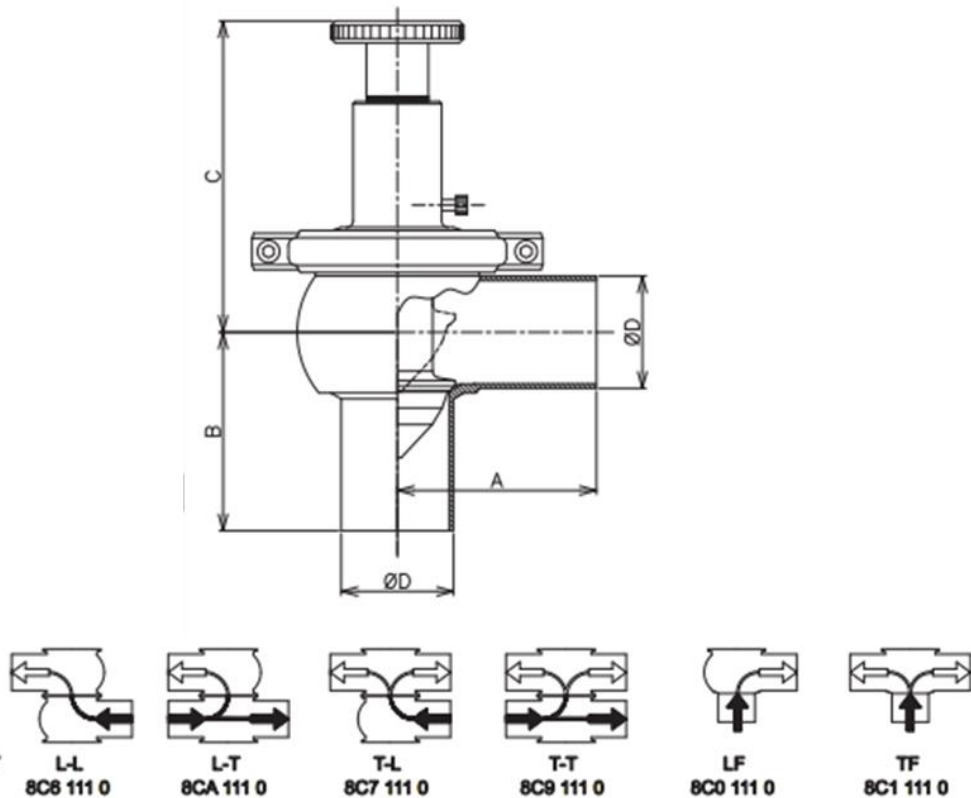
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	S F V01	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Mantener el nivel en S F A01	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		

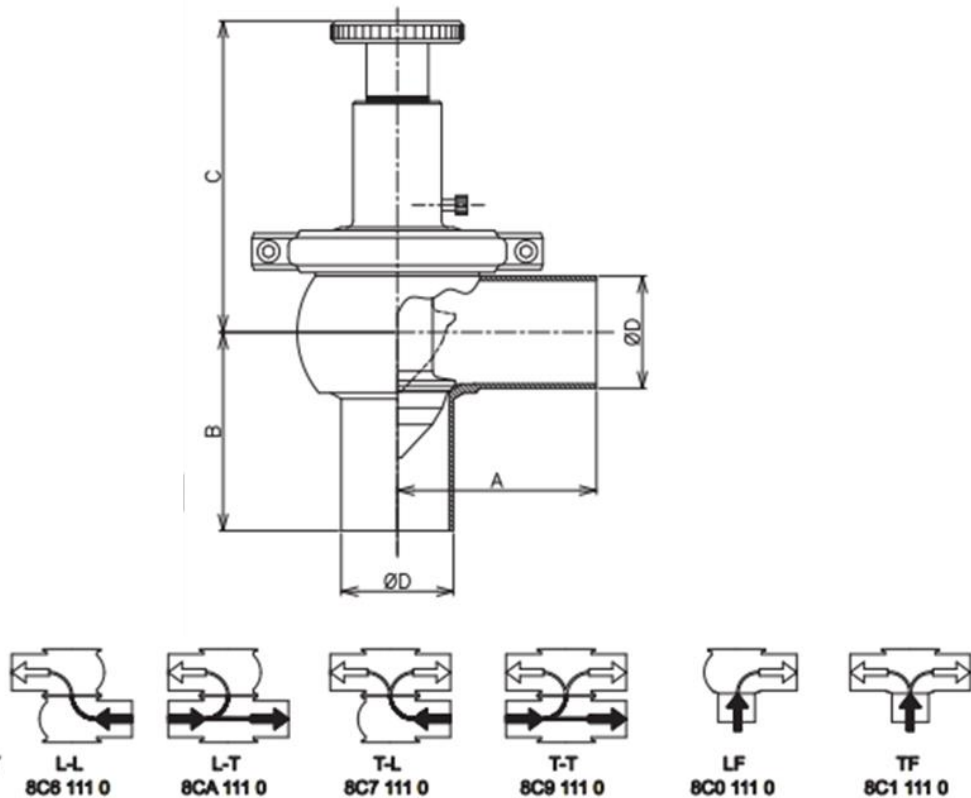
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	S F V02	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Mantener el nivel en S F A02	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		
	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0
T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0
TF 8C1 111 0		

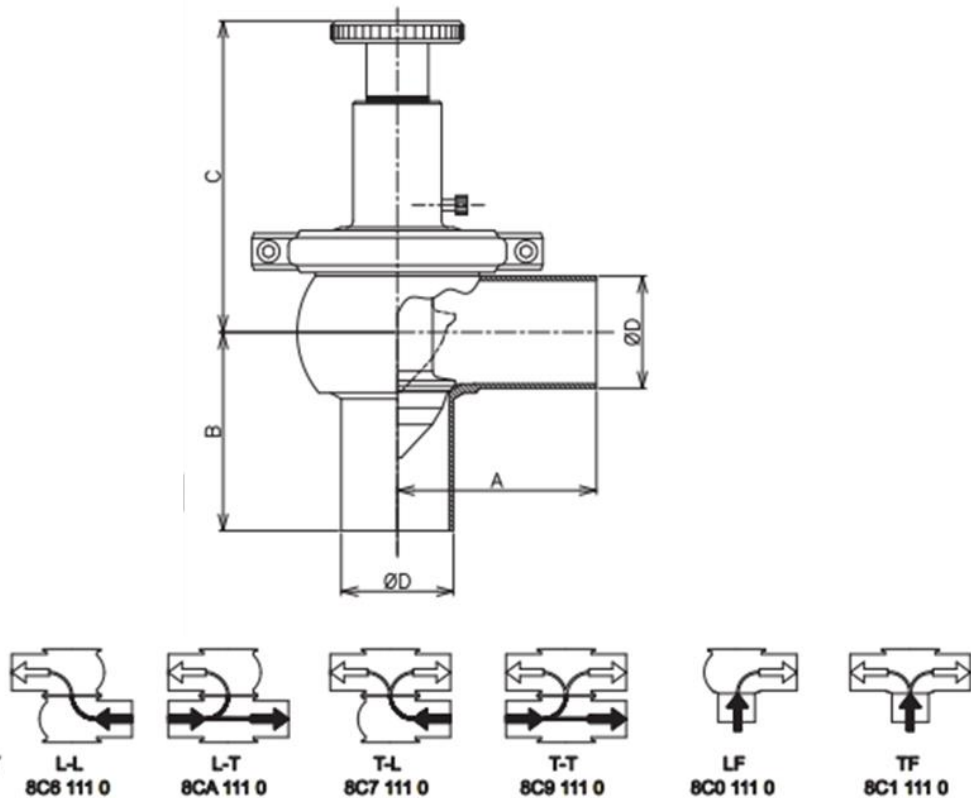
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	S F V03	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Regular el caudal de fluido refrigerante	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		
CUERPO/BODY Art.	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0
	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0
	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

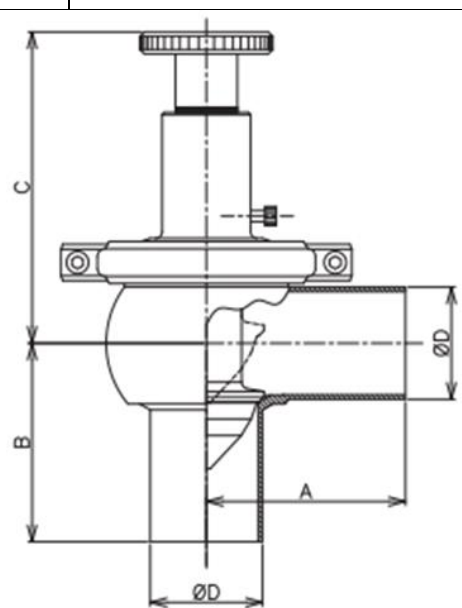







UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	S F V04	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Regular el caudal de S F CP01	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		
CUERPO/BODY Art.	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0
	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0
	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

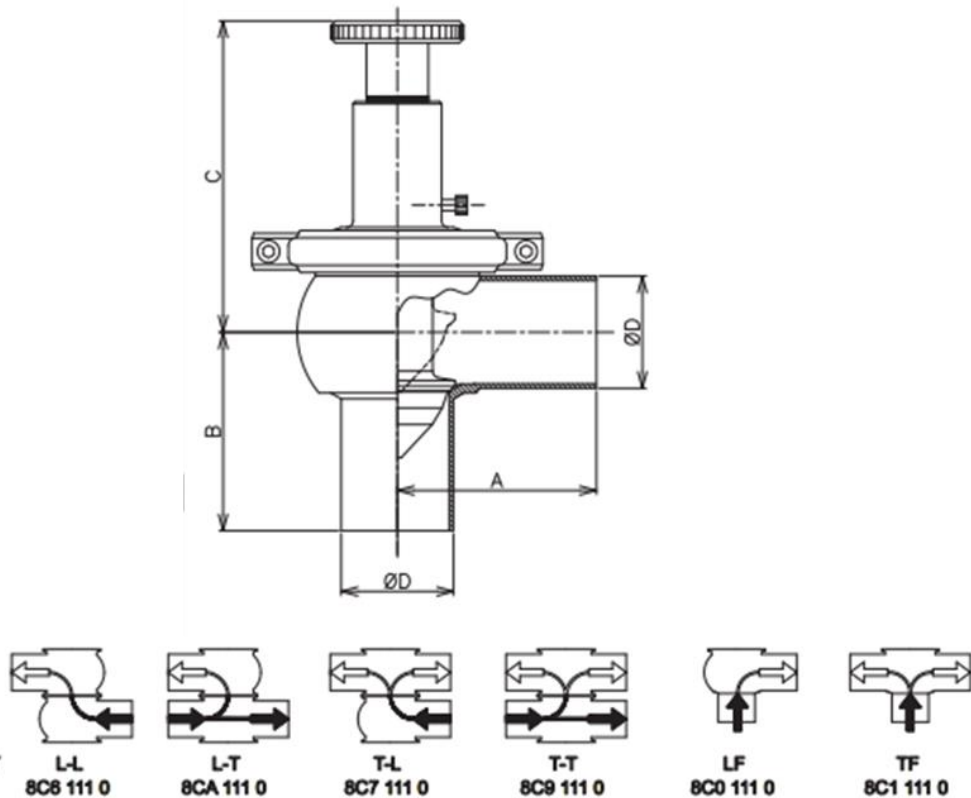
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	S F V05	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Regular el caudal de fluido de S F TS					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

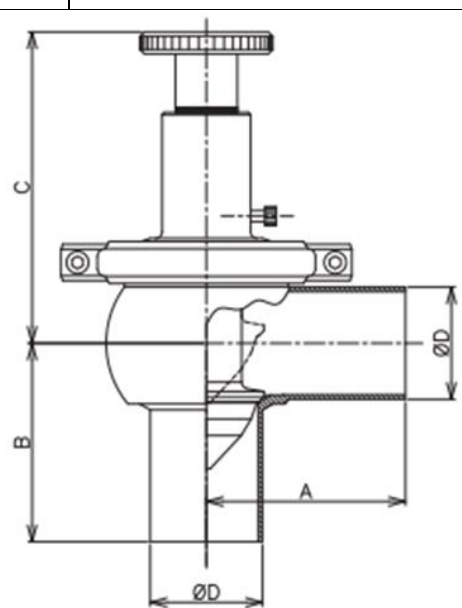

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	S F V06	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Regular el caudal de S F TR					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
 CUERPO/BODY Art.	 L-L 8C8 111 0	 L-T 8CA 111 0	 T-L 8C7 111 0	 T-T 8C9 111 0	 LF 8C0 111 0	 TF 8C1 111 0

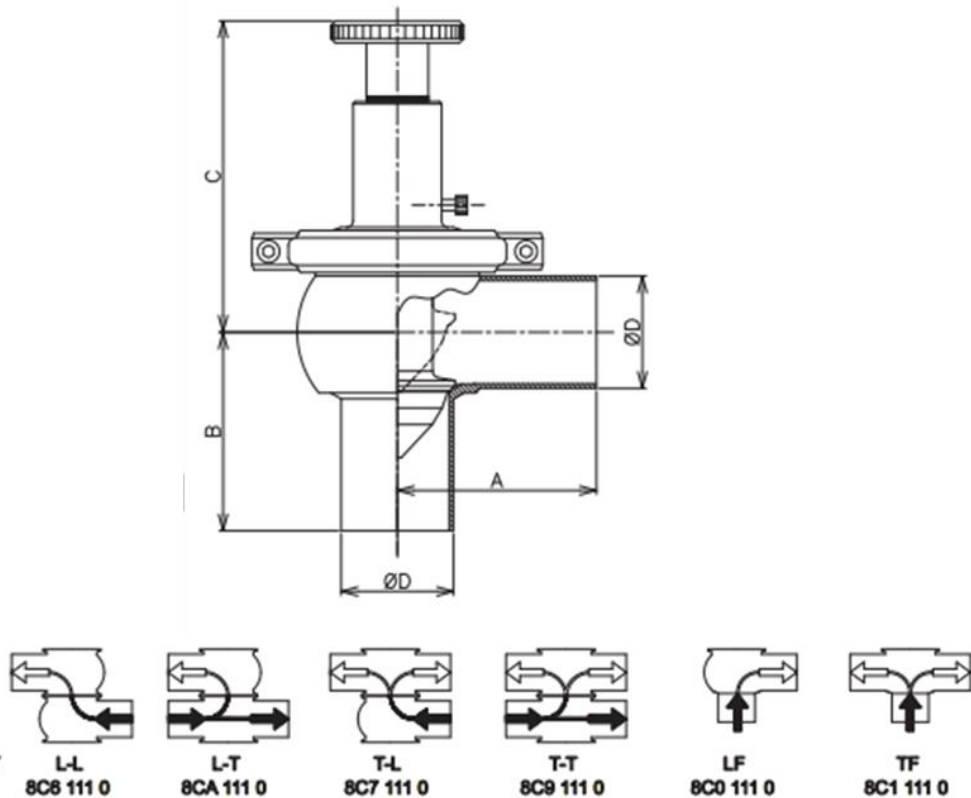
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	S F V07	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Mantener el nivel de S F TR					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

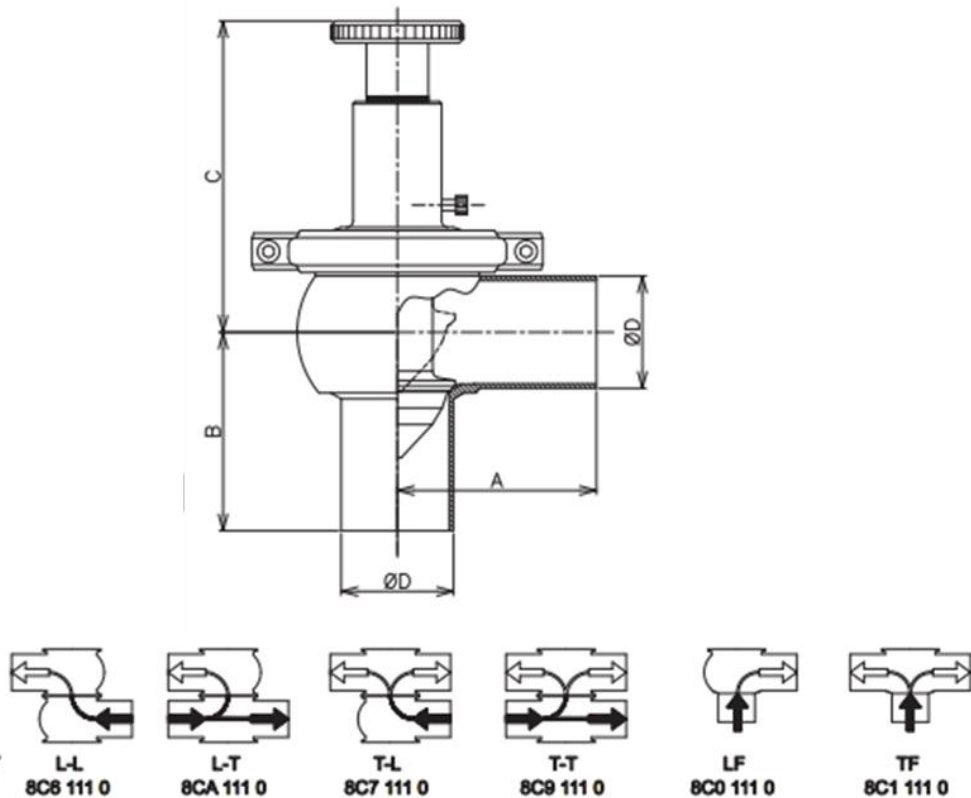
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	S F V08	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Trabajo en conjunto con S F V09	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		
	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0
T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0
TF 8C1 111 0		

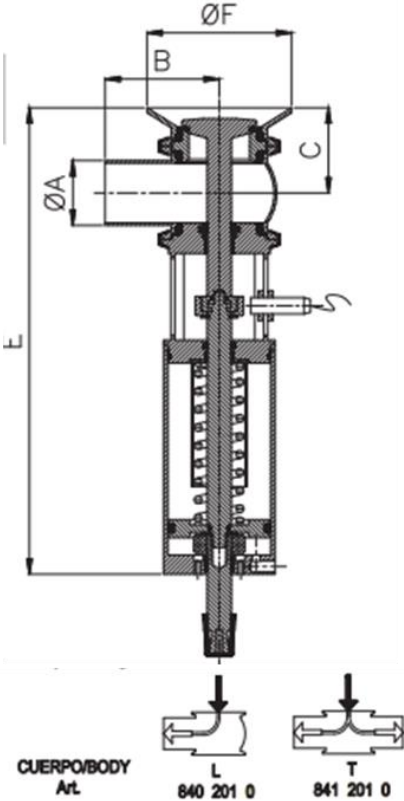
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	S F V09	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Regular el caudal de fluido refrigerante					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
CUERPO/BODY Art.	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

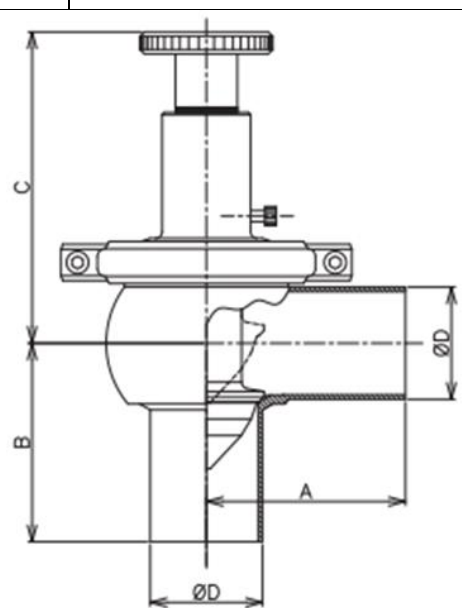

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	S A V01	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Regular el caudal del tanque almacenamiento agua	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		
CUERPO/BODY Art.	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0
	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0
	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0

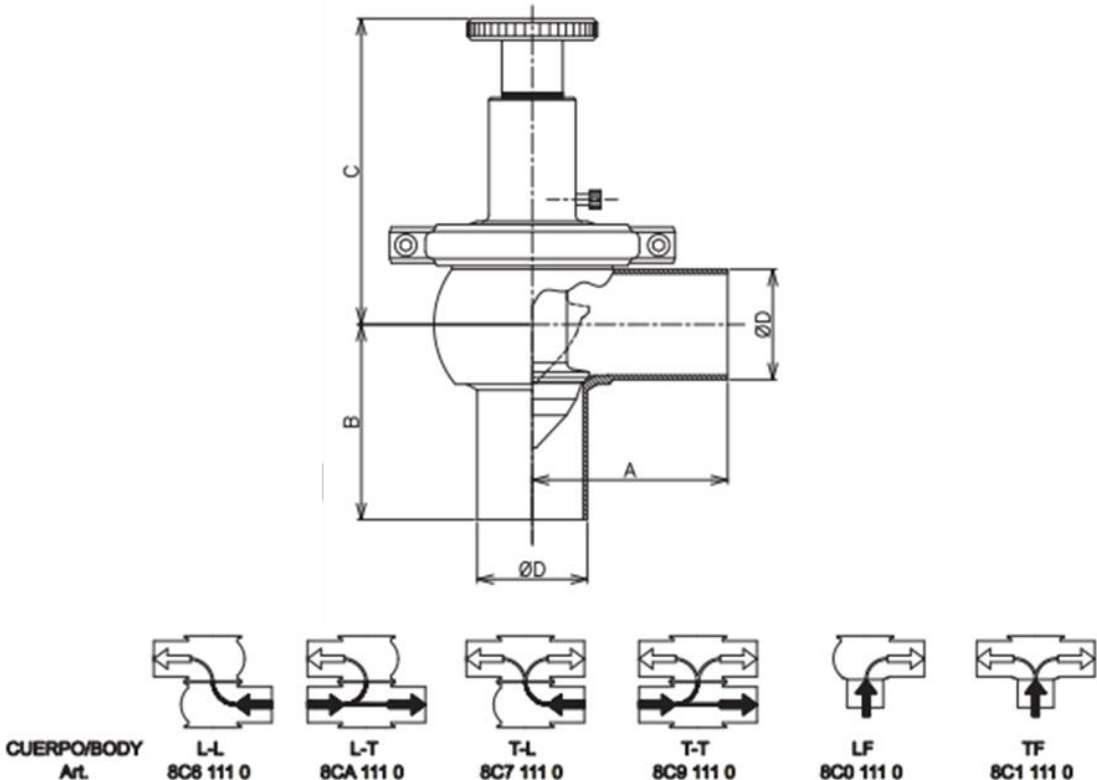
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	S A V02	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Descarga tanque de almacenamiento de agua	
Modelo adoptado	VEH fondo de tanque	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	50.8	
B (mm)	90	
C (mm)	66.8	
E (mm)	366	
F (mm)	114	
 <p style="text-align: center;"> CUERPO/BODY Art. L T 840 201 0 841 201 0 </p>		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS						
TAG	S N V01	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL				
DATOS GENERALES						
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación					
Función	Controlar la presión del punto de rocío					
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico					
Proveedor	Frautschi ®					
DATOS DE DISEÑO						
Accionamiento	neumático					
Peso (Kg)	--					
DN	2"					
A (mm)	90					
B (mm)	90					
C (mm)	141					
D (mm)	50.8					
						
	L-L 8C8 111 0	L-T 8CA 111 0	T-L 8C7 111 0	T-T 8C9 111 0	LF 8C0 111 0	TF 8C1 111 0
CUERPO/BODY Art.						

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO AVI
 ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULAS		
TAG	S N V02	PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL
DATOS GENERALES		
Denominación de la válvula	Válvula de control de regulación	
Función	Controlar la presión de entrada a las columnas de separación	
Modelo adoptado	VEH de control con accionamiento eléctrico	
Proveedor	Frautschi ®	
DATOS DE DISEÑO		
Accionamiento	neumático	
Peso (Kg)	--	
DN	2"	
A (mm)	90	
B (mm)	90	
C (mm)	141	
D (mm)	50.8	
		

ANEXO CI: SERVICIOS AUXILIARES

1. PRODUCCIÓN DE VAPOR

Tabla CI.240: Propiedades del aire (adaptado de Heat and Mass Transfer, Frank Incropera (2007))

T K	Cp (kJ/Kg.K)	$\mu \cdot 10^7$ (N.s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m.K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Pr
100	1,032	71,1	2,00	9,34	2,54	0,786
150	1,012	103,4	4,43	13,80	5,84	0,758
200	1,007	132,5	7,59	18,10	10,30	0,737
250	1,006	159,6	11,44	22,30	15,90	0,720
300	1,007	184,6	15,89	26,30	22,50	0,707
350	1,009	208,2	20,92	30,00	29,90	0,700
400	1,014	230,1	26,41	33,80	38,30	0,690
450	1,021	250,7	32,39	37,30	47,20	0,686
500	1,030	270,1	38,79	40,70	56,70	0,684
550	1,040	288,4	45,57	43,90	66,70	0,683
600	1,051	305,8	52,69	46,90	76,90	0,685
650	1,063	322,5	60,21	49,70	87,30	0,690
700	1,075	338,8	68,10	52,40	98,00	0,695
750	1,087	354,6	76,37	54,90	109,00	0,702
800	1,099	369,8	84,93	57,30	120,00	0,709
850	1,110	384,3	93,80	59,60	131,00	0,716
900	1,121	398,1	102,90	62,00	143,00	0,720
950	1,131	411,3	112,20	64,30	155,00	0,723
1000	1,141	424,4	121,90	66,70	168,00	0,726

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CI SERVICIOS

Presión Absoluta	Punto de Ebullición	Volumen Específico (Vapor)	Densidad (Vapor)	Entalpia especifica del agua líquida		Entalpia especifica del vapor		Calor latente de Vaporización		Calor Específico
				(Calor sensible)		(Calor total)		(kJ/kg)	(kcal/kg)	
(bar)	(°C)	(m ³ /kg)	(kg/m ³)	(kJ/kg)	(kcal/kg)	(kJ/kg)	(kcal/kg)	(kJ/kg)	(kcal/kg)	(J/kg K)
0,9	96,71	1,869	0,535	405,21	96,78	2670,85	637,92	2265,65	541,14	2015,6
1	99,63	1,694	0,59	417,51	99,72	2675,43	639,02	2257,92	539,30	2026,7
1,1	102,32	1,549	0,645	428,84	102,43	2679,61	640,01	2250,76	537,59	2037,3
1,2	104,81	1,428	0,7	439,36	104,94	2683,44	640,93	2244,08	535,99	2047,6
1,3	107,13	1,325	0,755	449,19	107,29	2686,98	641,77	2237,79	534,49	2057,6
1,4	109,32	1,236	0,809	458,42	109,49	2690,28	642,56	2231,86	533,07	2067,3
1,5	111,37	1,159	0,863	467,13	111,57	2693,36	643,30	2226,23	531,73	2076,8
1,6	113,32	1,091	0,916	475,38	113,54	2696,25	643,99	2220,87	530,45	2086,0
1,7	115,17	1,031	0,97	483,22	115,42	2698,97	644,64	2215,75	529,22	2095,0
1,8	116,93	0,977	1,023	490,70	117,20	2701,54	645,25	2210,84	528,05	2103,7
1,9	118,62	0,929	1,076	497,85	118,91	2703,98	645,83	2206,13	526,92	2112,4
2	120,23	0,885	1,129	504,71	120,55	2706,29	646,39	2201,59	525,84	2120,8
2,2	123,27	0,810	1,235	517,63	123,63	2710,6	647,42	2192,98	523,78	2137,2
2,4	126,09	0,746	1,34	529,64	126,50	2714,55	648,36	2184,91	521,86	2153,1
2,6	128,73	0,693	1,444	540,88	129,19	2718,17	649,22	2177,30	520,04	2168,5
2,8	131,2	0,646	1,548	551,45	131,71	2721,54	650,03	2170,08	518,32	2183,5
3	133,54	0,606	1,651	561,44	134,10	2724,66	650,77	2163,22	516,68	2198,1
3,5	138,87	0,524	1,908	584,28	139,55	2731,63	652,44	2147,35	512,89	2233,1
4	143,63	0,462	2,163	604,68	144,43	2737,63	653,87	2132,95	509,45	2266,4
4,5	147,92	0,414	2,417	623,17	148,84	2742,88	655,13	2119,71	506,29	22983
5	151,85	0,375	2,669	640,12	152,89	2747,54	656,24	2107,42	503,35	2328,9
5,5	155,47	0,342	2,92	655,81	156,64	2751,7	657,23	2095,90	500,60	2358,5
6	158,84	0,315	3,17	670,43	160,13	2755,46	658,13	2085,03	498,00	2387,3

Figura CI.105: Tablas de vapor saturado (adaptado de los datos proporcionados por Spirax Sarco)

ASTM A53 (SCH 40)							
DIÁMETRO NOMINAL		ESPESOR NOMINAL	PESO TEÓRICO	PRUEBA HIDROSTÁTICA		CAÑOS POR PAQUETE	
Nominal Diameter		Nominal Wall Thickness	Nominal Weight	Hydrostatic Test		Pipes per Bundle	
Pulgadas Inches	mm	mm	Kg/m	Bar		Negro / black	
				Gr. A	Gr. B	Largo / Length 6,40 mts.	Largo / Length 12,80 mts
1/2	21,3	2,77	1,27	48	48	127	-
3/4	26,7	2,87	1,69	48	48	91	-
1	33,4	3,38	2,50	48	48	61	-
1 1/4	42,2	3,56	3,39	83	90	61	-
1 1/2	48,3	3,68	4,05	83	90	37	-
2	60,3	3,91	5,44	159	172	37	24
2 1/2	73	5,16	8,63	172	172	19	13
3	88,9	5,49	11,29	153	172	10	13
4	114,3	6,02	16,07	131	152	10	7
5	139,7	6,55	21,77	115	134	7	5
6	168,3	7,11	28,26	105	123	7	5
8	219,1	8,18	42,55	92	108	5	1

Figura CI.106: Diámetros de cañería de acero al carbono para conducción de vapor Schedule 40 según normas ASTM A53, Cañería comercializada en Argentina de uso industrial, TUBOS ARGENTINOS S.A.

NAG 250 - 251

DIÁMETRO NOMINAL		ESPESOR NOMINAL	PESO TEÓRICO	PRUEBA HIDROSTÁTICA	CAÑOS POR PAQUETE	
Nominal Diameter		Nominal Wall Thickness	Nominal Weight	Hydrostatic Test	Pipes per Bundler	
Pulgadas Inches	mm	mm	kg/m	Bar	NAG 250	NAG 251
1/2	21.30	2.35	1.101	50	182	91
3/4	26.70	2.35	1.426	50	112	56
1	33.40	2.90	2.208	50	88	44
1 1/4	42.20	2.90	2.832	50	60	30
1 1/2	48.30	2.90	3.255	50	60	30
2	60.30	3.25	4.584	50	42	21
2 1/2	76.10	3.25	5.854	50	32	16
3	88.90	3.65	7.693	50	24	12
4	114.30	4.05	11.040	50	14	7

Figura CI.107: Diámetros de cañería para conducción de gas natural, N.A.G 250-251, Cañería comercializada en Argentina de uso industrial, TUBOS ARGENTINOS S.A.

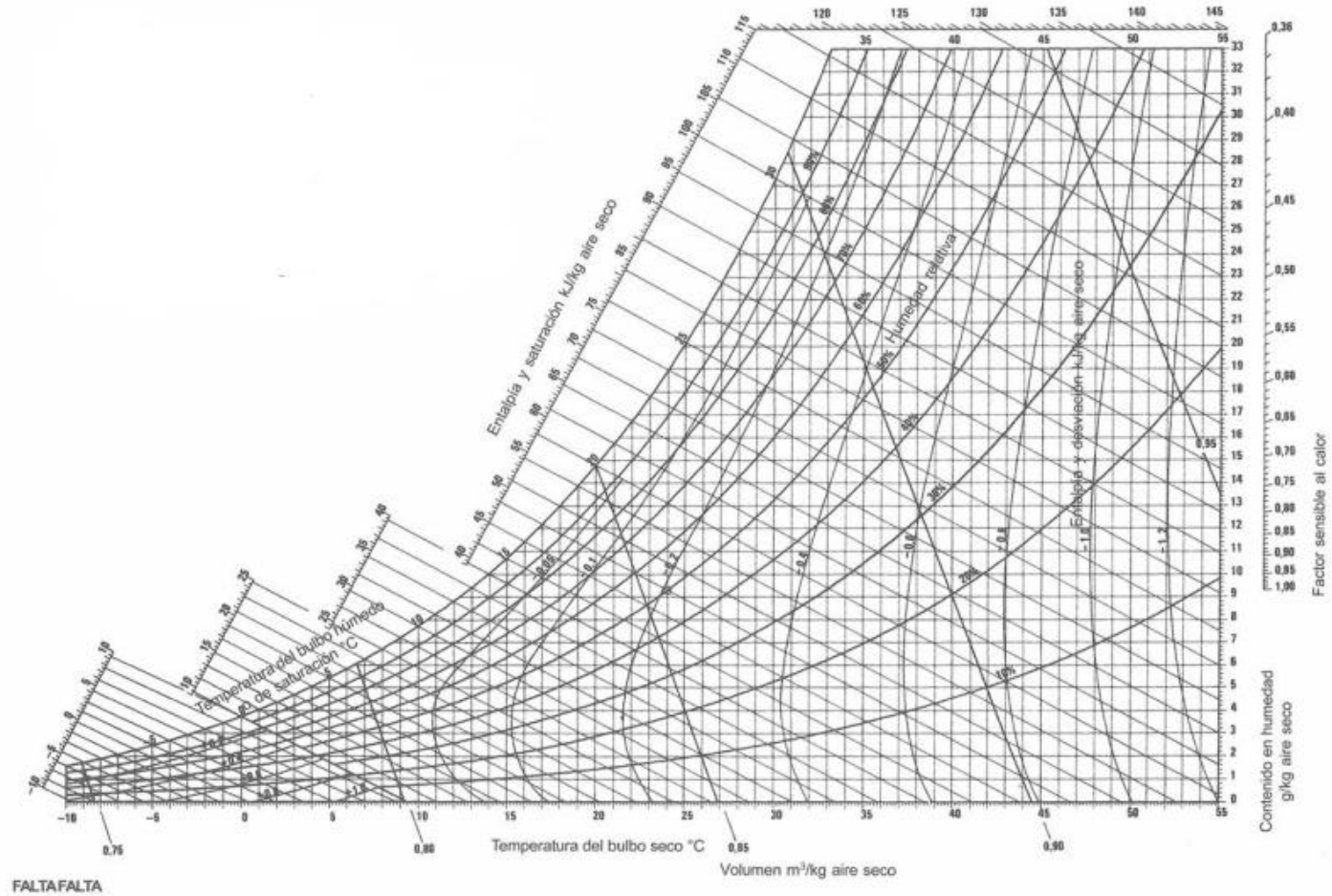


Figura CI.108: Diagrama Psicrométrico para el aire a bajas temperaturas.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CI SERVICIOS
 AUXILIARES

Modelo	Produccion de Nitrógeno	Caudal de aire requerido	N° de cilindros por día	Dimensiones		Peso Neto	
	M3/H	M3/H		Pulgadas	CM	LBS	KGS
N2	2,4	0,12	5,7	14 x 12 x 52	35 x 30 x 132	100	45
N5	4,8	0,24	11,5	14 x 12 x 52	35 x 30 x 132	120	54
N9	9	0,45	21,6	14 x 12 x 52	35 x 30 x 132	125	57
N20	21	1,1	50,4	14 x 12 x 52	35 x 30 x 132	160	73
N40	36	1,8	86,4	14 x 12 x 52	35 x 30 x 132	150	68
N50	48	2,4	115	16 x 20 x 66	41 x 51 x 167	200	100
N60	60	3	148	24 x 30 x 72	61 x 76 x 183	600	273
N90	90	4,5	216	24 x 30 x 72	61 x 76 x 198	1000	454
N110	111	5,55	266	40 x 30 x 78	102 x 76 x 198	1600	727
N160	159	7,95	381	48 x 36 x 80	122 x 91 x 203	2400	1091
N190	189	9,45	453	52 x 36 x 92	132 x 91 x 23	3200	1454
N270	270	13,5	648	56 x 36 x 97	142 x 91 x 246	3700	1682
N390	390	19,5	936	60 x 40 x 97	152 x 102 x 246	4300	1954

Figura CI.109: Generadores de Nitrógeno de 99,5% de pureza. IGA Ingeniería

Tabla CI.241: Especificaciones de caños IRAM 2502 (Tubos Argentinos S.A)

IRAM-IAS U 500-2502					
DIAMETRO NOMINAL		ESPESOR NOMINAL	PESO TEORICO	PRUEBA HIDROSTATICA	CAÑOS POR PAQUETE**
Nominal Diameter		Nominal Wall Thickness	Nominal Weight	Hydrostatic Test	Pipes per Bundle
Pulgadas / Inches	mm	mm	Kg/m	Bar	Negro / black
1/2	21,3	2,35	1,08	50	169
3/4	26,7	2,35	1,39	50	127
1	33,4	2,90	2,20	50	91
1 1/4	42,2	2,90	2,82	50	61
1 1/2	48,3	2,90	3,24	50	61
2	60,3	3,25	4,49	50	37
2 1/2	76,1	3,25	5,73	50	37
3	88,9	3,65	7,55	50	19
4	114,3	4,05	10,80	50	19
5	139,7	4,75	15,80	50	10
6	165,1	4,75	18,78	50	7

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CI SERVICIOS
 AUXILIARES

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB MEGANORM KSB MEGACHEM	Tamanho Size Tamaño	80-250	
Oferta n° Project - No. Oferta - n°	Item n° Item - No. Pos - n°	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal		
		3500 rpm		

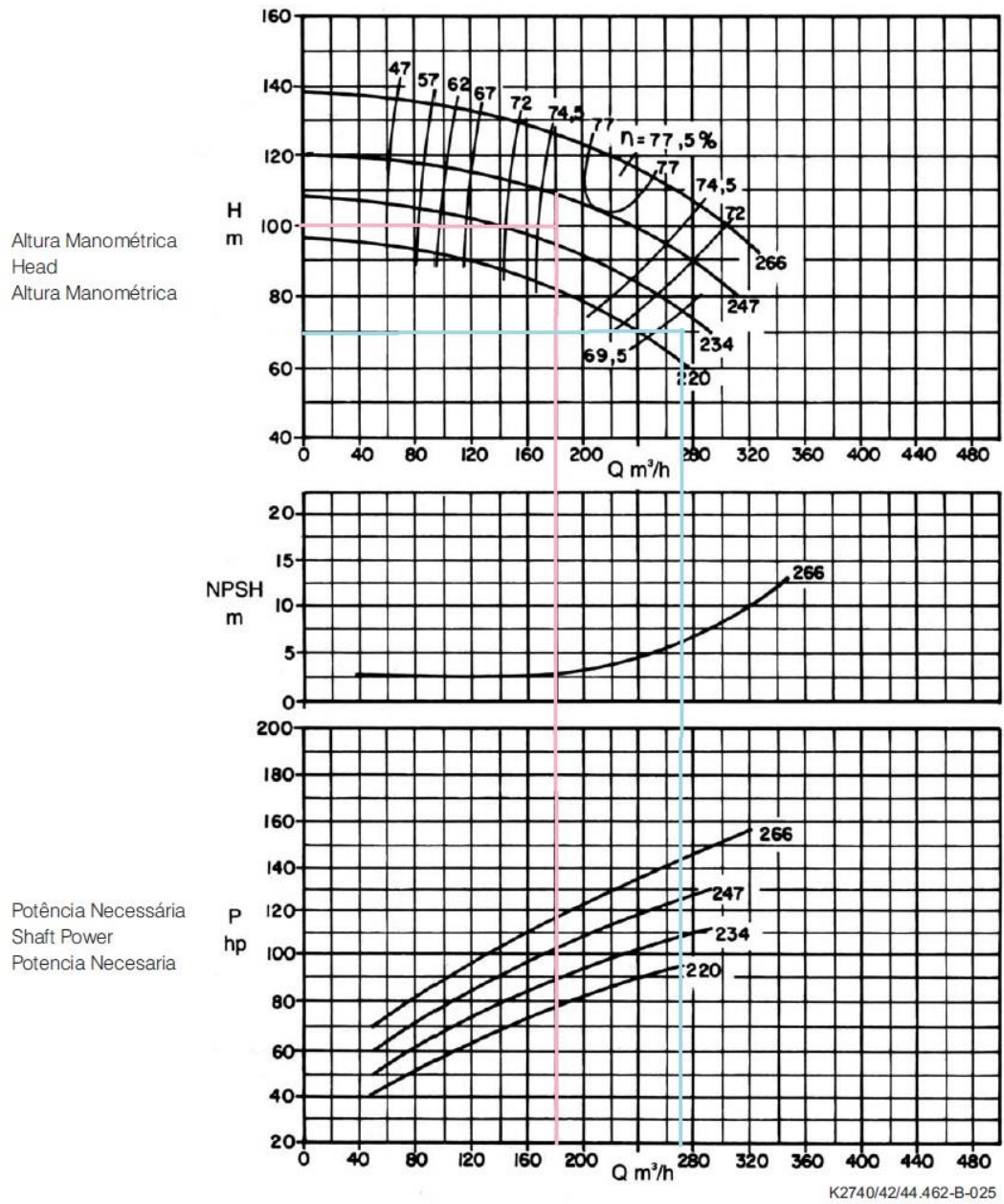


Figura CI.110: Curvas Características de la bomba adoptada para el sistema de Red de Incendio.

ANEXO CII: REGISTROS DE CONTROL DE CALIDAD

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CII REGISTROS DE
 CONTROL DE CALIDAD

REGISTROS DE CONTROL DE CALIDAD

En este Anexo se muestran los diversos modelos de fichas de control que se emplean en las diversas etapas del proceso productivo, en distintas áreas de trabajo.

RE01 - DESCARGA DE MATERIA PRIMA EN PLANTA	
INFORMACIÓN PREVIA A LA DESCARGA	
FECHA	
HORA	
NÚMERO DE PATENTE CAMIÓN	
NÚMERO DE CHASIS CAMIÓN	
TRANSPORTISTA	
EMPRESA	
PESO NETO (Kg)	

TOMA DE MUESTRA		
CANTIDAD (mL)	OBSERVACIONES	RESPONSABLE

RESULTADOS PRUEBA RÁPIDA			
DETERMINACIÓN	VALOR ENCOTRADO	OBSERVACIONES	RESPONSABLE
Temperatura			
Densidad relativa			

AUTORIZACIÓN A DESCARGA		
	VALOR ENCOTRADO	OBSERVACIONES
CANTIDAD (mL)		
HORA INICO DESCARGA		
HORA FINALIZACIÓN DESCARGA		

Firma transportista	
---------------------	--

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CII REGISTROS DE
 CONTROL DE CALIDAD

Firma laboratorista	
---------------------	--

Firma responsable recepción	
-----------------------------	--

RE02 - RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN LABORATORIO	
INFORMACIÓN DE RECEPCIÓN EN PLANTA	
FECHA	
HORA	
NÚMERO DE PATENTE CAMIÓN	
NÚMERO DE CHASIS CAMIÓN	
TRANSPORTISTA	
EMPRESA	
PESO NETO (Kg)	

INFORMACIÓN DE RECEPCIÓN EN LABORATORIO	
FECHA	
HORA	
CANTIDAD (mL)	
NÚMERO DE MUESTRA PARA REGISTRO	
RESPONSABLE REGISTRO	

RESULTADOS PRUEBA RÁPIDA			
DETERMINACIÓN	VALOR ENCOTRADO	OBSERVACIONES	RESPONSABLE
Temperatura			
Densidad relativa			
Concentración			

RESUTADOS PRUEBA DETALLADA			
DETERMINACIÓN	VALOR ENCOTRADO	OBSERVACIONES	RESPONSABLE

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CII REGISTROS DE
 CONTROL DE CALIDAD

RE04 - CONTROL PARA CALIDAD EN PLANTA, REACTOR R01	
EQUIPO	REACTOR R01
TURNO	
OPERARIO	
LABORATORISTA	
HORARIO INICIO TOMA DE MUESTRA	
HORARIO FINAL TOMA DE MUESTRA	

MUESTRA	VALOR ENCONTRADO	VARIACION	MOTIVO	MEDIDAS TOMADAS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CII REGISTROS DE
 CONTROL DE CALIDAD

RE06 - CONTROL PARA CALIDAD EN PLANTA, TANQUE T04	
EQUIPO	TANQUE T04
TURNO	
OPERARIO	
LABORATORISTA	
HORARIO INICIOTOMA DE MUESTRA	
HORARIO FINALTOMA DE MUESTRA	

DETERMINACIÓN	VALOR ENCONTRADO	VARIACION	MOTIVO	MEDIDAS TOMADAS	MUESTRA
Cromatografía de gases					
Vapores de peróxido					
Método A					
Vapores de peróxido					
Método B					

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CII REGISTROS DE
 CONTROL DE CALIDAD

RE07 - CONTROL DE LA CALIDAD EN LABORATORIO, TANQUE T04	
EQUIPO	TANQUE T04
TURNO	
OPERARIO	
LABORATORISTA	
HORARIO INICIO TOMA DE MUESTRA	
HORARIO FINAL TOMA DE MUESTRA	

HORA RECEPCIÓN MUESTRA	NÚMERO REGISTRO INTERNO	TÉCNICA EMPLEADA	VALOR ENCOTRADO	HORA INFORME A PLANTA
		Cromatografía de gases		
		Vapores de peróxido Método A		
		Vapores de peróxido Método B		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CII REGISTROS DE
 CONTROL DE CALIDAD

RE08 - CARGA DE EE EN PLANTA	
INFORMACIÓN PREVIA A LA CARGA	
FECHA	
HORA	
NÚMERO DE PATENTE CAMIÓN	
NÚMERO DE CHASIS CAMIÓN	
TRANSPORTISTA	
EMPRESA	
PESO NETO (Kg)	

RESULTADOS PRUEBA PUREZA EN LABORATORIO				
MUESTRA	DETERMINACIÓN	VALOR ENCOTRADO	OBSERVACIONES	RESPONSABLE
Número Día 1	CG			
Número Día 2	CG			
Número Día 3	CG			
Número Día 4	CG			
Número Día 5	CG			
Número Día 6	CG			
Número Día 7	CG			

AUTORIZACIÓN A CARGA		
	VALOR ENCOTRADO	OBSERVACIONES
CANTIDAD (Kg)		
HORA INICO CARGA		
HORA FINALIZACIÓN CARGA		

Firma transportista	
---------------------	--

Firma laboratorista	
---------------------	--

Firma responsable recepción	
-----------------------------	--

ANEXO CIII: TÉCNICAS DE CONTROL DE CALIDAD

TA01 - Determinación de la temperatura

1. En un vaso de precipitado, colocar una cantidad de muestra suficiente como para que el bulbo del termómetro se encuentre totalmente sumergido.
2. Introducir el termómetro y esperar a que la temperatura que indique sea constante.
3. Si la temperatura se encuentra por encima de los 20°C, enfriar. Por el contrario, si se encuentra por debajo, calentar la muestra.
4. Registrar el valor alcanzado.

TA02 - Determinación de la densidad específica – Método del Tubo en U oscilante.

La densidad de una muestra se define como la relación entre la masa y el volumen, Ecuación CIII.1 (Anton Paar GmbH, 2005)

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{Ecuación CIII. 1}$$

La gravedad específica se calcula a partir de la relación de la densidad de la muestra y la densidad del agua pura a 20°C, Ecuación CIII.2. (Anton Paar GmbH, 2005)

$$SG = \frac{\rho_{muestra}}{\rho_{agua}} \quad \text{Ecuación CIII. 2}$$

La variación de la densidad y la gravedad específica se encuentran altamente relacionada con la variación de temperatura. (Anton Paar GmbH, 2005)

La muestra se introduce en un tubo en forma de U de borosilicato que está siendo excitado para vibrar a su frecuencia característica. La frecuencia característica cambia según la densidad de la muestra. A través de una determinación precisa de la frecuencia característica y una conversión matemática, se puede medir la densidad de la muestra. (Anton Para GmbH, 2005)

La densidad se calcula a partir del cociente del período de oscilaciones del tubo en U y el oscilador de referencia, Ecuación CIII.3. (AntonPaarGmbH, 2005)

$$\rho = KA \times Q^2 \times f_1 - KB \times f_2 \quad \text{Ecuación CIII. 3}$$

donde

KA, KB: constantes del equipo

Q: cociente del periodo de oscilación del tubo U y el de oscilación del oscilador de frecuencia

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CIII TÉCNICAS DE
CONTROL DE CALIDAD

f_1, f_2 : término de corrección de temperatura, viscosidad y no linealidad

En mezclas binarias, la densidad de la misma es una función de su composición. Por lo tanto, al usar tablas de densidad/concentración, el valor de densidad de una mezcla binaria se puede usar para calcular su composición. Esto también es posible con las llamadas mezclas cuasi binarias, las cuales son mezclas que contienen dos componentes principales y algunos componentes adicionales que están presentes en concentraciones muy pequeñas en comparación con los dos componentes principales. (AntonPaarGmbH, 2005)

Para realizar la medición se deben llevar a cabo los siguientes pasos, en el densímetro DMA 4500 M, que se presenta en el ANEXO CIV – Especificaciones del densímetro: (Anton Para GmbH, 2005)

1. En el equipo de medición, activar el método requerido.
2. Asegurarse que la celda de medición está limpia y seca.
3. Llenar la celda de medición con la muestra, de manera automática.
4. Asegurarse que no existan burbujas de gas en la celda de medición.
5. Una vez finalizada la medición, el equipo arrojará en la pantalla principal el valor buscado, Figura 111.
6. Con el valor encontrado, ingresar a la Figura 112 y obtener el valor de la concentración de AE. (Equistar Chemicals, 2003)
7. Registrar e informar a zona de recibo el valor.

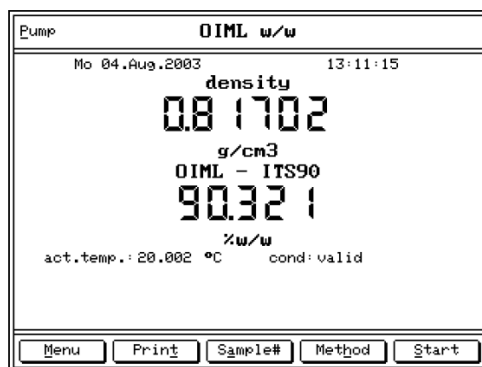


Figura 111: Pantalla del densímetro electrónico. Fuente: Anton Para GmbH, 2005

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CIII TÉCNICAS DE
CONTROL DE CALIDAD

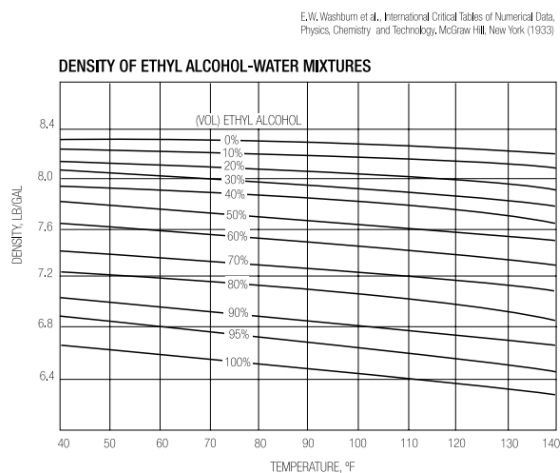


Figura 112: Densidad de AE para mezclas de AE y agua. Fuente: Equistar Chemicals, 2003.

TA03 - Determinación de la pureza del AE – Cromatografía de gases (CG)

La cromatografía es la separación de una mezcla de compuestos en sus componentes individuales. Se requieren tres pasos principales en la separación y la identificación de los componentes de una mezcla mediante un GC. El equipo que se utiliza para esta actividad es GC Scion 436, que se detalla en el ANEXO CIV – Especificaciones del cromatógrafo de gases. Ellos son:

1. Inyectar una muestra en el GC (se realiza en el inyector).
2. Separar la muestra en componentes individuales (se realiza dentro de la columna del horno).
3. Detectar qué compuestos había en la muestra (se realiza en el detector).

Para llevar a cabo la medición se deben realizar los siguientes pasos: (Patricia D. Sharp)

1. Identificar el tiempo de retención para cada componente a analizar.
2. Obtener una curva de calibración, es decir, una curva que relacione las áreas de los picos en los cromatogramas a la composición de la mezcla. Las curvas de calibración obtenidas se usarán luego para analizar muestras recogidas del producto final, la manera de generarla es la siguiente:
 - 2.1. Inyectar 3 μ L de etanol al 100% en la columna.
 - 2.2. Inyectar 3 μ L de solución comercial de referencia (compuesta por 10.03% oxígeno, nitrógeno, 5.0% dióxido de carbono y helio)
 - 2.3. Preparar una solución al 80% de etanol e inyectar 3 μ L en la columna.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CIII TÉCNICAS DE
 CONTROL DE CALIDAD

- 2.4. Preparar estándar de etanol en agua al 60%, 40%, 20% y 10%. Inyectar 3 μ L de cada uno. Espere hasta que el equipo vuelva a la línea base antes de inyectar una nueva muestra.
- 2.5. Preparar un gráfico de% de etanol frente a la altura del pico y dibujar la línea recta que mejor se ajuste, o usar una hoja de cálculo y un análisis de regresión para obtener una ecuación que relacione estos dos.
3. Muestrear a una velocidad de flujo conocida entre 4.2557 y 8 mL/min para un tamaño de muestra total de 0.25 mL.
4. Colocar las secciones de sorbente frontal y posterior del tubo de muestra en viales separados. Incluya el tapón de lana de vidrio en el vial con la sección de sorbente frontal.
5. Colocar el cromatógrafo de gases de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las condiciones dadas en la Tabla 13.242. Inyecte la alícuota de muestra manualmente usando la técnica de lavado con disolvente o con un muestreador automático. (Agilent Technologies, 2012)

Tabla 13.242: Condiciones para el uso del cromatógrafo. Fuente: IOWA State University, 2008.

Columna analítica	CP7551, CP-Poral PLOT Q 25m x 0.32 mm, 10 μ m 19091P – Ms4, HP – PLOT Molsieve, 30 m x 0.32 mm, 1.2 μ m 160 – 2255 – 30, tubería de sílice fundida, 30 m x 0.25 mm (corte)
Temperatura de entrada	250 °C
Presión de entrada	34,21 psi
Gas móvil	Helio, programa de flujo 4.2557 mL/min para 2,3 min, a 25 mL/min a 8 mL/min para 0 min
Proporción de división	25:1
Programa	70°C para 3.5 min, o 70°C para 200°C para 10 min
Velocidad de la columna	50 cm/s
Inyección	Gas de muestra 0.25mL

6. Calcular el área del pico.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CIII TÉCNICAS DE
CONTROL DE CALIDAD

Si el área del pico está por encima del rango lineal de las normas de trabajo, diluya una alícuota de la muestra desorbida con disulfuro de carbono, vuelva a analizarla y aplique el factor de dilución apropiado en los cálculos.

TA04 Control de la pureza por cromatografía de gases

La cromatografía es la separación de una mezcla de compuestos en sus componentes individuales. Se requieren tres pasos principales en la separación y la identificación de los componentes de una mezcla mediante un GC Scion 436, que se detalla en el ANEXO CV – Especificaciones del cromatógrafo de gases. (NIOSH, 2003) Ellos son:

4. Inyectar una muestra en el GC (se realiza en el inyector).
5. Separar la muestra en componentes individuales (se realiza dentro de la columna del horno).
6. Detectar qué compuestos había en la muestra (se realiza en el detector).

Para realizar la medición se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Calibrar cada bomba de muestreo personal con una muestra representativa en línea.
2. Romper los extremos de la muestra inmediatamente antes del muestreo. Conecte la muestra a la bomba de muestreo personal con tubo flexible.
3. Muestrear a una velocidad de flujo conocida entre 0.01 y 0.2 L/min para un tamaño de muestra total de 0.25 a 3 L.
4. Colocar las secciones de sorbente frontal y posterior del tubo de muestra en viales separados. Incluya el tapón de lana de vidrio en el vial con la sección de sorbente frontal.
5. Agregar 1,0 mL de disulfuro de carbono a cada vial. Coloque la tapa en cada vial.
6. Dejar reposar 30 minutos con agitación ocasional.
7. Colocar el cromatógrafo de gases de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las condiciones dadas en la Tabla 243. Inyecte la alícuota de muestra manualmente usando la técnica de lavado con disolvente o con un muestreador automático.

NOTA: Si el área del pico está por encima del rango lineal de las normas de trabajo, diluya una alícuota de la muestra desorbida con disulfuro de carbono, vuelva a analizarla y aplique el factor de dilución apropiado en los cálculos.

8. Medir el área del pico.
9. Determinar la masa, μg (corregida para DE), de éter etílico que se encuentra en las secciones de sorbente del frente de muestra (W_f) y posterior (W_b), y en las secciones de

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CIII TÉCNICAS DE
 CONTROL DE CALIDAD

sorbente del frente de material en bruto medio (Bf) y posterior (Bb). NOTA: Si $W_b > W_f / 10$, informe avance y posible pérdida de muestra.

10. Calcular la concentración, C, de éter etílico en el volumen de aire muestreado, V (L). para hacerlo, se emplea la Ecuación CIII.4:

$$C, \frac{mg}{m^3} = \frac{W_f + W_b - B_f - B_b}{V} \quad \text{Ecuación CIII. 4}$$

Tabla 243: Condiciones para el uso del cromatógrafo. Fuente: NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 2003.

Desorción	1.0 mL 30 min con agitación
Volumen de inyección	1µL
Temperatura de inyección	250°C
Temperatura de detección	300°C
Temperatura de la columna	35°C (1 min) – 150°C min
Gas móvil	Helio (1-2 µL/min)
Tipo de columna	Capilar, fundición de silica gel 30m x 0.32 mm, 1- µm film de dimetilpolixilano al 100% o equivalente

TA05 Control de los vapores de peróxidos

Resulta importa que eliminar los peróxidos que se forman en los tanques de almacenamiento del EE producido. Los peróxidos se forman a diferentes velocidades dependiendo del químico, la duración de la exposición al aire y la luz y el tipo de contenedor. Para el caso del producto en estudio el tiempo de formación es de ocho días. A continuación, se encuentran listas de productos químicos que forman peróxido y sus tiempos máximos de retención.

Un sistema estabilizador común para el éter etílico es hidroxitoluenobutilado (BHT), que típicamente se agrega al éter etílico a bajas concentraciones de ppm. Este compuesto elimina las especies de radicales libres responsables de la formación de peróxido y es un supresor muy eficaz de la formación de este último. BHT es incompatible con métodos que requieren alta pureza óptica debido a la fuerte absorbancia UV que resulta de la funcionalidad aromática de esta molécula. (www.sigmaaldrich.com)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CIII TÉCNICAS DE
CONTROL DE CALIDAD

Los pasos a seguir a la hora de controlar la existencia y reducir la cantidad de peróxidos en EE son los siguientes:

1. Examinar la sustancia química para ver cristales visibles

Los cristales de peróxido tienden a formarse en las superficies internas del contenedor. Si no ve cristales, o si el contenedor es de metal u opaco, continúe con el siguiente paso. Si ve líquidos viscosos o sólidos cristalinos, no manipule más el producto químico. Los cristales pueden causar una explosión si se someten a impacto o fricción. Diríjase inmediatamente al Paso 6 (desactivación por parte de un contratista de materiales peligrosos).

2. Determine si es seguro analizar si hay peróxidos

Si el contenido del envase se ha evaporado a menos del 10% del volumen original, no puede realizar la prueba de peróxidos. Si no conoce el historial del químico, puede probar su contenido siendo que el EE es un producto químico con peligro de peróxido medio, el tanque se reserva por más de 1 año de antigüedad con aperturas en diversos lapsos, o no ha sido manipulado durante más de 2 años de antigüedad.

Si la sustancia química no es segura para que la pruebe, proceda con el Paso 6 (desactivación por parte de un contratista de materiales peligrosos).

3. Prueba de peróxidos

Lo anterior se aclara por casos fortuitos, la trazabilidad y constante producción de la planta en estudio asegura que será posible realizar el análisis sin ningún tipo de inconvenientes.

TA05-I Método A (Tira de prueba)

Las tiras reactivas de peróxido detectan compuestos orgánicos e inorgánicos que contienen un grupo peróxido o hiperperóxido. Las tiras de prueba son adecuadas para la prueba rutinaria de peróxidos formados a partir de éteres simples tales como éter dietílico, tetrahidrofurano y p-dioxano. Usar el test de peróxidos – método colorimétrico con tiras de ensayo MQuant™ de Merck®, como sigue.

La peroxidasa transfiere el oxígeno del peróxido a un indicador redox orgánico. Entonces se forma un producto de oxidación azul. La concentración de peróxidos se determina semicuantitativamente por comparación visual de la zona de reacción de la tira de ensayo con las zonas de una escala colorimétrica.

Introducir la zona de reacción de la tira de ensayo durante 1 segundo en la muestra preparada (15 - 30 °C). Después de la evaporación del disolvente (mover ligeramente por balanceo la

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CIII TÉCNICAS DE
CONTROL DE CALIDAD

tira durante 3 - 30 segundos), humedecer la zona de reacción durante 1 segundo con 1 gota de agua destilada y seguidamente eliminar el exceso de líquido de la tira, dejando que se escurra por el borde longitudinal de la tira sobre un pañuelo de papel absorbente.

Después de 15 segundos, evaluar el color de la zona de reacción.

Nota sobre la medición:

Se recomienda considerar solamente como valores orientativos los resultados de medición obtenidos en disolventes orgánicos, ya que el colorante en la apariencia y la intensidad puede variar dependiendo del medio disolvente. Aquí toda coloración azul de la zona de reacción indica la presencia de peróxidos.

TA05-II Método B (Prueba de Yoduro)

La prueba de yoduro (6) es adecuada para probar cualquier producto químico que forme peróxido.

1. Use guantes resistentes a productos químicos, una bata de laboratorio y protección para los ojos. Trabaja en una campana de humos.
2. Disuelva 100 mg de yoduro de potasio en 1 ml de ácido acético glacial.
3. Agregue la mezcla a 1 ml del químico que se está probando. Use un cilindro graduado de 10 ml.
4. Determine el color de la mezcla resultante mirando a través del costado del cilindro con un trozo de papel blanco detrás del cilindro. Un color amarillo pálido o apenas discernible indica una concentración de peróxido de 0.001 - 0.005%. Un amarillo brillante o marrón indica una concentración de peróxido de 0.01% o mayor.
5. Si la concentración de peróxido es menor a 0.001% (10 ppm), vaya al siguiente paso. Si la concentración de peróxido excede 0.001% (10 ppm), la sustancia química debe ser estabilizada

TA05-III Estabilización de peróxidos por personal de laboratorio

Incluso si la concentración de peróxidos es menor a 0.001% (10 ppm), debe estabilizar periódicamente su producto químico contra la formación adicional de peróxidos si es posible. Para hacerlo, agregue al menos 1 gramo de BHT por litro de producto químico. El BHT es un antioxidante que ralentiza la oxidación de los productos químicos que forman peróxido. BHT no destruirá los peróxidos ya presentes.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CIII TÉCNICAS DE
CONTROL DE CALIDAD

Una vez que haya estabilizado el químico, etiquete la sustancia con la concentración de peróxido e indique la fecha en que la estabilizó. Almacene la sustancia adecuadamente o administrarlo como residuo peligroso

Destrucción de peróxidos por el personal del laboratorio Si se siente cómodo desactivando los peróxidos usted mismo, póngase en contacto con EH & S al 616-0595 para conocer los métodos adecuados.

Como la cantidad de BHT necesaria es muy pequeña, se realizan las respectivas diluciones en laboratorio para que luego, el laboratorista junto con el personal de planta, se encarguen de adicionarlo a los tanques de almacenamiento final; ya que, como extensamente se explicó dentro de los Capítulos 5 y 7, aquellos que se producen dentro del proceso son recirculados y tratados bajo severas condiciones de seguridad.

Para calcular la cantidad de BHT necesaria por día se relaciona la cantidad producida en la planta en estudio, 18,74 t/día con ρ y densidad, así se obtiene el caudal volumétrico diario, según la ecuación CIII.5.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Ecuación CIII.5

$$V = \frac{18740Kg/día}{789Kg/m^3}$$

$$V = 23,75 m^3 \sim 23750L$$

Con este valor y a partir de la relación de 1 gramo de BHT por litro de EE, se calcula que la necesidad del primero es de 23,75 g diarios. La misma se diluye en una relación 1:10, produciendo 1L de solución diaria de donde extrae la alícuota de 237,5 necesarios.

Se puede apreciar que dicho valor es muy pequeño, por lo cual el reactivo se tiene en stock dentro del laboratorio, sin necesidad de adquirir sistemas de almacenamiento en planta.

ANEXO CIV: ESPECIFICACIONES DE DENSÍMETRO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CIV
 ESPECIFICACIONES DE DENSÍMETRO

DENSÍMETRO – DESCRIPCIÓN GENERAL

En este Anexo se muestra la ficha de control del densímetro seleccionado para la determinación de AE.

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE CROMATÓGRAFO DE GASES	
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación	Densímetro
Función	Control de calidad y proceso
Modelo adoptado	DMA 4500 M
Proveedor	Anton Paar
DIMENSIÓN Y PESO	
Tamaño - altura	495 mm
Ancho	330 mm
Profundidad	230 mm
Peso	22,5 kg
CONDICIONES GENERALES	
RANGO DE MEDICIÓN	
Densidad	0 a 3 g/cm ³
Temperatura	0 a 95°C
Presión	0 a 10 bares
EXACTITUD	
Densidad	0.00005 g/cm ³
Temperatura	0.03°C
PRECISIÓN – REPETIBILIDAD – DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
Densidad	0.001 g/cm ³
Temperatura	0.01°C
Tiempo típico de medición	30 s
Corrección de viscosidad de rango completo	Sí
Volumen mínimo de muestra	Aproximadamente 1mL
Materiales en contacto con la muestra	PTFE, vidrio borosilicato
Suministro eléctrico	100 a 240 V
Funciones especiales	Monitoreo de temperatura, sensor de presión.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CIV
ESPECIFICACIONES DE DENSÍMETRO

<p>ESTRUCTURA EXTERNA DEL EQUIPO</p>	
<p>EXPRESIÓN DE RESULTADOS POR EL EQUIPO</p>	


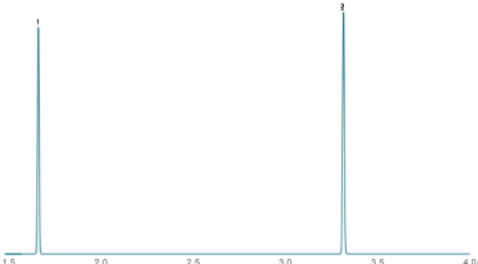
ANEXO CV: ESPECIFICACIONES CROMATÓGRAFO DE GASES

CROMATÓGRAFO DE GASES – DESCRIPCIÓN GENERAL

En este Anexo se muestra la ficha de control del cromatógrafo de gases seleccionado, junto con las características y respuesta para la determinación de AE y EE.

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE CROMATÓGRAFO DE GASES	
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación	Cromatógrafo de gases
Función	Control de calidad y proceso
Modelo adoptado	Scion 436 - CG
Proveedor	AGS analítica
DIMENSIÓN Y PESO	
Tamaño - altura	57 cm
Ancho	32 cm
Profundidad	61 cm
Peso	26,8 kg
CONDICIONES AMBIENTALES	
Temperatura de funcionamiento	10 - 40°C
Humedad de funcionamiento	5 - 95 %
Requisitos de tensión de línea	120 V, 230 V, (+-10% nominal)
CALENTAMIENTO DE LAS COLUMNAS	
Dimensiones	
Altura	23 cm
Profundidad	11 cm
Ancho	28 cm
Rango de temperatura:	
Ambiente	4 a 450°C
N ₂ líquido	-100 a 450°C
CO ₂ líquido	-60 a 450°C
Rampas - bodegas del programa de temperatura	24/25
Velocidad máxima de rampa de temperatura	170°C/min para todos los voltajes
Tasa de enfriamiento	400 a 50°C n 4,5 minutos
Resolución del punto de ajuste de la temperatura	0,1°C

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CV
 ESPECIFICACIONES DE CROMATÓGRAFO DE GASES

La temperatura ambiente rechaza <math><0.01\text{ }^\circ\text{C}</math> cambia en el horno para un cambio de <math>1\text{ math="" }^\circ\text{c}<=""> en la temperatura ambiente</math>1\text{>																
Repetitividad del tiempo de retención <math><0.008\%</math> o <math><0.0008\text{ min}</math>, basado en el programa Pentadecano bajo temperatura																
Repetitividad de área	<math><1\% \text{ RSD}</math>															
ESTRUCTURA EXTERNA DEL EQUIPO																
CROMATOGRAMA DE RESPUESTA Y COLUMNA EMPLEADA	 <p style="font-size: small; margin-top: 5px;"> Column: Stabilwax®, 30 m, 0.32 mm ID, 1.0 µm (cat. # 10654) Carrier Gas: Helium, Constant Flow @ 2.56 mL/min Average Velocity: 39.87 cm/sec Outlet Pressure (atm): 14.70 psi (Atmospheric Pressure) Oven Temp: 40 °C (hold 1 min) to 145 °C @ 30 °C/min </p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>Peaks</th> <th>t_r (min)</th> <th>R_s</th> <th>Peak Width (min)</th> <th>T_{peak} (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Ethyl ether</td> <td>1.66</td> <td>90.7</td> <td>0.018</td> <td>59.7</td> </tr> <tr> <td>2. Ethanol</td> <td>3.31</td> <td>90.7</td> <td>0.020</td> <td>109.5</td> </tr> </tbody> </table>	Peaks	t _r (min)	R _s	Peak Width (min)	T _{peak} (°C)	1. Ethyl ether	1.66	90.7	0.018	59.7	2. Ethanol	3.31	90.7	0.020	109.5
Peaks	t _r (min)	R _s	Peak Width (min)	T _{peak} (°C)												
1. Ethyl ether	1.66	90.7	0.018	59.7												
2. Ethanol	3.31	90.7	0.020	109.5												

ANEXO CVI: ESPECIFICACIONES DE PHMETRO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
 PROYECTO FINAL DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA – ANEXO CVI
 ESPECIFICACIONES DE PHMETRO

pHMETRO – DESCRIPCIÓN GENERAL

En este Anexo se muestra la ficha del pHmetro seleccionado, sus características y rango de trabajo para la determinación de sulfatos en el tratamiento de efluentes.

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE CROMATÓGRAFO DE GASES	
PRODUCCIÓN DE ETER ETÍLICO A PARTIR DE BIOETANOL	
DATOS GENERALES	
Denominación	pHmetro
Función	Control de calidad en efluente
Modelo adoptado	HANNA 9125 N
Proveedor	Hanna instruments Argentina
DIMENSIÓN Y PESO	
Altura	185 mm
Ancho	72 mm
Profundidad	36 mm
Peso	300 g
CONDICIONES AMBIENTALES	
Temperatura de funcionamiento	0 - 50°C
Humedad de funcionamiento máxima	100 %
CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO	
Rango de pH	-2 a 16
Rango mV	±699.9 a ±1999 mV
Rango temperatura	-20 a 120 °C
Resolución de pH	0.01 pH
Resolución mV	0.1 mV
Resolución de temperatura	0.1°C
Precisión (20°C) pH	0.01pH
Precisión (20°C) mV	±0.2 mV; ±1 mV
Precisión (20°C) temperatura	±0.4°C (error de sonda excluido)
Calibración de pH	Automática, uno o dos puntos con cinco valores de buffer estándar (pH 4.01, 6.86, 7.01,9.18, 10.01)
Calibración de ajuste	±1pH

ANEXO D: PLANIMETRÍA