



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata

Planta de Producción de Propilenglicol a partir de Glicerina

Proyecto Final

Materia: Integración V

Alumnos: Luciano Marcaida
Matias Carrasco
Carlos Romero Diaz
Eliana Salva

Abstract

El objetivo de este proyecto es la producción 39.000 toneladas al año de Propilenglicol utilizando glicerina refinada como materia prima, en conjunto con agua e hidrogeno para completar la reacción de hidrogenación.

El análisis económico que sigue, asume una planta de base ubicada en el Parque Industrial Ensenada (C.I.E.), en Ensenada, Provincia de Bueno Aires.

La inversión inicial total necesaria para poner en marcha la planta de producción de Propilenglicol se calculó en USD16.057.536.

Se utilizaron dos escenarios, con y sin financiamiento. En el primer caso se obtuvo un Van positivo y una TIR de 52% con un periodo de repago de dos años. En cambio, para el otro, la VAN también fue positiva pero con una TIR del 41% y un periodo de 2 años de repago también.

La principal estrategia para cumplir este propósito es intentar sustituir los productos elaborados en base a químicos fósiles o de base mineral.

Tabla de contenido

CAPITULO I. RESUMEN	8
Objetivos de Proyecto.....	8
Alcance	8
Localización.....	9
Inversiones.....	9
Presupuesto de gastos e ingresos	9
Rentabilidad.....	9
Fuentes de financiamiento	10
CAPITULO II. ESTUDIO DE MERCADO.....	10
Descripción del producto	10
2.1.2. Presentación del producto.....	11
2.1.3 Principales aplicaciones del Propilenglicol	11
Disponibilidad de materia prima	12
2.2.1. Glicerina	12
2.2.2. Glicerina refinada.	16
2.2.3. Hidrogeno.....	19
2.2.4. Agua DEMI.....	20
2.3. Análisis de la oferta y la demanda	20
Clientes	23
CAPITULO III. TAMAÑOY LOCALIZACIÓN	24
3.1. Tamaño del Proyecto	24
3.2. Localización del Proyecto	24
3.2.1 Macro localización	24
3.2.2 Micro localización	31

CAPITULO IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO	33
4.1. Ensayos e investigaciones	33
4.1.1. Mecanismo de Reacción	33
4.1.2. Modelo Cinético	34
4.1.3. Propiedades de los diferentes componentes.	36
4.2. Descripción del proceso Seleccionado	37
4.2.1. Agua Desmineralizada	37
4.2.2. Hidrógeno.....	38
4.2.3. Glicerina Refinada.....	38
4.2.4. Diagrama de Bloques	38
4.3. Diagrama de flujos	39
4.3.1. Descripción del proceso	39
4.4. Listado de Equipos	39
4.5. Balance de Materia	40
4.5.1 Balance Global.....	40
4.5.2. Balance por componentes	40
4.6. Balance de Energía	41
4.6.1 Intercambiador de calor E-101.....	41
4.6.2 Intercambiador de calor E-102.....	41
4.6.3 Intercambiador de calor E-103.....	42
4.6.4 Intercambiador de calor E-104.....	42
4.6.6 Bomba de Glicerina J-101 A/B.....	42
4.6.7 Bomba de agua J-102 A/B	43
4.6.8 Bomba de agua J-103 A/B	44
4.6.9 Bomba de Propilenglicol J-104 A/B	44
4.6.10 Bomba de agua J-105 A/B	45
4.6.11 Bomba de agua J-106 A/B	45
4.7. Diseño de Equipos.....	46
4.7.1Diseño del Reactor R-101	46
4.7.2 Diseño de Intercambiador E-101.....	52
4.7.3 Diseño de la Bomba J-104 A/B	62
4.7.4 Diseño de la Bomba J-101A/B	73
4.7.5 Diseño del Flash FA-101.....	83
4.7.6 Diseño de Mixer M-101	85
4.7.7. Diseño de Mixer M-102	88

4.7.8. Diseño de Acumulador M-103	89
4.7.9 Diseño de Columna N-101	89
4.7.8 Diseño del Compresor	104
4.8. Sistema de Control e Instrumentación.....	109
4.9. Utilities.....	110
4.9.1. Generación de vapor. Caldera.....	110
4.9.2. Agua de Enfriamiento	111
4.9.3. Antorcha.....	112
4.9.4. Aire de Instrumentos	112
4.9.5. Servicio Eléctrico	112
4.9.6. Tratamiento de Efluentes.	113
4.9.7. Mapa	114
4.10- Planimetría	114
4.10.1 Diagrama de flujo de proceso, PFD.	114
4.10.2 Diagrama de cañerías e instrumentos, P&ID.	114
4.10.3 Plot-Plan.	114
4.10.4 Diagrama Isométrico.....	114
CAPITULO V. ESTUDIO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA	115
5.1. Estudio Económico.....	115
5.1.1. Inversión total inicial	115
5.1.2. Costos de Producción	120
5.1.3. Ingreso por ventas	127
5.1.4. Punto de equilibrio	128
5.2. Evaluación Económica.....	130
5.2.1. Flujos netos sin financiamiento.....	131
5.2.2. Flujos netos con financiamiento	131
5.2.3. Cuadros de flujos de fondos.....	132
5.2.4. Indicadores económicos	132
5.3. Conclusiones de la Evaluación Económica	135
CAPITULO VI. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	136
6.1. Objetivo	136
6.2. Definiciones	136

6.3. Legislación aplicable	138
6.3.1. Tratados internacionales	138
6.3.2. Constitución Nacional.....	139
6.3.3. Leyes nacionales.....	139
6.3.4. Constitución de la Provincia de Buenos Aires.....	147
6.3.5. Leyes provinciales.....	148
6.3.6. Normas municipales - Municipalidad de Ensenada	153
6.4. Categorización según su nivel de complejidad ambiental.....	154
6.5. Evaluación de Impacto Ambiental.	159
6.5.1 Medio ambiente físico.....	159
6.5.2. Medio socio-económico y de infraestructura.....	171
6.6 Evaluación de impactos ambientales.....	178
6.6.1 Identificación y cuantificación de los impactos.....	178
6.6.2 Identificación de las acciones impactantes.....	180
6.6.3 Análisis de los impactos.....	182
6.6.3 Matriz de Leopold.....	188
6.7 Medidas mitigadoras y correctivas de los impactos negativos.....	188
6.7.1. Plan de contingencia.....	191
6.7.2. GLICERINA	223
PROPILENGLICOL.....	224
6.8. Clasificación N.F.P.A. 704	225
CAPITULO VII. REFERENCIAS	2289
7.1. Información estadística y de mercados.....	2289
7.2. Referencias específicas sobre glicerina y propilenglicol.....	2289
7.3. Diseño y selección de equipos	229
7.4. Instrumentación y control.....	229
7.5. Tecnología de procesos.....	229
7.6. Evaluación de proyectos	23030
7.7. Consultas a sector privado	23030
7.8. Legislación nacional y organismos gubernamentales	23030

7.9. Patentes y normas	23030
7.10. Evaluación de Impacto Ambiental.....	231
CAPITULO VIII. ANEXOS	232
ANEXO I. 4-10- Planimetría	232
4.10.1-Diagrama de flujo de proceso, “PFD. PLANO N° 1”	232
4.10.2-Diagrama de cañerías e instrumentos, “P&ID. PLANO N° 2”	233
4.10.3-Plot-Plan de planta “PLOT PLAN. PLANO N° 3”	234
4.10.4-Diagrama Isométrico. “ISO VISTA SE. PLANO N° 4”	235
ANEXO II. Balance de materia	237
ANEXO III. Tablas y gráficos	238
Anexo IV. Hojas de especificaciones de equipos diseñados.....	244
1. Hoja de Especificación de Intercambiador E -101.....	244
2. Hoja de especificación reactor R-101	245
3. Datos técnicos bomba J-104A/B	246
4. Datos técnicos bomba J-101 A/B	248
5. Diagrama Compresor Cp-101.....	250
Anexo V. Tablas de flujo de fondos descontados.....	252
1. Flujo anual de fondos descontados sin financiamiento	252
2. Flujo anual de fondos descontados con financiamiento.....	253
ANEXO VI. Matriz de Impacto Ambiental.....	254
ANEXO VII. Simulación del proceso	255
ANEXO VIII. Cartillas de seguridad	256

CAPITULO I. RESUMEN

Objetivos de Proyecto

El siguiente informe evalúa la factibilidad de realizar una planta de producción de propilenglicol (PG) a partir de glicerina. Este método de obtención se diferencia del proceso convencional debido a que, en la gran mayoría de las plantas de PG alrededor del mundo, el producto se obtiene a partir de óxido de etileno.

El biodiesel es producido a partir de grasas animales y aceites vegetales generando cerca de un 10% en peso de glicerol como el subproducto principal.

Al no haber aumentado la demanda de glicerina en la misma magnitud que su producción, se ha generado un exceso que puede convertirse en un problema ambiental debido a que no puede depositarse en el medio ambiente sin haber sido tratada. Además, este incremento en su volumen ha generado una sobreproducción mundial que ha repercutido fuertemente en su precio, lo que se ve reflejado en su evolución a lo largo de los años.

Se presenta el estudio de mercado de PG, tanto a nivel nacional como internacional. En el mismo puede observarse que la demanda está en continuo aumento. A raíz de dicho estudio, se pudo estimar un precio competitivo de venta del producto a nivel mundial.

Se estudiaron las alternativas disponibles para este proceso, y se concluyó que se utilizará glicerina al 99.5% como materia prima y Cu-ZnO-Al₂O₃ como catalizador.

Se exhibe en el informe, el diseño de los equipos y un estudio exhaustivo de los costos implicados en la instalación y operación de la planta.

Alcance

En Argentina no hay oferta de PG, por lo tanto, se pretende satisfacer a todo el mercado nacional, como así también, acaparar una parte de la demanda internacional. Se fijó la capacidad de producción de la planta como 39.000ton/año.

Localización

Se decidió ubicar la planta en el Parque Industrial Ensenada (C.I.E), ubicado en Ensenada, Provincia de Buenos Aires. La localización de la planta se debe a varios factores, como la legislación en la zona elegida, donde se instaura una zona industrial exclusiva, la cual goza de beneficios y franquicias impositivas, la cercanía de la Planta de Reformado Catalítico Continuo (CCR) que provee hidrogeno de alta pureza a Refinería y Petroquímica del Complejo Industrial y la cercanía a la planta de Agua DEMI, la cual realizara el suministro de la misma, entre otros beneficios como cercanía al puerto, acceso a rutas, etc.

Inversiones

En el presente informe se realiza un análisis de los costos implicados en la instalación y operación de la planta.

La inversión en capital fijo necesaria para el desarrollo e inicio del proyecto fue estimada en la suma de U\$D. 9.095.692.41-.

Asimismo, se calculó una inversión necesaria en capital de trabajo de U\$D6.961.843. Por lo tanto, la inversión inicial total necesaria para poner en marcha la planta de producción de Propilenglicol es de U\$D 16.057.536-.

Presupuesto de gastos e ingresos

Estos valores generan un punto de equilibrio, donde el porcentaje mínimo de capacidad instalada requerido para operar sin pérdidas, alrededor del 39.35%.

Rentabilidad

Como criterios de evaluación económica del proyecto se realizaron los cálculos del VAN, TIR y período de repago tanto para un escenario sin financiamiento como un escenario con financiamiento.

En el primer escenario y utilizando una TMAR de 12% se obtuvo un valor del Van positivo, una TIR de 41 % y el periodo de repago fue de 2 (dos) años.

Como segundo escenario se repitieron los cálculos considerando un financiamiento del 50% del capital fijo requerido. En este caso el VAN fue positivo, la TIR obtenida fue del 52 % y el periodo de repago simple fue de 2 (dos) años. En este escenario se asumió que la tasa de interés a la que se conseguirá el dinero es de 4% anual en dólares.

Fuentes de financiamiento

Se componen de bancos estatales como el Banco de la Nación Argentina, el Banco de la Provincia de Buenos Aires, los cuales cuentan con programas de créditos destinados a la promoción de la industria.

CAPITULO II. ESTUDIO DE MERCADO

Descripción del producto

En el último tiempo, la sustentabilidad se ha convertido en un concepto de gran preocupación para la industria, los consumidores y los gobiernos. La razón se basa en la disminución del consumo de recursos no renovables impulsado por sectores proteccionistas del medio ambiente.

La principal estrategia para cumplir este propósito es intentar sustituir los productos elaborados en base a químicos fósiles o de base mineral, o bien, desarrollar nuevos procesos que reemplacen las materias primas no renovables. La inmensa mayoría de los procesos industriales involucra algún recurso no renovable, por lo tanto, la posibilidad de encontrar un proceso sustituto correspondiente tiene un potencial considerable.

Como es de público conocimiento, el petróleo es la principal fuente de energía utilizada en el planeta, pero su disponibilidad es limitada y en los últimos tiempos ha cobrado gran interés la búsqueda de nuevas fuentes renovables de energía. Los biocombustibles, como el etanol y el biodiesel, constituyen las opciones más prometedoras para la sustitución de los combustibles fósiles. El biodiesel es producido a partir de grasas animales y aceites vegetales generando cerca de un 10% en peso de glicerol como el subproducto principal.

Al no haber aumentado la demanda de glicerina en la misma magnitud que su producción, se ha generado un exceso que puede convertirse en un problema ambiental debido a que no puede depositarse en el medio ambiente sin haber sido tratada. Además, este incremento en su volumen ha generado una sobreproducción mundial que ha repercutido fuertemente en su precio, lo que se ve reflejado en su evolución a lo largo de los años. Esto, agravado por la baja calidad comercial, elimina la alternativa de venderla, lo que muchas veces imposibilita llevar a cabo nuevos proyectos debido a la gran reducción en la rentabilidad de los mismos.

Toda esta problemática provocó que muchos investigadores, tiempo atrás, se interesaran en encontrar y desarrollar nuevas alternativas para utilizar la glicerina o para tratarla de manera de obtener otro producto. Es así que se encontró y se implementó una nueva tecnología de obtención de propilenglicol (PG) a partir de glicerina, que implementan empresas como BASF y ADM en la actualidad.

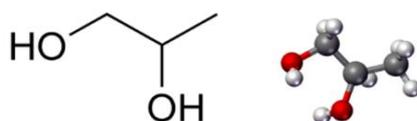
El PG es muy utilizado en diversos sectores, se emplea como solvente en la industria farmacéutica y para tintas de impresión, como anticongelante, como medio para la transferencia de calor en la producción de cerveza y en industrias lácteas, entre otras.

2.1.2. Presentación del producto

El proceso de formación de PG por medio de glicerina es un avance científico que supone un camino alternativo interesante para la fabricación del producto, que históricamente se sintetiza a base de un derivado de petróleo.

El propilenglicol (1,2 – propanodiol) es un compuesto orgánico (un alcohol, más precisamente un diol) incoloro, insípido e inodoro. Es un líquido aceitoso claro, higroscópico y miscible con agua, acetona, y cloroformo. Se obtiene por hidrogenación catalítica de glicerina refinada como camino alternativo a la síntesis a base de óxido de etileno.

El producto se venderá a granel a través de camiones para su envasado.



2.1.3 Principales aplicaciones del Propilenglicol

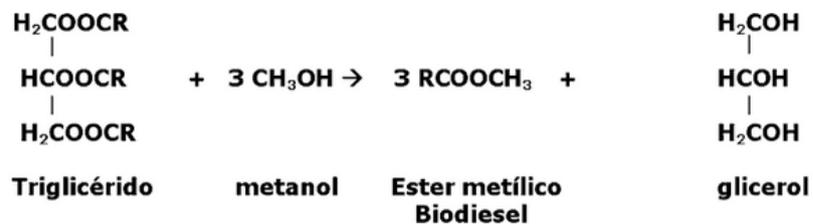
El PG es muy utilizado en diversos sectores: se emplea como solvente en la industria farmacéutica y para tintas de impresión, como anticongelante, como medio para la transferencia de calor en la producción de cerveza y en industrias lácteas,

como humectante en productos farmacéuticos, cosmética, alimentos y tabaco, como lubricante íntimo genital como lágrima artificial en bajas concentraciones (0.6%) ("oftalmología"), como solvente para coloración de alimentos y saborización, como carrier en aceite de fragancia, etc.

Disponibilidad de materia prima

2.2.1. Glicerina

Producción de biodiesel: A partir de materias primas agrícolas (aceites vegetales y/o grasas animales) y un alcohol de cadena corta (metanol, etanol, propanol) se produce un metil-éster, conocido como biodiesel y glicerina cruda.



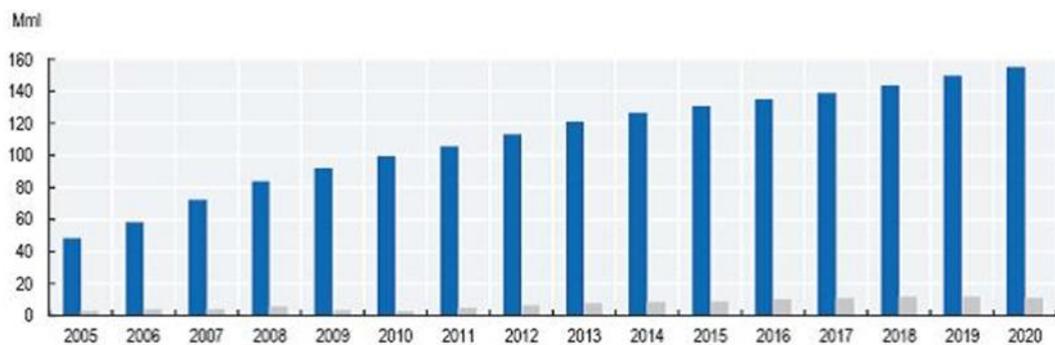
El uso del biodiesel es impulsado por la obligatoriedad del corte del gas oíl para motores diésel con dicho biocombustible, tal lo que establece la legislación, tanto a nivel nacional como internacional, especialmente en la Unión Europea y Estados Unidos. Este hecho es lo que impulsa una producción de biodiesel que está en continuo crecimiento. En Argentina el 19 de abril de 2006 se sancionó la ley 26.093 que estableció que para el año 2010, el gasoil se deberá mezclar con biodiesel en un porcentaje no menor al 5%. En la actualidad el corte obligatorio de Biodiesel en el Diésel fósil se elevó al 10 %. Todas estas determinaciones son establecidas por la Secretaría de Energía de la Nación

Caracterización de la glicerina. Existen distintas calidades de glicerina:

- **Glicerina cruda:** Es el producto contenido en la corriente de salida del proceso de trans-esterificación (Biodiesel) y contiene una gran cantidad de metanol, agua, jabones y sales. Normalmente tiene un contenido de glicerol entre 40 y 88% en peso.
- **Glicerina grado técnico:** Es un producto de alta pureza con la mayoría de sus contaminantes completamente removidos. La concentración no debe ser inferior al 98%.

- **Glicerina USP:** Con una concentración del 99,7% es la que cumple con la norma USP (United States Pharmacopeia) y el Food Chemicals Codex (FCC) y por lo tanto es apta para uso alimenticio, farmacéutico y cosmético.

La glicerina cruda obtenida en el proceso es aproximadamente un 10 a un 13 % en peso del biodiesel, es el producto contenido en la corriente de salida del proceso de trans-esterificación y contiene una gran cantidad de metanol, agua, jabones y sales. Normalmente tiene un contenido de glicerol entre 40 y 88% en peso. Este producto se puede someter a destilación fraccionada para obtener glicerina grado técnico de uso industrial, producto de alta pureza con la mayoría de sus contaminantes completamente removidos cuya concentración no debe ser inferior al 98%. Cuando la concentración alcanza el 99,7 % obtenemos glicerina refinada grado USP. Las empresas de biodiesel suelen refinar la glicerina cruda que se produce como subproducto, para agregarle valor comercial. Se estima que para el año 2030 un cuarto de los combustibles empleados en el transporte provendrá de biocombustibles. Con el incremento de la producción del biocombustible en estos últimos años, y la tendencia de que ésta continuará en crecimiento, el glicerol resulta ser una materia prima que cada vez ocupa un mayor volumen en el mercado mundial.



Fuente: Secretariados de la OCDE y la FAO.

Fig 2.1 Perspectivas Agrícolas 2011-2020 la producción de biodiesel

Nuestro principal destino por lejos fue Europa, quien compraba cerca del 90% de nuestras exportaciones. En pocos años, la producción de biodiesel se sumó como un eslabón más de agregado de valor al complejo agroindustrial argentino, consolidando uno de los mayores polos de producción a nivel mundial, con

tecnología y escala que lo ubican entre los más eficientes del mundo.

PROVINCIA	GRANDES PLANTAS		PYMES		TOTAL GENERAL	
	Cantidad	Toneladas	Cantidad	Toneladas	Cantidad	Toneladas
Santa Fe	10	3.295.000	6	312.400	16	3.607.400
Buenos Aires	0	0	9	382.000	9	382.000
Santiago del Estero	1	200.000	0	0	1	200.000
San Luis	0	0	1	96.000	1	96.000
Neuquen	0	0	1	80.000	1	80.000
Entre Ríos	0	0	3	125.089	3	125.089
La Pampa	0	0	2	100.000	2	100.000
TOTALES	11	3.495.000	22	1.095.489	33	4.590.489
		76%		24%		100%

Fig 2.2 Producción de biodiesel en Argentina discriminado por Provincias

Con instalaciones capaces de producir hasta 4,6 millones de toneladas anuales, producto de los más de 1.500 millones de dólares en inversiones que generan más de 6.000 empleos en forma directa e indirecta.

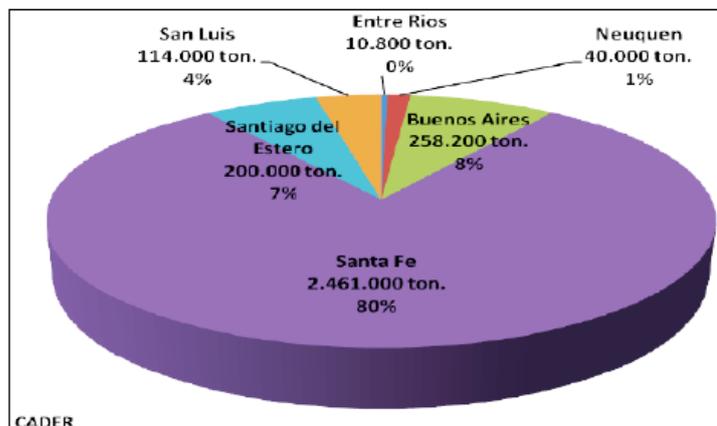


Fig 2.3 Cantidad de biodiesel que se elabora en Argentina
Porcentaje de producción de cada provincia.

La distribución geográfica de las plantas productoras, se encuentra muy concentrada en la Provincia de Santa Fe. Esto se debe a la proximidad de los puertos y a la concentración de los centros de acopio de granos destinados tanto al consumo interno como a la exportación de biocombustibles y de glicerinas.

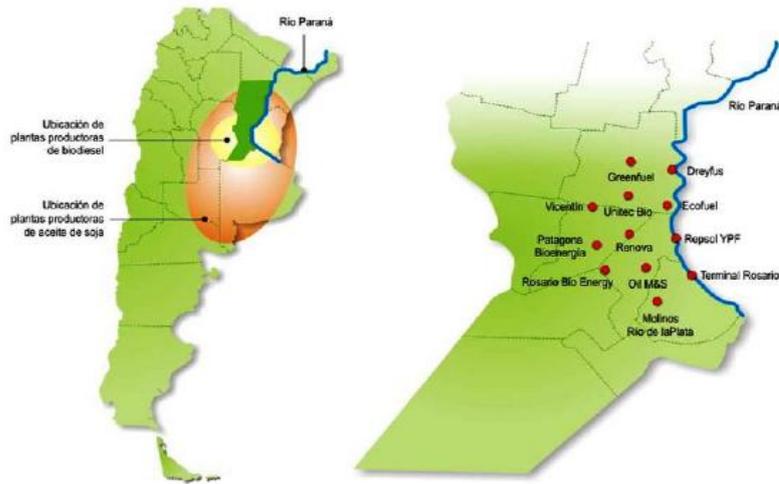
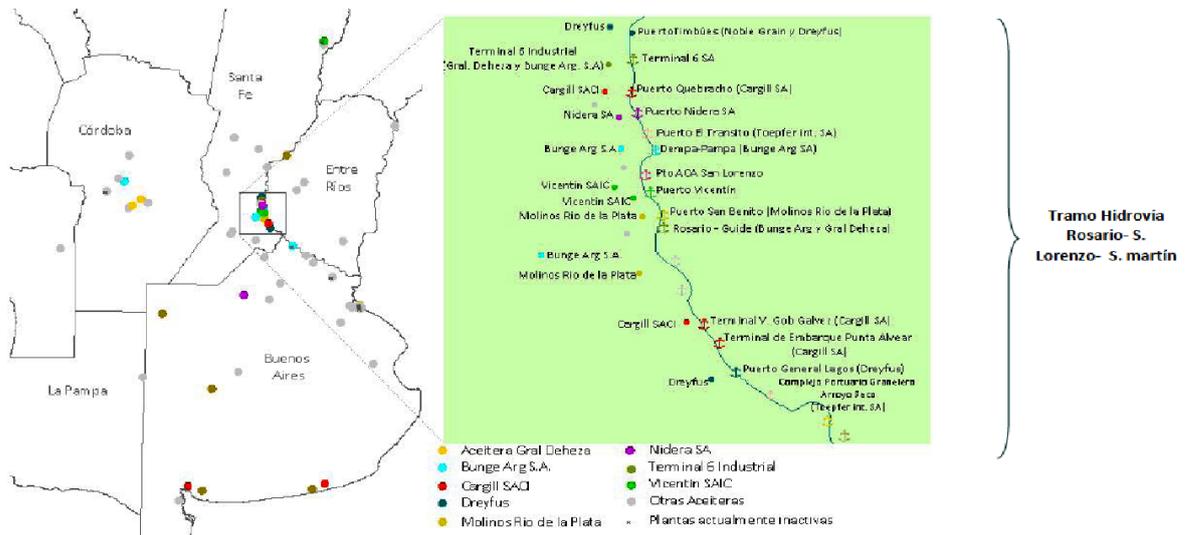


Fig 2.4 Ubicación de las industrias que elaboran biodiesel en Santa Fe.

Estas industrias conforman el 80% de la producción de biodiesel del país, lo que significa que aproximadamente 2.500.000 toneladas de biodiesel y, por lo tanto, alrededor de 250.000 toneladas de glicerina tanto cruda como refinada, se producen en una zona geográfica muy localizada.



Fuente: DIAR-DIAS en base a J.J. Hinrichsen S.A.

Fig. 2. 5Distribución de las empresas productoras de biodiesel en Argentina

Con el incremento de la producción del biocombustible en los últimos años, y la tendencia de que ésta continuará en crecimiento, el glicerol resulta ser una materia prima que cada vez ocupa un mayor volumen en el mercado mundial.

2.2.2. Glicerina refinada.

En nuestro proceso la principal materia prima es glicerina refinada. Con el incremento de la producción del biocombustible en los últimos años, y la tendencia de que ésta continuará en crecimiento, el glicerol resulta ser una materia prima que cada vez ocupa un mayor volumen en el mercado mundial.

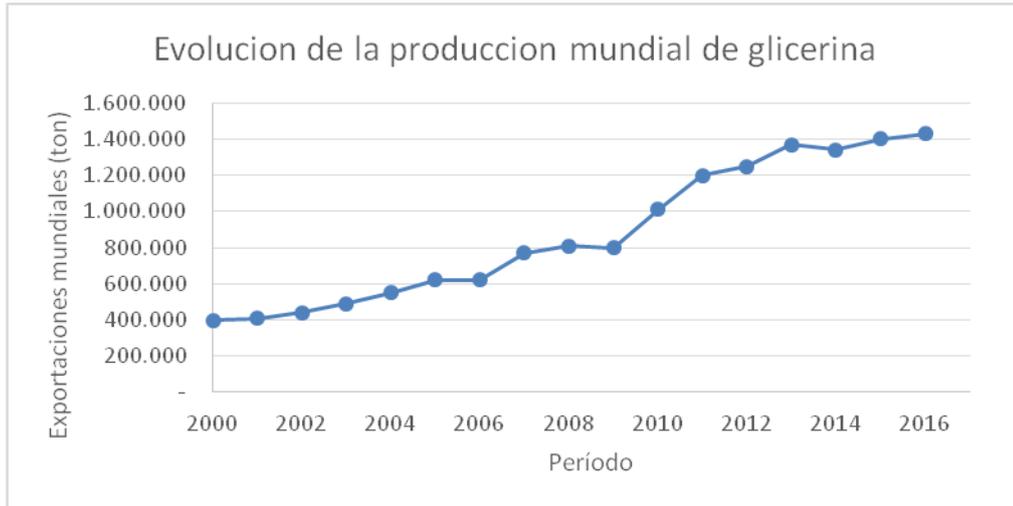


Fig. 2.5 - Total de exportaciones mundiales de glicerina por período.

En nuestro país la producción de glicerol tiene la misma distribución que la producción de biodiesel, teniendo un centro productivo en la provincia de Santa Fe y luego la provincia de Buenos Aires. Por este motivo, el mayor canal de exportación de glicerina se encuentra en la zona de Rosario-San Lorenzo, y en la ciudad de Buenos Aires, a continuación, se detalla las proporciones de exportaciones según la zona:

Customs	Quantity (kg.)	FOB value (USD)
San Lorenzo	612.239.625,00	350.439.639,28
Rosario	17.382.342,19	13.827.453,77
Mar del Plata	9.271.220,00	8.882.760,32
Buenos Aires	5.039.422,15	4.347.197,22
Mendoza	645.750,00	544.837,85
Ezeiza	13.929,16	50.131,09
Buenos Aires Sur	54.671,20	44.136,46
Paso de los Libres	19.000,00	39.710,00
Buenos Aires Norte	19.030,00	18.246,66
Córdoba	5.000,00	7.229,75

Fig. 2.6. Origen de la glicerina para exportación del 2016.

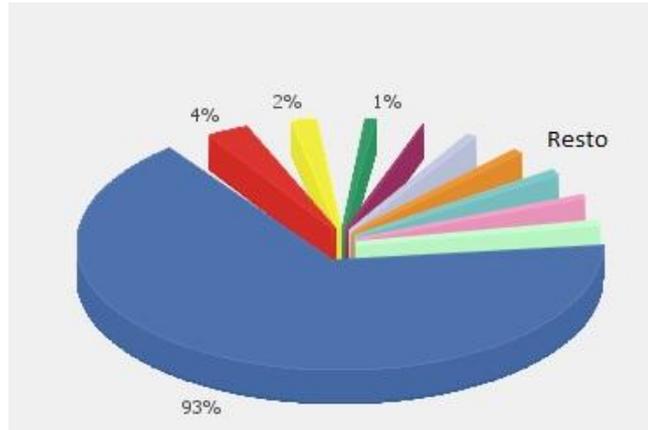


Fig. 2.7 Origen de la glicerina para exportación

Las exportaciones mundiales por período, como un método para obtener la oferta mundial de glicerina y su tendencia. Por medio de la correlación de los datos, para el año 2017 y 2018 se prevé una producción mundial de 1.420.000 ton y 1.500.000 ton respectivamente, y la tendencia indica que el crecimiento continuaría.

País de origen	Exportaciones FOB (USD)	Cantidad exportada (kg)	Precio medio (USD/kg)
Malasia	250.629.242	307.854.972	0,81
Indonesia	174.253.272	237.352.182	0,73
Alemania	201.527.625	188.094.076	1,07
Países Bajos	127.610.124	156.807.185	0,81
Argentina	76.104.381	100.999.379	0,75
Bélgica	75.380.305	82.903.454	0,91
Polonia	24.468.729	37.493.575	0,65
Francia	23.317.623	30.616.327	0,76
Italia	25.219.686	29.775.220	0,85
Filipinas	21.508.284	20.782.910	1,03
Tailandia	16.509.308	19.474.983	0,85
USA	24.818.526	17.893.422	1,39
Hungría	5.725.375	17.639.128	0,32
Suecia	12.602.192	16.712.811	0,75
Ucrania	7.010.110	11.495.460	0,61
Rep. Checa	9.190.068	11.250.043	0,82
Austria	7.276.767	10.401.468	0,7

Fig 2.8 - Exportaciones FOB (Free on Board) a consumo de glicerina por país de origen y precio promedio.

Los precios de la materia prima varían según el país exportador. Los precios promedios fueron calculados dividiendo el valor total de la exportación, por la masa de producto, obteniendo como resultado 0.75 USD/kg.

Destination	Quantity (kg.)	FOB value (USD)
Estados Unidos	21.756.130,00	7.842.651,69
Brasil	14.914.150,00	7.341.380,84
México	14.303.780,00	7.081.210,96
China, República Popular de	17.518.100,00	6.867.850,30
Tailandia	5.771.570,00	2.756.938,65
Sudáfrica	4.102.700,00	1.844.187,26
Malasia	4.048.500,00	1.755.126,26
Uruguay	2.687.517,98	1.215.121,62
Rusia, Federación	2.526.060,00	1.115.986,46
India	2.719.400,00	1.099.239,46

Fig. 2.9. Destino de las exportaciones de glicerol argentino del 2016.

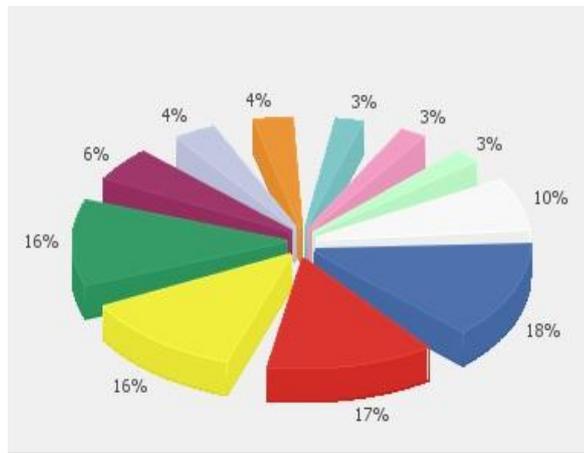


Fig. 2.9 Gráfico de tortas Exportaciones glicerol Argentina 2016

El exceso de producción de glicerol es un problema de gran interés para la Argentina, por su importante capacidad instalada para la producción de biocombustible y debido a la creciente oferta de glicerina refinada a nivel mundial, su precio tiende a bajar y continuará de esa manera en los próximos años. Esto presenta un panorama alentador para la producción de PG.

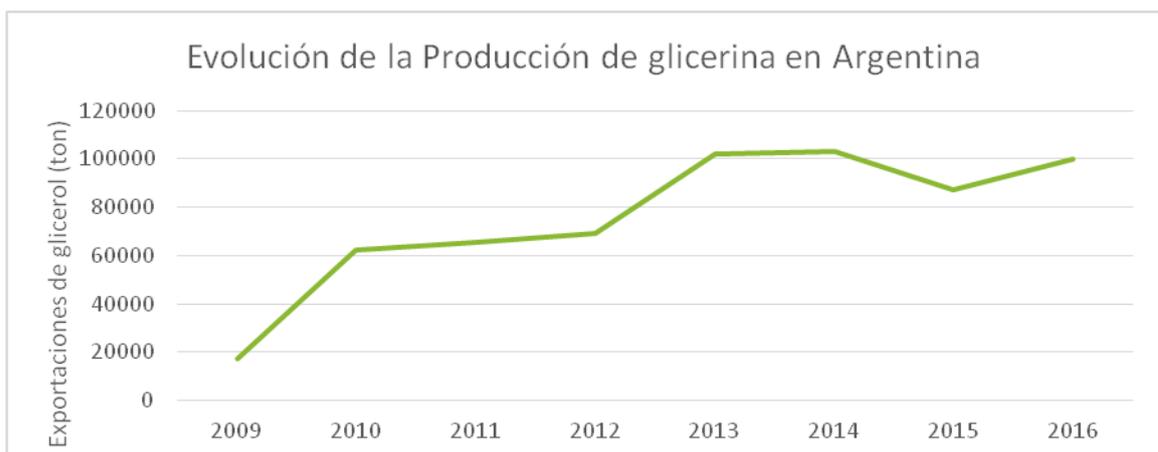


Fig. 2.9 Cantidad de glicerina exportada por año en Argentina

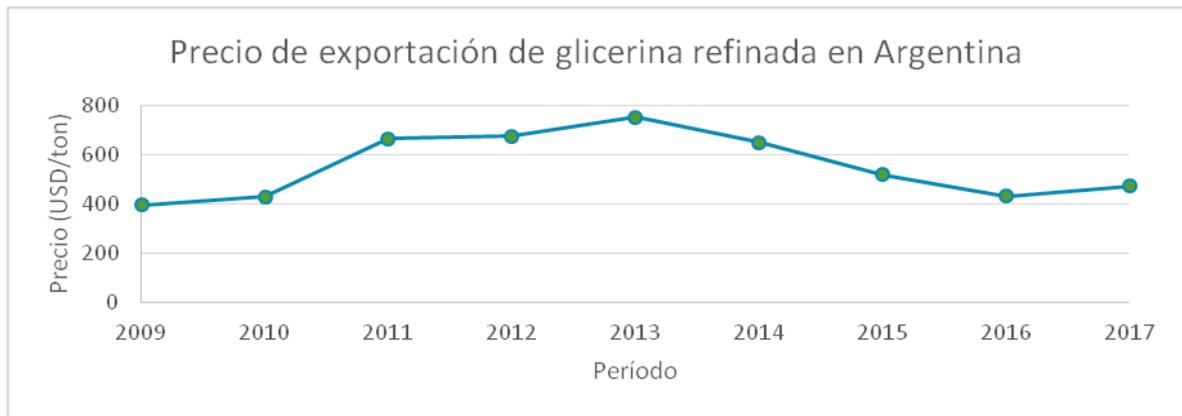


Fig. 2.10 Precio promedio de exportación de glicerina refinada

En ambas figuras se puede ver la evolución de las exportaciones de glicerina y el precio de la misma en nuestro país, respectivamente. La tendencia indica un incremento en la cantidad y un decaimiento en el precio de glicerina refinada. De esta manera, la tendencia mundial señala que la oferta de glicerina se incrementará en los próximos años, por lo tanto, un precio constante o una disminución es el escenario más probable.

2.2.3. Hidrogeno

De acuerdo a la ubicación de nuestro proceso, el hidrogeno será obtenido a través de la instalación de una planta productora del insumo o de su compra directa en caso de instalarnos en las inmediaciones de una planta productora del mismo, como por ejemplo la Planta de Reformado Catalítico Continuo (CCR) que provee hidrogeno de alta pureza a Refinería y Petroquímica del Complejo Industrial, y según datos suministrados, con el sobrante del mismo lograría satisfacer la demanda completa de nuestro proceso, ya que actualmente se está venteando casi el 50% de hidrogeno puro debido a la falta de procesos que lo incluyan como materia prima.

Generación de Hidrogeno capacidad total		
Planta	Cantidad (Nm3 H2/h)	Tipo
Platforming	10000	impuro
Isomerización	2000	impuro
CCR	21000	puro
	11000	impuro
Total	44000	-
Consumo de hidrogeno		26900 Nm3 H2/h
Sobrante de hidrogeno total	17100	Nm3 H2/h

Fuente: Datos suministrados por CCR La Plata.

2.2.4. Agua DEMI

Los requerimientos de la planta de producción de PG incluyen agua desmineralizada, no solo como materia prima sino también como corriente de servicio.

Al igual que con el hidrogeno, el agua Demi será obtenida a través de su compra directa en caso de instalarnos en las inmediaciones una planta productora de este insumo, como por ejemplo, la planta de Agua DEMI que abastece Refinería y Petroquímica del Complejo Industrial La Plata, encontrándose a orillas del Rio de La Plata o a través de la instalación de una planta productora que funcionara basándose en un proceso de osmosis inversa.

2.3. Análisis de la oferta y la demanda

En base a las importaciones de Propilenglicol, se puede obtener una estimación de la demanda. Proyectando esto a los próximos años se puede determinar la producción necesaria del mismo.

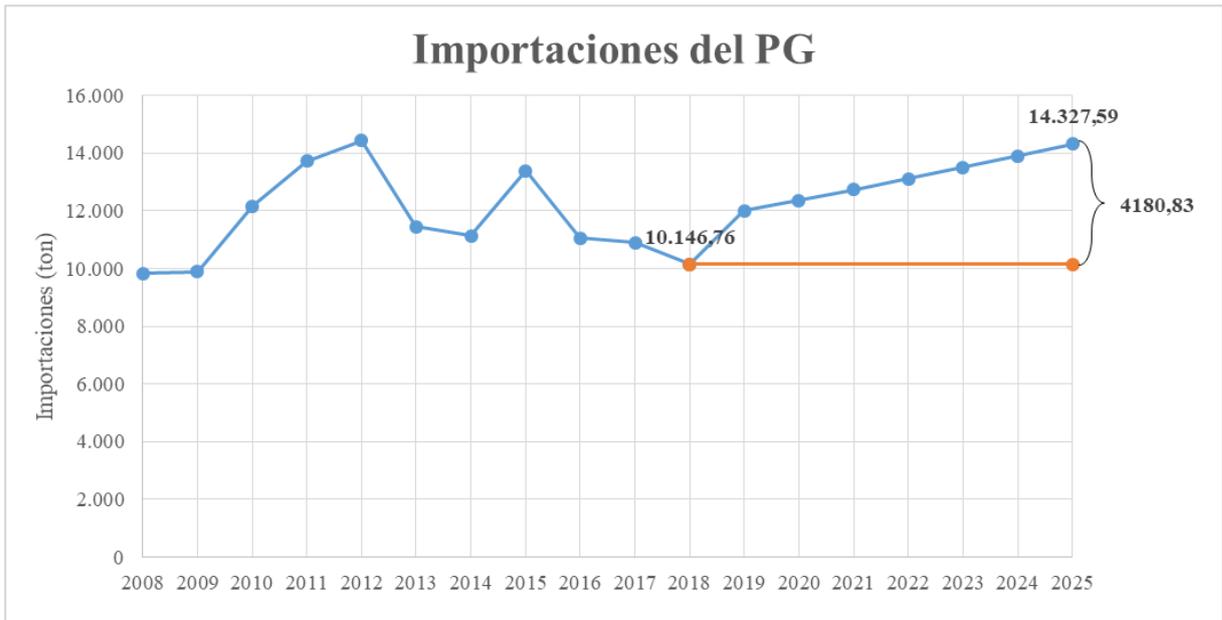


Fig. 2.11 Evolución demanda mundial PG

Según la figura el comportamiento del total de importaciones de PG muestra un incremento en los volúmenes comercializados a lo largo del tiempo, por lo que se puede estimar un crecimiento de importación del 41,2% (4180,83 ton) dentro de 7 años. Esto se debe, principalmente, a las propiedades útiles que posee la sustancia, que permiten que ingrese a varios mercados, y que forme parte en la elaboración de varios productos. Inclusive, se encuentra reemplazando otros productos en mercados, como el de anticongelante para los aviones, que anteriormente ocupaba el etilenglicol.

Los precios de venta del PG fueron obtenidos con el mismo método que los de la glicerina refinada.

País de origen	Exportaciones FOB (USD)	Cantidad exportada (kg)	Precio medio (USD/kg)
Alemania	427.130.379	266.659.355	1,6
USA	213.237.201	142.849.653	1,49
Singapur	212.940.112	135.108.870	1,58
China	147.038.285	105.763.256	1,39
Países Bajos	116.471.610	81.747.281	1,42
Tailandia	103.398.048	73.795.940	1,4
Rep. Corea	101.879.562	62.265.068	1,64
Bélgica	85.086.158	50.073.538	1,7
Francia	78.680.190	48.363.625	1,63
Brasil	37.232.404	23.882.716	1,56
España	37.555.494	22.141.360	1,7

Fig. 2.12 Exportaciones a consumo de PG por país y precio promedio

Como se puede observar en la Fig 2.12, los precios promedios de exportación del producto varían entre 1,4 y 1,7 USD/kg. Por lo tanto, estos precios de venta se utilizarán para realizar la evaluación económica de la empresa. Se especificará el precio de venta de PG en 1,6 USD el kg

La cantidad producida de glicerol en el mundo es de 1.250.000 ton/año y continúa aumentando a un ritmo más acelerado que la demanda de PG. Esto significa que este método de fabricación posee el potencial para desplazar la tecnología de producción de PG que utiliza óxido de propileno como materia prima.

Cientes

Nuestros clientes potenciales serán:

- Industria farmacéutica:
 1. Laboratorio LAFEDAR S.A. Paraná, Entre Ríos.
 2. ATLAS Farmacéutica. Munro, Bs As.
 3. Laboratorio LADCOSA. San Martin, Bs As.
 4. Laboratorio ELEA. Los Polvorines, Bs As.
 5. Industria Química Almidar. CABA, Bs As.
 6. Laboratorio Andromaco. CABA, Bs As.
 7. Laboratorio Bagó. La Plata, Bs As.
 8. Laboratorio Roemmers. La Plata, Bs As.
 9. Laboratorio Bayer. Munro, Bs As.
 10. Laboratorio Gados. CABA, Bs As.
 11. Laboratorio Casasco. CABA, Bs As.

- Industria alimenticia
 1. ARCORSA. Arroyito, Cordoba
 2. FELFORT. CABA, Bs As
 3. GEORGALOS. Rio Segundo, Cordoba
 4. HABANNA. Mar Del Plata, Bs As y San Rafael, Mendoza.
 5. PALADINI. Villa Diego Santa Fe
 6. FARLOCARGSA. JL Suarez, Bs As

CAPITULO III. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

3.1. Tamaño del Proyecto

La planta tendrá una Capacidad de producción de 39.000 ton/año de PG grado USP *(United States Pharmacopeia), logrará satisfacer casi todo el mercado interno, que actualmente es de aproximadamente 11.000 ton/ año, sustituyendo importaciones por 20 millones de dólares, y exportará los excedentes.

3.2. Localización del Proyecto

3.2.1 Macro localización

Los factores a tener en cuenta al definir el emplazamiento de la planta se tomarán en cuenta los siguientes factores:

Factores primarios: son aquellos que se deben tomar en cuenta en la generalidad de los casos.

- Disponibilidad de materias primas.
- Disponibilidad de servicios generales (agua, energía, aire, combustible, etc.).
- Disponibilidad de transportes.
- Disponibilidad de mercados.
- Disponibilidad de mano de obra.

Factores específicos: son aquellos que son determinantes en algunos casos particulares.

- Factores geográficos (clima, estructura del suelo).
- Legislación y normas públicas vigentes.
- Normas internas de las empresas.
- Infraestructura existente.

Para poder determinar la localización óptima de la planta, se identifica el lugar de origen de las materias primas principales del proceso (glicerina, hidrógeno y agua

demi) y la localización del futuro mercado. Para el primer caso, se localiza al proveedor principal en la provincia de Santa Fe. En cuanto al mercado, se determinó que la producción permitirá satisfacer la demanda nacional casi en su totalidad, siendo los únicos proveedores nacionales de PG, por lo tanto, las conexiones con carreteras y autopistas cercanas a nuestra planta sumados a la cercanía a un puerto comercial marítimo constituyen un punto clave en la decisión de la localización.

Identificación de posibles localizaciones

Teniendo en cuenta el origen de la materia prima necesaria para el proceso, y los costos asociados al transporte de producto y/o materia prima, surgieron como opciones de terminal de exportación, los puertos costeros de Bahía Blanca, La Plata (Buenos Aires), Rosario, San Lorenzo.

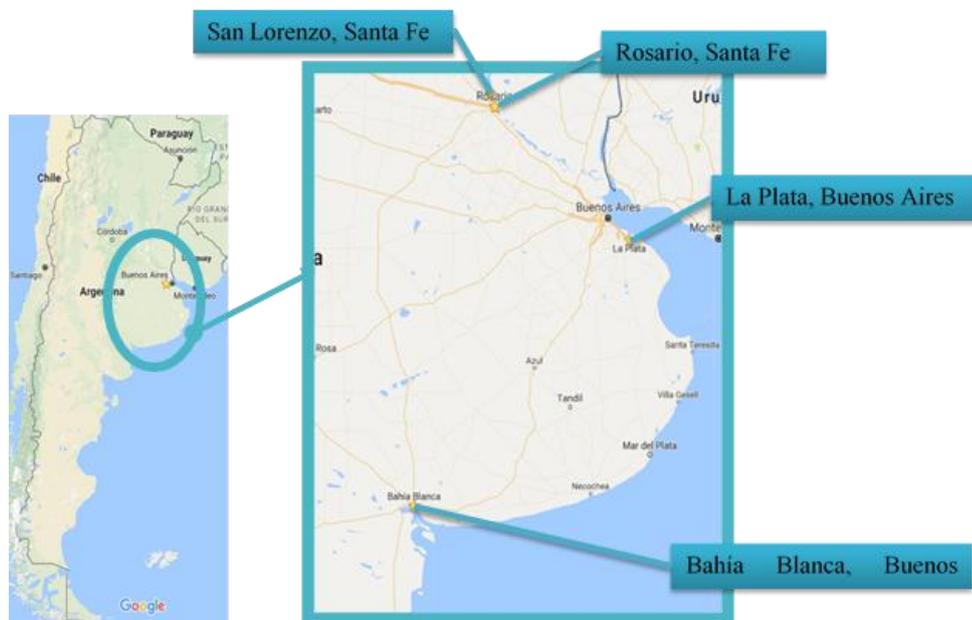


Fig. 3.1 Ubicación de los diferentes puertos

- **Bahía Blanca, Buenos Aires.**

El Complejo Portuario Bahía Blanca está constituido por un conjunto de instalaciones diseminadas a lo largo de 25 km., sobre la costa norte de la ría de Bahía Blanca, vinculadas por un canal de acceso de 90 km de largo que lo une con el Océano Atlántico Sur. Dicho complejo está integrado por los puertos de Bahía Blanca (Ingeniero White, Puerto Galván), la Base Naval de Puerto Belgrano y Puerto Rosales. El denominado puerto de Bahía Blanca se encuentra en la localidad de Ing. White, distante a unos cinco kilómetros de aquella, en la jurisdicción del partido de Bahía Blanca. (Consortio Gestión del Puerto Bahía Blanca, 2013).

El sistema portuario de Bahía Blanca ofrece un amplio espectro de servicios y alternativas de operaciones, con salida directa al Océano Atlántico. Constituye, junto con el Puerto de Quequén y el de Puerto Madryn, uno de los más importantes puertos de aguas profundas del país, ya que su calado de entrada y salida de buques alcanza aproximadamente los 14 m. Por sus características es apto para operar con super graneleros y grandes buques tanques.

El complejo portuario de Bahía Blanca es, entre los puertos argentinos con accesos profundizados mediante dragado, el que permite la navegación de buques con calados más grandes. El calado máximo con que actualmente se autoriza a operar en dicho complejo es cercano a los 14 m.

El acceso desde el Océano Atlántico se concreta a lo largo de un canal de 97 km. de longitud total entre la denominada Boya Faro (situada en la entrada al canal) y las principales instalaciones portuarias del complejo (situadas en Puerto Ing. White y Puerto Galván).

En cuanto al acceso vial, el área se encuentra conectada por distintas rutas pavimentadas en particular los puertos de Ing. White y Galván que están muy próximos a la ciudad de Bahía Blanca, como son las Rutas Nacionales N° 3, N° 35, N° 22 y N° 228.

Los ferrocarriles Ferrosud S.A. y Ferro Expreso Pampeano de trocha 1,82 m acceden a los puertos de Ing. White y Galván, contándose en el primero con una importante parrilla para la maniobra de las formaciones y su descarga.

- **La Plata, Buenos Aires.**

El canal de acceso permite el ingreso de los más modernos buques que navegan en la región; con una profundidad al cero local de 34 pies en toda su extensión, se extiende por 13 km desde el Gran Dock Central hasta conectarse con la Hidrovía del Río de La Plata.

Los buques ingresan desde el Río de La Plata a través del Canal Exterior, desde el km 13.000 hasta el km 7.700. En dicho tramo el canal cuenta con un ancho de solera de 150 m. Desde el km 7.700 hasta el km 5.400 los buques navegan el Canal de Acceso Exterior, donde la solera se reduce a 130 m ya que en esa zona el canal se halla protegido por las Escolleras Este y Oeste del Puerto. Una vez superado el km 5.400 los buques ingresan en la zona protegida de las Islas Santiago

y Paulino en donde la solera del canal es de 100 m de ancho.

Entre los km 1.820 y 1.370 del Canal de Acceso se ubica la Zona de Giro, conocida con el nombre de Cuatro Bocas debido a que allí se cruzan el Río Santiago con el Canal de Acceso. Esta área es un círculo de maniobras para los buques de 500 m de diámetro, con una profundidad de 34 pies, que permite realizar el giro de los navíos previo al ingreso al Gran Dock Central.

Continuando el ingreso hacia el Dock Central, entre los km 1.370 y 0.175 se encuentra la zona del Canal de Entrada, donde se ubica el muelle de la terminal de contenedores TecPlata. Esta zona también cuenta con profundidades de 34 pies y ha ampliado su ancho en 50 m a ambos lados del canal, para permitir el amarre de los buques en el muelle, en simultáneo con el ingreso y egreso de otras naves por el Gran Dock Central.

Finalmente los buques ingresan en el Gran Dock Central -dársena histórica del Puerto La Plata- donde se ubican los muelles de las terminales de YPF y Copetro, y los de uso público operados por el Consorcio de Gestión del Puerto La Plata.

Formar parte del Sistema Ferroviario Argentino lo diferencia de otras estaciones portuarias y le da una vinculación estratégica con todo el territorio nacional, brindando conexión con las principales capitales. Además, permite contar con un sistema de transporte de cargas masivo y eficiente de menor costo, que evita las congestiones viales de los grandes centros urbanos.

A escala regional el Puerto La Plata se enlaza con la red ferroviaria a través de las vías de la Línea General Roca, que conectan La Plata con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Actualmente los operadores logísticos de carga que movilizan mercaderías desde y hacia el puerto son: Ferrosur Roca, NCA y la línea Belgrano Cargas.

Cuenta con un servicio ferroviario propio para realizar maniobras dentro de la jurisdicción portuaria, con dos vías generales de trocha ancha, que lo conectan directamente con la red ferroviaria nacional y una playa ferroviaria de maniobras de nueve vías dentro del área operativa. Para realizar los movimientos ferroviarios dispone de cuatro locomotoras diesel eléctricas.

En lo que se refiere a los accesos carreteros, el Puerto La Plata se ubica

dentro del entramado vial que conecta a la Capital Federal y el Gran Buenos Aires con el interior del país. Las principales rutas de conexión directa al Puerto tanto con el norte, el centro y el sur de la Argentina son vinculadas por anillos viales que circunvalan el área metropolitana de la capital del país. Esto permite una rápida conexión con los distintos centros de producción de toda la Argentina, garantizando el flujo de mercaderías de forma segura y eficiente.

Dentro de este entramado vial aparece como principal nexo entre el Puerto La Plata y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires la Autopista La Plata – Buenos Aires. También la Ruta Provincial N° 6 uniendo los puertos La Plata y Zárate – Campana, atravesando innumerables economías regionales y centros productivos del Área Metropolitana.

- **Rosario, Santa Fe.**

Terminal Puerto Rosario se ubica a orillas del Paraná, al sur de la provincia de Santa Fe y a 300 km de Buenos Aires, en el centro industrial, comercial y financiero más importante del país.

En su total de 65 hectáreas, Terminal Puerto Rosario brinda servicios tanto a las cargas como a los buques. Comprende 1.620 m de muelles, 30.000 m² de galpones para almacenamiento de cargas múltiples y 33 km de vías férreas y ofrece el almacenamiento e instalaciones en dos terminales denominadas Terminal 1 y Terminal 2 Norte y Sur.

Como característica significativa, se encuentra en una posición estratégica para el transporte multimodal de la Argentina y el Cono Sur. Actúa como nodo fundamental para la entrada y salida del tráfico de cargas, ya que une a Rosario con el Pacífico a través de Córdoba y Cuyo hasta Valparaíso (Chile), y a través del puente a Victoria, con Brasil. Además, a través de rutas y autopistas que se vinculan directamente con Av. Circunvalación, brinda acceso directo y rápido a la zona portuaria donde se accede, también, por ferrocarril, buques y barcasas.

Las rutas y autopistas que acceden al Puerto de Rosario son, la Autopista Tte. Gral. Aramburu, Autopista Brig. E. López, Ruta Nacional N° 9, Ruta Nacional N° 11, Ruta Nacional N° 33, Ruta Nacional N° 34 que une Rosario con el noroeste argentino y llega hasta la República de Bolivia, la Autopista Rosario - Córdoba y el Puente Rosario - Victoria.

Ingresan directo al puerto los ferrocarriles Nuevo Central Argentino S.A., Ferro Expreso Pampeano S.A., Belgrano (trocha 1000) que se comunican principalmente con el Centro y

Norte del país. El puerto dispone de una completa red ferroviaria doble trocha y de tres playas de uso compartido para clasificación y estadía de vagones.

- **San Lorenzo, Santa Fe.**

El puerto de San Lorenzo, llamado actualmente Complejo Portuario San Lorenzo - Puerto General San Martín y que abarca la totalidad de las terminales de embarques y muelles existentes entre el km 435 y 459 del Río Paraná, es la conjunción de terminales privadas con nombres propios.

Este Complejo Portuario es un conglomerado de terminales de embarques y muelles privados que abarca los rubros cereales y subproductos, aceites, combustibles, hidrocarburos, minerales, químicos y petroquímicos.

El Complejo Portuario San Lorenzo - Puerto San Martín es sin duda alguna el polo exportador más importante del país, saliendo desde este complejo portuario el 39% del total exportado por Argentina en granos, aceites y subproductos oleaginosos durante el año 1997.

La infraestructura del complejo es nueva, moderna y ágil, con la última tecnología aplicada a nivel mundial en su estructura.

Cabe destacar que todas sus terminales tienen y/o poseen instalaciones y cintas de transferencias apropiadas para la operación con chatas y barcazas; también las condiciones naturales del río Paraná en la zona aporta lugares propicios para operar en top off y/o alijes y que el complejo portuario San Lorenzo - San Martín es por el momento el último sector del río condicionado y mantenido para la navegación de buques de gran porte.

El canal de acceso tiene una profundidad mínima de aproximadamente 10,5 m, no obstante, la limitante está sujeta al calado del Canal Mitre / Martín García. La rada posee un espacio para diez buques (8 en la rada principal y 2 en la rada auxiliar) y se halla ubicada entre el km 441 y el km 445.

Las instalaciones portuarias están a cargo de la Municipalidad homónima. En el ámbito oficial además de la Institución existe una delegación de la Administración

Federal de Ingresos Públicos y de la Administración General de Aduana y en forma particular las Cooperativas de Trabajadores Portuarios de San Lorenzo y Puerto Gral. San Martín respectivamente.

Selección de la Localización.

Debido a la gran cantidad de factores involucrados en el análisis y selección de la localización, y añadiendo la posibilidad de plantear un gran número de posibles localizaciones, esto nos lleva a plantear la utilización de un método para decidir la localización idónea de nuestra instalación.

De esta forma, utilizamos el método de ponderación de factores, el cual se basa en asignar valores cuantitativos a todos los factores relacionados con cada alternativa de decisión y de derivar una calificación compuesta que puede ser usada con fines de comparación. Esto lleva al equipo analista a incluir sus propias preferencias al decidir la ubicación, y puede conjugar ambos factores cuantitativos y cualitativos.

La metodología de aplicación se puede estructurar en los siguientes pasos:

- Identificar los factores relevantes para la decisión
- Asignar una ponderación a cada factor para indicar su importancia relativa
- Asignar una escala común a cada factor
- Calificar cada lugar potencial de acuerdo a la escala diseñada, y multiplicar las calificaciones por las ponderaciones
- Sumar los puntos de cada ubicación, y escoger la ubicación que tenga más puntos.

A continuación, se presenta la tabla 3.1 con los resultados de la metodología aplicada a las cuatro posibles.

		B. BLANCA		ENSENADA		ROSARIO		S. LORENZO	
FACTOR	PESO	Calif	Pond.	Calif	Pond	Calif	Pond	Calif	Pond
M.P- DISPONIBLE	0,25	5	1,25	8	2	7	1,75	7	1,75
MEDIOS TRANSPORTE	0,2	8	1,6	8	1,6	8	1,6	6	1,2
MERCADO	0,15	4	0,6	8	1,2	8	1,2	7	1,05

CLIMA	0,1	7	0,7	7	0,7	6	0,6	6	0,6
IMPUESTOS Y SERV. PUBLIC.	0,2	4	0,8	7	1,4	7	1,4	8	1,6
TERRENO	0,1	2	0,2	6	0,6	4	0,4	6	0,6
TOTAL	1		5,15		7,5		6,95		6,8

Tabla 3.1 Ponderaciones para determinación de la macro localización

Conclusión: Por lo expuesto anteriormente en relación a la localización de la planta en cercanías de los proveedores de materias primas peligrosas como es el caso del hidrogeno, agua DEMI, terminal marítima de exportación, rutas y autopistas de acceso, mercado, etc., se estableció que el lugar óptimo para la instalación del proyecto, en correspondencia con la macro-localización, es la Provincia de Buenos Aires, más específicamente, en el Parque Industrial CIE de Ensenada.

3.2.2 Micro localización

Definición del terreno

Para la definición del terreno exacto de establecimiento de la planta, se tuvo en cuenta:

- La legislación en la zona elegida, donde se instaura una zona industrial exclusiva, la cual goza de beneficios y franquicias impositivas (los cuales serán detallados más adelante).
- La cercanía de la Planta de Reformado Catalítico Continuo (CCR) que provee hidrogeno de alta pureza a Refinería y Petroquímica del Complejo Industrial, y según datos suministrados, con el sobrante del mismo logra satisfacer la demanda completa de nuestro proceso, ya que actualmente se está venteando casi el 50% de hidrogeno puro debido a la falta de procesos que lo incluyan como materia prima.
- La cercanía a la planta de Agua DEMI, la cual realizara el suministro de la misma; encontrándose a orillas del Rio de La Plata, de muy fácil acceso desde nuestra ubicación, la misma cuenta con tres trenes generadores que producen aproximadamente 400 m³/h de agua DEMI cada uno, con un procesamiento habitual de agua de rio de 60.000 litros cada 24 hs.

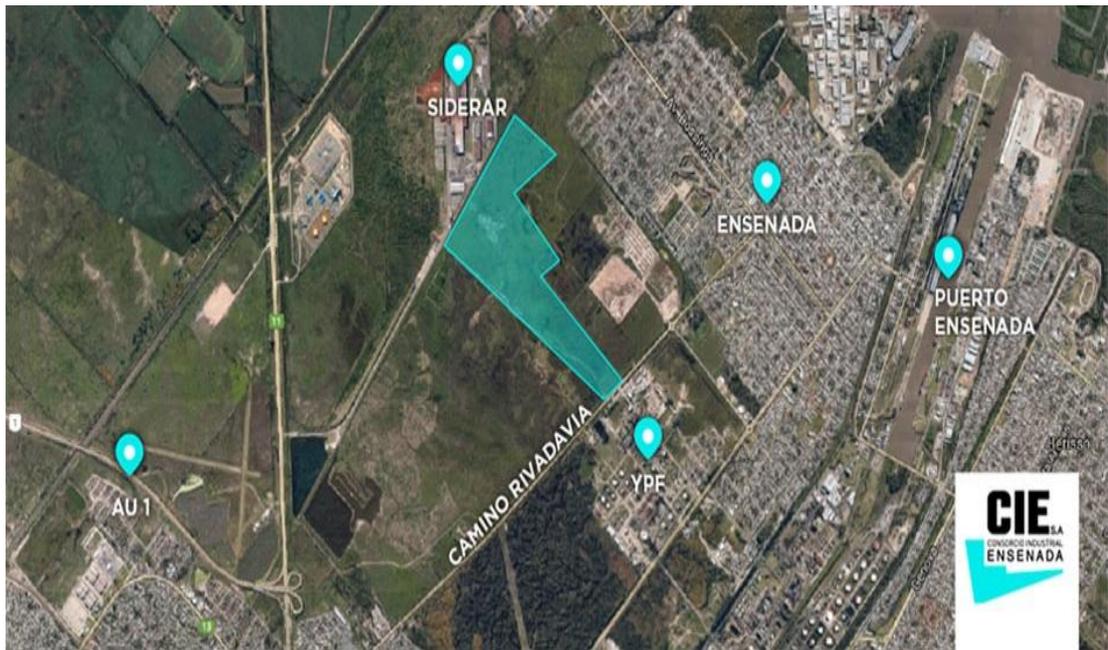


Fig. 3.2 vista satelital de la localización del terreno

Plano General de la ubicación

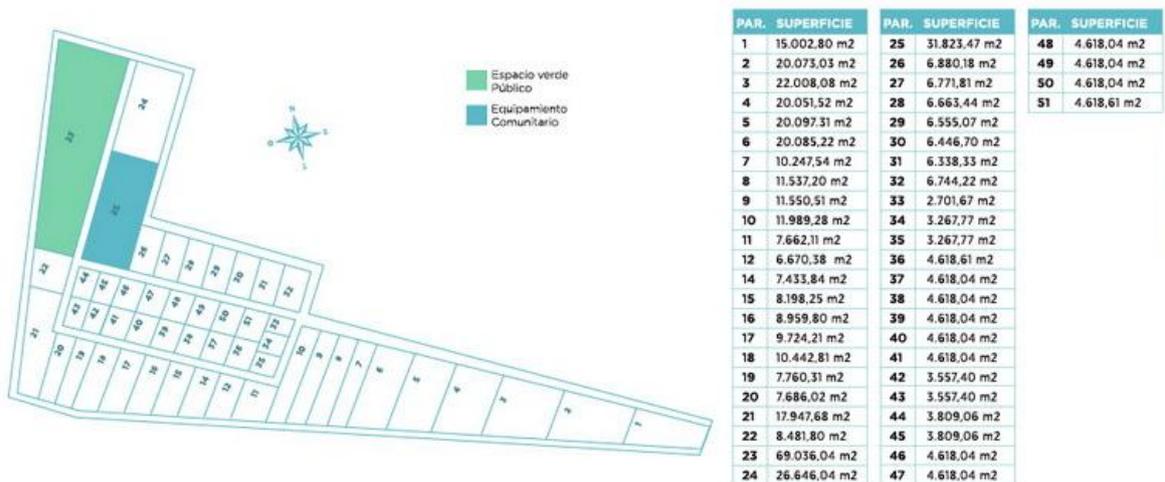


Fig. 3.3 Plano dividido por parcelas

Para la instalación de la planta, se utilizarán las parcelas 1 y 2 con un espacio de 35000 m² aproximadamente. Vale aclarar que las parcelas cuentan con media tensión, agua, cloacas, gas natural y una calle de acceso principal de 20 mts de ancho con una cinta de 7,2 mts de hormigón H30 para el acceso de camiones de gran porte. Además, seguridad privada con cámaras de vigilancia las 24hs y puesto de control en acceso principal.

CAPITULO IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1. Ensayos e investigaciones

La cinética de la reacción del glicerol con propilenglicol utilizada en este proceso, fue desarrollada en gran parte en el papper "*Cinética de hidrogenólisis de glicerol a propilenglicol sobre los catalizadores de Cu-ZnO-Al₂O₃*" (Zhou 2010)¹. Donde a partir de una serie de catalizadores de Cu-ZnO-Al₂O₃ con composiciones variables de metal Cu/Zn/Al (mediante el método de coprecipitación), se demostró que una relación molar de 1:1:0,5 de catalizador da la mayor conversión de glicerol, y la más alta selectividad para el propilenglicol. Esta preparación es la que se utilizó para la investigación cinética. Los experimentos se realizaron sobre una presión de hidrógeno de 29 a 49bar y un intervalo de temperaturas de 155 - 200°C.

4.1.1. Mecanismo de Reacción

Un mecanismo de dos etapas para la hidrogenólisis de glicerol a propilenglicol, propuesto originalmente por Zhou, fue analizado por muchos investigadores y ampliamente aceptado para catalizadores a base de Cu. El mecanismo, que se muestra a continuación, consiste en la deshidratación del glicerol al acetol intermedio, seguido por la hidrogenación del acetol al propilenglicol.

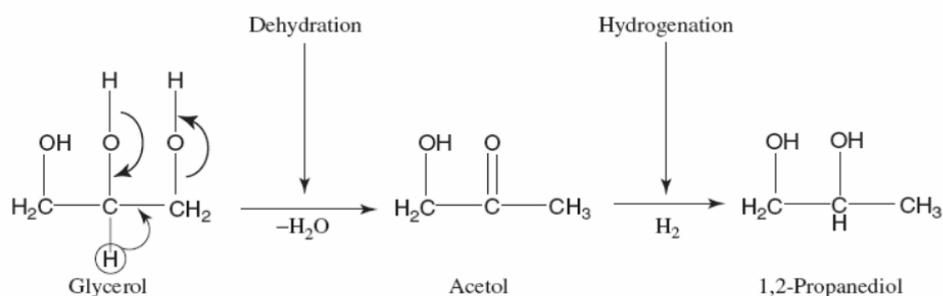
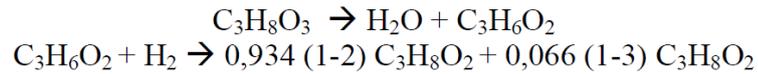


Figura 4.1 Mecanismo de reacción de la hidrogenólisis del glicerol con propilenglicol (Zhou et al.)

¹ Capítulo VII. Patentes y Pappers. "Conversion of glycerol to propylene glycol via catalytic transfer hydrogenation". Zhou 2010

➤ Reacciones principales:



➤ Reacción secundaria:

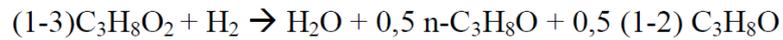
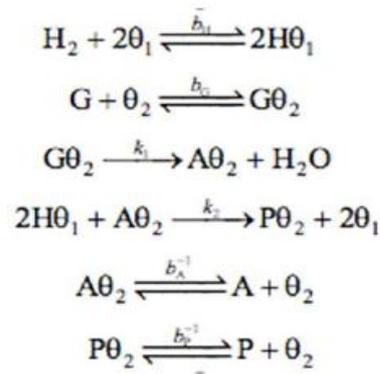


Fig. 4.2 Reacciones de obtención PG

4.1.2. Modelo Cinético

A partir de la reacción mostrada anteriormente se propone el modelo cinético Langmuir-Hinshelwood validado por el trabajo experimental de Li, Zhou et al.



Donde:

- θ_1 es el sitio activo para la adsorción de hidrógeno.
- θ_2 es el sitio activo para la adsorción de moléculas orgánicas.
- k_1 y k_2 son las constantes de velocidad para la primera y segunda etapas de reacción respectivamente.
- b_H, b_G, b_A, b_P son las constantes de adsorción de cada una especies. La dependencia de la temperatura de estos parámetros se expresa en las siguientes ecuaciones:

$$k_i = k_i^0 \exp\left[\frac{-E_i}{R_g T}\right], \quad i=1,2$$

$$b_j = b_j^0 \exp\left[\frac{Q_j}{R_g T}\right], \quad j=\text{G, A, P, H}$$

Asumiendo que es válido un análisis de pseudo-estado estacionario para los intermedios adsorbidos, las expresiones de velocidad para el sistema se derivan y se presentan a continuación, donde r_1 es el consumo de glicerol por masa de catalizador y r_2 es la producción de propilenglicol por masa de catalizador, C_i son las concentraciones molares de cada especie y P_H es la presión de hidrógeno.

$$r_1 = \frac{k_1 b_G c_G}{1 + b_G c_G + b_A c_A + b_P c_P}$$

$$r_2 = \frac{k_2 b_A c_A b_H P_H}{(1 + b_G c_G + b_A c_A + b_P c_P)(1 + \sqrt{b_H P_H})^2}$$

Estimated kinetic parameters from experimental data

	Parameter	
	Preexponential factor ^①	activation energy ^②
k_1	1.54×10^4	86.56
k_2	7.16×10^3	57.80
b_G	2.22×10^{-3}	36.42
b_A	8.73×10^{-3}	25.94
b_P	5.80×10^{-3}	25.77
b_H	1.86×10^{-5}	36.24

① The units for k_i and b_i (exclude H_2) are $\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ and $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$, respectively; the unit for b_H is MPa^{-1} . ② The unit for activation energy is $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

El modelo cinético descrito anteriormente se utilizó como base para el diseño de la que se encuentra en el proceso de glicerol a propilenglicol. A determinar la masa de catalizador necesaria, se desarrolló un modelo de Excel para calcular los parámetros cinéticos y los caudales de especies basados en la temperatura, el hidrógeno en glicerol, alimentación, y la composición de la alimentación utilizando una suma de Riemann sobre la masa total del catalizador.

La conversión de glicerol se representa en la figura en función de la masa de catalizador [kg]. Basándose en este análisis, se determinó que son necesarios 4000kg de catalizador para lograr una conversión del 99,9% de glicerol, para una proporción de alimentación de hidrógeno a glicerol de 5:1, una temperatura de 423°F y composición de alimentación especificada

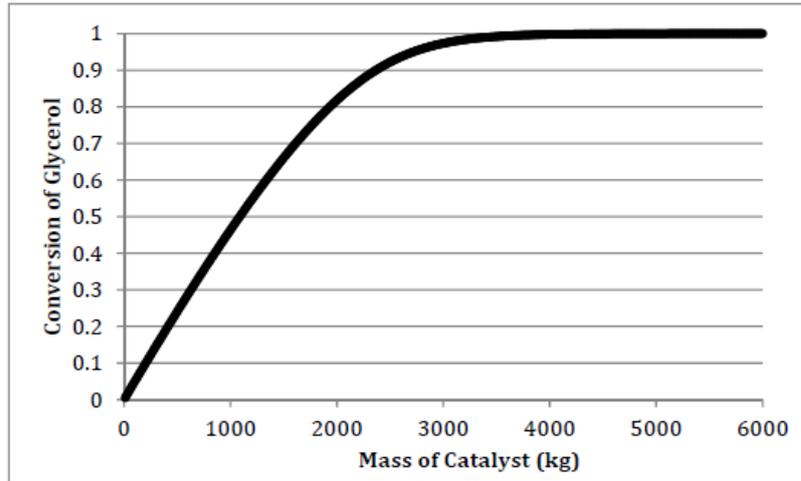


Figura 4.3 Conversión de glicerol frente a masa de catalizador.

4.1.3. Propiedades de los diferentes componentes.

Las propiedades físicas y químicas de cada especie presente en el proceso se muestran a continuación. Los valores se presentan en condiciones estándar (25 °C y 1 atm).

		Propilenglicol (1,2 propanodiol)	Glicerol	Agua	Hidrogeno	n- Propanol	Isopropanol (2-propanol)	Acetol	Metanol	Etilenglicol
		$C_3H_8O_2$	$C_3H_8O_3$	H_2O	H_2	C_3H_8O	C_3H_8O	$C_3H_8O_2$	CH_4O	$C_2H_6O_2$
Peso Molecular	g/mol	76,09	92,1	18	2,01	60,1	60,1	74,1	32	62,1
Punto de Fusion	°C	-60	17,89	0	-259	-127	-89	-17	-98	-12,9
Punto de Ebullición	°C	189	290,0	100	-253	97	82,5	145	65	197,3
Densidad	lb/ft ³	64,207	78,7	62,4	0,005	50,3	49,458	66,939	49,5	69,865
Entalpia de formacion estandar	Btu/lbm ol	-209880	-287069	-229,2	0	-130079	-136421	-178054	-102573	-197205
Entropia molar estandar	Btu/lbm ol-R	-130,306	-146,3	38,9	22,430	-107,168	-109,637	-92,82	-57,5	-107,699
Viscosidad	cP	40,4	934	1,0	0,009	1,952	2,055	6,701	0,538	16,746
Conductividad Térmica	Btu.ft/h s.ft ² .R	0,116	0,169	0,335	0,103	0,09	0,078	0,088	0,116	0,147
Capacidad calorífica, Cp	Btu/lbm ol.R	38,735	46,327	1,8	6,873	37,301	41,309	29,739	24,6	34,608

Figura 4.4 Propiedades físicas y químicas de los diferentes componentes.

4.2. Descripción del proceso Seleccionado

El proceso completo se esquematiza en el Anexo I. En el mismo, se realiza la hidrogenación catalítica de glicerol, para obtener como principal producto PG. Luego, de una etapa de separación para obtener el PG con la pureza deseada.

Como materias primas del proceso se utilizarán:

- Agua Desmineralizada.
- Hidrógeno puro,
- Glicerina refinada

La glicerina refinada contiene, como máximo, una impureza del 0,3% de agua. Por lo tanto, el agua que se agrega en el proceso es utilizada en parte, para disminuir la viscosidad de la misma y de esta forma permitir su circulación por las cañerías y bombas sin que esto implique un consumo excesivo de energía.

Se hará referencia al catalizador utilizado ya que juega un papel fundamental en el proceso. Existen varios catalizadores que pueden utilizarse para el mismo, se analizó el uso de dos:

	Conversión (%)	Selectividad (%)	Disponibilidad
Cu:ZnO:Al₂O₃	100	93,4	Accesible
Cu:Zn:Cr:Zr	100	97	Poco accesible

Una vez seleccionado el catalizador, se fijaron las condiciones de operación del reactor. Se sabe que el comportamiento catalítico puede verse influenciado por variables, como temperatura, presión de hidrógeno y concentración de glicerol en disolución. Por ello, se decidió trabajar a una presión de 39 bar y una temperatura de 210°C. Además de mantener una relación molar de alimentación 5:1 de H₂/ glicerina.

Luego, se realiza la etapa de separación para obtener finalmente el PG con la pureza deseada. Por tope se tendrán componentes como H₂, H₂O, propanol, y por fondo (1,2) Propilenglicol.

4.2.1. Agua Desmineralizada

Los requerimientos de la planta de producción de PG incluyen agua desmineralizada, no solo como materia prima sino también como corriente de servicio. Tal como se comentó en el punto 2.2.4, el suministro será a través de la Planta de Tratamiento de Agua, la que por un

proceso de Desmineralización despoja al agua de gases y sales que puedan generar corrosión en las unidades. Utilizan dos procesos para la desmineralización del agua: trenes de intercambio iónico y ósmosis inversa.

La misma llegará a nuestras instalaciones, a través de cañerías depositándose en los tanques de almacenamiento TK-102 A/B.

4.2.2. Hidrógeno

Como se mencionó en 2.2.3, el hidrogeno necesario para la reacción se obtendrá a través de la Planta de Reformado catalítico continuo (CCR) ubicada en las inmediaciones de nuestro proceso. La corriente llegará a los acumuladores F-102 A/B, donde se eliminará el líquido que podría contener previo a su ingreso al compresor CP-101.

4.2.3. Glicerina Refinada

Teniendo en cuenta que se contará con una planta de producción de hidrogeno y de una de tratamiento de agua, en las cercanías de nuestro proyecto, las cuales abastecerán de su producto. Y en base a lo detallado en el estudio de mercado, se sabe que toda la producción de glicerina refinada se ubica en la provincia de Santa Fe. Por lo que el abastecimiento de este, será desde la planta productora de San Lorenzo, y cuya logística será a través de camiones cisterna.

4.2.4. Diagrama de Bloques

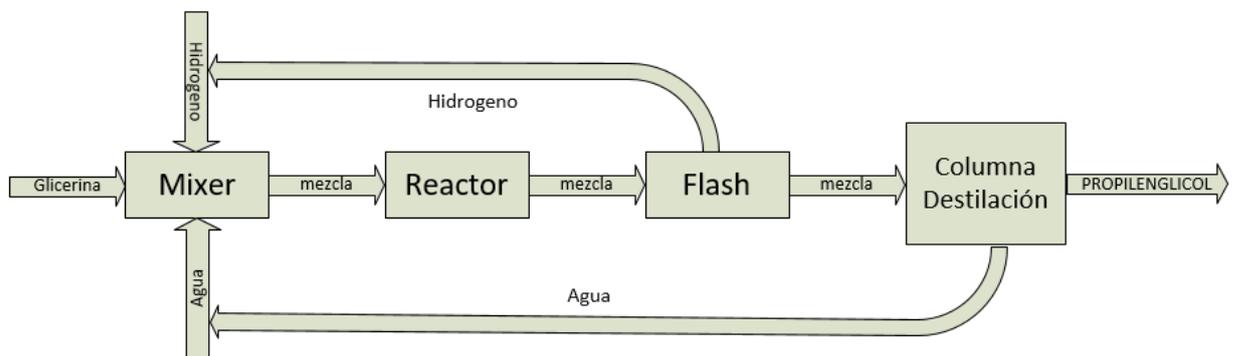


Fig. 4.5 Diagrama de bloques proceso producción PG

4.3. Diagrama de flujos

El diagrama de flujos propuesto se realizó mediante la utilización del simulador PROII (Ver Anexo VII).

4.3.1. Descripción del proceso

El agua es empujada por una bomba J-102 A/B desde los tanques TK -102A/B, de la misma manera sucede con la glicerina a través de la bomba J-101 A/B desde los tanques TK-102A/B, ambas corrientes junto con el agua de reciclaje se encuentran en el Mixer M-101, donde se mezclan. La bomba J-105A/B toma esta corriente para luego ingresar a dos intercambiadores de calor conectados en serie (E-101 y E-102), los cuales aumentarán su temperatura alcanzando las condiciones de operación del reactor.

Luego de calentarse, la corriente se mezcla con una corriente de hidrógeno para ingresar al reactor R-101. Como se obtendrá PG, agua, hidrógeno y productos secundarios, es necesario que el producto deseado se separe del resto para poder comercializarlo.

El primer paso en el tren de separación consiste en un Flash FA-101 que recupera hidrógeno, el cual será mezclado con la corriente de hidrógeno pura que ingresa a la planta para culminar en el reactor. La corriente de fondo del separador Flash, se introduce en una columna de destilación N- 101, en la que se obtiene por fondo una corriente del producto con una pureza del 99,8% y por tope una corriente de agua y trazas de propanol que se separan en el condensador de la torre, recirculándose el agua casi pura, previo purgado hacia tratamientos de efluentes, y eliminando el propanol a antorcha.

4.4. Listado de Equipos

En la Tabla 4.1 se listan los equipos empleados en la producción de PG, empleándose la nomenclatura que figura en los planos y diagramas del Anexo.

Código	Descripción	Cant.
R-101	Reactor de Lecho Fijo	1
N-101	Columna de Destilación (PG de agua/glicerol)	1
E-101	Intercambiador (Calentador corriente glicerina/agua)	1
E-102	Intercambiador (2°Calentador corriente glicerina/agua)	1
E-103	Intercambiador (Enfriador corriente PG/agua)	1
E-104	Intercambiador (Enfriador corriente producto final PG)	1
C-101	Condensador de cabeza de torre	1
C-102	Reboiler de torre	1
Cp-101 A/B	Compresor de H2 puro	2

Código	Descripción	Cant.
CP-102 A/B	Compresor de reciclo	2
FA-101	Separador Flash (Separación H2 de PG)	1
M-101	Mixer (recipiente mezcla Glicerina/agua/agua reciclo)	1
M-102	Mixer (recipiente mezcla Glicerina/agua/H2)	1
M-103	Mixer (recipiente mezcla H2 de F-101/H2 del CCR)	1
F-101	Acumulador de condensado de torre	1
F-102A/B	Acumulador de H2	
J-101 A/B	Bomba para glicerina	2
J-102 A/B	Bomba para agua	2
J-103 A/B	Bomba de reflujo a torre	2
J-104 A/B	Bomba para producto terminado	2
J-105 A/B	Bomba de carga a reactor	2
J-106 A/B	Bomba de reciclo y efluente	2
TK-101 A/B	Tanques de almacenamiento de Glicerina	2
TK-102 A/B	Tanque de almacenamiento de agua	2
TK-103 A/B	Tanques de almacenamiento de Producto	2

Tabla 4.1 listado de equipos involucrados en el proceso de producción de PG

4.5. Balance de Materia

4.5.1 Balance Global

Se aplica el principio de conservación de la materia: “*La cantidad de materia en el universo (sistema) no aumenta ni disminuye, pero puede transformarse*”.

$$[ACUMULACION] = [ENTRADA] - [SALIDA] + [GENERACION] - [CONSUMO]$$

Se considera que no hay generación o consumo de materia dentro del sistema, por lo tanto:

$$[ACUMULACION] = [ENTRADA] - [SALIDA]$$

Para el caso donde no existe acumulación de materia dentro del sistema y, considerando el estado estacionario, el balance se simplifica a:

$$[ENTRADA] = [SALIDA]$$

4.5.2. Balance por componentes

Las composiciones de cada corriente y el flujo másico (kg/h) de las mismas se detallan en el balance de materia del Anexo II “Balance de Materia”.

4.6. Balance de Energía

4.6.1 Intercambiador de calor E-101

Descripción: Calentamiento de la corriente S-104 (Glicerina/agua)

. Debido a que la temperatura de la corriente S-108 proveniente del reactor es de 210 °C, la misma se utiliza para precalentarla mezcla de glicerina agua de la corriente S-104, obteniendo la corriente S-105 que ingresará a un segundo intercambiador E-102 conectado en serie. (Ver diseño intercambiador E-101).

Características	Coraza	Tubos
Fluidos (corrientes)	PG/H2O	Gly/H2O
Caudal másico ($\frac{kg}{h}$)	8074	7300
Temperatura de entrada/salida (°C)	210 / 154	43.2 / 148
Cp (kcal/kg °C)	0,94	0,62
Presión de operación (kg/ [cm] ²)	39.9	40.47

$$Q = w_t c_p (t_2 - t_1)$$

$$Q = 4.7.10^5 \frac{kcal}{h}$$

4.6.2 Intercambiador de calor E-102

Descripción: Segundo calentador Glicerina/Agua conectado en serie.

Características	Coraza	Tubos
Fluidos (corrientes)	Vapor de alta	Gly/H2O
Caudal másico ($\frac{kg}{h}$)	3236	7300
Temperatura de entrada/salida (°C)	270 / 212	148 / 240
Cp (kcal/kg °C)	0.83	0.68
Presión de operación (kg/ [cm] ²)	17	40

$$Q = w_t c_p (t_2 - t_1)$$

$$Q = 4,6.10^5 \frac{kcal}{h}$$

4.6.3 Intercambiador de calor E-103

Descripción: Enfriador de corriente S-109 (PG/agua).

Tiene como objetivo enfriar la corriente proveniente de E-101 (PG/agua) que ingresará al flash (F-101).

Características	Coraza	Tubos
Fluidos (corrientes)	PG/H2O	H2O
Caudal másico ($\frac{kg}{h}$)	8074	6010
Temperatura de entrada/salida ($^{\circ}C$)	154 /100	25/85
C_p ($kcal/kg$ $^{\circ}C$)	0,82	0.99
Presión de operación ($kg/ [cm]^2$)	39	2.6

$$Q = w_s c_p (T_1 - T_2)$$

$$Q = 3,5 \cdot 10^5 \frac{kcal}{h}$$

4.6.4 Intercambiador de calor E-104

Descripción: Enfriador de corriente S-128 (producto final PG).

Tiene como objetivo enfriar la corriente de fondo de la columna N-101 con producto final.

Características	Coraza	Tubos
Fluidos (corrientes)	PG puro	H2O
Caudal másico ($\frac{kg}{h}$)	4553	1730
Temperatura de entrada/salida ($^{\circ}C$)	58.2 /25	25/85
C_p ($kcal/kg$ $^{\circ}C$)	0,67	0.98
Presión de operación ($kg/ [cm]^2$)	1.5	1

$$Q = w_s c_p (T_1 - T_2)$$

$$Q = 1.01 \cdot 10^5 \frac{kcal}{h}$$

4.6.6 Bomba de Glicerina J-101 A/B

Características

- $w = 5700 \frac{kg}{h}$
- $P_1 = 148176 Pa$
- $P_2 = 2200000 Pa$
- $\rho = 1260 \frac{kg}{m^3}$

Altura H de la bomba:

$$H = \Delta \left(\frac{v^2}{2ag} \right) + \Delta z + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{\hat{E}_v}{g}$$

$$H = 220 m$$

Potencia al freno:

$$BHP = \frac{W_{HP}}{\eta}$$

$$BHP = 10 HP$$

4.6.7 Bomba de agua J-102 A/B

Características

- $w = 470 \frac{kg}{h}$
- $P_1 = 78400 Pa$
- $P_2 = 2200000 Pa$
- $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$

Altura H de la bomba:

$$H = \Delta \left(\frac{v^2}{2ag} \right) + \Delta z + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{\hat{E}_v}{g}$$

$$h = \frac{(2200000 - 78400) \frac{N}{m^2}}{1000 \frac{kg}{m^3} * 9,8 \frac{m}{s^2}} + 1,4 m$$

$$H = 217.9 m$$

Potencia útil:

$$W_{HP} = wHg$$

$$W_{HP} = 470 \frac{kg}{h} * 217.9 m * 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$W_{HP} = 1003647,4 \frac{J}{h} = 0,27kW = 0,37HP$$

4.6.8 Bomba de agua J-103 A/B

Características

- $w = 147 \frac{kg}{h}$
- $P_1 = 110000 Pa$
- $P_2 = 200000 Pa$
- $\rho = 989 \frac{kg}{m^3}$

Altura H de la bomba:

$$H = \Delta \left(\frac{v^2}{2ag} \right) + \Delta z + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{\hat{E}_v}{g}$$

$$h = \frac{(200000 - 110000) \frac{N}{m^2}}{989 \frac{kg}{m^3} * 9,8 \frac{m}{s^2}} + 2,4 m$$

$$H = 11,68 m$$

Potencia útil:

$$W_{HP} = wHg$$

$$W_{HP} = 147 \frac{kg}{h} * 11,68 m * 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$W_{HP} = 16826,2 \frac{J}{h}$$

4.6.9 Bomba de Propilenglicol J-104 A/B

Características

- $w = 4553 \frac{kg}{h}$
- $P_1 = 110000 Pa$
- $P_2 = 150000 Pa$
- $\rho = 1036 \frac{kg}{m^3}$
- $\eta = 0,57$

Altura H de la bomba:

$$H = \Delta \left(\frac{v^2}{2ag} \right) + \Delta z + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{\hat{E}_v}{g}$$

$$H = 6,38 m$$

Potencia útil:

$$W_{HP} = wHg$$

$$W_{HP} = 284671,77 \frac{J}{h}$$

Potencia al freno:

$$BHP = \frac{W_{HP}}{\eta}$$

$$BHP = 0.18 \text{ HP}$$

4.6.10 Bomba de agua J-105 A/B

Características

- $w = 7300 \frac{kg}{h}$
- $P_1 = 2140000 \text{ Pa}$
- $P_2 = 4047000 \text{ Pa}$
- $\rho = 1170 \frac{kg}{m^3}$

Altura H de la bomba:

$$H = \Delta \left(\frac{v^2}{2ag} \right) + \Delta z + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{\hat{E}_v}{g}$$

$$h = \frac{(4047000 - 2140000) \frac{N}{m^2}}{1170 \frac{kg}{m^3} * 9,8 \frac{m}{s^2}} + 0,04m$$

$$H = 166,35 \text{ m}$$

Potencia útil:

$$W_{HP} = wHg$$

$$W_{HP} = 7300 \frac{kg}{h} * 166,35 \text{ m} * 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$W_{HP} = 11900679 \frac{J}{h} = 3,30kW = 4,43HP$$

4.6.11 Bomba de agua J-106 A/B

Características

- $w = 2937 \frac{kg}{h}$
- $P_1 = 110000 \text{ Pa}$
- $P_2 = 2200000 \text{ Pa}$

$$\bullet \quad \rho = 989 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Altura H de la bomba:

$$H = \Delta \left(\frac{v^2}{2ag} \right) + \Delta z + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{\hat{E}_v}{g}$$

$$h = \frac{(2200000 - 110000) \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{989 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 2,4 \text{ m}$$

$$H = 218 \text{ m}$$

Potencia útil:

$$W_{HP} = wHg$$

$$W_{HP} = 2937 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 218 \text{ m} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_{HP} = 6275680,8 \frac{\text{J}}{\text{h}} = 1,74 \text{ kW} = 2,34 \text{ HP}$$

4.7. Diseño de Equipos

4.7.1 Diseño del Reactor R-101

El reactor R-101, consiste en un lecho compacto de partículas sólidas de catalizador, sobre las cuales las corrientes de mezcla (S-107) fluye por el reactor. Se seleccionó un reactor de lecho filtrante para su uso en este proceso debido a la reacción de fase múltiple. Los reactivos en fase líquida y en fase de vapor deben entrar en contacto simultáneamente con la superficie sólida del catalizador para que la reacción suceda. En el reactor de lecho filtrante, la mezcla líquida / vapor entran en el reactor en la parte superior del lecho de catalizador empacado. El líquido "gotea" hacia abajo sobre el catalizador y la reacción ocurre tal como se describe en el modelo cinético. El reactor opera adiabáticamente y el calor liberado por la reacción exotérmica incrementa la T° de la corriente de salida.

Selección del catalizador.: La compañía química BASF, identificó un catalizador Cu-ZnO-Al₂O₃ que convierte glicerol a propilenglicol con un alto grado de conversión. Aunque el modelo cinético de la reacción de glicerol a propilenglicol

utilizado en este proceso es bastante nuevo, el catalizador de Cu-ZnO-Al₂O₃ elegido está disponible comercialmente. Los catalizadores soportados por alúmina son estándar para su uso en muchas aplicaciones industriales. Uno muy similar al de este proceso es ampliamente utilizado para la síntesis de metanol y otras aplicaciones. Fabricado y vendido por empresas de todo el mundo, como Haldor Topsoe (catalizador MK-121).

El catalizador de Cu-ZnO-Al₂O₃ con una proporción de metal molar de 1: 1: 0.5 se eligió de un grupo de opciones similares con ligeras variaciones (Zhou 2010). En las pruebas de actividad, mostró la mayor conversión y selectividad a propilenglicol. En el análisis del proceso se puede alcanzar una conversión del 100% mediante la extrapolación de la masa de catalizador a un valor suficientemente grande basado en las expresiones de r_1 y r_2 . Se espera que la conversión real caerá entre el 82% logrado en la prueba de actividad de Zhou y el 100% predicho con el modelo de extrapolación.

Según Zhou Zhiming, las reacciones involucradas para la desaparición del glicerol y la producción del PG son respectivamente:

$$r_1 = - \frac{k_1 b_G C_G}{1 + b_G C_G + b_A C_A + b_P C_P}$$

$$r_2 = \frac{k_2 b_A C_A b_H P_H}{(1 + b_G C_G + b_A C_A + b_P C_P)(1 + \sqrt{b_H P_H})^2}$$

Dónde:

$$K_i = K_{i,0} \exp\left[-\frac{E_i}{(RT)}\right] \quad i = 1,2$$

$$b_j = b_{j,0} \exp\left[\frac{Q_j}{(RT)}\right] \quad j = G, A, P, H$$

- $k_{i,0}$ y $b_{j,0}$ son los factores pre-exponenciales
- R es la constante universal de los gases
- T es la temperatura del reactor en K
- E_i y Q_j son los valores de energía de activación
- C_j es la concentración molar de cada compuesto:
- G: glicerol
- A: acetol
- P: PG
- H: hidrógeno

Los parámetros pre-exponenciales y la energía de activación se encuentran en la siguiente figura

Table 2 Estimated kinetic parameters from experimental data

	Parameter	
	Preexponential factor ^①	activation energy ^②
k_1	1.54×10^4	86.56
k_2	7.16×10^3	57.80
b_G	2.22×10^{-3}	36.42
b_A	8.73×10^{-3}	25.94
b_P	5.80×10^{-3}	25.77
b_H	1.86×10^{-5}	36.24

① The units for k_i and b_i (exclude H_2) are $\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ and $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$, respectively; the unit for b_H is MPa^{-1} . ② The unit for activation energy is $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Se determinó la cantidad de catalizador (mC) necesario para lograr una conversión de glicerol del 100%

Las simplificaciones realizadas fueron, además de las mencionadas anteriormente:

- considerar la ausencia de problemas de difusión externa
- suponer un $\eta = 50\%$ para contemplar los problemas de difusión internos causados por el uso de un catalizador cilíndrico
- considerar sólo un valor de η en lugar de uno para cada reacción

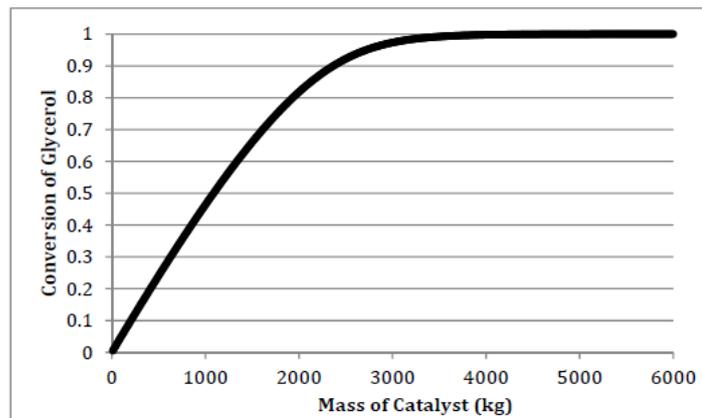


Fig. 4.6. % de conversión por masa de catalizador utilizado

Luego de ejecutar el algoritmo en Matlab y obtener la masa de catalizador

necesario para el 100% de conversión, se procedió a diseñar el reactor:

Diseño.

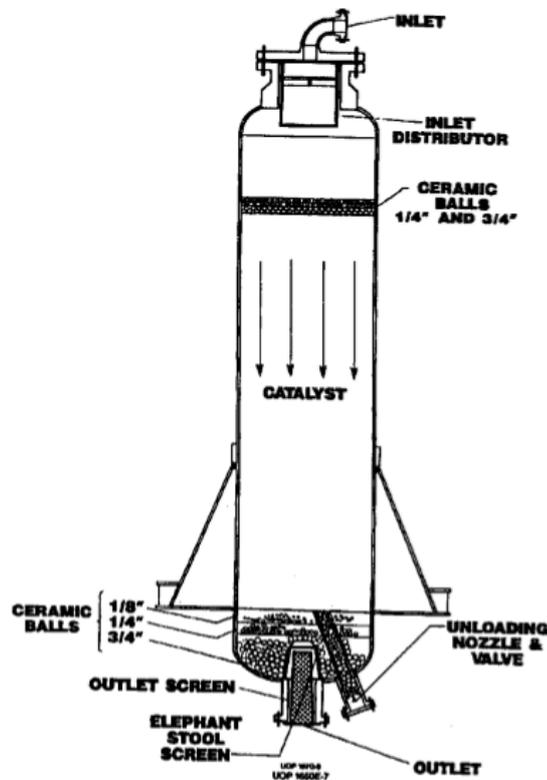


Fig. 4.7 Reactor de lecho filtrante

$$V_{reactor} = \frac{m_c}{\rho_c * (1 - \epsilon)} = \frac{\pi D^2 H}{4}$$

Para obtener un reactor correctamente proporcionado, se fijó la relación:

$$H = 4 D$$

Dónde:

- H es la altura del reactor
- D es el diámetro del reactor

Para verificar que la relación H/D seleccionada fue adecuada, se procedió a calcular la caída de presión del reactor, para verificar que:

$$\frac{\Delta P}{L} \leq \frac{0,2 \text{ atm}}{m}$$

Para calcular la caída de presión se utilizó la ecuación de Ergun:

$$\frac{\Delta P}{L} = 150 \frac{(1 - \varepsilon)^2 \mu_f v}{\varepsilon^3 d_{sv}^2} + 1,75 \frac{(1 - \varepsilon) \rho_f v^2}{\varepsilon^3 d_{sv}}$$

$$v = \frac{Q}{\pi \frac{D^2}{4}}$$

$$d_{sv} = \frac{\pi \frac{D^2 L}{4}}{\pi D L + \frac{2 \pi D^2}{4}}$$

Dónde:

- ε es la porosidad del lecho
- μ_f es la viscosidad del lecho
- ρ_f es la densidad del lecho
- Q es el caudal de entrada al reactor
- d_{sv} es el diámetro de una esfera que tiene igual relación superficie volumen que la partícula de catalizador.

Una vez fijados los valores de altura y diámetro, se procedió a calcular el resto de

los parámetros y la verificación de $\frac{\Delta p}{L}$

R-101		
Caudal	4000	kg
Densidad	1250	kg/m ³
Porosidad	0,35	
Longitud	4,65	m
Volumen	4,92	m ³
Diámetro	1,16	m

Caída de Presion		
Flujo	10184,7	m ³ /h
Area	1,06	m ²
DSV	0,26	m
Viscosidad	1,2	kg/m.h
Densidad	22,9	kg/m ³
caída de presion/long		
16909.8	Pa/m	
0,18	Atm/m	

$\frac{\Delta p}{L}$

se encuentra dentro de los parámetros estipulados, por lo que el diseño resulta

satisfactorio

Calculo del espesor de pared del reactor

Si bien no existe una definición estricta de lo que es un recipiente a presión, en general es aceptado que cualquier recipiente cerrado con un diámetro mayor de 150 mm y sujeto a una diferencia de presión de más de 1 bar respecto a la presión ambiente debe ser diseñado como un recipiente a presión. Para esto, se sigue lo indicado por el código ASME y el método para el diseño de recipientes sometidos a presión interna (Roberto Echarte, 2010).

Norma ASME sección VIII

El valor de la presión de diseño (P) está dada por la que resulte mayor de las siguientes ecuaciones:

$$P = (P_o + P_H)1.1 \quad \text{o} \quad P = P_o + P_H + \frac{30lb}{plg^2}$$

Donde P_o es la presión manométrica del recipiente y P_H es la presión de la columna de líquido (presión hidrostática).

$$P_H = H * \rho * g = 4,65m * \frac{22kg}{m^3} * \frac{9.8m}{s^2} = 1043 Pa = 0,0104 Bar$$

$$P = (39,91 Bar)1.01 Bar = 40,31Bar$$

o

$$P = 39,91bar + 0.0104 Bar + 2.06 bar = 41,98 bar$$

La presión de diseño calculada será sustituida en la siguiente expresión:

$$t = c + \frac{PR}{SE - 0.6(P)}$$

- R= radio del recipiente= 580 mm
- S= tensión máxima admisible del material= 2059 bar
- E= eficiencia de soldadura= 0.85

Es recomendable usar $E = 0.85$ en la mayoría de los cilindros sometidos a presión interna, solamente en casos especiales, utilizaremos otro valor de la eficiencia de

soldaduras.

Se adicionará un sobre espesor por corrosión de 3mm.

Reemplazando en la fórmula:

$$t = 3 \text{ mm} + \frac{PR}{SE - 0.6(P)} = 17 \text{ mm}$$

Se usará un espesor de 17mm

Reactor	R-101
D (m)	1.16
H (m)	4.65
Espesor (mm)	17
Material	Acero Inoxidable
Wcat (ton)	4

Tabla 4.2: Diseño del reactor R-101

4.7.2 Diseño de Intercambiador E-101

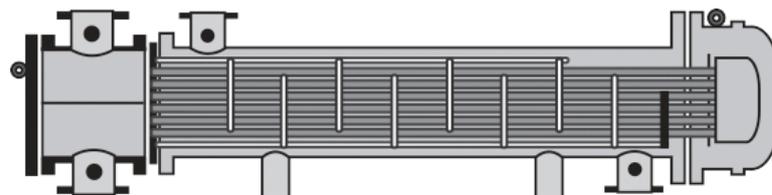


Fig.4.8 Intercambiador casco y tubo

INTRODUCCIÓN

La glicerina mezclada con agua se hace circular desde el recipiente M-101 pasando por la

bomba J-105 hacia el intercambiador E-101, esta corriente luego pasará a una segunda etapa de calentamiento ingresando al E-102. La segunda corriente estará compuesta por el producto que de reacción que emerge del reactor R-101, la cual se utiliza aprovechando la energía calórica de la reacción exotérmica producida en el mismo. Luego esta corriente abandona el E-101 para ser enfriada en el intercambiador E- 103

La mezcla glicerina- agua ingresa al intercambiador a 43,2 ° C y sale del mismo a 148 ° La corriente proveniente del reactor R- 101 ingresa al intercambiador a 210 °C enfriándose a 154°C

El intercambiador elegido es del tipo casco y tubos con cabezal flotante. Se decidió que por tubos circulará mezcla glicerina/agua y por coraza, el producto proveniente del reactor, mezcla propilenglicol/agua/propanol

Tanto los caudales máxicos como las propiedades físicas de las corrientes se considerarán en unidades británicas para facilitar el cálculo con el empleo de tablas y correlaciones disponibles.

Las propiedades físicas de los fluidos se obtuvieron a las temperaturas calóricas correspondientes.

DESARROLLO DEL DISEÑO

1) Balance de calor (carga térmica del servicio o duty), Q :

Coraza:

$$Q = w_s c_{ps} (T_1 - T_2)$$

$$T_2 = T_1 - \frac{Q}{w_s c_{ps}} =$$

$$T_2 = 298 \text{ } ^\circ F$$

Tubos:

$$Q = w_t c_{pt} (t_2 - t_1)$$

$$Q = 1,86 \cdot 10^6 \frac{Btu}{h}$$

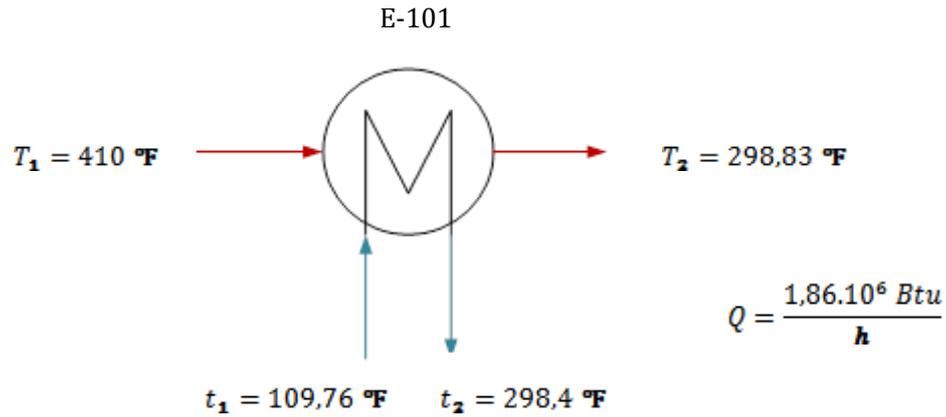


Fig. 4.9 Esquema de la estructura entrada y salida del intercambiador E-101

- 2) Cálculo de la temperatura media para la evaluación de las propiedades físicas de los fluidos:

Se emplean las temperaturas calóricas evaluadas en cada terminal (fluido de alta viscosidad).

Terminal fría:

$$\Delta t_c = T_2 - t_1 = 189,07 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Terminal caliente:

$$\Delta t_h = T_1 - t_2 = 111,6 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Abscisa (relación de diferencia de temperatura de las terminales):

$$\frac{\Delta t_c}{\Delta t_h} = 1.69$$

Paramétrica C (cambio fraccional en el coeficiente de transferencia de calor):

$$C = \frac{U_h - U_c}{U_c} = \frac{\Delta t_c - \Delta t_h}{\Delta t_h} = 0,69$$

Del gráfico 3 “Factor Calórico F_c ”, Anexo III “*TABLAS Y GRAFICOS*”, se obtiene la fracción calórica:

$$F_c = 0,48$$

Temperatura calórica del fluido caliente:

$$T_c = T_2 + F_c(T_1 - T_2) = 352 \text{ }^\circ\text{F}$$

Temperatura calórica del fluido frío:

$$t_c = t_1 + F_c(t_2 - t_1) = 200 \text{ }^\circ\text{F}$$

3) Propiedades físicas de los fluidos:

Lado Tubos			
Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
Fluido frío	Glicerina/agua	-	-
w_t	Caudal másico lado tubos	16093.0	lb/h
t_1	Temperatura de ingreso de fluido a E-101	109,76	°F
t_2	Temperatura de salida de fluido E-101	298,4	°F
c_{p_t}	Capacidad calorífica a t_c	0,58	Btu/lb °F
ρ_t	Densidad del fluido a t_c	66,04	lb/pie ³
μ_t	Viscosidad del fluido a t_c	3.2	cP
k_t	Conductividad térmica del fluido a t_c	0,18	Btu pie/h pie ² °F

Lado Coraza			
Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
Fluido caliente	PG + agua	-	-
w_s	Caudal másico lado coraza	17800.0	lb/h
T_1	Temperatura de ingreso a E-101	410	°F
T_2	Temperatura de salida de E-101	298,83	°F
c_{p_s}	Capacidad calorífica a T_c	0,83	Btu/lb °F
ρ_s	Densidad del fluido a T_c	36,3	lb/pie ³
μ_s	Viscosidad del fluido a T_c	0,54	cP
k_s	Conductividad térmica del fluido a T_c	0,17	Btu pie/h pie ² °F

Tabla 4.3 Propiedades de los fluidos y condiciones de operación

4) Diferencia Logarítmica Media de Temperatura, MLTD:

$$MLTD = \frac{\Delta t_h - \Delta t_c}{\ln(\frac{\Delta t_h}{\Delta t_c})} = 122$$

$$MLDT = 147 \text{ }^\circ\text{F}$$

5) Diferencia de Temperatura Efectiva, Δt_e :

Abscisa P:

$$P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} = 0,62$$

Paramétrica R:

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} = 0,56$$

Con P y R se obtiene del gráfico 4 “Factor F_t de Corrección de Diferencia de Temperaturas Medias”, Anexo III “*TABLAS Y GRAFICOS*”, el factor de corrección F_t para la MLTD, habiendo definido: 3 pasos por coraza y 6 pasos por tubos, es:

$$F_t = 0,98$$

Por lo tanto,

$$\Delta t_e = MLTD * F_t$$

$$\Delta t_e = 144,06 \text{ } ^\circ F$$

6) Estimación del Coeficiente Global de Transferencia de Calor Sucio, U_d :

$$U_d = 90,00 \frac{Btu}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F}$$

Estimado de acuerdo a los fluidos que circulan por coraza (PG/AGUA/EG) y por tubos (GLY/AGUA).

7) Cálculo del área mínima requerida, A_r :

$$A_m = \frac{Q}{U_d \Delta t_e}$$

$$A_r = \frac{1,86 \cdot 10^6 \frac{Btu}{h}}{90,00 \frac{Btu}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F} 144,06 \text{ } ^\circ F}$$

$$A_r = 144 \text{ pie}^2$$

8) Cálculo del número de tubos y selección de equipo estándar:

a. Longitud efectiva, L_e :

Seleccionando tubos de longitud total, $L_t = 16 \text{ pie}$ y un espesor de placa por tatubos, $e = 0,125 \text{ pie}$:

$$L_e = L_t - 2e =$$

- b. $L_e = 15.75 \text{ pie}$
Área de un tubo, A_t :

Empleando tubos de $\frac{3}{4}$ plg (0,0625 pie) de diámetro externo (OD_t):

$$A_t = \pi OD_t L_e =$$

$$A_t = 3,1 \text{ pie}^2$$

- c. Número de tubos totales, N_t :

$$N_t = \frac{A_r}{A_t} = \frac{144 \text{ pie}^2}{3,1 \text{ pie}^2} = \approx 47 \text{ tubos}$$

- d. Se selecciona un equipo estándar con las siguientes dimensiones y características.

Coraza:

N° de corazas: 1

$$ID_s = 13.25 \text{ plg}$$

Pasos, $n_s = 3$

Espaciado entre bafles, $B = 4.5 \text{ plg}$

Corte de bafle: 25 %

Tubos:

$$N_t = 47$$

$$L_t = 16 \text{ pie}$$

OD_t : $\frac{3}{4}$ plg, BWG 14

Pasos: $n_t = 6$

Arreglo: cuadro rotado ($\diamond P_t = 1 \text{ plg}$)

Coraza:

- 9) Área de flujo, a_s :

El número de tubos centrales resulta,

$$n_{tc} = 11 \text{ tubos}$$

Tubos:

- 9) Área de flujo, a_f :

$$ID_t = 0,0443 \text{ pie}$$

$$a_t = \frac{\pi ID_t^2 N_t}{4 n_t}$$

Coraza:

$$a_s = \frac{(ID_s * C'' * B)}{pt * 144}$$

$$a_s = 0,11 \text{ pie}^2$$

10) Velocidad media del fluido en coraza, V_t :

$$V_s = \frac{w_s}{a_s \rho_s}$$

$$V_s = 1,23 \frac{\text{pie}}{\text{s}}$$

11) Velocidad másica, G_s :

$$G_s = \frac{w_s}{a_s}$$

$$G_s = 161818,2 \frac{\text{lb}}{\text{h pie}^2}$$

12) Número de Reynolds, Re_s :

$$Re_s = \frac{G_s D_e}{\mu}$$

De la gráfica del Anexo III, $D_e = 0,061 \text{ pie}$

$$Re_s = 7593$$

de la gráfica 9 del Anexo III y para tubos lisos:

$$f_s = 0,00027$$

Tubos:

$$a_t = 0,014 \text{ pie}^2$$

10) Velocidad media del fluido dentro de los tubos, V_t :

$$V_t = \frac{w_t}{a_t \rho_t}$$

$$V_t = 4,4 \frac{\text{pie}}{\text{s}}$$

11) Velocidad másica, G_t :

$$G_t = \frac{w_t}{a_f}$$

$$G_t = 1149500 \frac{\text{lb}}{\text{h pie}^2}$$

12) Número de Reynolds, Re_t :

$$Re_t = \frac{G_t ID_t}{\mu_t}$$

$$Re_t = 6580$$

Con $Re_t = 6580$ se obtiene el factor de fricción por tubos de la gráfica 8 del Anexo III:

$$f_t = 0,0002$$

13) Pérdida de carga por tubos, Δp_t :

La pérdida de carga por tubos es la suma de las pérdidas de carga en el tramo recto de tubos más la pérdida de carga por retorno:

Coraza:

13) Pérdida de carga, Δp_s :

$$\Delta p_s = \frac{f_s G_s^2 D_s (N_c + 1) n_s}{5,22 \cdot 10^{10} D_e s \phi_s}$$

a. Gravedad específica, S :

$$s = \frac{\rho_s^{t_c}}{\rho_{agua}}$$

$$s = 0.56$$

b. Número de cruces, $N_c + 1$:

$$N_c + 1 = 12 \frac{L_t}{B} = 512$$

c. Razón de viscosidad, ϕ_s :

$$\phi_s = \left(\frac{\mu_s}{\mu_w} \right)^{0,14} = \approx 1,00$$

d. Pérdida de carga por coraza, Δp_s :

Con diámetro interno de coraza:

$$D_s = \frac{ID_s}{12} = 1,104 \text{ pie}$$

$$\Delta p_s = 1,42 \text{ psi}$$

14) Cálculo del Coeficiente Pelicular Externo, h_o :

Para $Re_s = 7593$ el régimen resulta turbulento, por lo que de la gráfica 5 del Anexo III, se obtiene el factor j_H de Colburn para el lado de la coraza:

Tubos:

$$\Delta p_t = \Delta p_{tr} + \Delta p_{ret}$$

$$\Delta p_{tr} = \frac{f G_t^2 L n_t}{5,22 \cdot 10^{10} ID_t s \phi_t}$$

a. Gravedad específica, S :

$$s = \frac{\rho_t^{t_c}}{\rho_{agua}}$$

$$s = 1.19$$

b. Razón de viscosidad, ϕ_t :

$$\phi_t = \left(\frac{\mu_t}{\mu_w} \right)^{0,14} = \approx 1,00$$

c. Pérdida de carga en tramos rectos:

$$\Delta p_{tr} = 9,21 \text{ psi}$$

d. Pérdida de carga por retornos:

$$\Delta p_{ret} = \frac{4 n_t}{s} \left(\frac{V_t^2}{2g'} \right) \frac{\rho_{agua}}{144} \text{ [psi]}$$

$$\Delta p_{ret} = 0,78 \text{ psi}$$

e. Pérdida de carga total:

$$\Delta p_t = 9,21 \text{ psi} + 0,78 \text{ psi}$$

$$\Delta p_t = 9,99 \text{ psi}$$

Coraza:

$$j_H = 52$$

a. *Coefficiente Pelicular Externo, h_o :*

$$h_o = \frac{j_H k_s}{D_e} \left(\frac{c\mu}{k} \right)_s^{+1/3} \left(\frac{\mu_s}{\mu_w} \right)^{+0,14}$$

$$h_o = 232.8 \frac{Btu}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F}$$

Tubos:

14) Cálculo de los Coeficientes

Peliculares, h_i y h_{io} :

Para $Re_t = 6580$ el régimen resulta turbulento, por lo que de la gráfica 11 del Anexo III, se obtiene el factor j_H de Colburn: $j_H = 25$

a. *Coefficiente Pelicular Interno, h_i :*

$$h_i = \frac{j_H k_t}{ID_t} \left(\frac{c_p \mu}{k} \right)_t^{+1/3} \left(\frac{\mu_t}{\mu_w} \right)^{+0,14}$$

Considerando $\left(\frac{\mu_t}{\mu_w} \right)^{+0,14} = \approx 1,00$.

$$h_i = 315 \frac{Btu}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F}$$

b. *Coefficiente Pelicular Interno Referido al Diámetro Externo, h_{io} :*

$$h_{io} = h_i \frac{ID_t}{OD_t}$$

$$h_{io} = 223 \frac{Btu}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F}$$

15) Coefficiente de Transferencia Global Limpio, U_c :

$$U_c = \frac{h_{io} h_o}{h_{io} + h_o}$$

$$U_c = 114 \frac{Btu}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ F}$$

16) Coefficiente de Transferencia Global Sucio o de Servicio, U_d :

$$\frac{1}{U_d} = \frac{1}{U_c} + R_d$$

a. Coeficiente de ensuciamiento, R_d :

De la literatura² se obtienen los coeficientes de ensuciamiento para lado tubo y coraza:

$$R_d = R_{dt} + R_{ds} = 0,0015 \frac{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}{\text{Btu}} + 0,001 \frac{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}{\text{Btu}} = 0,0025 \frac{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}{\text{Btu}}$$

b. Coeficiente de Transferencia Global Sucio, U_d :

$$U_d = 88,6 \frac{\text{Btu}}{h \text{ pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

17) Área disponible, A_{disp} :

$$A_{disp} = a_1 t^{1n} N_1 t L_1 e$$

$$a_1 t^{1n} = 0,1963 \text{ pie}^2$$

$$A_{disp} = 167 \text{ pie}^2$$

18) Área Mínima Requerida o Necesaria, A_{req} :

$$A_{req} = \frac{Q}{U_d \Delta t_e}$$

$$A_{req} = 145,7 \text{ pie}^2$$

19) Porcentaje de Exceso de Área, $\% \varepsilon$:

$$\% \varepsilon = 100 \left(\frac{A_{disp} - A_{req}}{A_{req}} \right)$$

$$\% \varepsilon = 14,5$$

Como $10,00 \leq \% \varepsilon \leq 15,00 \Rightarrow$ *el equipo seleccionado cumple con el servicio requerido.*

² B. A. Garrett-Price, S. A. Smith, R. L. Watts, J. G. Knudsen; "Industrial Fouling: Problem Characterization, Economic Assessment, and Review of Prevention, Mitigation, and Accommodation Techniques". Prepared for the U.S. Department of Energy under Contract DE-AC06-76RLO 1830. February 1984.

4.7.3 Diseño de la Bomba J-104 A/B

INTRODUCCIÓN

El Propilenglicol sale de la Columna N-101 y se hace circular a través de la bomba J-104 hacia el tanque de depósito Tk-103, pasando este por el intercambiador E-104.

El régimen de operación es continuo, por lo que el sistema de bombeo denominado J-104 A/B se conforma de una unidad de bombeo principal o en servicio y de una unidad secundaria o de resguardo para mantenimiento en paros programados o fallos en el sistema principal.

DESARROLLO DEL DISEÑO

Propiedades del fluido

En la TABLA 4.4 se describen las propiedades del fluido a transportar y las condiciones de operación del servicio requerido.

Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
ac	Fluido	PG	
w_{ac}	Caudal másico de fluido	4553	kg/h
Q_{ac}	Caudal volumétrico de fluido	43,89 (0,43)	m ³ /h (pie ³ /s)
ρ_{ac}	Densidad del fluido a T_B	1036	kg/m ³
μ_{ac}	Viscosidad del fluido a T_B	0.0032	cP (kg/m.s)
P_1	Presión de fluido salida de N-101	110000	N/m ² (Pa)
P_2	Presión de fluido al ingreso Tk-103	150000	N/m ² (Pa)
P_{vap}	Presión de vapor del fluido a T_B	9.3	N/m ² (Pa)
g	Aceleración de la gravedad	9,81	m/s ²
γ_{ac}	Peso específico a T_B	10163	N/m ³
ϵ	Rugosidad absoluta para aceros inoxs. ³	0,0457 (0,00015)	mm (pie)

Tabla 4.4 Propiedades del fluido en condiciones de Operación

Dimensiones óptimas de cañería

El diámetro interno $ID_{calc.}$ de cañería, dado el flujo volumétrico Q, será entonces

³ Anexo III. TABLAS Y GRAFICOS, Tabla 6.1 de Perry.

$$Q = A v_{\dot{o}p}$$

donde

A : área de flujo

$$Q = \pi \left(\frac{ID_{calc.}}{2} \right)^2 v_{\dot{o}p}$$

$$ID_{calc.} = \left(\frac{4Q}{\pi v_{\dot{o}p}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$ID_{calc.} = \left(\frac{4 * 0.00122 \frac{m^3}{s}}{\pi 1,00 \frac{m}{s}} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,04 m = 1,58 plg$$

Basándose en tablas de propiedades de cañería, Tabla 10.22 (pp. 10.78) de Perry (Anexo III "TABLAS Y GRAFICOS"), se selecciona la cañería.

Evaluación de las presiones de succión y descarga de la bomba

Aplicando el balance de energía mecánica se calculan las presiones de succión y descarga de la bomba, y para facilitar la interpretación, conceptualmente se divide el sistema en dos tramos

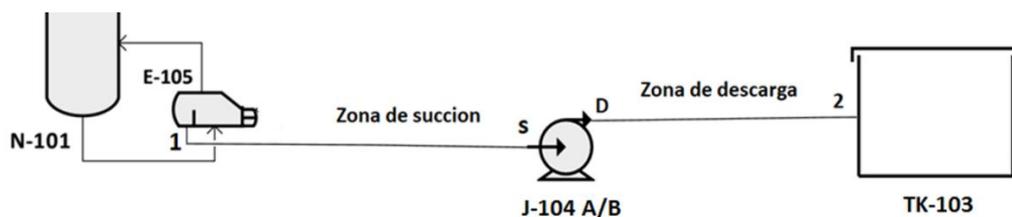


Fig.4.10 Esquema de tramos de succión y descarga de la bomba

A- Zona de Succión: Salida de la Columna N-101 / Succión de la bomba J-104

B- Zona de Descarga: Descarga de la bomba J-104 / Ingreso a TK-103

Aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos 1 y S (zona de succión, Fig.), con las alturas especificadas en el esquema de la Fig. 4.3 y los datos de la Tabla 4.4:

$$\Delta \left(\frac{v^2}{2\alpha} \right) + g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \tilde{E}_v = 0$$

donde:

$\langle v \rangle$: velocidad media del fluido

α : término que depende del tipo de flujo que se produzca. Resulta 1/2 si el flujo es laminar ($Re \leq 2.000$) y 1 para flujo turbulento ($Re > 4.000$).

\hat{E}_v : pérdidas de presión por fricción en los tramos rectos y accesorios de la cañería.

La diferencia de velocidad media del fluido $\langle v \rangle$ entre los puntos de evaluación (1-S) es prácticamente nula. Esto resulta al considerar al fluido en estudio como incompresible y cañería de sección constante, la ecuación de continuidad determina que $\langle v_1 \rangle = \langle v_S \rangle$, entonces la ecuación de Bernoulli se simplifica:

$$g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

Las pérdidas de presión por fricción en los tramos rectos y accesorios de la instalación, \hat{E}_v se estiman como:

$$\hat{E}_v = \frac{1}{2} \sum_i^n 4f_i \frac{L_i}{D_i} \langle v \rangle^2$$

donde:

f_i : Factor de fricción de Fanning

D_i : diámetro interno de la cañería

A- Zona de Succión: Salida de la Columna N-101 / Succión de la bomba J-104 (1-S).

Se selecciona una tubería de 1 1/2" Sch. 40 para la zona de aspiración

$$D_{nominal} = 1 \frac{1}{2}$$

$$OD = 1.9 \text{ plg}$$

$$Sch \text{ No.} = 40$$

$$Espesor = 0,145 \text{ plg}$$

$$ID = 1.6 \text{ plg} = 0,04 \text{ m}$$

$$g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

$$g(H_S - H_1) + \frac{(P_S - P_1)}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

Velocidad de flujo en la cañería seleccionada:

$$v = \frac{W_{ac}}{\rho_{ac} A}$$

$$v = \frac{4553 \frac{kg}{h}}{1.036 \frac{kg}{m^3} \left[\frac{\pi (0,04 m)^2}{4} \right]} \frac{1 h}{3.600 s} =$$

$$v = 0,97 \frac{m}{s}$$

Número de Reynolds, Re :

$$Re = \frac{\rho_{ac} \cdot v \cdot ID}{\mu}$$

$$Re = \frac{1036 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,97 \frac{m}{s} \cdot 0,04 m}{0,0032 \frac{kg}{m \cdot s}}$$

$$Re = 12561$$

Rugosidad relativa:

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,0000457 m}{0,04 m} = 0,001$$

Factor de fricción, f :

Del diagrama de Moody (Anexo III “*TABLAS Y GRAFICOS*”), con el Re obtenido y

la paramétrica $\frac{\epsilon}{D}$, el factor de fricción resulta:

$$f = 0,0079$$

El Anexo I “*PLANIMETRIA*”, *Plano ISOMETRICO* requerido para la dimensionalización de los tramos rectos y accesorios de la cañería. En las Tablas 4.5y 4.6b se registran los tramos rectos y las longitudes equivalentes de los accesorios en base al ábaco de la Fig. 4-24a (pp. 188 y ss.) de Ludwig (Anexo III “*TABLAS Y GRAFICOS*”) y del diámetro de cañería.

Accesorios	Cantidad	L_e [m]	L_e Total [m]
------------	----------	-----------	-----------------

Accesorios	Cantidad	L _e [m]	L _e Total [m]
Filtro	1	1	1
Válvula globo	1	15	15
Contracción brusca	1	0.6	0.6
Te 1 ½ plg	1	0.9	0.9
Codo 90	1	0.9	0.9
Tramos rectos (m)	-	9	9
Σ L Total =			27.3. m

Tabla 4.5 Long equivalente de accesorios y tramos rectos para succión

Pérdidas por fricción:

$$e_v = 4 \frac{L_T}{ID} f$$

$$e_v = 4 \frac{27.3m}{0,04m} 0,0079 = 21.5$$

$$\hat{E}_v = \frac{1}{2} e_v (v)^2 =$$

$$\hat{E}_v = 10.14 \frac{J}{kg} = \left[\frac{m^2}{s^2} \right]$$

Presión de succión de la bomba, P_S :

Recordando:

$$g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

y reemplazando valores,

$$0 + \frac{(P_S - 110000) kg \cdot m}{1036,00 \frac{kg}{m^3} m^2 s^2} + 10.14 \frac{m^2}{s^2} = 0$$

$$P_S = 99494.9 Pa$$

Según las condiciones del Anexo I “PLANIMETRIA”, la cañería aguas arriba de la bomba es de un diámetro nominal 1 1/2”, valor especificado para los requerimientos del servicio.

B- Zona de Descarga: Descarga de la bomba J104 / Ingreso al tanque TK - 103.

La cañería seleccionada según la Tabla 10.22 (pp. 10.79) de Perry (Anexo III “TABLAS Y GRAFICOS”), será:

$$D_{nominal} = 1\frac{1}{4}$$

$$OD = 1.66 \text{ plg}$$

$$Sch \text{ No.} = 40$$

$$Espesor = 0,14 \text{ plg}$$

$$ID = 1.38 \text{ plg} = 0,035 \text{ m}$$

$$g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

$$g(H_s - H_1) + \frac{(P_s - P_1)}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

Velocidad de flujo en la cañería seleccionada:

$$v = \frac{W_{ac}}{\rho_{ac}A}$$

$$v = \frac{4553 \frac{kg}{h}}{1.036 \frac{kg}{m^3} \left[\frac{\pi(0,035 \text{ m})^2}{4} \right]} \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} =$$

$$v = 1.26 \frac{m}{s}$$

Número de Reynolds, Re :

$$Re = \frac{\rho_{ac} \cdot v \cdot ID}{\mu}$$

$$Re = \frac{1036 \frac{kg}{m^3} \cdot 1.26 \frac{m}{s} \cdot 0,035 \text{ m}}{0.0032 \frac{kg}{m \cdot s}}$$

$$Re = 14277.4$$

Rugosidad relativa:

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,0000457 \text{ m}}{0,035 \text{ m}} = 0,0013$$

Factor de fricción, f :

Del diagrama de Moody (Anexo III “TABLAS Y GRAFICOS), teniendo flujo laminar, el factor de fricción resulta:

$$f = 0.0077$$

Accesorios	Cantidad	L _e [m]	L _e Total [m]
Válvula de retención	1	3	3
Válvula control	1	9	9
Válvula globo	1	14	14
Expansión brusca	1	0.7	0.7
Codo 90°	5	0.75	3.75
Tramos rectos (m)	-	14	14
Σ L Total =			48.45 m

Tabla 4.6. Longitud equivalente de accesorios y tramos rectos de cañerías para descarga

Pérdidas por fricción:

$$e_v = 4 \frac{L_T}{ID} f$$

$$e_v = 41.7$$

$$e_{v \text{ interc}} = 4.5$$

$$\hat{E}_v = \frac{1}{2} e_v (v)^2$$

$$\hat{E}_v = 34.8 \frac{J}{kg} = \left[\frac{m^2}{s^2} \right]$$

Presión de descarga de la bomba, P_D :

Recordando:

$$g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

y reemplazando valores,

$$9.8 \frac{m^2}{s^2} 8 m + \frac{(150000 - P_D) kg \frac{m}{s^2}}{1036 \frac{kg}{m^3} m^2} + 34.8 \frac{m^2}{s^2} = 0$$

$$P_D = 267275,2 Pa$$

Altura dinámica de la bomba, H_b :

La altura **H_b** de la bomba se determina realizando el balance de energía mecánica

entre los puntos D y S (Descarga y Succión)

$$H_b = \Delta z + \Delta \left(\frac{v^2}{2\alpha g} \right) + \frac{\Delta P}{\rho g}$$

En la ecuación, Δz es la diferencia de altura entre la descarga y la succión con respecto al eje de la bomba, y ΔP es la diferencia de presión entre la descarga y succión ya calculadas. La v nuevamente resulta invariante en el tramo seleccionado:

$$H_b = 0.3 \text{ m} + ((267275,2 - 99494,9)) / (10163 \text{ N/m}^3) \text{ (kg m/s}^2\text{) / m}^2$$

$$H_b = 16,8 \text{ metros de columna de líquido (m.c.l.)}$$

Potencia útil de la bomba, W_{HP} :

Considerando el peso específico tabulado para la glicerina, γ_{ac} a la temperatura de bombeo, la altura dinámica de la bomba calculada, H_b y el caudal volumétrico del producto, Q_{ac} se tiene que:

$$W_{HP} = \gamma_{ac} Q_{ac} H_b$$

$$W_{HP} = 10136 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} 4.6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} 16,8 \text{ m} \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} \frac{1 \text{ kW}}{1.000 \text{ W}} = 0.21 \text{ kW}$$

$$W_{HP} = 0.21 \text{ kW} \frac{1 \text{ HP}}{0,746 \text{ kW}} = 0.29 \text{ HP}$$

Selección de la Bomba:

Se recurre al catálogo de bombas de la empresa Bombas S.A.C.I, eligiendo la bomba correspondiente según el valor de H (m) y Q (m³/h)

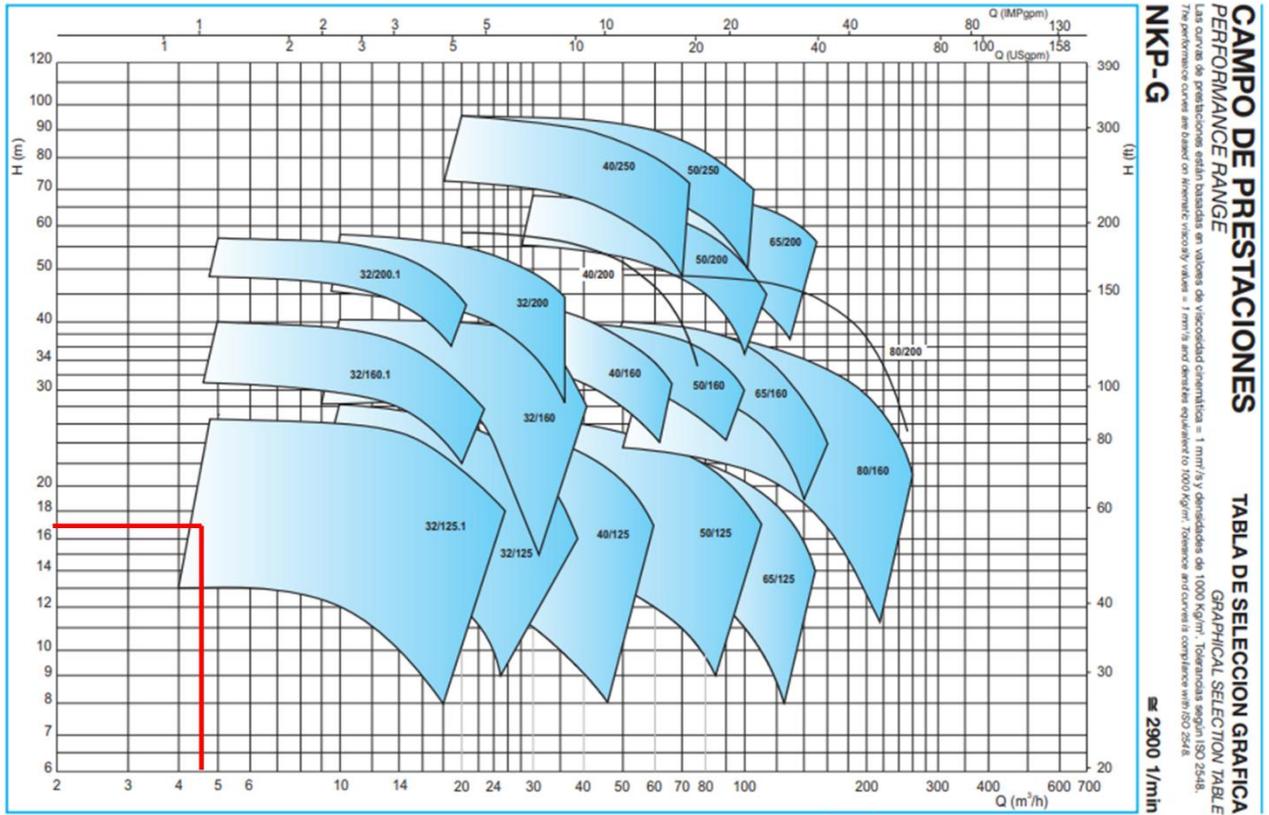


Fig. 4.11 Curvas de prestaciones para selección de bombas

Se seleccionó la bomba NKP-G32-125.1, y se obtienen el resto de parámetros y especificaciones del grafico característico para la bomba elegida

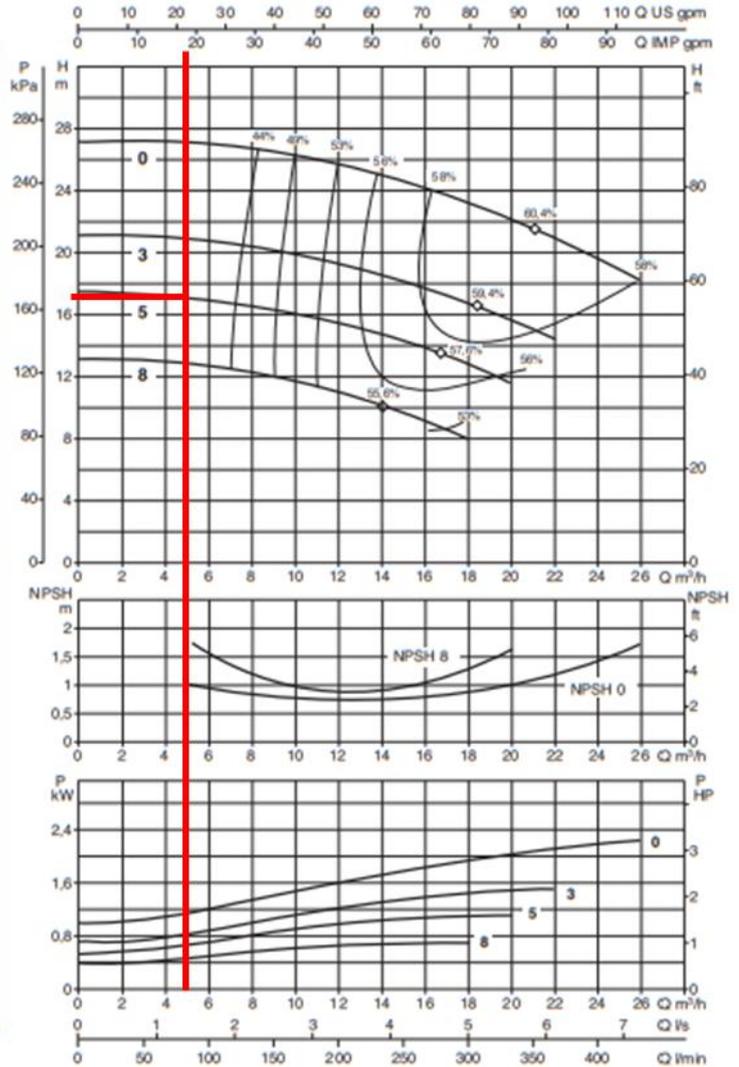
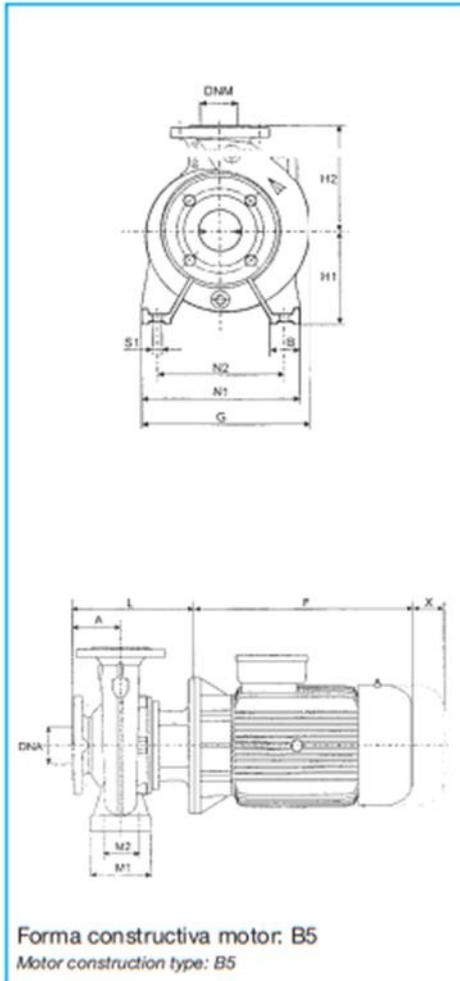
Las curvas de prestaciones están basadas en valores de viscosidad cinemática = 1 mm²/s y densidades de 1000 Kg/m³. Tolerancias según ISO 2548.
 The performance curves are based on kinematic viscosity values = 1 mm²/s and densities equivalent to 1000 Kg/m³. Tolerance and curve is compliance with ISO 2548.

Campo de temperatura del líquido: de -10°C a +140°C
 Máxima temperatura ambiente: +40°C

Liquid temperature range: from -10°C to +140°C
 Maximum ambient temperature: +40°C

NKP-G 32-125.1

≈ 2900 1/min



MODELO / TYPE	DNA	DNM	A	B	E	F	G	H1	H2	L	M1	M2	N1	N2	S1	W	X	Ø (mm) Can nec. (Inlet size)	Dimensiones embalaje (Packaging dimensions)	Peso (Weight)	
																			A B H	Vol.	Kg.
NKP-G 32-125.1 - 8 - 0.75 AA	50	32	80	50	-	234	234	112	140	226	100	70	190	140	M12	-	100	28	620 370 480	0,110	44.4
NKP-G 32-125.1 - 5 - 1.1 AA	50	32	80	50	-	234	234	112	140	226	100	70	190	140	M12	-	100	28	620 370 480	0,110	45.9
NKP-G 32-125.1 - 3 - 1.5 AA	50	32	80	50	-	247	234	112	140	226	100	70	190	140	M12	-	100	28	620 370 480	0,110	47.3
NKP-G 32-125.1 - 0 - 2.2 AA	50	32	80	50	-	272	234	112	140	226	100	70	190	140	M12	-	100	28	620 370 480	0,110	49.3

MODELO / TYPE	DATOS ELECTRICOS / ELECTRICAL DATA				DATOS HIDRAULICOS / HYDRAULIC DATA												
	Tamaño motor (motor size)	Aliment. Voltage	P2 Nominal kW	HP	ln A	Q m³/h	0	6	12	18	24	30	36	42	48		
						l/min	0	100	200	300	400	500	600	700	800		
NKP-G 32-125.1 - 8 - 0.75 AA	MEC 80	230/400 V	0.75	1	3.1-1.8	H (m)	13	12.5	11	8	-	-	-	-	-		
NKP-G 32-125.1 - 5 - 1.1 AA	MEC 80	230/400 V	1.1	1.5	4.5-2.6		17.2	17	15	12.5	-	-	-	-	-		
NKP-G 32-125.1 - 3 - 1.5 AA	MEC 90 S	230/400 V	1.5	2	5.9-3.4		21	20.8	19	16.8	-	-	-	-	-		
NKP-G 32-125.1 - 0 - 2.2 AA	MEC 90L	230/400 V	2.2	3	8.7-5.0		27	26.9	25.9	23	19.5	-	-	-	-		

Fig. 4.12 Diagramas característicos de bombas

Potencia al freno, BHP :

$$BHP = \frac{W_{HP}}{\eta}$$

Con $\eta = 57\%$

$$BHP = \frac{0,21 \text{ kW}}{0,57} = 0,36 \text{ kW} \frac{1 \text{ HP}}{0,746 \text{ kW}} = 0,49 \text{ HP}$$

Con estos valores calculados, la bomba funcionará en el régimen establecido sin inconvenientes.

Altura neta positiva de aspiración, ANPA o NPSH:

La presión por encima de la presión de vapor del líquido bombeado medida en el punto de succión, es la presión neta positiva requerida para que la bomba no cavite.

El NPSH requerido ($\mathbf{[NPSH]_{req}}$) es una característica de la bomba y es proporcionado por el fabricante. En la curva de la bomba seleccionada, para el servicio necesario el $NPSH_{req} \leq 1,7 \text{ m}$.

El NPSH disponible ($\mathbf{[NPSH]_{disp}}$) es una característica del sistema de flujo y se calcula planteando un balance de energía mecánica entre la salida de N – 101 y la brida de succión de la bomba J-104, por ser el ojo del impulsor el punto de menor presión en la bomba.

$$NPSH_{disp} = \frac{P_{succión} - P_{vap}}{\gamma} + (H_s - H_1) - \frac{\hat{E}_v}{g}$$

recordando que en el tramo recipiente-bomba las pérdidas por fricción son:

$$\hat{E}_v = 10,14 \frac{J}{kg} = \left[\frac{m^2}{s^2} \right]$$

reemplazando valores:

$$NPSH_{disp} = \frac{99494,9 \frac{N}{m^2} - 9,3 \frac{N}{m^2}}{10136} + (0,03) \text{ m} - \frac{2,88 \frac{m^2}{s^2}}{9,81 \frac{m}{s^2}} = 9,55 \text{ m}$$

$$NPSH_{disp} = 9,55 \text{ m}$$

Para evitar que el sistema presente el fenómeno de cavitación, deberá cumplirse que:

$$NPSH_{disp} \geq NPSH_{req}$$

$$9,55 \text{ m} \geq 1,7 \text{ m}$$

Por lo tanto, la bomba seleccionada cumple con lo requerido. Para un caudal de

4,6m³/h, la bomba trabaja a una eficiencia del 57%, el ANPA de diseño es mayor que el requerido por lo que no cavita, y la altura desarrollada por el fluido es satisfactoria.

4.7.4 Diseño de la Bomba J-101A/B

INTRODUCCION

La glicerina sale del tanque TK-101 A/B, se hace circular hasta el Mixer M-101 donde se mezcla con agua a mayor temperatura por lo que disminuye la viscosidad de la glicerina.

El diseño de la bomba dependerá de la presión de alimentación al Mixer M-101 y de la presión de salida del tanque TK -101.

La elección de este tipo de bombas se basa en que son versátiles en sus capacidades y presiones, mantienen un caudal y presión constante y uniforme, respectivamente. La sencillez de su construcción permite un tamaño reducido, bajo mantenimiento, y vida útil prolongada entre otras.

El régimen de operación es continuo, por lo que el sistema de bombeo denominado J-101 A/B se conforma de una unidad de bombeo principal o en servicio (J-101 A) y de una unidad secundaria o de resguardo (J-101 B) para mantenimiento en paros programados o fallos en el sistema principal.

DESARROLLO DEL DISEÑO

Propiedades del fluido

Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
	Fluido	GLICERINA	
W_{ac}	Caudal másico de fluido	5700	kg/h
Q_{ac}	Caudal volumétrico de fluido	4,52	m ³ /h (pie ³ /s)
T_1	Temperatura de fluido ingreso a M-101	25,00	°C
T_2	Temperatura de fluido salida de TK-101	25,00	°C
ρ_{ac}	Densidad del fluido	1260	kg/m ³
μ_{ac}	Viscosidad del fluido	1.09	Kg/m.s
P_1	Presión de fluido salida de TK -101	148.176	N/m ² (Pa)
P_2	Presión de fluido al ingreso a M-101	2.000.000	N/m ² (Pa)
P_{vap}	Presión de vapor del fluido a T_B	0,021	N/m ² (Pa)
γ_{ac}	Peso específico a T_B	12.850	N/m ³

TABLA 4.7 Propiedades del fluido a transportar y condiciones de operación del servicio requerido.

El recorrido del fluido y detalles de cañerías y accesorios para el cálculo de la bomba se detallan en el Anexo I “PLANIMETRIA”, *Plano ISOMETRICO*

Dimensiones óptimas de cañería

Para la glicerina se sugiere una velocidad óptima ($v_{\acute{o}p}$) en cañería de acero inoxidable de 1 m/s

El diámetro interno $ID_{calc.}$ de cañería, dado el flujo volumétrico Q, será entonces

$$Q = A v_{\acute{o}p}$$

Donde

A : área de flujo

$$Q = \pi \left(\frac{ID_{calc.}}{2} \right)^2 v_{\acute{o}p}$$

$$ID_{calc.} = \left(\frac{4Q}{\pi v_{\acute{o}p}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$ID_{calc.} = \left(\frac{4 * 0.00126 \frac{m^3}{s}}{\pi 1,00 \frac{m}{s}} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,04 m = 1,58 plg$$

Basándose en tablas de propiedades de cañería, Tabla 10.22 (pp. 10.78) de Perry (Anexo III “TABLAS Y GRAFICOS”), se selecciona una cañería.

Evaluación de las presiones de succión y descarga de la bomba

Aplicando el balance de energía mecánica se calculan las presiones de succión y descarga de la bomba, y para facilitar la interpretación, conceptualmente se divide el sistema en dos tramos como se observa en la Figura

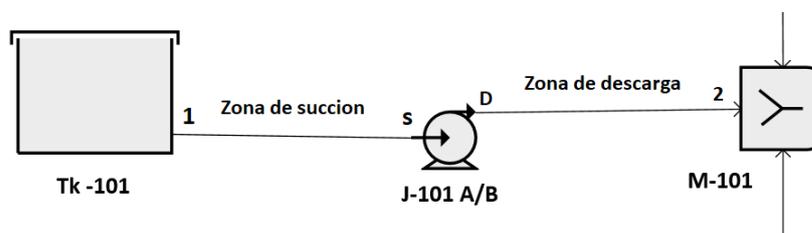


Fig.4.13 Esquema de tramos de succión y descarga de la bomba

S- Zona de Succión: Salida del tk-101 / Succión de la bomba J-101 (1-S).

D-Zona de Descarga: Descarga de la bomba J-101/ Ingreso al Mixer M-101 (D-2).

Aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos 1 y S (zona de succión, Fig.), con las alturas especificadas en el esquema de la Fig. 4.13 y los datos de la Tabla 4.7

$$\Delta \left(\frac{\langle v \rangle^2}{2\alpha} \right) + g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

donde:

- $\langle v \rangle$: velocidad media del fluido
- α : término que depende del tipo de flujo que se produzca. Resulta 1/2 si el flujo es laminar ($Re \leq 2.000$) y 1 para flujo turbulento ($Re > 4.000$).
- \hat{E}_v : pérdidas de presión por fricción en los tramos rectos y accesorios de la cañería.

La diferencia de velocidad media del fluido $\langle v \rangle$ entre los puntos de evaluación (1-S) es prácticamente nula. Esto resulta al considerar al fluido en estudio como incompresible y cañería de sección constante, la ecuación de continuidad determina que $\langle v_1 \rangle = \langle v_S \rangle$, entonces la ecuación de Bernoulli se implica a:

$$g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

Las pérdidas de presión por fricción en los tramos rectos y accesorios de la instalación, \hat{E}_v se estiman como:

$$\hat{E}_v = \frac{1}{2} \sum_i^n 4f_i \frac{L_i}{D_i} \langle v \rangle^2$$

donde:

f_i : factor de fricción de Fanning

D_i : diámetro interno de la cañería

S-Zona de Succión: Salida del tanque Tk -101 / Succión de la bomba J-101 (1-S).

Se selecciona una tubería de 11/2" Sch 40 para la zona de aspiración

$$D_{nominal} = 1\frac{1}{2}$$

$$OD = 1.9 \text{ plg}$$

$$Sch \text{ No.} = 40$$

$$Espesor = 0,145 \text{ plg}$$

$$ID = 1.61 \text{ plg} = 0,134 \text{ p} = 0,044 \text{ m}$$

$$g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

$$g(H_S - H_1) + \frac{(P_S - P_1)}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

Velocidad de flujo en la cañería seleccionada:

$$v = \frac{w_{ac}}{\rho_{ac}A}$$

$$v = \frac{5700 \frac{kg}{h}}{1260 \frac{kg}{m^3} \left[\frac{\pi(0,044 \text{ m})^2}{4} \right] 3.600 \text{ s}} =$$

$$v = 0.83 \frac{m}{s}$$

Número de Reynolds, Re :

$$Re = \frac{\rho_{ac} \cdot v \cdot ID}{\mu}$$

$$Re = \frac{1260 \frac{kg}{m^3} \cdot 0.83, \frac{m}{s} \cdot 0,044m}{1.09 \frac{kg}{m \cdot s}}$$

$$Re = 92$$

Factor de fricción, f :

Del diagrama de Moody (Anexo III "TABLAS Y GRAFICOS), con teniendo flujo lamina, factor de fricción resulta:

$$f = \frac{64}{RE} = 0,7$$

El Anexo I “PLANIMETRIA”, requerido para la dimensionalización de los tramos rectos y accesorios de la cañería. En las Tablas 4.8 y 4.9 se registran los tramos rectos y las longitudes equivalentes de los accesorios en base al ábaco de la Fig. 4-24a (pp. 188 y ss.) de Ludwig (Anexo III “TABLAS Y GRAFICOS”) y del diámetro de cañería.

Accesorios	Cantidad	L _e [m]	L _e Total [m]
Filtro	1	1	1
Válvula	1	6	6
Contracción brusca	1	0.5	0.5
Te 1 ½ plg	1	0.9	0.9
Codo 90	1	0.9	0.9
Tramos rectos	-	2.5	2.5
Σ L Total =			11.8. m

Tabla 4.8. Longitud equivalente de accesorios y tramos rectos de cañerías para sección tanque /Bomba

Pérdidas por fricción:

$$e_v = 4 \frac{L_T}{ID} f = 128$$

$$\hat{E}_v = \frac{1}{2} e_v (v)^2 = \frac{1}{2} 128 \left(0.83 \frac{m}{s}\right)^2$$

$$\hat{E}_v = 44.3 \frac{J}{kg} = \left[\frac{m^2}{s^2}\right]$$

Presión de succión de la bomba, P_S :

Recordando:

$$g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

y reemplazando valores,

$$0 + \frac{(P_S - 148176) kg \cdot m}{1260 \frac{kg}{m^3} m^2 s^2} + 44.3 \frac{m^2}{s^2} = 0$$

$$P_S = 92623 Pa$$

C- Zona de Descarga: Descarga de la bomba J-104 / Ingreso al Mixer M-101

Según las condiciones del Anexo I “PLANIMETRIA”, la cañería aguas arriba de la bomba es de un diámetro nominal 1 1/2”, valor especificado para los requerimientos del servicio. La cañería seleccionada según la Tabla 10.22 (pp. 10.79) de Perry (Anexo III “TABLAS Y GRAFICOS”), será:

$$D_{nominal} = 1 \frac{1}{2}$$

$$OD = 1.9 \text{ plg}$$

$$Sch \text{ No.} = 40$$

$$Espesor = 0,145 \text{ plg}$$

$$ID = 1.61 \text{ plg} = 0,134 \text{ p} = 0,044 \text{ m}$$

$$g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

$$g(H_S - H_1) + \frac{(P_S - P_1)}{\rho_{ac}} + \hat{E}_v = 0$$

Velocidad de flujo en la cañería seleccionada:

$$v = \frac{w_{ac}}{\rho_{ac}A}$$

$$v = \frac{5700 \frac{kg}{h}}{1.260 \frac{kg}{m^3} \left[\frac{\pi(0,044 \text{ m})^2}{4} \right] 3.600 \text{ s}} =$$

$$v = 0.83 \frac{m}{s}$$

Número de Reynolds, Re :

$$Re = \frac{\rho_{ac} \cdot v \cdot ID}{\mu}$$

$$Re = \frac{1260 \frac{kg}{m^3} \cdot 0.83, \frac{m}{s} \cdot 0,044 \text{ m}}{1.09 \frac{kg}{m \cdot s}}$$

$$Re = 92$$

Factor de fricción, f :

Del diagrama de Moody (Anexo III “TABLAS Y GRAFICOS), con teniendo flujo lamina, factor de fricción resulta:

Factor de fricción, f :

Del diagrama de Moody (Anexo III “TABLAS Y GRAFICOS”), con el Re obtenido y la paramétrica $\frac{\epsilon}{D}$, el factor de fricción resulta:

$$f = 0.7$$

Accesorios	Cantidad	L_e [m]	L_e Total [m]
Válvula de retención	1	3	3
Te 1 1/2	1	6	6
Válvula control	1	7	7
Expansión brusca	1	0.7	0.7
Codo 90°	5	0.75	3.75
Tramos rectos (m)	-	33	33
ΣL Total =			54.45 m

Tabla 4.9. Longitud equivalente de accesorios y tramos rectos de cañerías para sección Bomba/Intercambiador

Pérdidas por fricción:

$$e_v = 4 \frac{L_T}{ID} f$$

$$e_v = 1387$$

$$\tilde{E}_v = \frac{1}{2} e_v (v)^2$$

$$\tilde{E}_v = 478 \frac{J}{kg} = \left[\frac{m^2}{s^2} \right]$$

Presión de descarga de la bomba, P_D :

Recordando:

$$g\Delta H + \frac{\Delta P}{\rho_{ac}} + \dot{E}_v = 0$$

y reemplazando valores,

$$0 + \frac{(2000000 - P_D) \frac{kg}{m^3}}{1260 \frac{kg}{m^3}} \frac{m}{s^2} + 478 \frac{m^2}{s^2} = 0$$

$$P_D = 2602280 Pa$$

Altura dinámica de la bomba, H_b :

La altura H_b de la bomba se determina realizando el balance de energía mecánica entre los puntos D y S (Descarga y Succión).

$$H_b = \Delta z + \Delta \left(\frac{v^2}{2ag} \right) + \frac{\Delta P}{\rho g}$$

En la ecuación, Δz es la diferencia de altura entre la descarga y la succión con respecto al eje de la bomba, y ΔP es la diferencia de presión entre la descarga y succión ya calculadas. La (v) nuevamente resulta invariante en el tramo seleccionado:

$$H_b = 0.03 + ((2602280 - 92358)) / (12350 N/m^3) (kg m/s^2) / m^2$$

$$H_b = 203,26 \text{ metros de columna de líquido}$$

Potencia útil de la bomba, W_{HP} :

Considerando el peso específico tabulado para la glicerina, γ_{ac} a la temperatura de bombeo, la altura dinámica de la bomba calculada, H_b y el caudal volumétrico del producto, Q_{ac} se tiene que:

$$W_{HP} = \gamma_{ac} Q_{ac} H_b$$

$$W_{HP} = 12.350 \frac{N}{m^3} 4.52 \frac{m^3}{h} 203,26 m \frac{1 h}{3.600 s} \frac{1 kW}{1.000 W} = 3,15 kW$$

$$W_{HP} = 3,15 kW \frac{1 HP}{0,746 kW} = 4,22 HP$$

Selección de la Bomba:

Se seleccionó la bomba propuesta por Marzo Pumps S.A, Bomba a engranajes completa, modelo Ber 1 ½” , cuya hoja de especificaciones

MARZO PUMPS S.A.

Gral. Zamudio Nº360 – Sarandí (1872)
 Avellaneda, Buenos Aires – Argentina
 Fax y líneas rotativas: +54 11 4203 3440
 Líneas aux: +54 11 4205 9579/ 4139 5372
www.marzopumps.com



LUCIANO MARCAIDA		01	02	01	LUCIANO	luchomarcaida@gmail.com	FECHA:	16/03/2018
TELEFONO:	0221 6400 221	REFERENCIA: Bomba a engranajes completa				COTI N°:		15287
"Todos los productos de MARZO PUMPS S. A. cumplen con los procedimientos de un Sistema de Gestión Integrado Certificado en las Normas ISO 9001:2008 y 14001:2004 por TUV Rheinland Argentina S. A."								
ESPECIFICACIONES DEL SERVICIO INFORMADAS POR EL CLIENTE								
FLUIDO	GLICERINA		TEMPERATURA	25°C				
ALTURA/PRESION	22 Kg/cm2		CAUDAL	4.500 litros/hora				
VISCOSIDAD			PESO ESPECIFICO	Kg/dm3				
De acuerdo a lo solicitado cotizamos								
DETALLE DE PRODUCTOS SELECCIONADOS								
Bomba Positiva Marca MARZO Engranajes chevron Accionamiento electrico								
Modelo	BER 1½"	Const. Engranajes	Acero Templado	Sistema de Cierre	Empaquetadura			
Const. Cuerpo Tapa	Hierro Fundido	Tipo de Engranajes	Doble Helic. Tipo Chevron	Materiales del Cierre	Sintético Non Asbestos			
Const. Eje	Acero 1045	Montaje	Sobre base con acoplamiento	Succion	1 1/2"			
Const. Bujes	Metal Blanco	Ejecucion	Horizontal	Descarga	1 1/2"			
Equipo Acoplado Sobre Base								
Marca	WEG O SIMILAR	Tension	380 V CAT	Material	Chapa Acero 1010			
Potencia	10 HP	Blindaje	IP 55 100%	Tipo Acoplamiento	Semi Elástico			
Velocidad	900 rpm	Ejec. IRAM	B3	Otros				
Motor Reductor	NO							
Cant. Cot.	1	PRECIO UNITARIO EQUIPO COMPLETO	USD 5,269	PLAZO DE ENTREGA:		2 a 3 Semanas		
Precios netos sin incluir IVA expresados en DÓLARES AMERICANOS (USD) según cotización del dólar tipo vendedor Banco Nación Argentina www.bna.com.ar				Plazo de Entrega aproximado y estimado al momento de cotizar. Confirmar nuevamente antes de efectuar la compra. Las Condiciones de Pago son sugeridas y las podremos negociar antes de efectuar el pedido.				
CONDICIONES DE PAGO		40% ANTICIPO / SALDO C/ENTREGA		LUGAR DE ENTREGA:		A CONVENIR		
VALIDEZ DE OFERTA EXPRESADA EN DIAS CORRIDOS				10				
EMBALAJE	SI	ACLARACIÓN: LA MERCADERÍA DISPONDRÁ SÓLO DE UN EMBALAJE BÁSICO ACORDE AL TIPO DE TRANSPORTE						
IMPORTANTE: LEER ATENTAMENTE NUESTRAS CONDICIONES COMERCIALES AL EFECTUAR EL PEDIDO SUGERIMOS INDICAR NUESTRO NUMERO DE COTIZACION							15287	

Fig. 4.14 Especificaciones bomba a engranajes



Fig. 4.15Tabla de rendimiento bomba a engranajes

4.7.5 Diseño del Flash FA-101

Al mismo llega la corriente S-110 proveniente del intercambiador E-103,compuesta por PG, agua, propanol e hidrogeno. Presta su servicio a una presión de 39,4 bar y una temperatura de 100 °C saliendo por tope la corriente S-111 de hidrogeno puro, y por fondo la corriente S-116 compuesta por PG, agua y propanol hacia la columna de destilación.

$$V = W * \tau * \frac{2}{\rho l}$$

- V= volumen del recipiente (m3)
- W= Caudal másico (kg/min)
- ρl es la densidad (kg/m3)
- τ = tiempo de retención (min).

Para una proporción aceptable se considera

$$\frac{L}{D} = 4$$

- L= longitud (altura en m)
- D= diámetro (m)

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{\pi}}$$

Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
Fluido	PG/agua/H2	-	-
w	Caudal másico	134.6	Kg/min
τ	Tiempo de retención	5	min
ρ_t	Densidad de la mezcla de fluidos	830	Kg/m ³

Tabla 4.12. Características del fluido en condiciones de operación

$$V = W * \tau * \frac{2}{\rho l} = 1.61 \text{ m}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{\pi}} = 0,77 \text{ m}$$

$$L = 4 D = 3,2 \text{ m}$$

Calculo del espesor de pared

Se sigue lo indicado por el código ASME y el método para el diseño de recipientes sometidos a presión interna (Roberto Echarte, 2010).

Norma ASME sección VIII

El valor de la presión de diseño (P) está dada por la que resulte mayor de las siguientes ecuaciones:

$$P = (P_0 + P_H)1.1 \quad \text{o} \quad P = P_0 + P_H + \frac{30lb}{plg^2}$$

Donde Po es la presión manométrica del recipiente y PH es la presión de la columna de líquido (presión hidrostática).

$$P_H = H * \rho * g = 3,2m * \frac{830kg}{m^3} * \frac{9.8m}{s^2} = 260228 \text{ Pa} = 0,2602 \text{ Bar}$$

$$P = (39,66\text{Bar})1.01 \text{ Bar} = 40,05\text{Bar}$$

o

$$P = 39,4\text{bar} + 0.2602 \text{ Bar} + 2.06 \text{ bar} = 41,72 \text{ bar}$$

La presión de diseño calculada será sustituida en la siguiente expresión:

$$t = c + \frac{PR}{SE - 0.6(P)}$$

- R= radio del recipiente= 385 mm
- S= tensión máxima admisible del material= 2059 bar
- E= eficiencia de soldadura= 0.85

Es recomendable usar E = 0.85 en la mayoría de los cilindros sometidos a presión interna, solamente en casos especiales, utilizaremos otro valor de la eficiencia de soldaduras.

Se adicionará un sobre espesor por corrosión de 3mm.

Reemplazando en la fórmula:

$$t = 3 \text{ mm} + \frac{PR}{SE - 0.6(P)} = 12,3 \text{ mm}$$

Se usará un espesor de 12,3 mm

El diseño se completa con la elección de los casquetes. Se decide trabajar con casquetes 2:1 que requieren el mismo espesor que el cuerpo.

Flash	F-101
D interno (m)	0.77
Altura (m)	3.2
Espesor (mm)	12,3

Tabla4.13 Datos diseño flash F-101

4.7.6 Diseño de Mixer M-101

Al mismo llegan tres corrientes. La corriente S-101 proveniente del tanque Tk-101, la corriente S-102 proveniente del Tk-102 y la corriente S-122 proveniente de la corriente de

reciclo de la columna N-101.

$$V = W * \tau * \frac{2}{\rho l}$$

- V= volumen del recipiente (m3)
- W= Caudal másico (kg/min)
- ρl es la densidad (kg/m3)
- τ = tiempo de retención (min).

Para una proporción aceptable se considera

$$\frac{L}{D} = 4$$

- L= longitud (altura en m)
- D= diámetro (m)

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{\pi}}$$

Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
Fluido	Glicerina/agua	-	-
W_{τ}	Caudal másico	122.2	Kg/min
τ	Tiempo de retención	10	min
ρ_t	Densidad del fluido	1190	Kg/m ³

Tabla 4.14 características del fluido en condiciones de operación

$$V = W * \tau * \frac{2}{\rho l} = 2.05 \text{ m}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{\pi}} = 0.85 \text{ m}$$

$$L = 4 D = 3,5m$$

Calculo del espesor de pared

Se sigue lo indicado por el código ASME y el método para el diseño de recipientes sometidos a presión interna (Roberto Echarte, 2010).

Norma ASME sección VIII

El valor de la presión de diseño (P) está dada por la que resulte mayor de las siguientes ecuaciones:

$$P = (P_0 + P_H)1.1 \quad \text{o} \quad P = P_0 + P_H + \frac{30lb}{plg^2}$$

Donde P_0 es la presión manométrica del recipiente y P_H es la presión de la columna de líquido (presión hidrostática).

$$P_H = H * \rho * g = 3,5 \text{ m} * 1190 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{9.8\text{m}}{\text{s}^2} = 40817 \text{ Pa} = 0,4081 \text{ Bar}$$

$$P = (22,04 \text{ Bar})1.01 \text{ Bar} = 22,63 \text{ Bar}$$

o

$$P = 22 \text{ bar} + 0.4081 \text{ Bar} + 2.06 \text{ bar} = 24,47 \text{ bar}$$

La presión de diseño calculada será sustituida en la siguiente expresión:

$$t = c + \frac{PR}{SE - 0.6(P)}$$

- R= radio del recipiente= 425 mm
- S= tensión máxima admisible del material= 2059 bar
- E= eficiencia de soldadura= 0.85

Es recomendable usar $E = 0.85$ en la mayoría de los cilindros sometidos a presión interna, solamente en casos especiales, utilizaremos otro valor de la eficiencia de soldaduras.

Se adicionará un sobre espesor por corrosión de 3 mm.

Reemplazando en la fórmula:

$$t = 3 \text{ mm} + \frac{PR}{SE - 0.6(P)} = 8,97 \text{ mm}$$

Se usará un espesor de 9 mm

El diseño se completa con la elección de los casquetes. Se decide trabajar con casquetes 2:1 que requieren el mismo espesor que el cuerpo.

Mixer	M-101
D interno (m)	0.85
Altura (m)	3.5
Espesor (mm)	9

Tabla 4.15.Datos diseño Mixer M—101

4.7.7. Diseño de Mixer M-102

Al mismo llegan dos corrientes. La corriente S-106 de glicerina y agua que se mezcla con la corriente S-113 de Hidrógeno.

Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
Fluido	Glicerina/agua/h2	-	-
w	Caudal másico	134,56	Kg/min
τ	Tiempo de retención	10	min
ρ_t	Densidad del fluido	766	Kg/m ³

Tabla 4.16Características del fluido en condiciones de operación

$$V = W * \tau * \frac{2}{\rho l} = 3,51 \text{ m}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{\pi}} = 1,03 \text{ m}$$

$$L = 4 D = 4,15 \text{ m}$$

Calculo del espesor de pared

Al igual que M-102, se calcula el espesor según ASME

$$t = c + \frac{PR}{SE - 0.6(P)} = 15,65$$

Se usará un espesor de 16 mm

El diseño se completa con la elección de los casquetes. Se decide trabajar

con casquetes 2:1 que requieren el mismo espesor que el cuerpo.

Mixer	M-102
Dinterno(m)	1,04
Altura(m)	4,15
Espesor(mm)	16

Tabla 4.17 Datos diseño Mixer M—102

4.7.8. Diseño de Acumulador M-103

Al igual que con los recipientes anteriores, se obtiene:

Mixer	M-103
Dinterno(m)	2,16
Altura(m)	8,6
Espesor(mm)	30

Datos diseño Mixer M-103

4.7.9 Diseño de Columna N-101

Método McCabe – Thiele.

Fundamento: McCabe y Thiele han desarrollado un método matemático gráfico para determinar el número de platos teóricos necesarios para la separación de una mezcla binaria de A y B. Este método emplea balance de materia con respecto a ciertas partes de la columna, produciendo líneas de operación y la curva de equilibrio y-x para el sistema. El supuesto principal consiste en que debe haber un derrame equimolar a través de la columna, entre la entrada de alimentación al plato superior y la entrada de alimentación al plato inferior. Las corrientes de líquido y vapor entran a un plato, establecen su equilibrio y salen del mismo. Con el fin de calcular la cantidad de pasos ideales en el caso ideal, la curva de fase de equilibrio,

los flujos de alimentación y de producto, y de los flujos internos en la columna deben ser conocidos. Las concentraciones de los flujos de alimentación y de producto se miden y los flujos internos se calcularon a partir de los equilibrios.

El comportamiento del componente ligero, o en otras palabras el componente que hierve a temperatura más baja y tiene la presión de vapor más alta es evaluado (especialmente en el caso binario). Este componente suele estar marcado con A, pero el subíndice se quede fuera: concentración que no tiene subíndice es el componente A y $x_F = x_{A,F}$. En nuestro caso el componente A es agua.

A partir de esta elección $x_D > x_B$ y que la columna de destilación funciona como un separador para el componente A. La línea de operación está por debajo de la línea de equilibrio y la concentración del componente A disminuye en la fase líquida cuando se mueve hacia abajo la columna. Las bandejas se numeran de arriba a abajo.

Líneas de operación.

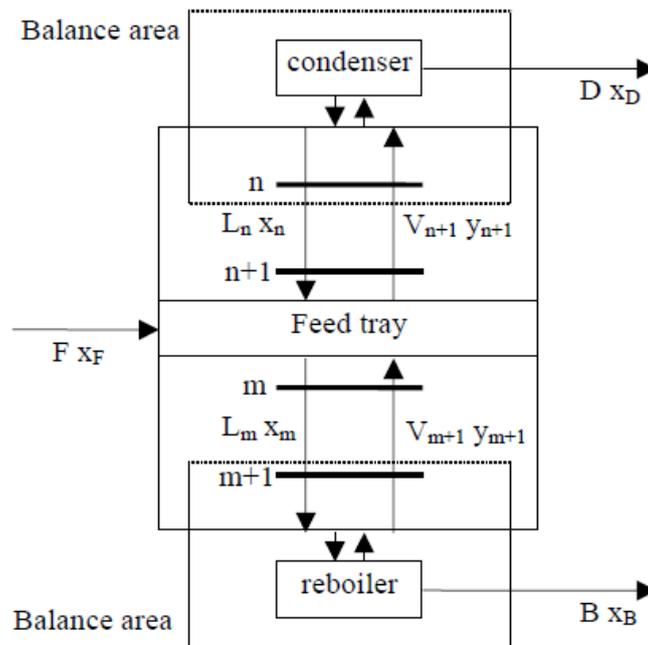


Fig. 4.16 Líneas de Operación – Columna de destilación

Sección de enriquecimiento

El balance global y el saldo total de material para el componente A sobre la sección enriquecedora da.

$$V_{n+1} = L_n + D \quad (1)$$

$$V_{n+1}y_{n+1} = L_nx_n + Dx_D \quad (2)$$

Al dividir la ecuación (2) con el flujo de vapor V, la ecuación de la línea de operación en la sección de enriquecimiento se obtiene:

$$y_{n+1} = \frac{L_n}{V_{n+1}}x_n + \frac{Dx_D}{V_{n+1}} \quad (3)$$

Si las velocidades de flujo son constantes como en este caso, la ecuación (3) se convierte en:

$$y_{n+1} = \frac{L}{V}x_n + \frac{Dx_D}{V} \quad (4)$$

Desde el equilibrio general (1) y la ecuación (4), cuando se divide por el flujo de destilación D, la ecuación (5) se obtendrá:

$$y_{n+1} = \frac{L/D}{L/D+1}x_n + \frac{x_D}{L/D+1} \quad (5)$$

La relación de reflujo se define como:

$$R_D \equiv \frac{L}{D} \quad (6)$$

Sustituyendo esto en la ecuación (5) se obtiene otra ecuación para la línea de operación de la sección de enriquecimiento de:

$$y_{n+1} = \frac{R_D}{R_D+1}x_n + \frac{x_D}{R_D+1} \quad (7)$$

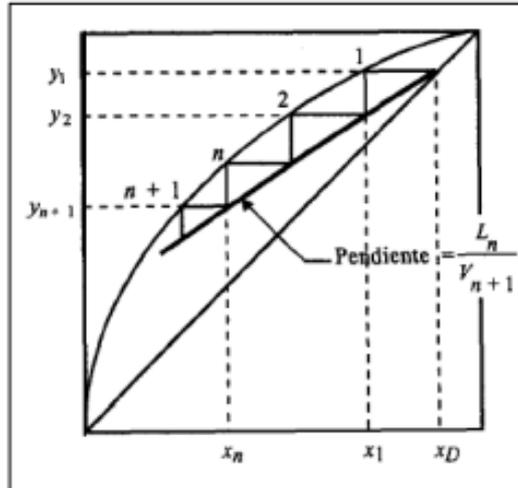


Fig. 4.17 Grafico sección de enriquecimiento

Cuando $x_n = x_D$ es sustituida en la ecuación (3, 4 o 7) de la línea de operación en la sección de enriquecimiento, $y_{n+1} = x_D$ es obtenida. Esto significa que la línea de operación en la sección de enriquecimiento interseca a la diagonal ($y = x$) en el punto (x_D, x_D) .

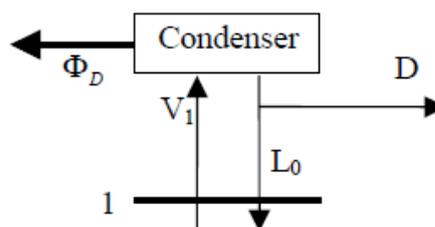
Balances del condensador

La relación de reflujo se puede obtener de los balances del condensador (McCabe-Thiele).

Si el condensador se supone que es un condensador total ideal, entonces:

- 1) Todo vapor se condensa en el condensador
- 2) Sólo calor latente sale del condensador (líquido está en su punto de ebullición).7

Ahora, las temperaturas y concentraciones de los fluidos V_1 , L_0 , and D son las mismas:



El balance global y el balance de calor por encima del condensador total quedan de la siguiente manera ($iD = i0$):

$$V_1 = L_0 + D \quad (8)$$

$$V_1 I_1 = L_0 i_0 + D i_0 + \Phi_D = (L_0 + D) i_0 + \Phi_D \quad (9)$$

Resolviendo V a partir de estas dos ecuaciones y la ecuación (10) da:

$$V = \frac{\Phi_D}{I_1 - i_0} = \frac{\Phi_D}{I(T_D) - i(T_D)} = \frac{\Phi_D}{r(T_D)} \quad (10)$$

Y finalmente se obtiene la relación de reflujo:

$$L = V - D \quad (11)$$

$$R_D = \frac{L}{D} \quad (12)$$

Sección de agotamiento

El balance global y el saldo total de material para el componente A sobre la sección de agotamiento da :

$$L_m = V_{m+1} + B \quad (13)$$

$$L_m x_m = V_{m+1} y_{m+1} + B x_B \quad (14)$$

Dividiendo la ecuación (14) con la tasa de flujo de vapor V_{m+1} se obtiene una ecuación para la línea de operación de la sección de agotamiento:

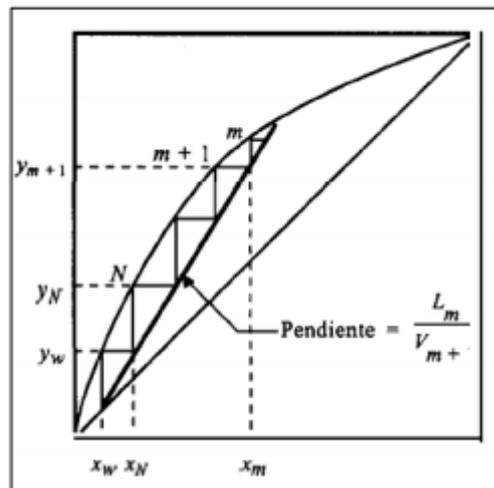


Fig. 4.18 Grafico sección de agotamiento

$$y_{m+1} = \frac{L_m}{V_{m+1}} x_m - \frac{Bx_B}{V_{m+1}} \quad (15)$$

Si las velocidades de flujo son constantes como en este caso, ecuación (15) se puede representar como:

$$y_{m+1} = \frac{\bar{L}}{\bar{V}} x_m - \frac{Bx_B}{\bar{V}} \quad (16)$$

Como la relación de reflujo de la sección de enriquecimiento, una relación de re-ebullición se puede definir de manera similar a la sección de agotamiento. El siguiente es para un caso en el que las velocidades de flujo son constantes. La relación de re-ebullición se define por:

$$R_B \equiv \frac{\bar{V}}{B} \quad (17)$$

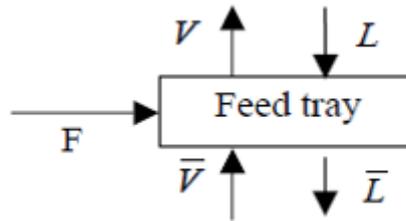
Sustituyendo las ecuaciones (13) y (17) a la ecuación (16) otra forma de la línea de operación en la sección de agotamiento se obtiene:

$$y_{n+1} = \frac{R_B + 1}{R_B} x_m - \frac{x_B}{R_B} \quad (18)$$

Por lo tanto, las ecuaciones (15), (16) y (18) representan la ecuación de la línea de operación en la sección de agotamiento y la línea de operación interseca con la diagonal en curva de equilibrio $y = x$ en el punto (x_B, x_B) .

Plato de alimentación

La relación de re-ebullición generalmente no se utiliza para calcular los caudales en la sección de agotamiento, pero si los balances del plato de alimentación.



Ahora, se establecen los siguientes supuestos:

1.No hay flujos de calor puros (dentro o fuera) en el plato de alimentación

- Las entalpías L y \bar{L} y las de V y \bar{V} son iguales.

La última suposición es razonable si el gradiente de concentración sobre el plato de alimentación no es demasiado significativo.

Observe que los \bar{L} , L , \bar{V} , V están saturados, ya que son flujos internos de la columna.

Los balances del plato de alimentación son:

$$F + \bar{V} + L = V + \bar{L} \quad (19)$$

$$Fi_F + \bar{V}I + Li = VI + \bar{L}i \quad (20)$$

Dónde i e I son las entalpías de líquido y vapor sobre el plato de alimentación, respectivamente. Combinando las ecuaciones (19) y (20) conduce a:

$$Fi_F + (\bar{L} - L - F)I = (\bar{L} - L)i. \quad (21)$$

Además:

$$\bar{L} - L = \frac{i_F - I}{i - I} F \equiv qF. \quad (22)$$

Finalmente, cuando la ecuación (22) se sustituye en la ecuación (19), los caudales quedan resueltos de la siguiente manera:

$$\bar{L} = L + qF \quad (23)$$

$$\bar{V} = V + (q - 1)F \quad (24)$$

dónde q describe el estado de la alimentación:

- $q > 1$, para la alimentación de líquido frío.
- $q = 1$, para la alimentación de líquido saturado.
- $0 < q < 1$, si la alimentación es una mezcla de líquido y vapor, y q es la proporción de líquido en la alimentación.
- $q = 0$, para la alimentación de vapor saturado.

Suponiendo que la alimentación es líquido frío y mediante la manipulación de la definición de q (22):

$$q = \frac{H_V - h_F}{H_V - h_L} \quad (25)$$

Donde,

H_V : entalpía de alimentación al punto de rocío

h_F : entalpía de alimentación en condiciones de entrada

h_L : entalpía de alimentación al punto de burbuja

Dado que la mezcla es ideal, las propiedades de la mezcla OM_{MIX} puede ser resuelto a partir de las propiedades de compuesto puro OM_C ponderando con las fracciones molares (por lo general los cálculos son muy complicados):

$$OM_{MIX} = x_A OM_A + x_B OM_B \quad (26)$$

Intersección de la línea de operación.

La intersección se puede resolver de dos maneras:

- Desde la línea q (condición de alimentación).
- A partir de las líneas que operan.

La línea q es una línea recta, que pasa por el punto (x_F, x_F) y la intersección de las dos líneas que operan. El procedimiento habitual cuando se calcula gráficamente

una columna de destilación binaria es:

1. Calcular la proporción de reflujo RD .
2. Dibujar la línea de operación de la sección enriquecedora (cuando RD y x_D son conocidos).
3. Dibujar la línea q (, cuando q y X_F son conocidos).
4. Dibujar la línea de operación de la sección de separación a través de la intersección de la línea de operación de la sección de enriquecimiento y la línea de q y el punto (x_B, x_B) .

La intersección de las dos líneas que operan también se obtiene de las ecuaciones (4) y (16) al exigir que $y_C = y_{n+1} = y_{m+1}$.

$$\frac{L}{V}x_C + \frac{Dx_D}{V} = \frac{\bar{L}}{\bar{V}}x_C - \frac{Bx_B}{\bar{V}} \quad (27)$$

Y la intersección x_C puede ser resuelta:

$$x_C = \frac{\frac{Dx_D}{V} + \frac{Bx_B}{\bar{V}}}{\frac{\bar{L}}{\bar{V}} - \frac{L}{V}} \quad (28)$$

x_C puede expresarse con la ayuda de RD y q :

$$x_C = \frac{(R_D + 1)x_F - (1 - q)x_D}{R_D + q} \quad (29)$$

Quedando la gráfica con las siguientes posibles intersecciones:

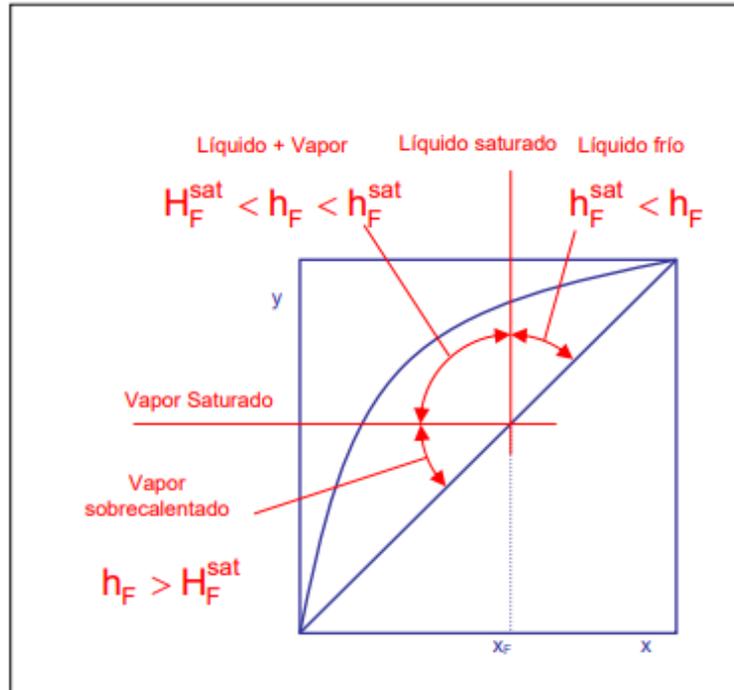


Fig. 4.19 Grafico intersecciones con la línea de operación

Datos, curva y resultados para planta de propilenglicol.

Utilizando la teoría, los datos de las corrientes de las cuales se tiene conocimiento y las ecuaciones antes descritas en este capítulo, se obtuvo la siguiente información:

Tabla de datos:

Tabla 4.18 Datos columna PG

A	3,01
x _F	0,38
x _D	0,998
x _B	0,002
Q	1,5
R _{min}	0,98
R _D	1,5
Plato Ali.	11
Platos Teo.	20

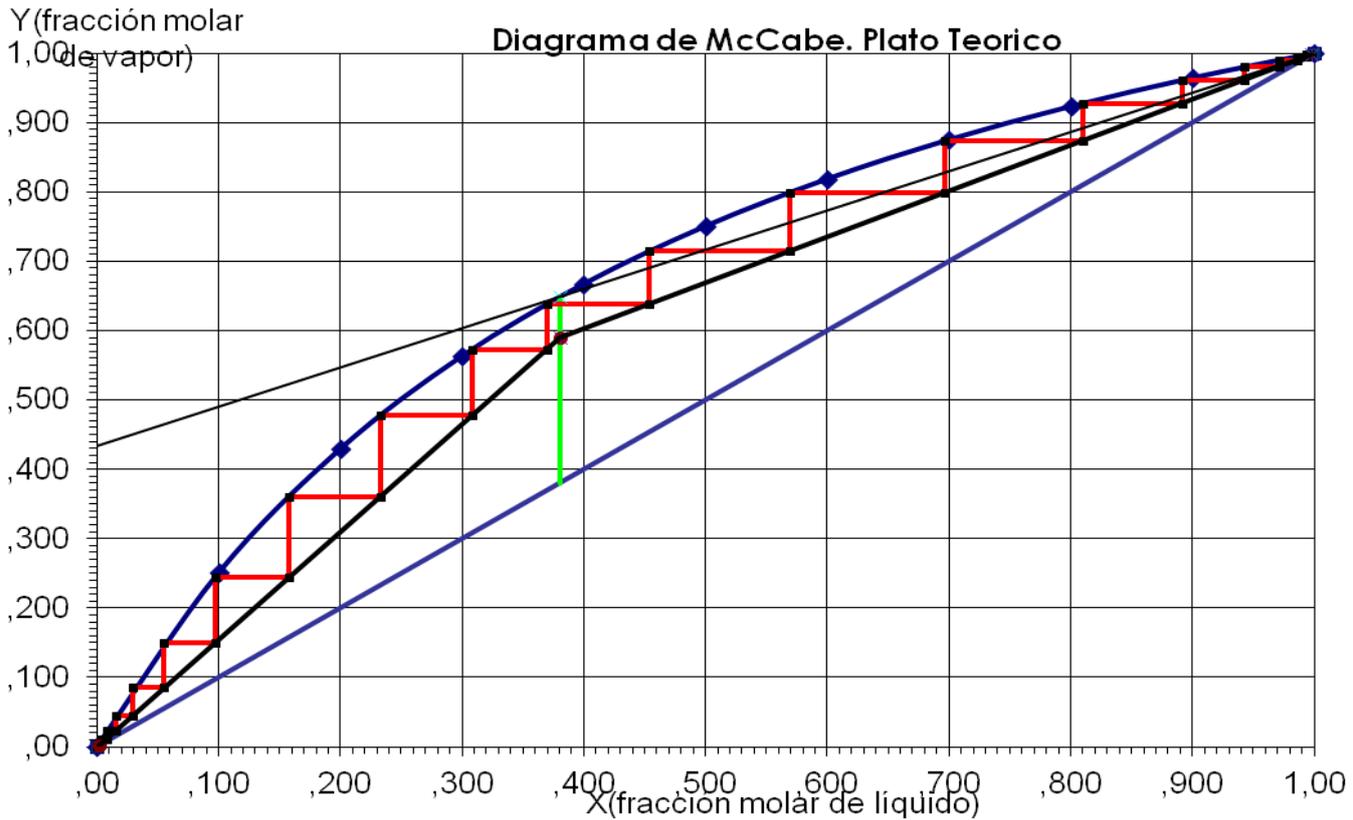


Fig. 4.20 Diagrama McCabe-Thiele para columna PG

Diseño del Diámetro de columna

Para el diseño se utilizó el siguiente procedimiento:

- 1) Se estimó el espaciado entre platos (S_p) a partir de un diámetro estimativo según la Tabla:

Diámetro de la columna (pies)	Espaciado (plg)
$D < 4$	$18 < SP < 20$
$4 < D < 10$	$20 < SP < 24$
$10 < D < 12$	$24 < SP < 30$
$12 < D < 14$	$30 < SP < 36$

Tabla 4.16- Espaciado entre platos

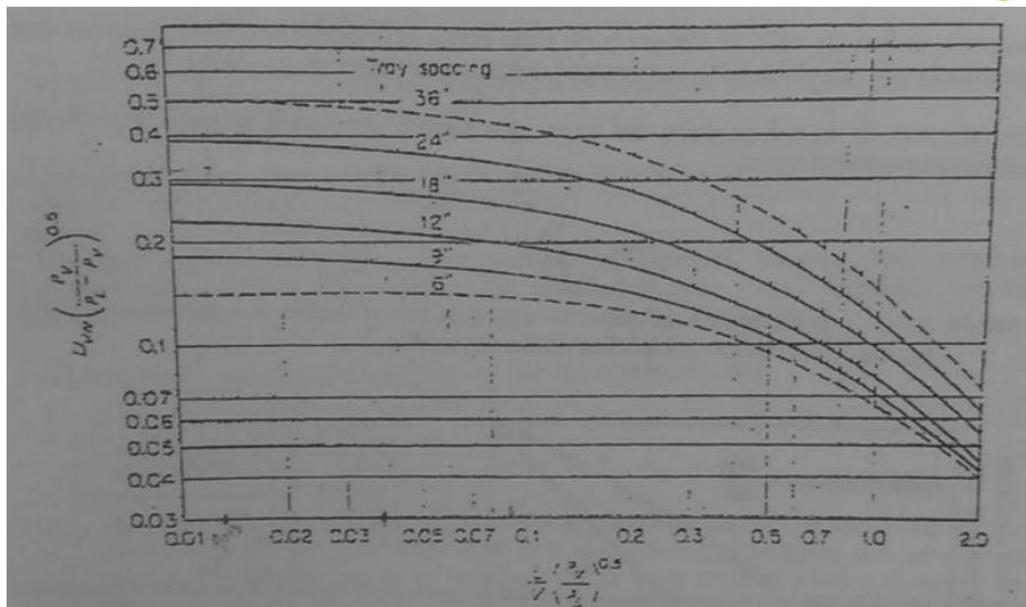
- 2) Se eligieron el plato de la zona de rectificación y el plato de la zona de despojo que manejaran los mayores caudales de líquido y de vapor. Se calculó el valor del factor de flujo líquido-vapor (FLV) para cada sección de la columna a partir de la siguiente ecuación:

$$F_{LV} = \frac{L}{V} \sqrt{\frac{\rho L}{\rho V}}$$

Dónde:

- V es el caudal de vapor másico (lb/h)
- L es el caudal de líquido másico (lb/h)
- ρL es la densidad del líquido (lb/pie³)
- ρV es la densidad del vapor (lb/pie³)

- 3) Se obtuvo el valor de CF ingresando en la Figura siguiente con el factor FLV y el espaciado Sp.



- 4) Con CF se calculó el caudal de vapor específico que produce inundación (VF) correspondiente a 100% de inundación V considerando un diseño para un 80% inundación, a partir de la siguiente correlación (Fair, 1961).

$$V_{F,100\%} = C_F \sqrt{\frac{\rho L - \rho V}{\rho V}}$$

$$V_{F,80\%} = 0,8 V_{F,100\%}$$

5) Luego se obtuvo el área que produce una velocidad de 80% como:

$$A_{n,80\%} = \frac{Vol}{V_{F,80\%}}$$

- Vol = es el caudal del volumen de gas en pies³/s .

6) Con $A_{n,80\%}$ se determinó el diámetro de la columna que para el caudal de vapor produzca una velocidad del vapor equivalente al 80% de la velocidad de inundación. Dando como resultado que la columna debería ser de 3 pies de diámetro y 24 pulgadas de espaciado entre platos, tanto por los cálculos anteriormente descritos, como por recomendación del proveedor (Koch-Glitsch). El mismo recomienda que el diámetro de columna no sea de menos de 900 mm para un 80% de inundación.

Altura de columna

Para el cálculo de la altura de la columna se tomó como base la cantidad teórica de platos para alcanzar la separación entre PG y agua deseada. Para poder determinar la altura final de la columna hay que establecer la eficiencia de los platos, concepto el cual nos compara el equilibrio teórico o en condiciones perfectas con las condiciones reales de operación.

La eficiencia nos dará la información necesaria para poder concluir con los cálculos finales y poder obtener la altura real de la columna. Según la información suministrada por el proveedor de platos (KG), la eficiencia por platos será del 80%.

La altura total de la columna se calcula como:

$$H_C = H_P + H_F + H_T$$

$$H_P = N S_p$$

Dónde:

- H_P es la altura ocupada por los platos
- N es el número de etapas reales
- S_p es el espaciado entre platos (plg)

- H_T es la altura de tope (m)
- H_F es la altura del fondo (m)

Finalmente la cantidad de platos finales es de 25 platos reales, dando una altura total de columna de 18.2 mts.

Diseño de platos de la columna.

Para el diseño de los platos de columna se utilizó el software KG Tower Software V5.3 provisto por el proveedor de platos Koch-Glitsch. Este software está basado en el manual llamado “ Ballast Tray, Manual Desing, Bulletin 4900”. A continuación se detallan las capturas de pantallas con los datos de medidas y diseño de los platos adecuados para la destilación de propilenglicol y agua.

Datos de platos:

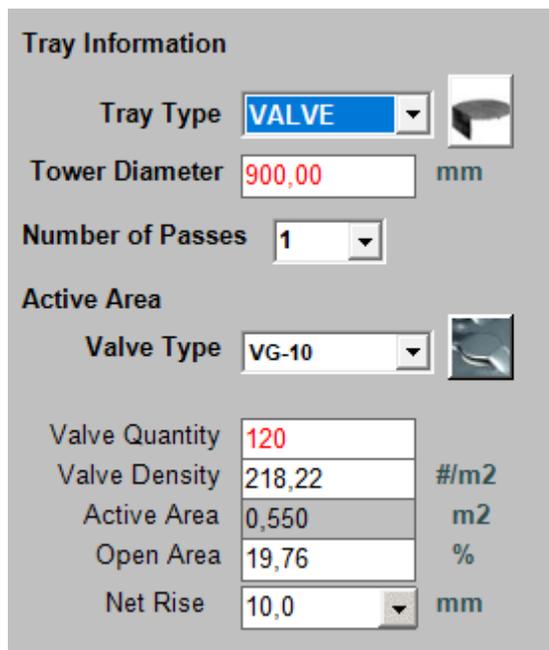
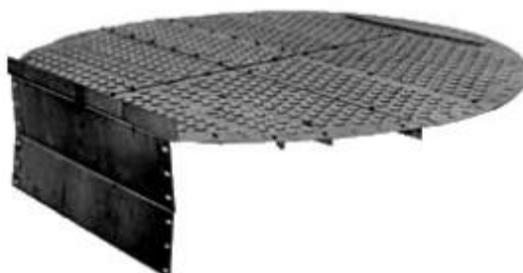


Fig. 4.21 Datos diseño de platos (software KG Tower V5.3)

Una vez ingresados los datos, se obtuvieron los siguientes resultados respecto al lay out del plato y el tipo:

El plato es de 1 paso y con la siguiente descripción:



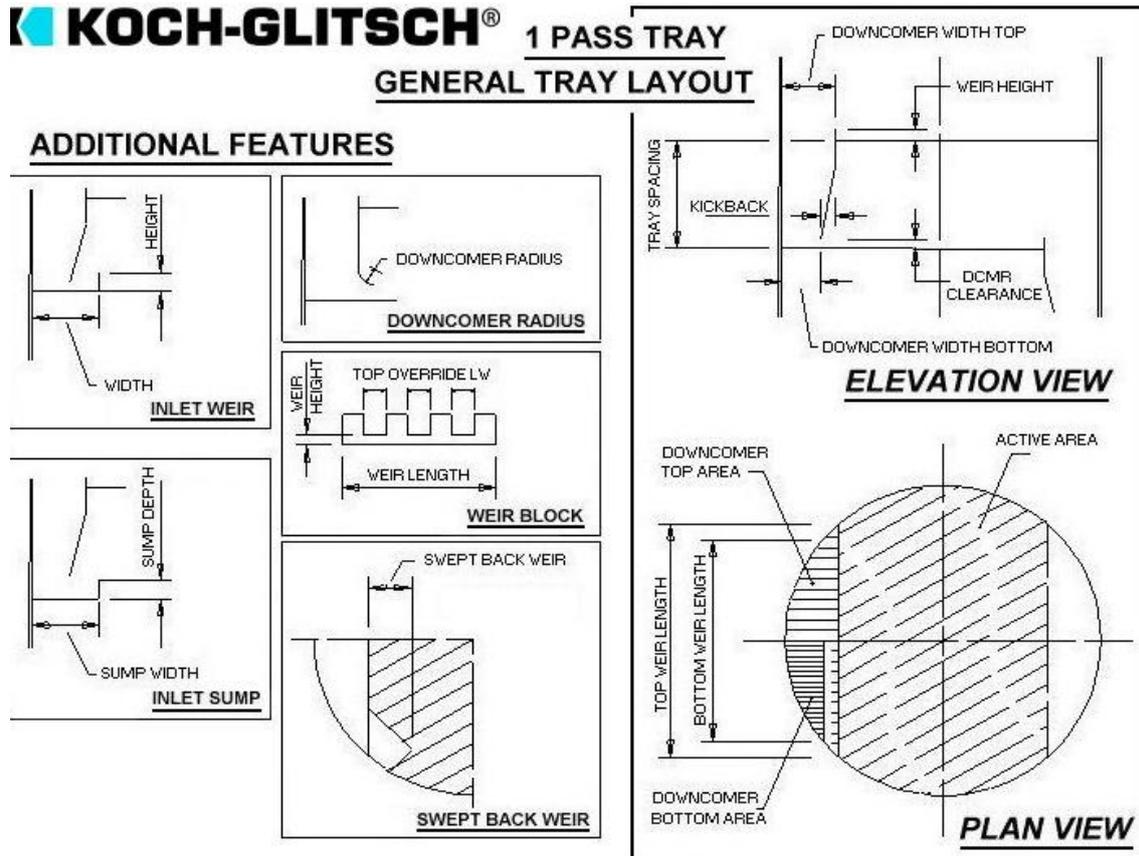


Fig. 4.22 características platos columna PG

Los mismos cuentan con valvulas tipo VG-10, de la siguiente forma:

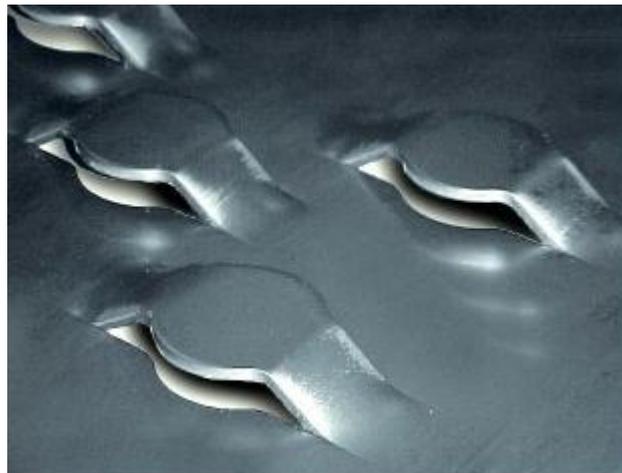


Fig. 4.23 Valvulas VG-10

Espesor de Columna

El espesor fue calculado de la misma manera que para los recipientes a presión.

Finalmente, la descripción de la columna queda resumida en la siguiente tabla:

Columna	N-101
D interno(m)	1,8
Altura(m)	18.2
Espesor (mm)	6
Válvulas tipo	VG-10
Nº platos	25

Tabla 4.19 Datos finales Columna PG

4.7.8 Diseño del Compresor

El diseño de un compresor centrífugo es análogo al de las bombas centrífugas, pero en los compresores, el volumen específico del gas no permanece constante, como una máquina hidráulica, sino que disminuye en el proceso de compresión, lo cual constituye un factor esencial en el dimensionado de la máquina. En el cálculo de un compresor hay que seleccionar dimensiones, velocidades, rendimientos, ángulos, etc., para lo cual hay que guiarse de la experiencia, así como de los innumerables estudios teóricos y experimentales realizados.

Para nuestro proyecto, se requieren de dos compresores. En primer lugar, se tendrá el C-101 que toma la corriente de Hidrogeno puro proveniente de Petroquímica YPF para acondicionarla antes de ingresar al Reactor, luego de pasar por el M-103. Por otro lado, el C-102 será un compresor de reciclo, que toma la corriente de tope del F-101. En este caso, el aumento de presión será menor al C-101 pero el caudal que maneja será mucho mayor.

Los datos iniciales que se requieren para realizar el proyecto de un compresor centrífugo son los siguientes:

- Gasto másico m_1 caudal Q_1 , que se considerará en el estado que tiene el gas en la admisión, ya que Q es variable.

- Estado inicial del gas, determinado generalmente por su presión p_1 y temperatura T_1 .
- Presión final p_2 , o relación de compresión ϵ_c .
- Tipo de gas a comprimir, cuyas características termodinámicas, en particular R y k , deberán ser conocidas.

Desarrollo del método:

Para llevar a cabo este método se siguieron los siguientes pasos:

1. Determinar las propiedades del gas a comprimir: peso molecular (M), presión (P), temperaturas críticas (T_r), y capacidad calorífica (C_p) en BTU/ lb mol °R.

Sustancia	Fórmula	Masa Molar (kg/kmol)	R' (kJ/kgK)	T _c (K)	P _c (kPa)	C _p (kJ/kgK)	C _v (kJ/kgK)	γ
Aire		28,97	0,287	133	3,95	1,005	0,718	1,4
Amoniaco	NH ₃	17	0,52	403	11,65	2,19	1,67	1,31
Argon	Ar	40	0,208	151	4,86	0,5207	0,3124	1,667
Dioxido de Carbono	CO ₂	44	0,189	304	7,39	0,827	0,632	1,31
Monoxido Carbono	CO	28	0,297	133	3,5	1,04	0,744	1,399
Helio	He	4	2,077	5,2	0,23	5,19	3,11	1,667
Hidrogeno	H ₂	2	4,16	33,2	1,3	14,24	10,08	1,4
Neon	Ne	20,2	0,412			1,03	0,618	1,667
Nitrogeno	N ₂	28	0,297	126,2	3,39	1,034	0,737	1,4
Oxigeno	O ₂	32	0,26	154,4	5	0,917	0,656	1,4
Dioxido de azufre	SO ₂	64	0,13	431	7,87	0,65	0,515	1,25
Agua	H ₂ O	18	0,461	647,3	22,1	1,865	1,403	1,329
Benceno	C ₆ H ₆	78,11	0,106	562	4,93			
n-butano	C ₄ H ₁₀	58	0,143	425,2	3,8	1,716	1,573	1,09
Etano	C ₂ H ₆	30	0,276	305,4	4,88	1,766	1,49	1,186
Etileno	C ₂ H ₄	28	0,296	282,4	5,12	1,548	1,252	1,237
Metano	CH ₄	16	0,518	191	4,64	2,254	1,735	1,299
Propano	C ₃ H ₈	44	0,1885	370	4,26	1,679	1,49	1,126

Tabla 4.20 Constante de gases

Sustancia	Fórmula	Masa molar, M kg/kmol	Constante de gas, R kJ/kg · K ⁺	Propiedades del punto crítico		
				Temperatura, K	Presión, MPa	Volumen, m ³ /kmol
Agua	H ₂ O	18.015	0.4615	647.1	22.06	0.0560
Aire	—	28.97	0.2870	132.5	3.77	0.0883
Alcohol etílico	C ₂ H ₅ OH	46.07	0.1805	516	6.38	0.1673
Alcohol metílico	CH ₃ OH	32.042	0.2595	513.2	7.95	0.1180
Amoniaco	NH ₃	17.03	0.4882	405.5	11.28	0.0724
Argón	Ar	39.948	0.2081	151	4.86	0.0749
Benceno	C ₆ H ₆	78.115	0.1064	562	4.92	0.2603
Bromo	Br ₂	159.808	0.0520	584	10.34	0.1355
n-Butano	C ₄ H ₁₀	58.124	0.1430	425.2	3.80	0.2547
Cloro	Cl ₂	70.906	0.1173	417	7.71	0.1242
Cloroformo	CHCl ₃	119.38	0.06964	536.6	5.47	0.2403
Cloruro metílico	CH ₃ Cl	50.488	0.1647	416.3	6.68	0.1430
Criptón	Kr	83.80	0.09921	209.4	5.50	0.0924
Diclorodifluorometano (R-12)	CCl ₂ F ₂	120.91	0.06876	384.7	4.01	0.2179
Diclorofluorometano (R-21)	CHCl ₂ F	102.92	0.08078	451.7	5.17	0.1973
Dióxido de carbono	CO ₂	44.01	0.1889	304.2	7.39	0.0943
Dióxido de sulfuro	SO ₂	64.063	0.1298	430.7	7.88	0.1217
Etano	C ₂ H ₆	30.070	0.2765	305.5	4.48	0.1480
Etileno	C ₂ H ₄	28.054	0.2964	282.4	5.12	0.1242
Helio	He	4.003	2.0769	5.3	0.23	0.0578
n-Hexano	C ₆ H ₁₄	86.179	0.09647	507.9	3.03	0.3677
Hidrógeno (normal)	H ₂	2.016	4.1240	33.3	1.30	0.0649
Metano	CH ₄	16.043	0.5182	191.1	4.64	0.0993
Monóxido de carbono	CO	28.011	0.2968	133	3.50	0.0930
Neón	Ne	20.183	0.4119	44.5	2.73	0.0417
Nitrógeno	N ₂	28.013	0.2968	126.2	3.39	0.0899
Óxido nitroso	N ₂ O	44.013	0.1889	309.7	7.27	0.0961
Oxígeno	O ₂	31.999	0.2598	154.8	5.08	0.0780
Propano	C ₃ H ₈	44.097	0.1885	370	4.26	0.1998
Propileno	C ₃ H ₆	42.081	0.1976	365	4.62	0.1810
Tetracloruro de carbono	CCl ₄	153.82	0.05405	556.4	4.56	0.2759
Tetrafluoroetano (R-134a)	CF ₃ CH ₂ F	102.03	0.08149	374.2	4.059	0.1993

Tabla 4.21 Propiedades de los gases.

2. Calcular el coeficiente de compresibilidad (Z1)

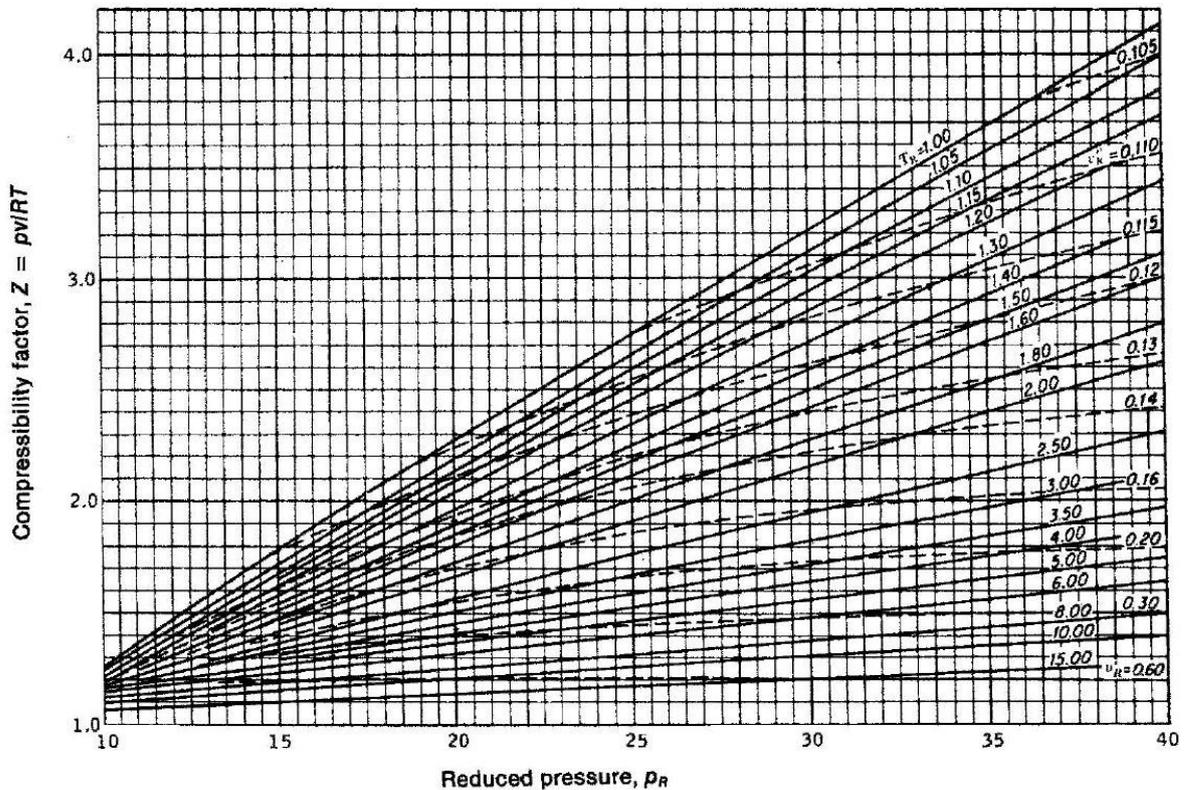


Fig. 4.24 Factor de compresibilidad.

4. Determinar la relación de compresión:

$$\varepsilon_c = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\text{Presión absoluta en la descarga}}{\text{Presión absoluta en la aspiración}}$$

5. A. Determinar la temperatura de descarga en forma aproximada:

a. $k_1 = \frac{c_p}{c_p - 8,314} \quad (SI)$

b. η_{pol} se obtiene del proveedor

c. $\frac{\eta_1}{\eta_1 - 1} = \frac{k}{k - 1}$

d. $T_2 = T_1 (r_p)^{\frac{\eta - 1}{\eta}}$

B. Determinar el coeficiente de compresibilidad medio Z_a :

a. Z_1 del paso 2.

b. Z_2 con los valores de P_2 y T_2 .

c. $Z_a = \frac{Z_2 - Z_1}{2}$

6. Determinar el valor medio de K:

A. K_1 del paso 6.

B. C_p a T_2 .

C. K_2 a T_2 .

D. $K_a = \frac{K_2 - K_1}{2}$

7. Calcular el valor medio de $\frac{\eta}{\eta - 1}$ como:

$$\frac{\eta}{\eta - 1} = \frac{k_a}{k_a - 1} \eta_{pol}$$

8. Calcular el trabajo politrópico reversible:

$$W_{pol} = \frac{z_a 8314 T_1}{\tilde{M} \frac{\eta - 1}{\eta}} \left[(r_p)^{\frac{\eta - 1}{\eta}} - 1 \right]$$

9. Los datos de número de rotores, velocidad de giro del rotor y potencia del eje fueron suministrados por el proveedor.

10. Determinar la temperatura de descarga:

$$T_2 = T_1 (r_p)^{\frac{\eta - 1}{\eta}}$$

11. Calcular el caudal volumétrico de escape como:

$$Q_2 = Q_1 \frac{P_1 T_2 z_2}{P_2 T_1 z_1}$$

12. Datos obtenidos:

CP-101		
Potencia del eje	kW	163,80
Potencia del compresor	W	131.796,48
	kW	131,80
Potencia entregada al fluido	kW	135,87
Número de impulsores		3,00
Diámetro del impulsor	m	1,44

Tabla 4.22 Datos de operación compresor Cp-101

CP-102		
Potencia del eje	kW	1,34
Potencia del compresor	W	71.615,41
	kW	71,62
Potencia entregada al fluido	kW	73,83
Número de impulsores		2,00
Diámetro del impulsor	m	1,20

Tabla 4.23 Datos de operación compresor Cp-102

4.8. Sistema de Control e Instrumentación.

Se consideró el reactor R-101 para estudiar el sistema de control e instrumentación a instalar. Esta elección se debe principalmente, a que el mismo es el equipo más importante de la planta. Su correcto funcionamiento determina la calidad y cantidad de producto obtenido. Por lo tanto, resulta muy importante contar con un riguroso sistema de control en el mismo.

Se planea el control de diversas variables:

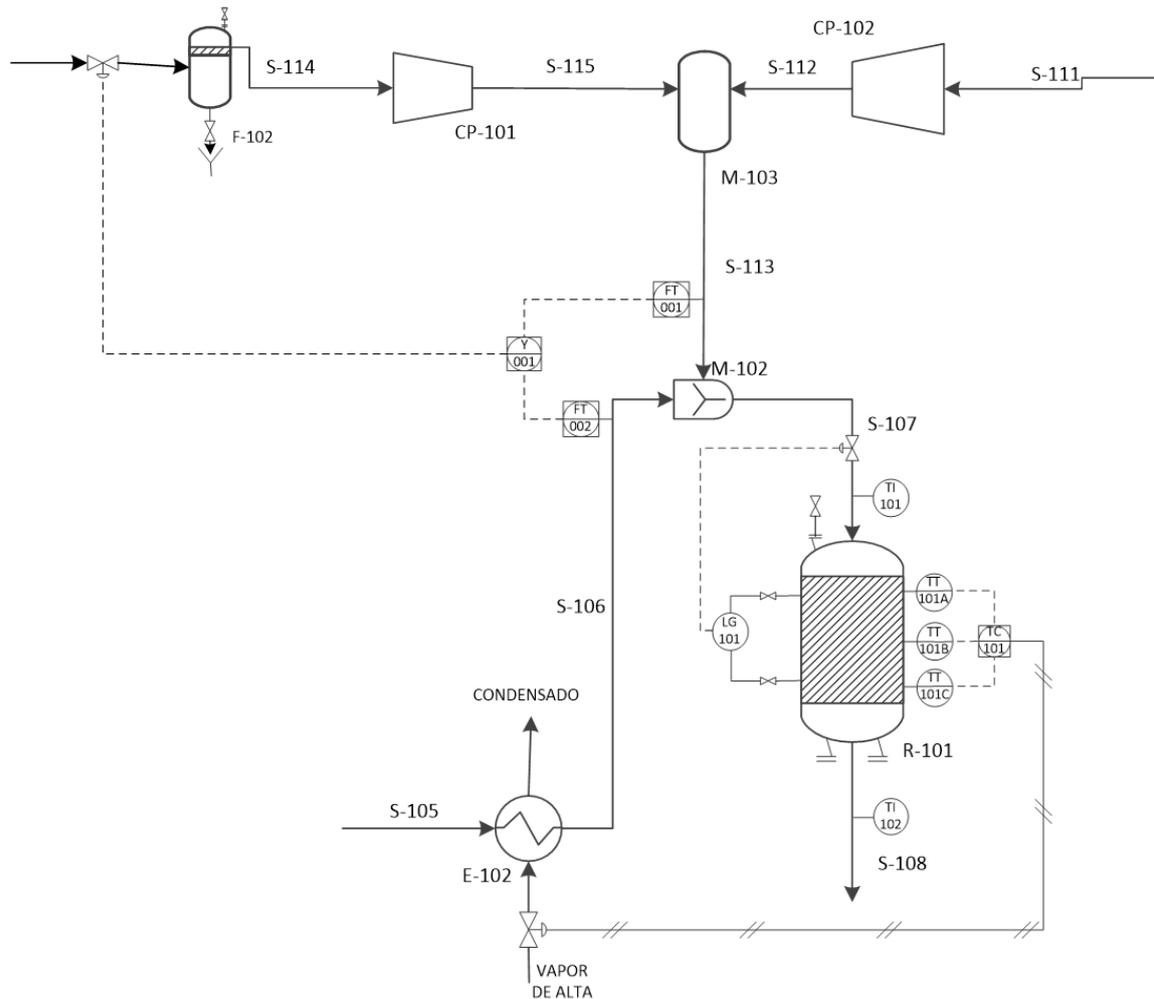
- La temperatura dentro del reactor: la misma influye directa y fuertemente en las propiedades del catalizador empleado. Una temperatura mayor a 320°C conduce a la desactivación del mismo.
- La temperatura de entrada al reactor: se decide controlar esta variable para tener un mayor margen de control de la temperatura dentro del reactor.
- El nivel dentro del reactor: esto se debe principalmente, a que al trabajar con hidrógeno a alta presión, resulta necesario controlar el nivel del líquido para evitar que se sobrepase la capacidad de diseño del reactor, lo que conduciría a una acumulación de hidrógeno a alta presión
- La relación de hidrógeno/glicerina en la corriente de alimentación: resulta sumamente importante contar con una correcta relación de entrada de ambos reactivos para poder obtener los productos estipulados.

Para lograr el abarcar todas las variables anteriormente mencionadas, se plantea un sistema de control que consta, en primera medida, de indicadores de temperatura en la entrada y salida del reactor (S-107 y S-108). Además, se cuenta con diferentes controles de temperatura a diferentes alturas del reactor. La temperatura promedio del reactor es regulada con la válvula de entrada de la corriente de servicio caliente del intercambiador E-102.

El nivel lo regulará un controlador, el cual acciona la válvula de control de la corriente de ingreso al reactor (S-107).

También se cuenta con un medidor de caudal en cada una de dichas corrientes que controla la relación de alimentación de las corrientes (hidrógeno/glicerina =5/1). El actuador Y está conectado a la válvula de entrada de hidrógeno fresco.

En la Figura se presenta el P&ID correspondiente a la sección del reactor.



4.9. Utilities.

Son indispensables para las unidades donde se llevan a cabo diferentes operaciones de transferencia y procesos químicos.

Plateando cuáles serán las corrientes calientes y frías del proceso. Se eligió agua de enfriamiento para el servicio frío, la cual se obtendrá desde la petroquímica. Y para el servicio caliente, se dispondrá de una caldera que proveerá vapor de agua sobrecalentado, a alta presión. Es crucial el abastecimiento de agua DEMI de alta calidad, para evitar incrustaciones y corrosión en la caldera.

4.9.1. Generación de vapor. Caldera

El vapor es la fuente de calor más ampliamente usada en plantas de producción debido a varias razones:

- El calor de condensación del vapor es alto, suministrando una cantidad de calor alta

por kg de servicio industrial a t constante.

- La temperatura puede ser controlada precisamente con la presión.
- El condensado tiene alto coeficiente transferencia.

Como se mencionó anteriormente, se debe contar con una caldera para proveer los servicios de vapor requeridos por el sistema. En el proceso se utilizara vapor de alta presión (VA) a aproximadamente **400°C** y **32kg/cm²**. La producción de vapor será la necesaria para abastecer el reboiler de la torre N-101 y el intercambiador E-102 que precalienta la carga al reactor.

Realizando un balance de calor en ambos equipos,

E-102		C-102	
Q [BTU/h]	1820000	Q [BTU/h]	5000000
Wv [kg/h]	5813,73	Wv [kg/h]	15925,6
Caudal [m3/h]	546,92	Caudal [m3/h]	1498,17

Se obtiene que el requerimiento de vapor será de **2045.09m³/h**.

4.9.2. Agua de Enfriamiento

Las torres de refrigeración son sistemas mecánicos destinados a enfriar masas de agua en procesos que requieren una disipación de calor. El principio de enfriamiento de estos equipos se basa en la evaporación, el equipo produce una nube de gotas de agua bien por pulverización, bien por caída libre que se pone en contacto con una corriente de aire. La evaporación superficial de una pequeña parte del agua inducida por el contacto con el aire, da lugar al enfriamiento del resto del agua que cae en la balsa a una temperatura inferior a la de pulverización. En el ámbito industrial estos equipos se usan para el enfriamiento de cualquier parte de un proceso que genere calor y deba ser disipado

Para nuestro proceso, el agua de enfriamiento será necesaria para el intercambio en los equipos E-103, E-104 y C-101. Realizando el balance de calor, se obtiene el caudal requerido

E-103		E-104		C-101	
Q [BTU/h]	1400000	Q [BTU/h]	400000	Q [BTU/h]	4950000
Wv [kg/h]	655	Wv [kg/h]	187	Wv [kg/h]	2317,1
Caudal [m3/h]	0,66	Caudal [m3/h]	0,19	Caudal [m3/h]	2,32

Se obtiene que el requerimiento de agua sea de **3.17m³/h**.

Debido a la cercanía, se aprovechara el agua en exceso producida en la torre de Petroquímica.

4.9.3. Antorcha

Es un quemador que se instala en las afueras de la planta, a una posición elevada, que se usa para disponer gases combustibles de desecho de plantas químicas o refinerías mediante la ignición de los mismos.

El quemado en antorcha es una forma de deshacerse del gas residual. Se utiliza en plantas industriales como refinerías, plantas químicas o plantas de procesamiento del gas natural, así como en zonas donde se produce este gas, entre las que se cuentan pozos petrolíferos, yacimientos de gas y basureros.

En plantas industriales, las antorchas se usan principalmente para quemar el gas inflamable liberado por dispositivos de alivio de presión durante sobrepresiones no planificadas del equipamiento de la planta. Durante los arranques o las paradas —parciales o totales— también se utilizan a menudo para la combustión prevista de gases por periodos relativamente cortos.

Cuando los equipos de una planta industrial se ven sometidos a sobrepresiones (presiones mayores que las que por diseño pueden resistir), la válvula de alivio de la presión es un dispositivo de seguridad esencial. Si la presión supera el límite, la válvula se abre automáticamente (purga), liberando casi siempre gas y a veces líquidos. Estas válvulas de alivio de presión vienen obligadas por la normativa de diseño industrial y los estándares aplicables, así como por la ley. Los gases y líquidos liberados en el proceso de producción de PG serán conducidos por sistemas de tuberías a la Antorcha de Petroquímica, ubicada a 400 m de la instalación.

4.9.4. Aire de Instrumentos

El aire con destino a la operación de instrumentos de planta requiere ciertas condiciones para ser apto para dicho uso. La principal de ellas es el contenido de humedad, que debe ser el mínimo posible (mín. punto de rocío: -40°C), al igual que las partículas en suspensión. La generación de aire es prioritaria.

Se instalan compresores de aire que alimentaran a todos los elementos de control de la planta.

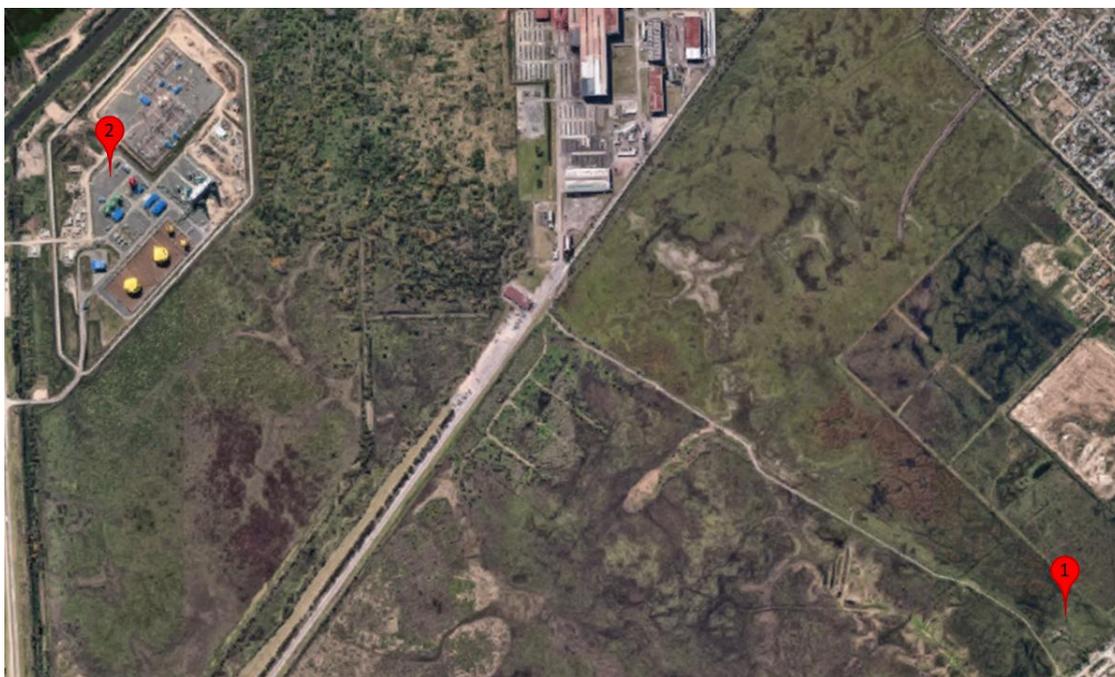
4.9.5. Servicio Eléctrico

La potencia requerida por los procesos electroquímicos, motores, alumbrado y uso general

puede obtenerse externamente o generarse en sitio. La mayoría de los motores y equipos de planta trabajan a 220 v o 440 v y 3 fases; para suministro de oficina, laboratorio, salas de control y equipos menores se usan una fase 220 v.

En las cercanías de nuestra planta, se encuentra la Central Ensenada de Barragán. Ubicada en el polo petroquímico de la localidad de Ensenada en la Provincia de Buenos Aires, sobre la Ruta Provincial N° 11 y el canal del Gato, aproximadamente a 10 km de la ciudad de La Plata y a menos de 3 km de nuestra instalación (ver imagen). La misma dispone de una potencia instalada de 560 MW,

Se instalará una subestación que brindara el servicio eléctrico tanto al proceso como al personal, a niveles adecuados.



Ubicación de Central Eléctrica

4.9.6. Tratamiento de Efluentes.

El objetivo del sistema de tratamiento de efluentes líquidos es incorporar los conceptos de segregación de corrientes, re-uso de aguas y tratamientos específicos según sus contaminantes.

El sistema posee un conjunto de piletas, balsas y tanques pulmones para manejar las precipitaciones intensas y una balsa de contención en su punto de vuelco habitual como reaseguro para el control de calidad de dicho vuelco. Están diseñadas para separar por gravedad la glicerina libre e impurezas en suspensión del agua.

El objetivo principal de las piletas es el de recuperar la glicerina perdida por emulsión. La glicerina sobrenada en la superficie y se retira por un sistema de rebalse hacia otra parte de la pileta desde donde es bombeado al tanque TK-105. Por otro lado, el agua retirada servirá como abastecimiento para agua de incendio, por lo que se retira a través de una cañería inferior que conecta la pileta de tratamiento con la de incendio.

4.9.7. Mapa



Referencias:

1. Producción de PG
2. Antorcha
3. Producción de H₂ (CCR)
4. Planta de Tratamiento de Agua Industrial (PTAI)
5. Torre de enfriamiento

4.10- Planimetría

Se adjunta los siguientes planos: (ver ANEXO I)

4.10.1 Diagrama de flujo de proceso, PFD.

4.10.2 Diagrama de cañerías e instrumentos, P&ID.

4.10.3 Plot-Plan.

4.10.4 Diagrama Isométrico.

CAPITULO V. ESTUDIO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1. Estudio Económico

El estudio económico tiene como objetivo determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta, así como también otra serie de indicadores que servirán como base para la evaluación económica.

5.1.1. Inversión total inicial

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles (bienes que son propiedad de la empresa) e intangibles (conjunto de bienes y propiedades de la empresa necesarios para su funcionamiento, y que incluyen: marcas comerciales, asistencia técnica o transferencia de tecnología, gastos pre-operativos y de instalación y puesta en marcha, contratos de servicios, etc.) necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

i. Precio de Equipos

Para el cálculo de los costos de equipos se ha empleado un estimador de costos online basado en el libro Plant Design and Economics for Chemical Engineer's 5ta edición de Peters y Timmerhaus y las cartas de costos del libro de texto Chemical Engineering Process Design and Economics, Gael D. Ulrich - capítulo 5 "Capital Cost Estimation".

Los precios se corrigieron con cálculos basados en el Índice CEPCI (2018)= 617.8 (Chemical Engineering Plant Cost Index). Se utilizó este índice para tener en cuenta la inflación y proporcionar la estimación más precisa para el análisis económico.

Planta de Producción de Propilenglicol a partir de Glicerina

Código	Descripción	Características	Material	Cant.	Costo (USD)
R-101	Reactor de Lecho Fijo	Diámetro: 1,16 m. Altura:4,65m. Espesor: 17m	Stainlees Steel	1	\$ 474.662,00
N-101	Columna de platos	Diámetro: 1,8m. Altura:12,2m. Espesor: 6mm	Carbon steel	1	\$ 453.171,00
E-101	Intercambiador (Calentador corriente glicerina/agua)		Stainlees Steel	1	\$ 14.800,00
E-102	Intercambiador (2°Calentador corriente glicerina/agua)		Stainlees Steel	1	\$ 12.500,00
E-103	Intercambiador (Enfriador corriente PG/agua/EG)		Stainlees Steel	1	\$ 15.792,00
E-104	Intercambiador (Enfriador corriente producto final PG)		Stainlees Steel	1	\$ 16.200,00
C-101	Condensador de cabeza de torre		Stainlees Steel	1	\$ 12.000,00
C-102	Reboiler de torre		Stainlees Steel	1	\$ 15.000,00
Cp-101 A/B	Compresor de H2 puro	Potencia al fluido: 135,8kW Potencia al eje:163,8kW	Stainlees Steel	2	\$ 180.000,00
CP-102 A/B	Compresor de reciclo	Potencia al fluido: 73,8 Potencia al eje:1,34kW	Stainlees Steel	2	\$ 90.000,00
FA-101	Separador Flash (Separación H2/EG de PG)	Diámetro: 0,8 m. Altura:3,21m. Espesor: 13mm	Stainlees Steel	1	\$ 70.000,00
M-101	Mixer (recipiente mezcla Glicerina/agua/agua reciclo)	Diámetro: 0,85 m. Altura:3,5m. Espesor: 9mm	Carbon steel	1	\$ 16.571,00
M-102	Mixer (recipiente mezcla Glicerina/agua/H2)	Diámetro: 1,04m. Altura:4,15m. Espesor: 16mm	Carbon steel	1	\$ 18.016,00
M-103	Mixer (recipiente mezcla H2 de F-101/H2 del CCR)	Diámetro: 2,16 m. Altura:8,6m. Espesor: 13mm	Carbon steel	1	\$ 27.000,00
F-101	Acumulador de condensado de torre	Diámetro: 2,47 m. Altura:9,8m. Espesor: 5mm	Carbon steel	1	\$ 30.000,00
F-102A/B	Acumulador de H2	Diámetro: 1,63 m. Altura:6,52m. Espesor: 11mm	Carbon steel	2	\$ 40.000,00
J-101 A/B	Bomba para glicerina	0,21 kW	Stainlees Steel	2	\$ 24.000,00
J-102 A/B	Bomba para agua	0,27kW	Stainlees Steel	2	\$ 20.000,00
J-103 A/B	Bomba de reflujó a torre	0,01kW	Stainlees Steel	2	\$ 16.200,00
J-104 A/B	Bomba para producto terminado	0,08kW	Stainlees Steel	2	\$ 30.000,00
J-105 A/B	Bomba de carga a reactor	3,30kW	Stainlees Steel	2	\$ 36.000,00
J-106 A/B	Bomba de reciclo y efluente	1,74kW	Stainlees Steel	2	\$ 24.000,00
TK-101 A/B	Tanques de almacenamiento de Glicerina		Carbon steel	2	\$ 122.000,00
TK-102 A/B	Tanque de almacenamiento de agua		Carbon steel	2	\$ 35.200,00
TK-103 A/B	Tanques de almacenamiento de Producto		Carbon steel	2	\$ 122.000,00
TK-104	Tanque de almacenamiento producto fuera de especificación		Carbon steel	1	\$ 98.000,00
TK-105	Tanque de recuperación de glicerina		Carbon steel	1	\$ 98.000,00
Planta tratamiento efluentes					\$ 67.200,00
Equipamiento de Laboratorio					\$ 240.000,00
TOTAL EQUIPOS					\$ 2.418.312,00
CEPSI					617,8

TABLA 5.1 Costo de los equipos empleados

ii. Costos Directos e Indirectos

A continuación, se detallan los costos directos e indirectos, basados los porcentajes en el libro Plant Design and Economics for Chemical Engineer's 5ta edición de Peters y Timmerhaus

COSTOS DIRECTO E INDIRECTOS		
Costos directos		
Costos Directos	% sobre costo de equipos	Costo (USD)
Compra de equipos		\$ 2.418.312,00
Instalación de Equipos	30	\$ 725.493,60
Instrumentos y control	15	\$ 362.746,80
Cañerías	30	\$ 725.493,60
Instalacion Electrica	12	\$ 290.197,44
Preparacion del terreno	5	\$ 120.915,60
Instalacion de servicios auxiliares	25	\$ 604.578,00
Edificacion y construccion	18	\$ 435.296,16
Servicios (Contrucción de caldera y subestación)		\$ 1.462.800,00
Terreno	10	\$ 241.831,20
Costo total Directo		\$ 7.387.664,40
Costos indirectos		
Costos indirectos	% sobre costo directo	Costo (USD)
Ingenieria	8	\$ 591.013,15
Costo total Indirecto		\$ 591.013,15
Costos totales (Directos + indirectos)		\$ 7.978.677,55

Tabla 5.2. Costos directos e indirectos.

iii. Inversión en Capital Fijo

En la Tabla 5.3 se muestran los valores calculados para la inversión en capital fijo, que resulta ser el capital necesario para adquirir e instalar los equipos destinados al proceso. Se deben tener en cuenta los gastos eventuales provocados por eventos imprevisibles como cambios en el diseño, condiciones climáticas adversas, huelgas, etc.

Inversion capital fijo	%	Costo
Costo Total		\$ 7.978.677,55
Honorarios de contratistas	4	\$ 319.147,10
Eventuales	10	\$ 797.867,76
Inversion capital fijo (U\$D)		\$ 9.095.692,41

Tabla 5.3. Costos fijos con eventos imprevisibles

iv. Inversión en Capital de Trabajo

Para que la planta pueda operar una vez instalada a los niveles técnico-económicos previstos, debe disponerse de dinero provisto por la inversión en capital de trabajo. Se determina como la diferencia aritmética entre el activo de trabajo o circulante y el pasivo de trabajo o circulante:

$$\text{Capital de Trabajo} = \text{Activo Circulante} - \text{Pasivo Circulante}$$

i. El Activo Circulante (AC) se compone de:

1. Los Inventarios (I), que constan de:

a. Stock de materias primas, insumos y aditivos. Se computa como el costo asociado a la máxima cantidad de materias primas, insumos y aditivos que pueden almacenarse en la planta. Se requiere conocer el precio unitario de cada ítem (U\$D/unidad) y la capacidad de almacenaje de los mismos (tn o m³).

b. Stock de subproductos o productos terminados. se computa como el costo asociado a la máxima cantidad de productos y subproductos que pueden almacenarse en la planta.

2. Las Cuentas por Cobrar (CxC) se estiman como el dinero correspondiente a los ingresos que se generan por las ventas de los productos y subproductos en un mes del año inicial (Año 1) de inicio de producción. Es la inversión necesaria como consecuencia de vender a crédito. Depende del *Período Promedio de Recuperación*

(PPR) en que la empresa recupera el capital. Considerando un crédito de 30-60, el PPR será 45.

$$\text{Cuentas por Cobrar} = CxC = \left(\frac{\text{Ventas Anuales}}{365} \right) PPR$$

3. Caja y Bancos (CyB), más recientemente denominado como *Valores e Inversiones*, es el efectivo que siempre debe tener la empresa para afrontar no sólo gastos cotidianos, sino también los imprevistos. Se estima entre un 10% y 20% (15% promedio) del monto total invertido en inventarios y cuentas por cobrar.

$$\text{Caja y Bancos} = CyB = \frac{15}{100} (\text{Inventarios} + \text{Cuentas por Cobrar})$$

Algebraicamente, el Activo Circulante es:

$$AC = \text{Activo Circulante} = I + CxC + CyB$$

ii. El Pasivo Circulante (PC), que constan de créditos a corto plazo en conceptos de impuestos, servicios y proveedores, se estima en la práctica tomando como base el valor de la *Tasa Circulante*, la cual se sugiere sea mayor o igual a 3 para la evaluación de proyectos:

$$\text{Tasa Circulante} = TC = \frac{AC}{PC} \geq 3$$

$$PC = \frac{AC}{3}$$

En la Tabla 5.4 se presentan los valores estimados y calculados, tomando como base los datos presentados en el estudio de mercado y en el balance de masa propuesto.

Inventario			
	Cantidad (kg)	costo USD/kg	Costo
Glicerina	684000	0,75	\$ 513.000,00
PG	546360	1,6	\$ 874.176,00
Agua DEMI	56400	0,006	\$ 338,40
TOTAL STOCK (U\$D)			\$ 1.387.514,40
Cuentas por cobrar (U\$D)			
Produccion anual total (ton/año)			39000
Ventas anuales (U\$D)			\$ 62.400.000
TOTAL (U\$D)			\$ 7.693.151
Cajas y Bancos			
Inventario (U\$D)			\$ 1.387.514,40
Cuentas por cobrar (U\$D)			\$ 7.693.151
TOTAL (U\$D)			\$ 1.362.100
Activo Circulante (U\$D)			
Inventario (U\$D)			\$ 1.387.514,40
Cuentas por cobrar (U\$D)			\$ 7.693.151
Cajas y Bancos			\$ 1.362.100
TOTAL (U\$D)			\$ 10.442.765
Pasivo Circulante (U\$D)			
Activo Circulante (U\$D)			\$ 10.442.765
TOTAL (U\$D)			\$ 3.480.922
Capital de Trabajo (U\$D)			
Activo Circulante (U\$D)			\$ 10.442.765
Pasivo Circulante (U\$D)			\$ 3.480.922
TOTAL (U\$D)			\$ 6.961.843

Tabla 5.4 inversión capital de trabajo

5.1.2. Costos de Producción

i. Costos Fijos

En los costos fijos están incluidos los sueldos de la mano de obra de operación, la depreciación de equipos y maquinarias, los impuestos, seguros, mano de obra y gastos administrativos. La mano de obra de operación está comprendida por todas aquellas personas del organigrama de la empresa que ocupen posiciones directamente ligadas con la operación (por ejemplo: jefe de producción, de mantenimiento y de servicios técnicos, ingeniero de proceso, jefe de turno, asistente técnico de producción, de mantenimiento y de servicios técnicos, supervisor de turno, operador de turno (campo y consola), oficial de mantenimiento, analista de laboratorio, entre otros). Para calcular la proyección de los costos fijos asociados con la mano de obra de operación, se deberá disponer del organigrama y del diagrama

de turnos (turnos rotativos y diagramados bajo la modalidad 4x4), y conocer los salarios básicos más las contribuciones patronales y los aportes no remunerativos de cada uno de los puestos contemplados en dicho organigrama. Los salarios básicos pueden estimarse a partir de las disposiciones de convenios colectivos de trabajo acordados por la S.P.I.Q.yP. (Sindicato del personal de industrias químicas y petroquímicas). En el mismo convenio se estipula que los trabajadores cumplen, en promedio, 180 horas mensuales de trabajo, base que también se ha tomado para el resto de los empleados. El costo anual de mano de obra para cada persona debe totalizar 13 salarios, contemplando de esta manera al aguinaldo. Las contribuciones patronales no forman parte del salario bruto de modo que son abonadas directamente por la empresa (patronal). Estas contribuciones se calculan en base al salario básico y se componen por el 10,17% de aportes jubilatorios, el 1,5% de aportes al instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados (INSSJP), el 6% de aportes a la obra social, el 0,89% de aportes al Fondo de Desempleo, el 0,5% de aportes a la Administración Nacional del Seguro de Salud (ANSSAL) y el 0,7% de aportes a la Aseguradora de Riesgos de Trabajo (ART). En esta estimación no se tienen en cuenta las asignaciones familiares ni las contribuciones específicas a sindicatos. Los aportes no remunerativos dependen fuertemente del Convenio Colectivo de Trabajo (por ejemplo: vianda de ayuda alimentaria o viáticos). Dado que el estudio de evaluación económico-financiera del Proyecto no contempla índices de inflación, no se deberán considerar aumentos salariales interanuales. Tampoco se considerarán adicionales por antigüedad. En la Tabla 5.5 se resumen los salarios de mano de obra de operación, calculados a partir de:

$$\text{Costo MO} = 13 * (1,1976 * SB)$$

donde,

Costo MO: Costo de Mano de Obra

SB: Sueldo Básico

Puesto	Cantidad de personal por puesto	Sueldo Básico (U\$D/año)	Sueldo Anual con contribución patronal (USD/año)	Sueldo Anual Total con contribucion patronal (USD/año)
Jefe de Planta	1	\$ 24.000,00	\$ 28.622,40	\$ 28.622,40
Ingeniero de Procesos	1	\$ 17.000,00	\$ 20.274,20	\$ 20.274,20
Supervisor	3	\$ 24.000,00	\$ 28.622,40	\$ 85.867,20
Operador de sala	5	\$ 15.000,00	\$ 17.889,00	\$ 89.445,00
Operador de campo	7	\$ 12.000,00	\$ 14.311,20	\$ 100.178,40
Analista de laboratorio	3	\$ 15.000,00	\$ 17.889,00	\$ 53.667,00
Mantenimiento	5	\$ 24.000,00	\$ 28.622,40	\$ 143.112,00
Costo Anual de Mano de Obra de Operación (USD/año)				\$ 521.166,20

Tabla 5.5 salarios de mano de obra de operación

El costo anual de la mano de obra ejecutiva y administrativa se detalla en la Tabla 5.6:

Puesto	Cantidad de personal por puesto	Sueldo Básico (U\$D/año)	Sueldo Anual con contribución patronal (USD/año)	Sueldo Anual Total con contribucion patronal (USD/año)
Gerente	1	\$ 100.000,00	\$ 119.260,00	\$ 119.260,00
Secretaria	1	\$ 15.000,00	\$ 17.889,00	\$ 17.889,00
Contador	1	\$ 24.571,00	\$ 29.303,37	\$ 29.303,37
Comercial	2	\$ 42.880,00	\$ 51.138,69	\$ 102.277,38
RRHH	1	\$ 24.000,00	\$ 28.622,40	\$ 28.622,40
Bomberos	6	\$ 110.000,00	\$ 131.186,00	\$ 787.116,00
Enfermería	3	\$ 24.000,00	\$ 28.622,40	\$ 85.867,20
Seguridad y Medio Ambiente	3	\$ 24.000,00	\$ 28.622,40	\$ 85.867,20
Seguridad física	2	\$ 24.000,00	\$ 28.622,40	\$ 57.244,80
Costo Anual de Mano de Obra Ejecutiva (USD/año)				\$ 1.313.447,35

Tabla 5.6 salarios de mano de obra ejecutiva

Además, se tendrán en cuenta los costos por:

- **Depreciación:** costo asociado a la depreciación de los bienes materiales o inmateriales que está relacionado a una disminución periódica de su valor. Desde el punto de vista financiero y económico, la depreciación consiste en que, al reconocer el desgaste de los bienes por su uso, se va creando una provisión o reserva que al final de su vida útil permite reemplazarlos sin afectar la liquidez y el capital de trabajo.

Para el análisis de la depreciación se emplea el Método de la Línea Recta. Se

supone que el valor del bien decrece en forma lineal en función del tiempo. Cada año se contemplan montos iguales para la depreciación, d :

$$d = \frac{V - V_S}{n}$$

Donde,

- V : Valor inicial del bien al comenzar el periodo de su vida útil.
- V_S : Valor de salvamento o valor de reventa al finalizar su vida útil.
- n : Duración del periodo de la vida útil en años.

El *Valor del Bien en Libro* V_a , es decir el valor del bien en el año de uso a , y dentro de su vida útil, se determina por la expresión:

$$V_a = V - ad$$

- **Impuestos**: salvo que por la actividad del proyecto corresponda algún otro impuesto en particular, no se considerará otro impuesto general más que el impuesto a las ganancias.
- **Seguros**: el costo asociado al pago de seguros depende fuertemente del tipo de actividad que desarrolle la empresa, de su magnitud, de las medidas de seguridad de operación y diseño y de las medidas mitigadoras de impactos ambientales negativos que haya implementado. Puede asumirse como el 0,38% de la inversión activa fija anual.
- **Seguro Médico**. Contrato entre la empresa y la compañía de seguros, la cual cubrirá la atención médica, traslado e internación del personal ante posibles accidentes que ocurran dentro de la instalación. Se estima en base a la cantidad total de personal tanto operativo como administrativo.

Finalmente, los costos fijos anuales totales serán:

Costos fijos	%sobre el costo de			Costos fijos (U\$D/año)
Depreciación (eval a 10 años)	10	Activo fijo	\$ 2.418.312,0	\$ 241.831,20
Impuestos	12	Terreno	\$ 241.831,2	\$ 29.019,74
Seguros	38	Inversión Fija	\$ 9.095.692,4	\$ 3.456.363,12
Seguro Médico				\$ 3.780,00
Mano de obra de operación				\$ 521.166,20
Mano de obra ejecutiva y admin.				\$ 1.313.447,35
Costos fijos totales (U\$D)				\$ 5.565.607,61

Tabla 5.7 Costos fijos totales

ii. Costos Variables

Dentro de estos costos se incluyen los relacionados a la materia prima, energía eléctrica, consumo de vapor, agua de enfriamiento y servicio de antorcha, así como también otros insumos como el catalizador del reactor.

Materias primas, insumos y royalty: para calcular la proyección de los costos variables asociados a la adquisición de las diferentes materias primas e insumos, se deben estimar los consumos anuales (t/año) y los precios unitarios (U\$S/t) de cada una de las mismas.

En la Tabla 5.8a se detallan los costos de las materias primas necesarias para la producción anual de Propilenglicol (**39000 t/año**).

Materia Prima	Consumo (ton/año)	Precio (U\$D/t)	Costo (U\$D/año)
Glicerina	49.932	750	\$ 37.449.000,00
Agua	4.117	6	\$ 24.702,00
Hidrógeno	2.120	450	\$ 954.000,00
Total costo de MP (U\$D/año)			\$ 38.427.702,00

Tabla 5.8a. Costo total de Materias Primas

Si bien el catalizador tiene una vida útil de 2 a 3 años, el tecnólogo aconseja renovarlo de manera anual. Por lo que, se considerara un consumo de 8 ton, ya que se toman en cuenta las posibles eventualidades que impliquen realizar este cambio antes del tiempo previsto. Los costos por patente (Ver Anexo), se tomaran como el 2% del ingreso por ventas.

Insumos-Royalty	Consumo		Precio (U\$D/t)		Costo (U\$D/año)
Catalizador	8	ton/año	\$ 18.000	USD/ton	\$ 144.000,00
Royalty					\$ 1.248.000,00
Total costo de insumos-royalty(U\$D/año)					\$ 1.392.000,00

Tabla 5.8 b costos total de insumo por t de producto

Energía y servicios auxiliares: este costo está asociado al consumo de energía eléctrica para fuerza motriz (motores) y otros usos (iluminación de planta, iluminación de edificios y otros artefactos eléctricos) y al consumo de utilities tales como vapor de calefacción, agua de calefacción, agua de refrigeración, tratamiento y disposición final de efluentes y residuos, entre otros. Para calcular la proyección de los costos variables asociados con el consumo de energía eléctrica, se debe tomar como base el cálculo de la demanda de potencia de cada motor eléctrico a partir de los resultados del balance de energía de la planta. En el caso de los equipos rotantes, si bien generalmente se dispone de dos máquinas por servicio (una titular y otra auxiliar), se debe considerar que, en estado estacionario, sólo una está en servicio quedando la otra de backup (reserva). De esta manera, en la sumatoria de potencias sólo se considerará la potencia de un equipo por servicio.

El precio de la energía eléctrica depende de la zona de emplazamiento de la planta ya que cada empresa distribuidora aplica diferentes tarifas. Las tarifas se componen de dos valores, un cargo fijo por potencia activa instalada y un cargo variable por consumo efectivo de energía eléctrica. Según sea el valor de la potencia activa instalada, será la categoría de consumidor en la que mejor se encuadrará la empresa: pequeño, mediano o gran consumidor.

Equipos		Potencia (kW)	Consumo anual (kWh/año)
BOMBAS	J-101	0,21	1839,6
	J-102	0,27	2365,2
	J-103	0,01	87,6
	J-104	0,08	700,8
	J-105	3,3	28908
	J-106	1,74	15242,4
Consumo total Bombas			49143,6
COMPRESOR	CP-101	135,8	1189608
	CP-102	73,8	646488
Consumo total Compresores			1836096
Consumo total de Energía Eléctrica (KWh/año)			1885239,6
Otros Consumos (8% de consumo de equipos)			150819,168
Precio de la Energía Eléctrica (U\$D/kWh)			\$ 0,80
Costo total anual de Energía Eléctrica (U\$D/año)			\$ 1.628.847,01
Costo Total Anual por Tn de PG (U\$D/kWh)			\$ 41,77

Costo total de Energía Eléctrica por año

Costos Servicios Auxiliares					
Energía Eléctrica (USD/año)					\$ 1.628.847,01
Agua de Enfriamiento	27.681,6	ton/año	6	USD/ton	\$ 166.089,60
Antorcha	860	ton/año	5,70	USD/ton	\$ 4.902,00
Nitrógeno	8	m3/año	222,44	USD/m3	\$ 1.779,52
Total Costos Serv Auxiliares (USD/año)					\$ 1.801.618,13

Costo de Utilities

Materias Primas (USD/año)	\$ 38.427.702,00
Insumos-Royalty (USD/año)	\$ 1.392.000,00
Energía Eléctrica y Serv Auxiliares (USD/año)	\$ 1.801.618,13
Total Costos Variables (U\$D/año)	\$ 41.448.549,01

Tabla 5.9 Costos variables

iii. **Costos Totales**

Capacidad (% de cap maxima)	Producción (t/año)	Costos Fijos (U\$D/año)	Costos Variables (U\$D/año)	Costos Totales (U\$D/año)
0,00	0,00	\$ 5.565.607,61	\$ -	\$ 5.565.607,61
80,00	31200,00	\$ 5.565.607,61	\$ 33.158.839,21	\$ 38.724.446,82
90,00	35100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 37.303.694,11	\$ 42.869.301,72
100,00	39000,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62
100,00	39000,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62
100,00	39000,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62
100,00	39000,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62
100,00	39000,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62
100,00	39000,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62
100,00	39000,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62
100,00	39000,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62
100,00	39000,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62

Tabla 5.10 Costos totales anuales

En la Tabla 5.10 se detallan los costos totales anuales según el plan de producción proyectado a 10 (diez) años, contando con un avance operativo gradual en la capacidad productiva acorde dicho plan. Se establece que la capacidad operativa máxima se alcanza en el plazo de 3 (tres) años, con un gradualismo de 80% para el primer año y 90% el segundo año de la capacidad operativa total, respectivamente, para alcanzar el 100% en el tercer año.

5.1.3. Ingreso por ventas

La producción anual se calcula en base al balance de masa del proceso operando a la capacidad máxima y tomando como referencia el valor de mercado de poliol.

Producto	Precio Unitario (USD/t)	Producción anual (Ton/año)	Ingresos Anuales (USD/año)
Propilenglicol	\$ 1.600,00	39000	\$ 62.400.000,00
Total Ingresos por ventas (USD/año)			\$ 62.400.000,00

Tabla 5.11 Ingresos por ventas

Contemplando el plan de producción propuesto, los ingresos por ventas en el periodo de evaluación se desglosan en la Tabla 5.12 junto a los costos ya evaluados.

Capacidad (% de cap maxima)	Producción (t/año)	Costos Totales (U\$D/año)	Ingreso por Ventas (U\$D/año)
0,00	0,00	\$ 5.565.607,61	\$ -
80,00	31200,00	\$ 38.724.446,82	\$ 49.920.000,00
90,00	35100,00	\$ 42.869.301,72	\$ 56.160.000,00
100,00	39000,00	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	39000,00	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	39000,00	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	39000,00	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	39000,00	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	39000,00	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	39000,00	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	39000,00	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	39000,00	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	39000,00	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00

Fig. 5.12 ingresos por venta en el periodo de evaluación

5.1.4. Punto de equilibrio

Evaluando las relaciones entre los costos fijos, variables y los ingresos a través de la determinación del punto de equilibrio, se pueden determinar ciertas relaciones útiles relacionadas con el nivel de producción.

El punto de equilibrio, P_{Eq} se define como el nivel de producción en el que los ingresos por ventas, V se igualan a la sumatoria de los costos fijos, CF y variables, CV :

$$V = CF + CV$$

y algebraicamente queda determinado por:

$$P_{Eq} = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{V}}$$

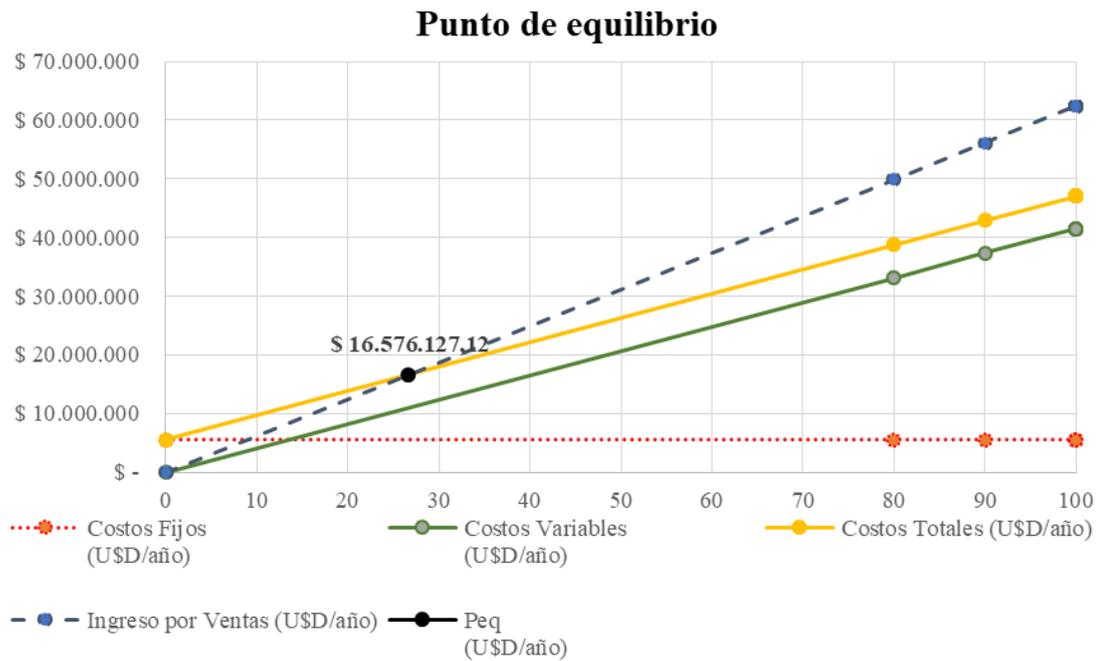
Producción (t/año)	V(U\$D/año)	Costos Fijos (U\$D/año)	Costos Variables (U\$D/año)	Costos Totales (U\$D/año)	Peq (U\$D/año)
39000	\$ 62.400.000,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 16.576.127,12

Tabla 5.13 Punto de Equilibrio

El Punto de Equilibrio se alcanza para un nivel de producción de **26.56%**.

Capacidad (% de cap maxima)	Costos Fijos (U\$D/año)	Costos Variables (U\$D/año)	Costos Totales (U\$D/año)	Ingreso por Ventas (U\$D/año)
0,00	\$ 5.565.607,61	\$ -	\$ 5.565.607,61	\$ -
80,00	\$ 5.565.607,61	\$ 33.158.839,21	\$ 38.724.446,82	\$ 49.920.000,00
90,00	\$ 5.565.607,61	\$ 37.303.694,11	\$ 42.869.301,72	\$ 56.160.000,00
100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00
100,00	\$ 5.565.607,61	\$ 41.448.549,01	\$ 47.014.156,62	\$ 62.400.000,00

Tabla 5.14 Datos para grafico de punto de equilibrio



Graf. Punto de equilibrio

5.2. Evaluación Económica

La evaluación económica permite conocer la rentabilidad del proyecto mediante la determinación y el análisis de algunos indicadores económicos de uso frecuente en la evaluación de proyectos, como el *Valor Actual Neto (VAN)* y la *Tasa Interna de Retorno (TIR)*, entre otros.

La base para el cálculo de los indicadores que permitirán definir la viabilidad económico-financiera del proyecto en estudio, a nivel de pre-factibilidad, es el flujo de caja. Este es un informe financiero que presenta el detalle de los flujos de ingresos y egresos de dinero que tiene el proyecto en un período dado. La diferencia entre los ingresos y los egresos netos se conoce como Saldo o *Flujo Neto de Caja (FNC)*. El *Flujo Neto de Caja Actualizado (FNCA)*, es el resultado del FNC modificado a través de la siguiente relación:

$$FNCA = \frac{FNC}{(1 + i)^n}$$

Siendo:

i : Tasa de corte, tasa de actualización o tasa de descuento del proyecto

n : Cantidad de períodos (años) en los que se evalúa el proyecto.

Si no se tiene en cuenta la inflación, la tasa de descuento del proyecto se compone por la suma de una tasa libre de riesgo, más el valor del premio del mercado, el cual contempla el riesgo de la actividad, ligado fundamentalmente a variables internas (experiencia de la empresa en el sector, tipo de organización, entre otras) y externas (tendencia del sector, madurez de la tecnología seleccionada, entre otras).

Se calculan los flujos netos de caja considerando dos escenarios:

- A. *Sin financiamiento*
- B. *Con financiamiento del 50%*

5.2.1. Flujos netos sin financiamiento

Se proyectan los costos e ingresos por ventas en el tiempo de evaluación del proyecto -para el proyecto en estudio se toman 10 (diez) años- teniendo en cuenta la capacidad operativa.

En el año 0 se supone que se realiza la inversión de Capital Inicial (Inversión en Capital Fijo más Inversión en Capital de Trabajo).

Primero se calculan los Ingresos Netos de la empresa, resultado de restar a los Ingresos por Ventas, los Ingresos Brutos (los cuales equivalen a un 6% de los Ingresos por Ventas). En segundo lugar, la Utilidad Bruta, que se obtiene de restar los Costos Totales de producción a los Ingresos Netos. Una vez calculada la utilidad bruta, se descuenta el Impuesto a las Ganancias (35% de la Utilidad Bruta), dando como resultado la Utilidad Neta.

A la Utilidad Neta se le suma la Amortización, la cual equivale al 10% anual (para los 10 años de evaluación) del Activo Fijo, para dar como resultado el Flujo de Fondo Anual. Por último, se calculan los flujos de fondos descontados aplicando la *Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)*, que en este caso se toma el valor de 12%.

5.2.2. Flujos netos con financiamiento

Los flujos de fondo con financiamiento se calculan en forma similar a los flujos sin financiamiento, con la particularidad que se deben restar los pagos de deuda año a año, según se calcula mediante la tabla de pago de deuda.

La tabla de pago de deuda se ha considerado de tal modo que el pago anual sea el mismo, con una tasa de interés del 4% anual constante.

La anualidad se calcula mediante la ecuación:

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Donde:

P : monto del préstamo en U\$D

i : tasa de interés anual

n : plazo de pago en años

Conceptos	Valores
Financiamiento (%)	50
Plazo de pago (año)	10
Monto del prestamo (U\$D) (inversión de cap. Fijo=\$ 9.095.692,41)	\$ 4.547.846,20
Tasa de interes anual (%)	4
Anualidad	\$ 560.708,25

Tabla 5.15. Detalle las características de la deuda

En base a las características mencionadas, se consolida la tabla de pago de la deuda:

Año	Interes (0,04%)U\$D)	Pago de fin de año (A)(U\$D)	Pago Principal (A-interes)U\$D)	Deuda despues del pago (U\$D)
0				\$ 4.547.846,20
1	\$ 181.913,85	\$ 560.708,25	\$ 378.794,41	\$ 4.169.051,80
2	\$ 166.762,07	\$ 560.708,25	\$ 393.946,18	\$ 3.775.105,62
3	\$ 151.004,22	\$ 560.708,25	\$ 409.704,03	\$ 3.365.401,59
4	\$ 134.616,06	\$ 560.708,25	\$ 426.092,19	\$ 2.939.309,40
5	\$ 117.572,38	\$ 560.708,25	\$ 443.135,88	\$ 2.496.173,52
6	\$ 99.846,94	\$ 560.708,25	\$ 460.861,31	\$ 2.035.312,21
7	\$ 81.412,49	\$ 560.708,25	\$ 479.295,76	\$ 1.556.016,45
8	\$ 62.240,66	\$ 560.708,25	\$ 498.467,60	\$ 1.057.548,85
9	\$ 42.301,95	\$ 560.708,25	\$ 518.406,30	\$ 539.142,55
10	\$ 21.565,70	\$ 560.708,25	\$ 539.142,55	\$ 0,00

Tabla 5 16. Forma de pago de deuda

5.2.3. Cuadros de flujos de fondos

En el Anexo V “*Tablas de Flujos de Fondo Descontados*”, se desarrollan los cuadros de flujo de fondos anuales para ambos casos en evaluación, sin financiamiento y con un financiamiento del 50% sobre la inversión de capital fijo.

5.2.4. Indicadores económicos

Como oportunamente se indicó, los datos del flujo de caja son la base para la estimación de los siguientes indicadores económicos:

Valor Actual Neto (VAN)

El *Valor Actual Neto (VAN)*, es una medida del beneficio que rinde un proyecto de inversión a través de toda su vida útil. Se define como el valor presente de su flujo de ingresos futuros menos el valor presente de su flujo de egresos futuros. Es un monto de dinero equivalente a la suma de los flujos de ingresos netos que generará el proyecto en el futuro.

El criterio de aceptación en base a este indicador establece que el proyecto podría ser rentable siempre y cuando el VAN sea mayor o igual a 0, (**$VAN \geq 0$**).

Para calcular el VAN se emplea la siguiente relación:

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{FNC_j}{(1 + [i])^j}$$

siendo:

- FNC_j : flujo neto de caja en el año j (U\$D)
- i : tasa de corte, tasa de actualización o tasa de descuento del proyecto. (TMAR en el caso de este proyecto, con un valor de 12% para ambos escenarios)
- n : último año del periodo de evaluación del proyecto (para el proyecto en evaluación es 10).

$$TMAR = i$$

Donde

i : premio al riesgo

El premio al riesgo se puede considerar como la tasa de crecimiento real del dinero invertido.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La *Tasa Interna de Retorno* o *Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)* de una inversión, es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha

inversión. En términos simples, se conceptualiza como la tasa de descuento con la que el VAN es igual a cero. Se llama de esta manera porque supone que el dinero que se gana cada año se reinvierte en su totalidad. Expresado de otra manera, se trata de la tasa de rendimiento generado en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión.

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad. Así, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa aceptable o tasa de corte. Si la tasa de rendimiento del proyecto, expresada por la TIR, supera a la tasa de corte, el proyecto es rentable desde el punto de vista de este indicador.

Matemáticamente, la TIR es la tasa de descuento i que establece la siguiente igualdad:

$$I_0 = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Índice de Valor Actual Neto (IVAN)

Este indicador permite seleccionar proyectos bajo condiciones de racionamiento de capital, es decir, cuando no hay recursos suficientes para implementarlos todos.

La relación algebraica que permite estimar el IVAN es la siguiente:

$$IVAN = \frac{\text{Flujos Descontados}}{\text{Inversión Inicial Actualizada}} = \frac{VAN}{I_0}$$

El criterio permite medir cuánto VAN aporta cada dólar invertido individualmente en cada proyecto.

Período de Repago Simple

Define el número esperado de años que se requieren para que se recupere la inversión original. Se suman los flujos de efectivo de cada año hasta que el costo inicial del proyecto quede cubierto.

Periodo de Recuperación Descontado

Este método es similar al anterior excepto porque los flujos de efectivo esperados se descuentan a través de la tasa mínima de rendimiento del proyecto. En la siguiente tabla se resumen los indicadores evaluados para los dos escenarios presentados.

Indicadores	Sin Financiamiento	Con Financiamiento
TMAR (%)	12	12
VAN (U\$D)	\$ 24.288.119,67	\$ 25.667.839,19
IVAN	1,5126	2,2301
PERIODO DE REPAGO SIMPLE (AÑOS)	2	2
TIR (%)	41%	52%

Tabla 5.16 Indicadores económicos en ambos escenarios

5.3. Conclusiones de la Evaluación Económica

- Para una producción anual de 39.000 toneladas anuales de Propilenglicol, para el periodo en evaluación de 10 años, la suma de los *flujos de fondos* es suficiente para recuperar la inversión en los dos escenarios evaluados acorde el *periodo de repago simple*. La suma de los *flujos de fondos descontados* es suficiente para recuperar la inversión en el quinto año para el caso que no se tenga financiamiento y al cuarto año cuando el escenario se toma con el financiamiento del 50%.
- Uno de los aportes importantes del proyecto es el gradual remplazo de productos de origen fósil por productos provenientes de materias primas renovables, en este estudio se demuestra la factibilidad de realizar el proyecto. Muchas empresas, como se vio en el estudio de mercado, están tendiendo a utilizar materia prima de origen renovable para la obtención de sus productos y esto favorecería nuestra rápida incorporación al mercado.
- Se observa un punto de equilibrio de 26.56%. Para poder seleccionar la opción más adecuada, se comparan los indicadores obtenidos. Se elige trabajar con financiamiento ya que el VAN resulto positivo y la TIR mayor a la tasa de descuento considerada.

CAPITULO VI. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Objetivo

La Evaluación de Impacto Ambiental tiene por objeto identificar, predecir e interpretar las consecuencias o efectos sobre el medio ambiente, producto del conjunto de acciones que se realizan en la *etapa de construcción y plena etapa de funcionamiento del proyecto a ejecutarse, como así también en las etapas de ampliación y/o modificación del proceso existente y abandono del mismo.*

Para ello se caracterizará el medio ambiente desde el punto de vista físico, biológico y socioeconómico, evaluando la probable influencia e interacciones del proyecto con su entorno.

La Evaluación de Impacto Ambiental constituye una herramienta de gestión, al servicio de la toma de decisiones, tanto para las empresas como para los organismos gubernamentales encargados de la aplicación y control de la legislación ambiental vigente.

La planta de producción de Propilenglicol (1,2-Propanodiol) se estipula ubicarla en la ciudad de Ensenada, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

El presente estudio comprende la Evaluación de Impacto Ambiental de la planta de producción de Propilenglicol, para ser presentado ante el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) a efectos de gestionar el correspondiente Certificado de Aptitud Ambiental (CAA), en cumplimiento de lo previsto en el Decreto N° 1.741/96, reglamentario de la Ley provincial N° 11.459.

6.2. Definiciones

Impacto Ambiental

Toda modificación que afecte a un determinado sistema, o a un conjunto de ellos, que sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de las actividades, los productos o los servicios de una organización. Se consideran en

este estudio los impactos que puedan producirse por acciones derivadas de las actividades humanas. La interacción de estas acciones con el medio ambiente puede producir un cambio en el valor socioeconómico de un recurso, en un aspecto del medio ambiente o en el uso real o potencial. Estos cambios se definen como impactos ambientales, y pueden ser positivos o negativos.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La EIA es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes.

Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)

Es el estudio técnico, de carácter interdisciplinario que, incorporado en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto, y sobre la base del que se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental. Este estudio deberá identificar, describir y valorar de manera apropiada, y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto produciría sobre los distintos aspectos ambientales. Se trata de presentar la realidad objetiva, para conocer en qué medida repercutirá sobre el entorno la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad y con ello, la magnitud del sacrificio que aquel deberá soportar.

Valoración del Impacto Ambiental (VIA)

Tiene lugar en la última fase del EsIA y consiste en transformar los impactos, medidos en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas de Impacto Ambiental, de tal manera que permita comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto y aun de proyectos distintos.

Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

Es el pronunciamiento del organismo o autoridad competente en materia de medio ambiente, en base al estudio de impacto ambiental, alegaciones, objeciones y comunicaciones resultantes del proceso de participación pública y consulta institucional, en el que se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

6.3. Legislación aplicable

6.3.1. Tratados internacionales

- A. *Conferencia de Estocolmo (1972)*: Establece como problema global que tanto los estados industriales como los que se encuentran en vía de desarrollo tienen problemas ambientales y que se debe tratar de disminuir la diferencia económica y tecnológica entre ambos.
- B. *Protocolo de Montreal (1987)*: protocolo diseñado para proteger la capa de ozono reduciendo la producción y consumo de numerosas sustancias que, como se ha estudiado, reaccionan con el ozono y se cree que son responsables del agotamiento de la capa de ozono.
- C. *Convención de Basilea (1989)*: sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación es el tratado multilateral de medio ambiente que se ocupa más exhaustivamente de los desechos peligrosos y otros desechos.
- D. *Conferencia sobre Medio Ambiente de Río de Janeiro (1992)*: Establece la Agenda 21, un programa de acción basado en el desarrollo sustentable para la solución de problemas ecológicos, desaparición de especies nativas, efecto invernadero y cambio climático.
- E. *Protocolo de Kyoto (1997)*: entrando en vigencia en 2005, establece que para el 2012 se reduzcan las emisiones gaseosas del efecto invernadero.
- F. *Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del Mercosur (2003)*: establece la necesidad de avanzar en la construcción del desarrollo sostenible mediante la cooperación entre los Estados partes del Mercosur, con vistas a mejorar la

calidad de vida y las condiciones de seguridad de sus poblaciones, frente a la posibilidad de ocurrencia de emergencias ambientales.

6.3.2. Constitución Nacional.

Artículo 41 de la reforma de 1994: reconoce el derecho de todo habitante de la Nación a un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.

Artículo 43 de la reforma de 1994: dispone que la acción de amparo podrá ser ejercida en lo relativo a los derechos que protegen al ambiente, por tres categorías de sujetos: los particulares afectados, el defensor del pueblo y las asociaciones constituidas para la defensa de aquellos derechos, siempre que su organización y registro se adecuen a la legislación reglamentaria.

6.3.3. Leyes nacionales.

Ley N° 25.675 (Ley General de Ambiente, 2002)

Establece los puntos mínimos para lograr una gestión sustentable y adecuada del ambiente, preservar y proteger la diversidad biológica e implementar el desarrollo sustentable. Según esta ley, los principios de la política ambiental nacional son:

1. Principio de congruencia: la legislación provincial y municipal referida a lo ambiental deberá ser adecuada a los principios y normas fijadas en la presente ley; en caso de que así no fuere, éste prevalecerá sobre toda otra norma que se le oponga.
2. Principio de prevención: Las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se pueden producir.
3. Principio precautorio: cuando haya peligro de daño grave o irreversible la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente.
4. Principio de equidad inter-generacional: los responsables de la

protección ambiental deberán velar por el uso y goce apropiado del ambiente por parte de las generaciones presentes y futuras.

5. Principio de progresividad: los objetivos ambientales deberán ser logrados en forma gradual, a través de metas interinas y finales, proyectadas en un cronograma temporal que facilite la adecuación correspondiente a las actividades relacionadas con esos objetivos.

6. Principio de responsabilidad: el generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.

7. Principio de subsidiariedad: el Estado nacional, a través de las distintas instancias de la administración pública, tiene la obligación de colaborar y, de ser necesario, participar en forma complementaria en el accionar de los particulares en la preservación y protección ambientales.

8. Principio de sustentabilidad: el desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente, de manera tal, que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.

9. Principio de solidaridad: la Nación y los Estados provinciales serán responsables de la prevención y mitigación de los efectos ambientales transfronterizos adversos de su propio accionar, así como de la minimización de los riesgos ambientales sobre los sistemas ecológicos compartidos.

La norma también define el daño ambiental como toda alteración relevante que modifique negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas, o los bienes o valores colectivos. En el Art. 27 se establecen las normas que regirán los hechos o actos jurídicos, lícitos o ilícitos que, por acción u omisión, causen daño ambiental de incidencia colectiva.

Además, crea el Fondo de Compensación Ambiental que será administrado por la autoridad competente de cada jurisdicción y estará destinado a garantizar la calidad ambiental, la prevención y mitigación de efectos nocivos o peligrosos sobre el ambiente, la atención de emergencias ambientales; asimismo, a la protección, preservación, conservación o compensación de los sistemas ecológicos y el ambiente. Las autoridades podrán determinar que dicho fondo contribuya a sustentar los costos de las acciones de restauración que puedan minimizar el daño tratados por ley especial.

Ley N° 20.284 (Prevención y control de la contaminación atmosférica, 1973)

Consagra la facultad y responsabilidad de la autoridad sanitaria nacional de estructurar y ejecutar un programa de carácter nacional que involucre todos los aspectos relacionados con las causas, efectos, alcances y métodos de prevención y control de la contaminación atmosférica.

Las autoridades sanitarias locales tienen atribuciones para fijar en las zonas sometidas a su jurisdicción los niveles máximos de emisión de contaminantes de las fuentes fijas y declarar la existencia situaciones críticas, y fiscalizar el cumplimiento del Plan de Prevención. Este Plan contempla la adopción de medidas que, según la gravedad del caso, autorizan a limitar o prohibir las operaciones y actividades en la zona afectada, a fin de preservar la salud de la población.

En las siguientes tablas se establecen los valores de calidad del aire:

Norma de Calidad de Aire Ambiente - Contaminantes Básicos

Contaminante	Símbolo	mg/m ³	ppm	Período de tiempo
Dióxido de azufre	SO ₂	1,300	0,50	3 horas
		0,365	0,14	24 horas
		0,080	0,03	1 año
Material particulado en suspensión	PM-10	0,050		1 año
		0,150		24 horas
Monóxido de carbono	CO	10,000	9	8 horas
		40,082	35	1 hora
Ozono (oxidantes fotoquímicos)	O ₃	0,235	0,12	1 hora
Óxidos de nitrógeno (expresado como dióxido de nitrógeno)	NO _x	0,367	0,2	1 hora
		0,100	0,053	1 año
Plomo	Pb	0,0015 (m.a.)		3 meses

Tabla 6.1. Norma de Calidad de Aire Ambiente - Contaminantes Básicos

Niveles Guía de Calidad de Aire Ambiente - Contaminantes Específicos

Contaminante	mg/m ³	Período de Tiempo
ACETONA (67 - 64 - 1)	3.6 E+ 1	8 h
ÁCIDO ACÉTICO (64 - 19 - 7)	2.47	8 h
ÁCIDO CIANHÍDRIDO (74 - 90 - 8)	9.5 E - 2	15 m

Contaminante	mg/m ³	Período de Tiempo
ÁCIDO SULFÚRICO (7664 - 93 - 9)	2 E - 3	8 h
ACRILATO DE METILO (96 - 33 - 3)	3.5	8 h
AMONÍACO (7664 - 41 - 7)	1.8	8 h
ANHÍDRIDO FTÁLICO (85 - 44 - 9)	3 E - 1	8 h
ANHIDRIDO MALEICO (108 - 31 - 6)	2 E - 2	8 h
BENCENO (71 - 43 - 2)	9.6 E - 5	1 año
CADMIO (7440 - 43 - 9)	1.1 E - 7	1 año
CLORURO DE HIDRÓGENO (7647 - 01 - 0)	1.5 E - 1	24 h
CROMO (hexavalente)	1.67 E - 8	1 año
1,2 – DICLOROETANO (107 - 06 - 02)	3 E - 5	1 año
DIMETILAMINA (124 - 40 - 3)	2 E - 3	24 h
ESTIRENO (100 - 42 - 5)	2.63 E - 2	1 año
FENOL (108 - 95 - 2)	9 E - 2	8 h
DIÓXIDO DE MANGANESO (1313 - 13 - 9)	5.4 E - 5	24 h
SULFATO DE MANGANESO (7785 - 87 - 7)	1.2 E - 5	24 h
MERCURIO VAPOR (elemental)	9.5 E - 4	8 h
MERCURIO INORGÁNICO	4.8 E - 4	8 h
MERCURIO ORGÁNICO	5 E - 5	8 h
METACRILATO DE METILO (80 - 62 - 6)	4 E - 1	24 h
METANOL (67 - 56 - 1)	3.1	8 h
METILETILCETONA (78 - 93 - 3)	3.9 E - 1	24 h
NAFTALENO (91 - 20 - 3)	1.2 E - 1	8 h
PENTÓXIDO DE VANADIO (1314 - 62 - 1)	1 E - 3	8 h
PROPILENO	5.5	8 h
DISULFURO DE CARBONO (75 - 15 - 0)	1.5 E - 1	24 h
TOLUENO (108 - 88 - 3)	1.4	8 h
XILENOS (1330 - 20 - 7)	5.2	8 h
ACROLEÍNA (107 - 02 - 8)	3.7 E - 5	24 h
FORMALDEHÍDO (50 - 00 - 0)	6.2 E - 5	1 año

Medidos a 25° C y 1 atmósfera.

Los números indicados entre paréntesis, para cada contaminante, corresponden a la numeración “Chemical Abstract Service” (CAS).

Tabla 6.4. Niveles Guía de Calidad de Aire Ambiente - Contaminantes Específicos

Ley N° 24.051 (Ley de Residuos Peligrosos, 1991)

Esta ley fue sancionada por el Congreso el 17 de diciembre de 1991 y promulgada por el Poder Ejecutivo el 8 de enero de 1992, dos años antes de la reforma constitucional de 1994. Complementaria a esta ley es el Decreto Reglamentario 831 de 1993 que fija el cobro de una "Tasa de Evaluación y Fiscalización" cuyo monto fue establecido en virtud de la cantidad y la peligrosidad de los residuos.

Para la aplicación de la Ley de Residuos Peligrosos se toma en cuenta la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos, es decir, desde que se producen hasta su disposición final. Se define al residuo peligroso como "todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.

Asimismo, deja excluidos a los residuos domiciliarios, los radioactivos y los generados de la actividad normal de los buques, los cuales se regirán por leyes especiales. En el artículo 3 se prohíbe la importación, introducción y transporte de todo tipo de residuos provenientes de otros países al territorio o al espacio marítimo o aéreo, extendiéndose también a los residuos nucleares.

Se implementa mediante la ley un Registro de Generadores y Operadores de residuos peligrosos, al que deberían inscribirse las personas, ya sean físicas o jurídicas, a los que se les expediría un certificado que debiera renovarse de forma anual.

Los generadores deben adoptar medidas para reducir la cantidad de desechos que producen; separar y no mezclar los residuos peligrosos entre sí; envasarlos, identificarlos, numerarlos y fecharlos; y entregarlos a transportistas autorizados cuando no los pudieran tratar ellos mismos.

En cuanto a los transportistas de residuos peligrosos deben inscribirse y aportar sus datos, tipos de residuos que transportarán, vehículos y contenedores a ser utilizados, certificar conocimientos en caso de emergencia y tener una póliza de seguros con una suma suficiente que cubra los posibles daños que pueda ocasionar.

Se les prohíbe mezclar los residuos, almacenarlos por más de diez días, transportarlos en embalajes o envases deficientes, aceptar residuos no asegurados, transportar simultáneamente residuos peligrosos incompatibles.

Además, la ley establece dos definiciones muy importantes:

Plantas de tratamiento: son aquellas en las que se modifican las características físicas, la composición química o la actividad biológica de cualquier residuo peligroso, de modo tal que se eliminen sus propiedades nocivas, o se recupere energía y/o recursos materiales, o se obtenga un residuo menos peligroso, o se lo haga susceptible de recuperación, o más seguro para su transporte o disposición final.

Plantas de disposición final: los lugares especialmente acondicionados para el depósito permanente de residuos peligrosos en condiciones exigibles de seguridad ambiental.

Ley N° 25.612 (Ley de Gestión Integral de Residuos Industriales, 2002)

La Ley de Gestión Integral uniforma en un mismo régimen, la gestión integral de residuos generados en los procesos industriales, sin hacer distinción entre los "residuos industriales peligrosos" y los residuos que no reúnen características de peligrosidad.

A tales efectos establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral (generación, manejo, almacenamiento, transporte y tratamiento o disposición final) de residuos de origen industrial y de actividades de servicios generados en todo el territorio nacional.

El nuevo régimen es de aplicación respecto de los 'residuos industriales' que incluyen tanto los provenientes de actividades de servicio como los resultantes de procesos industriales. Mientras que los residuos industriales comprenden, entre otros, los 'residuos peligrosos', no incluyen los residuos biopatogénicos, domiciliarios, radioactivos y los derivados de operaciones normales de buques y aeronaves.

La Ley de Gestión Integral define como 'residuo industrial' a cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, líquido o gaseoso cuyo poseedor, productor o generador no pueda utilizarlo, se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo y que sea obtenido como resultado de un proceso industrial, por la realización de una actividad de servicio, o por estar relacionado, directa o indirectamente, con esa actividad, incluyendo eventuales emergencias o accidentes.

La Ley de Gestión Integral pone en cabeza de las autoridades provinciales y

de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el control y fiscalización de la gestión integral de los residuos industriales; la identificación de los generadores, la caracterización de los residuos que producen y su clasificación en al menos tres categorías según sus niveles de riesgo. Asimismo, pone a cargo de esas autoridades los registros en los que deberán inscribirse las personas responsables de la generación, manejo, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos industriales.

En cuanto a los generadores, la Ley de Gestión Integral dispone que son responsables en su calidad de dueños del residuo industrial por el tratamiento adecuado y la disposición del mismo.

Con relación al transporte de los residuos industriales, implementa un sistema semejante al de la Ley de Residuos Peligrosos. Los residuos deberán ser acompañados por un manifiesto y serán entregados en lugares autorizados para su almacenamiento, tratamiento o disposición final que indique el generador.

Las plantas de tratamiento y de disposición final deben ser habilitadas, para lo cual es necesario realizar una evaluación de impacto ambiental, luego de la cual se procederá a la aprobación o rechazo de la habilitación.

Ley N° 25.831 (Régimen de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental, 2003)

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encuentre en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional como provincial, municipal y de la Ciudad de Buenos Aires, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas. La norma en su Art. 2 define la información ambiental como: “toda aquella información en cualquier forma de expresión o soporte relacionada con el ambiente, los recursos naturales o culturales y el desarrollo sustentable”. En particular:

- a) El estado del ambiente o alguno de sus componentes naturales o culturales, incluidas sus interacciones recíprocas, así como las actividades y obras que los afecten o puedan afectarlos significativamente;
- b) Las políticas, planes, programas y acciones referidas a la gestión del ambiente.

La Ley determina que el acceso a la información ambiental será libre y gratuito para toda persona física o jurídica, a excepción de aquellos gastos vinculados con los

recursos utilizados para la entrega de la información solicitada. Para acceder a la información ambiental no será necesario acreditar razones ni interés determinado. Se deberá presentar formal solicitud ante quien corresponda, debiendo constar en la misma la información requerida y la identificación del o los solicitantes residentes en el país, salvo acuerdos con países u organismos internacionales sobre la base de la reciprocidad.

Para la presente Ley son sujetos obligados a cumplir con la norma: las autoridades competentes de los organismos públicos, y los titulares de las empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas, están obligados a facilitar la información ambiental requerida en las condiciones establecidas por la presente ley y su reglamentación.

Ley N° 25.688 (Ley de Preservación de Aguas, 2002)

Esta ley establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Conceptúa el agua a los efectos de la ley. Crea los comités de cuencas hídricas define utilización del agua. Establece la necesidad de permiso de la autoridad competente para utilizar las aguas objeto de la ley y las obligaciones de la autoridad nacional (Determinar los límites máximos de contaminación aceptables para las aguas de acuerdo a los distintos usos, definir las directrices para la recarga y protección de los acuíferos; fijar los parámetros y estándares ambientales de calidad de las aguas; elaborar y actualizar el Plan Nacional para la preservación, aprovechamiento y uso racional de las aguas, que deberá, como sus actualizaciones ser aprobado por ley del Congreso de la Nación).

Ley N° 25.916 (Ley de Gestión de Residuos Domiciliarios, 2004)

Esta ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas.

Son objetivos de la ley:

- i. Lograr un adecuado y racional manejo de los residuos domiciliarios mediante su gestión integral, a fin de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población;
- ii. Promover la valorización de los residuos domiciliarios, a través de la implementación de métodos y procesos adecuados;
- iii. Minimizar los impactos negativos que estos residuos puedan producir sobre el ambiente;
- iv. Lograr la minimización de los residuos con destino a disposición final.

Serán autoridades competentes los organismos que determinen cada una de las jurisdicciones locales.

Ley N° 13.660 (Ley de Seguridad de Instalaciones de Combustibles, 1949)

Establece que las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos o gaseosos deberán ajustarse a las normas que se establezcan a través de normas nacionales para satisfacer la seguridad y salubridad de la población. La autoridad de aplicación es la Dirección Nacional de Recursos, dependiente de la Subsecretaría Nacional de Combustibles de la Secretaría de Energía.

Fue modificada posteriormente por el Decreto Reglamentario N° 10.877 en el año 1960.

6.3.4. Constitución de la Provincia de Buenos Aires.

Artículo 28: Establece el derecho a un ambiente sano y el deber de conservarlo y protegerlo en su provecho y en de las generaciones futuras. La Provincia ejerce el dominio sobre el ambiente y los recursos naturales de su territorio incluyendo el subsuelo y el espacio aéreo correspondiente, el mar territorial y su lecho, la plataforma continental y los recursos naturales de la zona económica exclusiva, con el fin de asegurar una gestión ambientalmente adecuada. En materia ecológica deberá preservar, recuperar y conservar los recursos naturales del territorio de la Provincia, planificar el aprovechamiento racional de los mismos, controlar el impacto ambiental de todas las actividades que perjudiquen al ecosistema y promover acciones que eviten la contaminación del aire, suelo y agua.

6.3.5. Leyes provinciales

Ley 11.723 (Ley de Protección, Conservación, Mejoramiento y Restauración de los Recursos Naturales y del Ambiente en general, 1994)

Regula la protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, "a fin de preservar la vida en su sentido más amplio asegurando a las generaciones presentes y futuras la conservación de la calidad ambiental y la diversidad biológica", conforme lo prescribe el artículo 28 de la Constitución Provincial.

Para cumplir con tales objetivos la ley citada prescribe, entre otras de sus disposiciones, que "todos los proyectos consistentes en la realización de obras o actividades que produzcan o sean susceptibles de producir algún efecto negativo al ambiente de la Provincia de Buenos Aires y/o a sus recursos naturales, deberán obtener una DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL expedida por la autoridad ambiental provincial o municipal según las categorías que establezca la reglamentación de acuerdo a la enumeración enunciativa incorporada en el anexo II de la presente ley".

Ley N° 13.757 (Estructura Orgánica de la Secretaría de Política Ambiental, 2007)

Esta ley crea el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS), quien ejercerá la autoridad de aplicación en materia ambiental en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, como entidad autárquica de derecho público en la órbita del Ministerio de Jefatura de Gabinete y Gobierno.

A este organismo le compete:

1. Planificar, formular, proyectar, fiscalizar, ejecutar la política ambiental, y preservar los recursos naturales; ejerciendo el poder de policía, y, fiscalizando todo tipo de efluentes, sin perjuicio de las competencias asignadas a otros organismos.

2. Planificar y coordinar con los organismos competentes, la ejecución de programas de educación y política ambiental destinada a mejorar y preservar la calidad ambiental, participando en la ejecución de la misma a través de la suscripción de convenios con otros organismos públicos y/o privados, municipales,

provinciales, nacionales, e internacionales.

3. Intervenir en la conservación, protección y recuperación de reservas, áreas protegidas, y bosques, de los recursos naturales y de la fauna silvestre, del uso racional y recuperación de suelos, de protección y preservación de la biodiversidad, diseñando e implementando políticas a esos fines.

4. Desarrollar acciones tendientes a diversificar la matriz energética provincial a través de las energías generadas por medio de fuentes renovables, alternativas o no fósiles.

5. Promover la investigación y el uso de fuentes alternativas de energía, y desarrollar políticas orientadas a la sustentabilidad y eficiencia energética en el sector público y privado como prevención del cambio climático; y acciones tendientes a la promoción y la instalación de unidades de generación energética a partir de fuentes renovables o no fósiles tendientes a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

6. Ejecutar las acciones conducentes a la fiscalización de todos los elementos que puedan ser causa de contaminación del aire, agua, suelo y, en general, todo lo que pudiere afectar el ambiente e intervenir en los procedimientos para la determinación del impacto ambiental.

7. Fiscalizar, en el ámbito de su competencia, a los organismos que tengan a su cargo aspectos de la ejecución de la política ambiental que fije el Poder Ejecutivo.

8. Intervenir en los procedimientos de prevención, determinación, evaluación y fiscalización en materia de residuos, sin perjuicio de los lineamientos que establecen las Leyes 11.347, 11.720, 13.592, de las obligaciones que en ellas se establecen para los Municipios y del Decreto-Ley 9.111/78.

9. Elaborar y ejecutar programas sobre el ecosistema del Delta Bonaerense y de las demás cuencas del territorio de la provincia de Buenos Aires, en coordinación con otros organismos competentes en la materia.

Ley 12.257 (Código de Aguas de la Provincia, 1998)

Establece el régimen de protección, conservación y manejo del recurso hídrico de la Provincia de Buenos Aires.

Por otro lado, crea un ente autárquico de derecho público y naturaleza multidisciplinaria que tendrá a su cargo la planificación, el registro, la constitución y la protección de los derechos referidos al recurso del agua, denominándolo

Autoridad del Agua.

Sus principales atribuciones son:

- i. Formular la Política del Agua
- ii. Decretar Reservas que prohíban o limiten el aprovechamiento
- iii. Fijar cánones
- iv. Acordar con la Nación y otras Provincias el estudio, planificación y preservación de cuencas ínter jurisdiccionales
- v. Imponer restricciones al dominio privado
- vi. Promover programas de educación sobre el uso del agua

Ley N° 11.459(Ley de Radicación Industrial, 1993)

Dispone que todos aquellos establecimientos industriales que deseen instalarse en el territorio de la Provincia de Buenos Aires *"deberán contar con el pertinente Certificado de Aptitud Ambiental como requisito obligatorio indispensable para que las autoridades municipales puedan conceder en uso de sus atribuciones legales las correspondientes habilitaciones industriales"*. Dicho instrumento jurídico es requisito obligatorio, previo al inicio de las obras o de cualquier tipo de actividad tendiente a la puesta en marcha del emprendimiento.

El Certificado de Aptitud Ambiental será expedido por la Autoridad de Aplicación que corresponda, previa Evaluación de Impacto Ambiental. En el caso de establecimientos de tercera categoría, la autoridad pertinente es el Organismo Provincial de Desarrollo Sostenible, mientras que, para las instalaciones de primera y segunda categoría, el certificado será otorgado por el mismo municipio.

El EIA deberá estar confeccionado y firmado por profesionales con incumbencia en las áreas específicas e inscripción actualizada en el Registro de Profesionales de la OPDS.

La reglamentación precisa las normas con exigencias y procedimientos de trámite teniendo en cuenta las categorías en esta ley se desarrollan; fija también pautas para la ubicación de los establecimientos en dichas categorías en base al nivel de complejidad y a las consecuencias ambientales y sanitarias posibles, y entre las normas de procedimiento establece los requisitos de las solicitudes para su rápida ubicación por categorías y para la recepción completa de la documentación.

Ruidos y Vibraciones. Régimen Legal

El actual régimen aplicable a establecimientos industriales -Ley N° 11.459, DR N° 1.741/96-, no contiene, en sus anexos, disposiciones o parámetros en materia de ruidos y vibraciones.

El Decreto N° 7.488/72, reglamentario de la derogada Ley N° 7.229/66 de radicación industrial, contenía disposiciones relativas a los ruidos producidos por los establecimientos industriales y, en su Art. 423 y subsiguientes, se establecían los límites máximos de niveles sonoros.

El objetivo y alcance de dicha norma consiste en determinar *"...El nivel sonoro continuo equivalente (N eq), del ruido en consideración y afectarlo de una serie de factores de corrección debido a sus características con el objeto de obtener un nivel sonoro de evaluación total para los períodos de referencia"*.

Se establecen las características generales del instrumento de medición del nivel sonoro. El mismo deberá ser capaz de medir a partir de 30 dB. Asimismo, se establecen las condiciones de medición, debiéndose basar en determinados niveles de presión sonora.

Ley N° 11.720 (Ley de Residuos Especiales, 1997)

Esta ley regula las actividades de generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento, y disposición final de residuos especiales en el territorio de la Provincia de Buenos Aires, donde nuevamente la autoridad de aplicación es la OPDS.

Son fines de la presente ley: reducir la cantidad de residuos especiales generados, minimizar los potenciales riesgos del tratamiento, transporte y disposición de los mismos y promover la utilización de las tecnologías más adecuadas, desde el punto de vista ambiental.

Define a los residuos como cualquier sustancia u objeto, gaseoso (siempre que se encuentre contenido en recipientes), sólido, semisólido o líquido del cual su poseedor, productor o generador se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo.

Por lo que serán residuos especiales los que pertenezcan a cualquiera de las categorías enumeradas en su anexo. Cualquier residuo especial tendrá al menos alguna de las siguientes características:

- Explosivo
- Inflamable
- Sustancias o desechos de combustión espontánea
- Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables, sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.
- Oxidantes
- Contenido de peróxidos orgánicos
- Contenido de tóxicos agudos
- Sustancias infecciosas
- Corrosivos
- Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua
- Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)
- Ecotóxicos
- Sustancias que pueden por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas

Ley N° 5.965 (Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera, 1958)

Esta norma prohíbe “a las reparticiones del Estado, entidades públicas y privadas y a los particulares, el envío de efluentes residuales sólidos, líquidos o gaseosos, de cualquier origen, a la atmósfera, a canalizaciones, acequias, arroyos, riachos, ríos y a toda otra fuente, cursos o cuerpo receptor de agua, superficial o subterráneo, que signifique una degradación o desmedro del aire o de las aguas de la provincia, sin previo tratamiento de depuración o neutralización que los convierta en ino cuos e inofensivos para la salud de la población o que impida su efecto pernicioso en la atmósfera y la contaminación, perjuicios y obstrucciones en las fuentes, cursos o cuerpos de agua”.

Matafuegos y Cilindros

El Decreto N° 3.598/96 asigna a la Secretaria de Política Ambiental como autoridad de aplicación del Decreto N° 4.992/90 y su modificatorio que establecen el régimen normativo general para matafuegos nacionales e importados.

Asimismo, la Resolución N° 96/99 aprueba los nuevos modelos de estampillas y tarjetas de seguridad para ser utilizados en las recargas y en la fabricación de matafuegos.

Ley N° 8.912/77 (Preservación y Uso del Suelo)

El régimen aplicable en materia de uso del suelo está conformado por el Decreto Ley N° 8.912/77 y normas modificatorias y complementarias. Dicha norma dispone en su Art. 7° que las industrias molestas, nocivas o peligrosas "deberán establecerse obligatoriamente en zona industrial, ubicada en área complementaria o rural, y circundada por cortinas forestales".

Por su parte, el Decreto-Ley N° 10.128/83, modificatorio del Decreto-Ley N° 8.912/77, dispone en el Art. 28, lo siguiente: *"En cada zona, cualquiera sea el área a que pertenezca, se permitirán todos los usos que sean compatibles entre sí. Los molestos, nocivos o peligrosos serán localizados en distritos especiales, con separación mínima a determinar según su grado de peligrosidad, molestia o capacidad de contaminación del ambiente"*.

Asimismo, el Decreto-Ley N° 10.128/83, dispone en el Art. 60 que *"por ninguna razón podrá modificarse el destino de las áreas verdes y libres públicas, pues constituyen bienes del dominio público del Estado, ni desafectarse para su transferencia a entidades o personas privadas, salvo el caso de permuta por otros bienes de similares características que permitan satisfacer de mejor forma el destino establecido"*.

6.3.6. Normas municipales - Municipalidad de Ensenada

La Ordenanza N° 977/83 de la Municipalidad de Ensenada sobre uso del suelo establece zonas industriales, residenciales y de usos específicos.

Las zonas residenciales tienen diferentes denominaciones de acuerdo a los partidos a que pertenecen. En el caso de Ensenada, las denominaciones son SU1, SSU1, SU2, SSUE.

En cuanto a los usos específicos (UE) la norma municipal establece que son aquellos espacios físicos destinados al uso de transporte, comunicaciones, producción y transmisión de energía a defensa.

6.4. Categorización según su nivel de complejidad ambiental.

La Ley provincial N° 11.459 reglamentada por el decreto N° 1.741/96 establece que toda instalación o proyecto de instalación debe ser categorizado, es decir, que debe establecer cuál es su nivel de Complejidad Ambiental. De acuerdo a la categoría a la cual pertenezca, la Ley establece que deben ser considerados para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental, a cargo de un profesional habilitado.

La Autoridad de Aplicación es quien luego realiza la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y entrega, si está aprobado, el Certificado de Aptitud Ambiental, el cual debe ser renovado cada dos años con la presentación de una Auditoría Ambiental.

De acuerdo a la índole del material que manipulen, elaboren o almacenen, a la calidad o cantidad de sus efluentes, al medio ambiente circundante y a las características de su funcionamiento e instalaciones, los establecimientos industriales se clasificarán cualitativamente en tres categorías:

Primera categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideren inocuos porque su funcionamiento no constituye riesgo o molestia a la seguridad, salubridad o higiene de la población, ni ocasiona daños a sus bienes materiales ni al medio ambiente.

Segunda categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideran incómodos porque su funcionamiento constituye una molestia para la salubridad e higiene de la población u ocasiona daños a los bienes materiales y al medio ambiente.

Tercera categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideran peligrosos porque su funcionamiento constituye un riesgo para la seguridad, salubridad e higiene de la población u ocasiona daños graves a los bienes y al medio ambiente.

El **Nivel de Complejidad Ambiental (NCA)** de un proyecto o establecimiento industrial queda definido por la siguiente ecuación de cinco términos:

$$NCA = Ru + ER + Ri + Di + Lo$$

Donde:

1. *Rubro (Ru)*

De acuerdo a la clasificación internacional de actividades y teniendo en cuenta las características de las materias primas que se empleen, los procesos que se utilicen y los productos elaborados, se dividen en tres grupos:

- a) Grupo 1= valor 1
- b) Grupo 2= valor 5
- c) Grupo 3= valor 10

El listado de rubros puede verse en la Resolución N° 1639/2007 de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable B.O. 21/11/2007.

De acuerdo a esta resolución, identificamos el rubro de este proyecto como el ítem 12.5, familia CIIU 24 (Fabricación de sustancias y productos químicos), perteneciente al grupo 3, por lo que se le asigna un valor de 10.

2. *Efluentes y Residuos (ER)*

La calidad de los efluentes y residuos que genere se clasifican como de tipo 0, 1 o 2 según el siguiente detalle:

- a) Tipo 0= valor 0
 - i. Gaseosos: componentes naturales del aire (incluido vapor de agua); gases de combustión de gas natural.
 - ii. Líquidos: agua sin aditivos, lavado de planta de establecimientos del Rubro 1, a temperatura ambiente.
 - iii. Sólidos y Semisólidos: asimilables a domiciliarios.

- b) Tipo 1= valor 3
- i. Gaseosos: gases de combustión de hidrocarburos líquidos.
 - ii. Líquidos: agua de proceso con aditivos y agua de lavado que no contengan residuos peligrosos o que no pudiesen generar residuos peligrosos. Provenientes de plantas de tratamiento en condiciones óptimas de funcionamiento.
 - iii. Sólidos o Semisólidos: que puedan contener sustancias peligrosas o pudiesen generar residuos peligrosos.
- c) Tipo 2= valor 6
- i. Gaseosos: todos los no comprendidos en los tipo 0 y 1.
 - ii. Líquidos: con residuos peligrosos, o que pudiesen generar residuos peligrosos. Que posean o deban poseer más de un tratamiento.
 - iii. Sólidos o Semisólidos: que puedan contener sustancias peligrosas o pudiesen generar residuos peligrosos.

En aquellos casos en que los efluentes y residuos generados en el establecimiento correspondan a una combinación de más de un tipo, se le asignará el tipo de mayor valor numérico.

Este proyecto corresponde al tipo 1, con un valor de 3.

3. Riesgo (R_i)

Se tendrán en cuenta los riesgos específicos de la actividad, que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante, asignando un punto por cada uno, a saber:

- a) Riesgo por aparatos sometidos a presión
- b) Riesgo acústico
- c) Riesgo por sustancias químicas
- d) Riesgo de explosión
- e) Riesgo de incendio

Se sumarán en este caso 4 puntos, según se detalla a continuación:

- i. Aparatos sometidos a presión: Flash de alta presión, drum de vapor.
- ii. Riesgo acústico: bombas, compresor.

4. Dimensionamiento (D_i)

La dimensión del emprendimiento tendrá en cuenta la dotación de personal, la potencia instalada y la superficie.

- a) Cantidad de personal:
- i. Hasta 15 personas= valor 0
 - ii. Entre 16 y 50 personas= valor 1
 - iii. Entre 51 y 150 personas= valor 2
 - iv. Entre 151 y 500 personas= valor 3
 - v. Más de 500 personas= valor 4

El proceso productivo de la planta precisa operarios calificados dado el alto grado de tecnificación de la instalación. Para esta planta se requerirán treinta y dos (32) empleados, desglosados de la siguiente manera:

Tipo de personal	Cantidad de personal
Jefe de Planta	1
Ing. Procesos	1
Supervisor	3
Operarios de campo	10
Administrativos	5
Gerente	1
RRHH	2
Operarios de sala	5
Analista laboratorio	4
TOTAL	32

Tabla 6.4. Total Personal planta de PG

Por lo tanto el valor asignado es 1 por encontrarse el personal de mano de obra entre 16 y 50 personas.

- b) Potencia instalada (HP):
- i. Hasta 25= valor 0
 - ii. De 26 a 100= valor 1
 - iii. De 101 a 500= valor 2
 - iv. Mayor a 500= valor 3

Equipo	Unidades	Potencia total [HP]
Compresor	2	760
Bomba	6	20
TOTAL		780

Tabla 6.5. Potencia Total necesaria planta PG

En el proyecto en evaluación el valor es 3 por poseer una potencia mayor a 500 HP.

- c) Relación entre superficie cubierta y superficie total:
- i. Hasta 0,2= valor 0
 - ii. De 0,21 a 0,5= valor 1
 - iii. De 0,51 a 0,81= valor 2
 - iv. De 0,81 a 1,0= valor 3

Se le otorgará un valor 1 por poseer el terreno una baja relación Sup. Cub./Sup. Tot.

5. Localización (*Lo*)

La localización de la empresa tiene en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura de servicios que posee.

- a) Zona:
- i. Parque industrial= valor 0
 - ii. Industrialmixta= valor 1
 - iii. Resto de las zonas= valor 2

b) Infraestructura de servicios: agua, cloaca, luz, gas:

Por la carencia de cada uno de ellos se asigna el valor de 0,5.

Para el proyecto y debido a encontrarse dentro de un parque industrial, el cual cuenta con servicios de agua, gas, electricidad y cloacas se asigna el valor 0.

De manera cuantitativa, de acuerdo a los valores de **NCA** que resulte, las industrias se clasifican en:

- PRIMERA CATEGORIA: hasta 11 puntos inclusive
- SEGUNDA CATEGORIA: de 12 a 25 puntos inclusive
- TERCERA CATEGORIA: mayor a 25 puntos

El resultado de cálculo para el proyecto es:

- $Ru = 10$
- $ER = 3$
- $Ri = 4$
- $Di = 1 + 3 + 0 = 4$
- $Lo = 0$

por lo que:

$$NCA = 10 + 3 + 4 + 4 + 0 = 21$$

Por lo que el proyecto se encuadra dentro de la **SEGUNDA CATEGORIA**.

6.5. Evaluación de Impacto Ambiental.

6.5.1 Medio ambiente físico.

El objeto de este capítulo es describir y valorar la situación pre-operacional del medio receptor. El conocimiento del estado actual del ámbito del proyecto es

necesario para poder prever las alteraciones derivadas del mismo. Por otra parte, el ejercicio de comparación del estado pre-operacional con el estado final proyectado proporcionará una de las claves que permitan valorar el impacto producido.

El proyecto se emplazará como se ha mencionado, en el Complejo Industrial Ensenada. El espacio físico, tanto del área en estudio como del que lo rodea, es una zona donde el sistema natural se encuentra modificado por hallarse dentro de un predio antropizado.

Se desarrolla a continuación una breve descripción del Medio Ambiente Natural Regional en el que está insertada la planta.

A. Subsistema Natural

Las instalaciones de la planta se encuentran localizadas en la unidad geomorfológica denominada Planicie Costera. En su estado natural dicha unidad se caracteriza por ser un ámbito llano que se desarrolla entre las cotas 0 y 5 msnm, con gradientes topográficos medios de 0,5 m/km. Este relieve monótono y mal drenado, donde prácticamente no se reconocen divisorias de aguas superficiales, es interrumpido por elevaciones de escasa expresión morfológica dispuestas paralelas a la costa.

A nivel regional, en superficie se reconocen dos unidades: Pampeana y Post-pampeana, siendo esta última unidad, desde el punto de vista geológico, la más reciente y sobre la cual se asienta el predio en estudio. Dicha litología se distribuye en toda la Planicie Costera, cubriendo los sedimentos del Pampeano aflorantes en ámbitos próximos. En el Post-pampeano existe un predominio de material limo arcilloso y limo arenoso de origen estuárico marino y de escasa permeabilidad, sobre los cuales evolucionaron los suelos del sector. El desarrollo de estos suelos se encuentra condicionado por factores litológicos, pero también hidrometeorológicos, ya que en general se desarrollan en un ambiente que permanece anegado durante períodos prolongados del año. Rasgos hidromórficos se detectan en este suelo también por variaciones de los niveles piezométricos que en épocas de lluvias pueden hallarse cercanos a la superficie. En períodos de sequía prolongada el suelo puede sufrir agrietamientos que eventualmente constituyen un medio de acceso potencial para la migración de contaminantes hacia los niveles de agua subterránea,

particularmente para el nivel post-pampeano. La calidad de los niveles de aguas subterránea se caracteriza por una elevada salinidad y alcalinidad, lo que incide negativamente en el desarrollo de la flora y fauna del sitio.

El sector en estudio sufrió modificaciones debido al desarrollo de actividades antrópicas que no sólo alteraron sus características, sino que conformaron un sistema de mayor complejidad.

Por ser originalmente una zona baja y susceptible a las inundaciones, en principio no representó un área de interés para el crecimiento urbano. Sin embargo, su fisonomía original se vio modificada en gran medida por el desarrollo de actividades no compatibles con el uso residencial, de carácter industrial que atrajeron posteriormente la instalación y desarrollo de poblaciones circundantes (particularmente Ensenada y Berisso).

La zona presenta actualmente una cierta actividad rural marginal, un desarrollo industrial considerable, dado el asentamiento del polo petroquímico. El área se sitúa aledaña a las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada.

A nivel regional, las áreas naturales más conservadas corresponden con las llanuras de inundación de ríos y arroyos tributarios del Río de la Plata. Estas zonas conservan parte de sus características naturales, presentando pajonales y relictos de la selva marginal.

B. Recursos Hídricos

a) Recursos Hídricos Superficiales

El sector de estudio presenta como recurso superficial de importancia el Río de la Plata y secundariamente el Río Santiago. En general, el sitio representa un área terminal de una serie de arroyos y canales que surcan la ciudad de La Plata y sus periferias, como son Arroyo El Gato, Arroyo Maldonado y Arroyo El Pescado.

Río Santiago: nace en Berisso y antes de la construcción del Puerto La Plata desembocaba en la propia Ensenada, que a su vez se fue cerrando por deposiciones aluvionales hacia fines del siglo XIX. Este río se comunica con el Río de la Plata a través del Canal de Entrada del Puerto La Plata y por medio de varios arroyos pequeños que atraviesan la Isla Santiago (del Chileno, Largo, La Canaleta). La acción humana dada desde principios de este siglo hasta hoy (construcción del

Liceo y de la Escuela Naval Militar, clubes Regatas y Universitario y lugares de esparcimiento sindicales, junto a los caminos de acceso a través del interior de la isla) sólo dejó el arroyo La Canaleta como contacto "natural" con el estuario rioplatense. A su vez, cabe señalar que dos arroyos, denominados La Joaquina Grande y La Joaquina Chica, presentes en la cartografía hasta principios del siglo XX, fueron "anulados" en su desembocadura al Río Santiago. Esto se debió a la construcción del Arsenal y Astillero Naval Río Santiago, por lo que la superficie de ambos fue ocupada por la vegetación y el propio crecimiento urbano de la ciudad de Ensenada.

Dada la característica de un relieve sumamente plano, los cursos provenientes desde las áreas más elevadas del paisaje adquieren, en esta porción de terreno, un diseño de drenaje anárquico. En esta planicie de inundación sólo es posible observar algunas elevaciones de escasa expresión, representadas por albardones de arena y cordones conchiles paralelos a la línea de costa. Entre estas elevaciones se encuentran bajos topográficos. En estos sectores se desarrolla un paisaje de pantanal que surgen como respuesta a los ascensos del nivel freático durante la estación de lluvias intensas y/o por los desbordes de los cursos drenantes de cuencas superiores.

La industrialización y urbanización del área produjo modificaciones en las condiciones naturales del paisaje, en lo que respecta a la conservación de los rasgos originales de suelos, topografía y patrones de drenaje. Las variaciones a las que se hace referencia están vinculadas a la elevación de terrenos por relleno y a la construcción de canales, siendo éste último aspecto el de mayor significancia en los cambios de las características de drenaje del sector.

Al mencionado régimen de las aguas superficiales, relacionado con los aportes provenientes de los arroyos de las cuencas superiores, hay que adicionarle los efectos de las sudestadas originadas por el ingreso de las aguas del Río de la Plata hacia el interior de la planicie de inundación generando embalsamientos de las aguas de descarga.

b) Recursos Hídricos Subterráneos

En el Noreste de la Provincia de Buenos Aires se presenta una secuencia hidrogeológica característica integrada por unidades de diferente comportamiento hidráulico (acuífugos, acuícludos, acuitardos y acuíferos), que a los fines prácticos y tomando como referencia la Formación Puelche o Arenas Puelche, se ha subdividido

en tres secciones. A la de la referencia se la denomina "Puelche", a la que se ubica por encima de la anterior "Epipuelche" y a la que se emplaza por debajo, "Hipopuelche".

Las "Arenas Puelches" representan el acuífero más importante, debido fundamentalmente a sus condiciones hidráulicas, capacidad de almacenamiento, extensión regional y calidad química del agua contenida, convirtiéndose en la unidad hidrogeológica más explotada. Dicha unidad está constituida por una secuencia de arenas cuarzosas finas a medianas, abarcando una superficie aproximada de 80.000 km² y ocupando no sólo el Noreste de la Provincia de Buenos Aires sino también el Sudoeste de Entre Ríos y el Sudeste de Santa Fe y Córdoba.

La unidad Epipuelche incluye a los depósitos Pampeanos, Postpampeanos y freáticos. A diferencia de la Puelche, presenta una marcada anisotropía vertical que se traduce en la presencia de niveles de mayor permeabilidad o acuíferos, entre los que se intercalan otros de menor permeabilidad o acuitardos, determinando el semiconfinamiento de capas acuíferas.

En el área de estudio, en ambas unidades, el agua se caracteriza por tener un elevado tenor salino y no es apta para el consumo humano o el riego.

La intensa acción antrópica en el sitio ha derivado en una intensa perturbación de las condiciones naturales del medio, no sólo en cuanto a relieve, suelo y drenaje, sino también en lo que se refiere a escurrimiento subterráneo y calidad química del agua, fundamentalmente de los niveles más superficiales (capa freática y Post-pampeano) se encuentran influenciados por procesos atmosféricos e hidrológicos superficiales.

El nivel freático es el elemento del sistema más activo, altamente dependiente de las lluvias meteóricas se presenta de modo intermitente en el área, hallándose a una profundidad promedio de 1,5 m. Las áreas de recarga del mismo se concentran a nivel local en Berisso y Ensenada, mientras que las de descarga ocurren en proximidades de la costa y en los bañados dominantes en el área.

Las variaciones que se presentan en el mismo se vinculan básicamente a la construcción de canales y elevación de los terrenos por relleno. En este sentido, los canales actúan como barrera hidráulica para el escurrimiento subterráneo, convirtiéndose, de acuerdo a su posición y condiciones meteorológicas, en medios de recarga o descarga de agua freática, mientras que el relieve generado por los rellenos promueve un reacomodamiento de la superficie hidráulica bajo otras condiciones.

C. Suelos

Según el informe de suelos realizado por el Instituto de Geomorfología y Suelos perteneciente a la Universidad Nacional de La Plata, año 1997, los suelos del área de estudio pertenecen a la unidad cartográfica N2 -Natracuertes típicos, fase pobremente drenada.

Dicha unidad ocupa extensos sectores planos o plano cóncavos, en posiciones topográficas bajas. Por ello, las condiciones de drenaje son deficientes, permaneciendo los suelos anegados.

D. Clima

La interpretación de las variables meteorológicas más significativas surge de las estadísticas climáticas de la Estación Meteorológica La Plata Aero, correspondientes al período 1991-2009 (Servicio Meteorológico Nacional).

El clima predominante de la región es del tipo templado-húmedo de llanura, con buen volumen de precipitaciones anuales y una marcada estacionalidad térmica, característica de las regiones templadas. Según la clasificación de Thornthwaite (1948), el clima es "húmedo, mesotermal, con nula o pequeña deficiencia de agua".

De estudios realizados fuera del período considerado (1909-1990) se observa que el balance hídrico a nivel del suelo la evapotranspiración real es de 774 mm/año, es decir un 77% del aporte pluvial. Los excesos de agua (236 mm, período mayo-noviembre) encuentran vinculación directa con la ocurrencia de temperaturas bajas y por ende menor evapotranspiración potencial. Por el contrario, durante el verano (diciembre-marzo) se registra un déficit hídrico cercano a los 15 mm/año, con reposición de humedad en suelo durante abril y mayo.

Variables climáticas

- Condiciones Meteorológicas

Las principales características meteorológicas de la zona donde se encuentra el complejo industrial, son las que se describen a continuación:

Altura sobre el nivel del mar	+ 0,00 m
Temperatura maxima absoluta	41,7°C
Temperatura minima absoluta	- 5,2°C
Temperatura media anual	16,4°C
Temperatura máxima media anual	21,3°C
Temperatura mínima media anual	12,4°C
Presión minima	161,1 mm Hg
Presión maxima	781,8 mm Hg
Presión media	739,4 mm Hg
Velocidad máxima del viento	150 km/h
Direcciones preponderantes del viento	Este – Norte
Presión del viento hasta 9 m de h.	130 kg/m ²
Presión del viento desde 9 m de h.	150 kg/m ²
Precipitación media anual	1306,3 mm
Densidad máxima de lluvia	25.2 mm en 10 minutos 38,8 mm en 20 minutos 190 mm en 24 horas
Coeficiente sísmico	0 según Instituto Nac. de Prevención Sísmica
Humedad relativa media	80,2 % de saturación
Humedad relativa maxima	100 % de saturación
Humedad relativa minima	13 % de saturación
Humedad del aire atmosférico	max. 24g. (agua)/kg. (aire seco)

Tabla 6.6 Principales características meteorológicas complejo Industrial Ensenada

a. Temperatura

La temperatura media anual es de 16,4°C. En esta zona la temperatura presenta un régimen estacional, siendo Julio el mes más frío (9,2°C de temperatura media mensual) y enero el mes más cálido (23 °C). En términos absolutos, el máximo valor alcanzado fue de 39° C en diciembre y el mínimo alcanzado fue de -4,4°C en junio.

b. Precipitaciones

La precipitación medio anual es de 1029 mm anuales. Las precipitaciones presentan un régimen estacional, con mayor volumen de precipitaciones durante los meses más cálidos (octubre a marzo). Con un valor máximo de 1619 mm en 2002 y

mínimo de 582 mm en 1979. En la región se registran precipitaciones de considerable magnitud durante todo el año, pero hay una leve estacionalidad, con un período más húmedo (entre 90 y 115 mm mensuales en promedio) que se extiende entre octubre y marzo y otro relativamente más seco (entre 60 y 85 mm mensuales) entre abril y septiembre. Los meses más lluviosos son marzo, octubre, enero y febrero. El máximo de precipitación mensual se registró en marzo de 2002, con 358 mm. La variabilidad característica de las precipitaciones en la región determina que en todos los meses del año puedan ocurrir apartamientos importantes de la precipitación registradas respecto a los promedios históricos.

Se pueden producir tormentas eléctricas en cualquier época del año. En promedio, se producen 34 por año, concentradas mayormente en los meses de primavera y verano. La mayor frecuencia corresponde a diciembre con 5 días de tormenta. El granizo se registra con escasa frecuencia, con un promedio que no alcanza a ser de una vez al año, según las estadísticas climatológicas del SMN de las últimas tres décadas.

c. Humedad relativa, tensión de vapor y nubosidad

La humedad relativa promedio a lo largo del año en La Plata es del 78%, con mínimo en primavera-verano (70-76% entre noviembre y febrero) y máximo en otoño-invierno (80-83% entre abril y agosto). La tensión de vapor presenta valores máximos en verano (alrededor de 21 hPa en enero) y mínimos en invierno (10 hPa en julio).

La nubosidad media anual oscila entre el 45 y 50% y el cielo permanece totalmente cubierto entre 90 y 100 días al año. Ambos índices tienen durante el año un comportamiento similar al de la humedad relativa. Por el contrario, el cielo se presenta totalmente despejado entre 120 y 130 días al año, distribuidos en forma pareja a lo largo del año. Las nieblas se repiten con bastante frecuencia (51 días al año), principalmente durante el otoño y el invierno en que se registran más de 5 casos por mes en promedio.

d. Vientos

Los vientos en la región son moderados durante todo el año. La velocidad media anual del viento en La Plata es de 14 km/h. Las intensidades medias son levemente superiores durante los meses de primavera y verano, cuando promedian entre 15 y 16 km/h. Son muy frecuentes las calmas (24%). Si bien no hay una dirección del viento predominante, es algo mayor la frecuencia de vientos del este

(14%) y la del noreste (12%), mientras que las direcciones norte, sudeste y sur tienen una frecuencia de 10%. Las intensidades medias son mayores (entre 20 y 22 km/h) cuando el viento sopla del cuadrante sur. Los gráficos de intensidad media anual, frecuencia de dirección y velocidad media por dirección se presentan en las siguientes figuras:

Mes del año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12	
Dirección del viento dominante	↗	↗	↘	↖	↗	↖		n/a	n/a	↖	↗	↘	↖	
Probabilidad de viento >= 4 Beaufort (%)	16	11	28	23	7	0		n/a	n/a	0	0	8	9	14
Velocidad media del viento (kts)	5	4	7	8	6	5		n/a	n/a	0	0	3	5	5
Temperatura media del aire (°C)	26	24	23	20	16	13		n/a	n/a	n/a	n/a	20	27	21

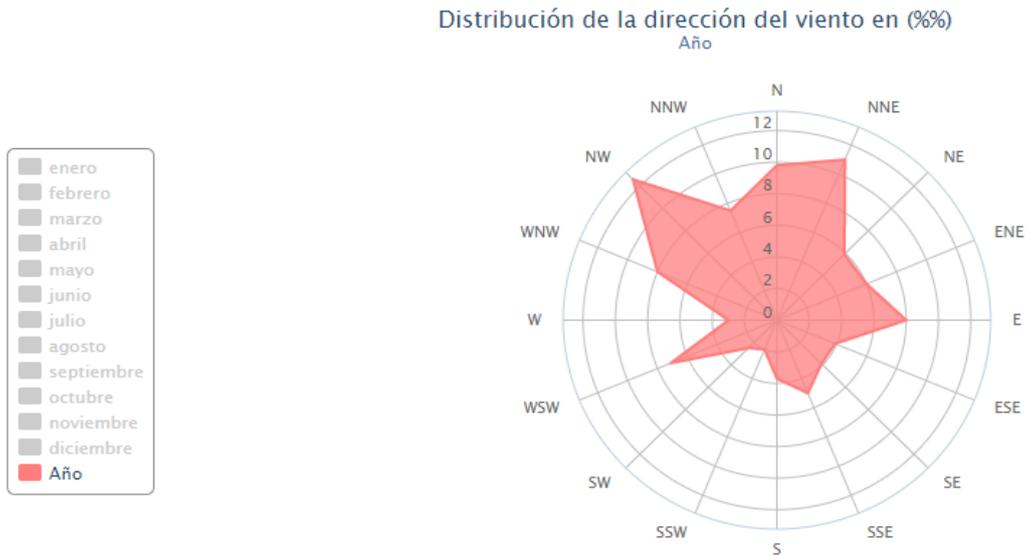


Figura 6.1 Caracterización del viento.

e. *Sismicidad*

Para la evaluación del riesgo sísmico del área donde se ubicará la Unidad se utilizó el estudio de zonificación sísmica de la República Argentina del INPRES.

Dicho estudio analiza la distribución de la actividad sísmica en la Argentina, utilizando datos históricos y análisis probabilístico de los datos instrumentales.

Para la determinación de los coeficientes sísmicos zonales (C_0) se utiliza la fórmula:

$$CO = A_{m\acute{a}x} \cdot F_a \cdot F_r \cdot (\mu - 1)$$

donde:

- $A_{m\acute{a}x}$ =Aceleración máxima del terreno, como porcentaje de la aceleración de gravedad.
- F_a =Factor de respuesta para amortiguamiento nulo de la estructura.
- F_r =Factor de reducción de los valores de respuesta en función de la cantidad de amortiguamiento de la estructura.
- μ =Coeficiente de ductilidad del material de la construcción.

Tomando valores medios para todo el país de $F_a = 6,4$; $F_r = 0,3$ y $\mu = 4$, se observa que la zona está ubicada en el área de menor riesgo sísmico del país.

E. Aspectos biológicos

El área del proyecto se encuentra altamente antropizada, existiendo en otras actividades humanas: industrias, caminos, líneas eléctricas, ductos y demás infraestructuras cercanas. Sin embargo, quedan aún algunos sectores relícticos (*remanentes sobrevivientes de fenómenos naturales*) donde se preservan los aspectos biológicos correspondientes a las unidades de paisaje de la zona.

Según la clasificación biogeográfica propuesta por Cabrera y Willink (1973), el área de estudio se encuentra en un ecotono (*zona de transición entre ecosistemas diferentes*) entre el Distrito Pampeano Oriental (Provincia Pampeana), el Subdistrito del Tala (Distrito del Algarrobo de la Provincia del Espinal) y el Distrito de las Selvas Marginales o mixtas (Provincia Paranaense).

La Provincia Pampeana comprende la región llana u ondulada de Buenos Aires y se caracteriza por ser una estepa o pseudoestepa de gramíneas. La comunidad clímax es el flechillar, que suele alternarse con algunas comunidades edáficas. El Distrito Pampeano se caracteriza por la dominancia de ciertos pastos como *Piptochaetium montevidense*, *Stipaneesia* y *Bothriochloa lagurioides*.

El Subdistrito del Tala se extiende por las barrancas del Paraná, prolongándose por los cordones conchilíferos de la ribera del Plata y por los viejos médanos de la costa atlántica. Abarca bosques xerófilos, sabanas, estepas arbustivas y de gramíneas.

El Distrito de las Selvas Marginales se extiende a lo largo de los ríos Paraná y

Uruguay, formando angostas galerías. En el pasado probablemente se extendió por el Río de la Plata hasta la altura de la ciudad de Magdalena, constituyendo la asociación de tipo selvática más austral de la vertiente atlántica del continente americano.

El ecotono del área de estudio determina la zona de mayor biodiversidad de la provincia de Buenos Aires. Entre los vertebrados, las aves representan el grupo de mayor riqueza, con 215 especies identificadas.

Descripción de las comunidades más importantes representadas dentro del área de influencia de la planta.

a. *Selva marginal*

En la Provincia de Buenos Aires actualmente se extiende entre los partidos de Berazategui y Ensenada, presentando su límite más austral en Punta Lara.

La vegetación está constituida por árboles perennifolios de 10-15 m de altura, que crecen formando un dosel continuo y denso. La asociación característica está determinada por el laurel (*Ocotea acutifolia*), el chal-chal (*Allophylusedulis*), la mata ojo (*Pouteriasalicifolia*) y el lecherón (*Sebastianabrasiliensis*). También abunda la espina del bañado (*Cytharexylonmontevidense*), el ceibo (*Erythrinacristagalli*), el canelón (*Rapanealorentziana*), el arrayán (*Blepharocalixtweediei*) y el palo amarillo (*Terminaliaaustralis*). En este ambiente son características las enredaderas como las lianas (*Bignonia unguiscati*, *Cissuspalmata*, *Canavaliabonariensis*, *Ulvilleaulmacea*), las zarzaparrillas (*Muhlebeckiasagittifolia*, *Smilaxcampestris*) y el guaco (*Mikaniaperiplocifolia*). A su vez, se encuentran ciertas epífitas como el clavel del aire (*Tilandsiaaeranthos*), un helecho (*Microgramavaccinifolium*) y una cactácea (*Ripsalislumbricoides*).

En estas comunidades crecen actualmente especies exóticas que actúan como invasoras y llegan a ser dominantes en algunos sectores. Por ejemplo: el ligustro (*Ligustrumlucidum*) y la zarzamora (*Rubusulmifolius*).

El estrato arbustivo es de poca altura, mientras que el estrato herbáceo presenta una cobertura baja e irregular. En los lugares más oscuros el suelo se halla desnudo, pero se cubre de manera variable allí donde llega la luz.

En cuanto a la fauna del lugar es importante destacar la importancia de los herbívoros que constituyen un gremio sumamente diversificado. Sin embargo, el consumo de hojas, tallos y raíces es reducido, pasando gran parte de la energía

acumulada en la producción primaria directamente a los consumidores y descomponedores de materia orgánica, situados en los horizontes orgánicos del suelo. Existen importantes polinizadores (aves, mariposas, dípteros, etc.) y dispersores de semillas, como las aves y ciertos mamíferos pequeños. A su vez, las poblaciones de herbívoros se encuentran reguladas por los predadores, parásitos y parasitoides, que juegan un papel importante en la estabilidad del ecosistema.

La selva marginal se encuentra conectada funcionalmente con el río, no sólo en lo que hace a la estructuración de la vegetación, sino también al desarrollo de ciertas comunidades animales. Por ejemplo, existe una vinculación trófica a través de las aves piscívoras que nidifican en el bosque, se alimentan en los cursos de agua y producen sus deyecciones en la tierra.

b. Pajonales

Los pajonales son áreas bajas e inundables, donde crecen diversas comunidades vegetales, que según la composición específica de las mismas se los clasifica en:

- Pajonales de totora (especies características: *Typhadominguensis* y *Typha latifolia*)
- Pajonales de carda (especie dominante *Eryngiumeburneum*)
- Pajonales de paja brava (asocios de *Zizaniopsisbonariensis* y *Scirpusgiganteus*)

Estos ambientes constituyen importantes refugios para la fauna, donde numerosas especies encuentran un hábitat propicio para su reproducción.

Entre los mamíferos cabe destacar al coipo (*Myocastorcoypus*) y a los cuises (*Galeasp*, *Caviasp*). Entre las aves susceptibles de ser avistadas se encuentran las garzas (*Egrettasp*, *Casmerodiusp*), el sirirí (*D. viduata*), el carau (*Aramus guarauna*), el pato maicero (*Anasgeorgia*), el pato picazo (*Nettapeposaea*) y las gallaretas (*Fulicasp*), entre otras. Los anfibios más abundantes son las ranas (*Leptodactylussp*), los sapos (*Bufo sp*) y los hylidos.

c. Áreas Protegidas

Se mencionan las áreas protegidas más cercanas al proyecto, las cuales se encuentran fuera del área de influencia.

Reserva Punta Lara: comprende 50 ha sobre la margen derecha del Río de la Plata, 12 km al Norte de la Ciudad de La Plata. Se encuentra a 14 km al Noroeste de la zona de implantación del Proyecto. En ella se hallan representadas las últimas estribaciones de las selvas marginales y los pajonales costeros. Presenta algunos

problemas de conservación, debido a que alberga algunas especies invasoras en expansión (ligustro, zarzaparrilla, lirios) y se ha modificado el ritmo hidrológico natural mediante un cambio costero que reduce el efecto directo de las inundaciones a las que las somete el río periódicamente (Dascanio et al., 1994; Frangi, 1993). Constituye refugio para numerosas especies de estirpe tropical.

Reserva de Recursos Selva Marginal de Hudson: incluye también todos los ambientes relacionados a las selvas marginales en una superficie de 1.200 ha. En ella el grado de control es considerado entre nulo y mínimo insuficiente (Burkart, et al, 1994), pero la inaccesibilidad de los caminos reduce el impacto del turismo. La misma se encuentra a 26 km al Noroeste de la zona de implantación del Proyecto.

Parque Municipal Martín Rodríguez: se trata de un bosque implantado, prácticamente monoespecífico (*Eucalyptussp*), por lo que presenta muy baja biodiversidad. El Parque se encuentra a 1,65 km al Sudoeste de la zona de implantación del Proyecto.

6.5.2. Medio socio-económico y de infraestructura.

Para la elaboración del presente capítulo se han tenido en cuenta el Partido de Ensenada, en razón de corresponder a la unidad de análisis político - administrativa involucrada.

A. Caracterización Poblacional. Partido de Ensenada

Según el último Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda del año 2010, se registra una población de 56.729 habitantes, con una densidad de 561,7 habitantes por km². Del total, el 86,8% de la población se encuentra dentro del área de influencia del Complejo Industrial Ensenada; sólo se excluyen los radios 1 al 11 de la fracción 4 (correspondiente a "Villa Rubencito", Barrio La Loma, Punta Lara y gran parte del Bañado de Ensenada).

El incremento poblacional del Partido con respecto al Censo del año 1991 ha sido del 11,7%, cifra levemente inferior a la media provincial (14,1%). Resultando para el censo del 2001 del 6,7%, también inferior a la media provincial, que llegó al 9,8%, de lo que se podría inferir que se ha debido a la significación de los cambios económicos especialmente en el sector industrial, con la consiguiente movilización hacia áreas de mejores posibilidades laborales.

La población disminuye desde el eje Portuario - Industrial hacia el límite con

Berazategui, quedando claramente diferenciada un área "vacía" de población, coincidente con la cuenca del Bañado de Ensenada.

La fracción 2 (correspondiente a "Villa Albino", "Villa Tranquila", "Barrio YPF" y "Barrio Mosconi") es la más densamente poblada (36,98%), le siguen en orden de importancia la fracción 1 (perteneciente a las Localidades de Cambaceres y Ensenada) con el 27,2%, la fracción 3 ("Villa Catela" y Barrio El Dique) con el 22,4%; la fracción 5 (Isla Santiago Oeste y el Puerto) con el 12,9% y por último el radio 12 de la fracción 4 (Bañado de Ensenada), en donde los 135 habitantes se encuentra en la zona rural.

Si se comparan estos valores con las estimaciones realizadas para 1995, se observa que la fracción 2 es la que más crece y le sigue la fracción 3. En lo relativo al radio 12 de la fracción 4, se espera un incremento por demás reducido, debido a las características físicas poco favorables para el asentamiento humano.

Es de hacer notar la fracción 5, donde se registra un crecimiento negativo. En el radio 7, isla Santiago Oeste, se registra una importante disminución de población. En el radio 5 sucede algo similar, aunque de menores proporciones. Esto se condice con el índice de masculinidad, pues en esta fracción el mismo es de 120%, llegando a valores más altos en el radio 7. En el resto de las fracciones, la cantidad de mujeres supera a la de varones.

En cuanto al indicador vivienda, el Partido cuenta con 14.657 viviendas particulares ocupadas, de ellas el 93,82% se encuentra en buenas condiciones de habitabilidad y el resto en estado deficitario.

Del total de viviendas (14.657), el 75,72% son Casa Tipo A, le siguen en orden de importancia los departamentos, a continuación, las Casas B, las Casillas, etc.

El área de estudio cuenta con 13.734 viviendas (el 93,7% del total del partido), de ellas el 34,82% se encuentra en la fracción 2, el 30,8% en la fracción 1, el 21,6% en la fracción 3, el 12,3% en la fracción 5 y una ínfima proporción en la zona rural de la fracción 4.

En todos los casos predominan las Viviendas Tipo A (75%), siendo bajo el porcentaje de viviendas precarias (7,8%), salvo en la fracción 3, donde alcanza el 16%.

La mayoría de ellas se encuentran servidas por agua de la red pública, siendo muy bajo en las fracciones 3 y 5 el porcentaje de viviendas que utilizan perforaciones con bomba a motor.

En lo atinente al Indicador Hacinamiento por Cuarto, no presenta niveles críticos. En cuanto al Indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas, si se comparan la población y la cantidad de hogares con NBI se puede comprobar que en 1980 las NBI afectaban al 23,9% de la población del partido, cifra que se reduce diez años más tarde cuando llega al 18,9%, y para el año 2001 la tendencia continúa decreciendo, alcanzando al 15,4%.

Analizando el Indicador Composición Etárea, puede observarse que la población activa comprende el 63,8% del total y se encuentra concentrada principalmente en el intervalo de 20 a 39 años de edad. El municipio de Ensenada tiene un 10,1% de población pasiva definitiva, ello indudablemente responde al componente migratorio extranjero que recibió a principios de siglo.

B. Usos y ocupación del suelo. Partido de Ensenada

De acuerdo con el análisis realizado de las fotos aéreas pertenecientes a 1994, el comportamiento en la distribución del uso del suelo en Ensenada es el siguiente:

El elemento configurador del territorio lo impone la presencia del eje portuario-industrial, que se extiende desde el Río de la Plata y que penetra perpendicularmente, llegando casi al límite con el partido de La Plata.

Por el eje central del complejo pasa el límite jurisdiccional del partido.

Si se analizan los usos del suelo, se observa que a ambos lados del complejo y próximo a la costa se extiende en forma consolidada el tejido urbano -considerando como tal al amanzanamiento ocupado con vivienda familiar- con una alta ocupación por manzana.

A medida que el área urbana se expande hacia la periferia aparecen manzanas con ocupaciones medias y bajas, propias de la ineptitud del suelo, como soporte para áreas urbanizadas.

En el partido, a lo largo de la costa, se puede observar una franja urbanizada que coincide con las zonas más altas del albardón, donde predominan las segundas residencias, dado que esta zona pertenece en gran parte al área turística de Ensenada, donde se encuentran instalados numerosos clubes y balnearios cedidos a sindicatos. La configuración lineal está determinada por el límite que le impone el bañado de Ensenada y el Río de La Plata.

También se puede determinar la existencia de una alta ocupación por manzana a lo largo de la Avenida 122 (Ruta N° 11), en el límite con el partido de La Plata,

predominando en Ensenada las altas densidades de ocupación actuando como límite el Parque Martín Rodríguez.

En el partido de Ensenada hacia el Sur (en las cercanías del límite con La Plata) se localiza otra masa arbórea que corresponde al Parque Martín Rodríguez. Es importante señalar que en límite Sur del Parque se ha detectado la intrusión de viviendas precarias que están ocasionando una disminución del patrimonio vegetal del sector.

El terreno anegadizo o la presencia de bañados abarcan la mayor parte de la superficie.

Las industrias se concentran en su mayor parte en Ensenada, en forma concertada formando un eje divisorio con el partido de Berisso.

Para el año 1996, los usos del suelo no han sufrido importantes variaciones. Lo más significativo es el incremento en los niveles de ocupación residencial por manzana, por lo que, parte del tejido residencial de baja y media ocupación, se transforma gradualmente en un tejido compacto.

Usos normativos y usos reales detectados en el partido de Ensenada - Ordenanza de Adecuación N° 977/83.

La fuerte consolidación urbana y las limitaciones impuestas por el medio natural son tan contundentes, que muy difícilmente se pueda eludir la norma municipal.

Tampoco permite el reducido espacio donde están localizados los principales núcleos urbanos, establecer distancias adecuadas entre diferentes zonas cuyos usos suelen ser incompatibles entre sí. Ejemplo de ello es la coexistencia de usos industriales de alto nivel de complejidad, con usos habitacionales.

Predominan las Zonas Industriales, Residenciales y de Usos Específicos. Las zonas residenciales son las denominadas: SU1, SSU1, SU2, SSU3, y tienen fijados sus límites de expansión, pues las cotas predominantes en la zona están por debajo de la que establece la Dirección Provincial de Hidráulica

Con respecto a los Usos Específicos (UE) la Ordenanza establece que son aquellos destinados al uso de transporte, comunicaciones, producción y transmisión de energía y defensa. En algunos casos se suele denominar UE a alguna industria en particular.

Se han podido determinar algunos usos no compatibles como lo establecen las Ordenanzas municipales, puede citarse el caso de la zona denominada UE3, donde se han detectado manzanas con viviendas unifamiliares.

C. Infraestructura de Servicios

a. Red de agua corriente

En el ámbito municipal, se pueden observar realidades dispares. Mientras La Plata tiene una cobertura del 67%, Ensenada tiene una cobertura cercana al 90%. La Planta Potabilizadora de Punta Lara, perteneciente a Aguas Bonaerenses de la Provincia de Buenos Aires, alimenta a través de sus usinas de Ensenada, El Dique y del Bosque, al Gran La Plata y al Polo Industrial de Ensenada.

El estado del servicio es en general deficitario, no sólo en cantidad sino también en calidad, tanto para el Gran Buenos Aires como para La Plata. El uso irracional de parte de algunos sectores de la Industria, las conexiones clandestinas, las pérdidas de las redes por falta de mantenimiento y las extensiones excesivas sin tener en cuenta la capacidad de producción, son el resultado de políticas a corto plazo que traen como consecuencia la falta del servicio o presión baja en horas pico, y la falta de una potabilidad satisfactoria, por nombrar sólo las principales.

El servicio que brinda Aguas Bonaerenses al partido motivo del presente estudio, tiene un aceptable nivel de prestación. Los elevados porcentajes de cobertura se deben a que no tiene Ensenada otra posibilidad de captación, dado que las napas subterráneas tienen un alto contenido salino.

b. Red de desagües cloacales

La cobertura del servicio cloacal es significativamente menor a la del agua. Con respecto a Ensenada, si bien la cobertura alcanza el 50%, solamente el 40% de ese total está conectado, es decir, que, si bien se halla construida la infraestructura, las extensiones a las viviendas no se han ejecutado.

Otro inconveniente se genera por las bombas elevadoras de la red, que la mayor parte del año no funcionan, responsabilidad que recae en Aguas Bonaerenses.

También hay conflictos con el sistema de bombeo, que no funciona adecuadamente. El estado de la red en general para el partido analizado es deficitario, con numerosas fisuras y obstrucciones que no permiten el rápido fluido de los líquidos.

La Plata, Berisso y Ensenada desaguan sus líquidos a través de una colectora que atraviesa el partido de Berisso diagonalmente y desemboca en Palo Blanco, sin

ningún tratamiento previo, a unos 10 m de la costa.

En el caso de Ensenada los servicios se encuentran entre la Av. H. Cestino y Uruguay y Av. Bosinga y A. Del Valle, como así también en el Barrio 25 de Mayo. La zona del Dique se encuentra abastecida en el área adyacente al camino Rivadavia y la Av. H. Cestino.

Ensenada cuenta con unos 6.000 habitantes, que carecen de agua potable, detectándose la falta del servicio en el asentamiento ubicado en el límite entre La Plata, Berisso y Diagonal 74 de acceso a Punta Lara, en el asentamiento que está invadiendo terrenos en el Parque Martín Rodríguez y en muy pocas viviendas marginales del área urbana.

Las áreas con cobertura real de Ensenada son más difíciles de detectar por el hecho de que muchas viviendas no han hecho las conexiones y el ORAB (Organismo Regulador de Aguas Bonaerenses) de la Provincia no realiza los controles correspondientes.

Asimismo, se debe mencionar la descarga de excretas a la vía pública, que se hace en muchos casos en forma directa, exponiendo a la población al contagio de enfermedades parasitarias y a olores nauseabundos, principalmente en verano.

En La Plata, el casco urbano de Tolosa y la zona adyacente a las vías del ferrocarril en Gonnet tienen ambos servicios, careciendo del mismo los fraccionamientos cercanos al límite con Ensenada, correspondientes a Tolosa, Gonnet y City Bell. La cobertura de agua se extiende además en Ringuet y Villa Elisa. El estado de servicio es deficitario, a pesar de ser el mismo organismo prestatario (ABSA) de Berisso y Ensenada.

c. Equipamiento asistencial

Para el área salud se consideraron como indicadores básicos: los establecimientos públicos y privados, el número de cama disponibles y el nivel de complejidad

A partir del análisis de localización espacial efectuado en la cartografía correspondiente, se ha podido determinar, en algunos casos, las diferencias en cuanto al nivel de asistencia de acuerdo a distintos sectores urbanos.

Con respecto a Ensenada, el partido posee establecimientos privados especializados y generales con distinta capacidad de internación.

Asimismo, cuenta con tres Unidades Sanitarias ubicadas en la periferia del

núcleo principal; ambas son de dependencia municipal y no cuentan con internación. El resto está formado por establecimientos públicos y privados de media o baja complejidad con un número de 116 camas.

Los dos grandes hospitales de la zona, tanto por su nivel de complejidad como por su capacidad de internación, debieron cerrar en el caso del Hospital Naval, o afrontar graves crisis como es el caso del Hospital General de Agudos H. Cetino. Ambos tenían una capacidad de internación de 175 camas.

d. Equipamientos recreativos: espacios verdes

Se puede diferenciar a los espacios verdes como de dominio público o privado. Dentro de los primeros corresponde mencionar a las plazoletas, plazas y parques; y dentro del dominio privado se contabilizan los clubes.

En general, se ha podido detectar una carencia importante de espacios verdes, principalmente públicos, en el partido analizado. El núcleo urbano de Ensenada posee solamente dos plazas, localizándose en el límite con la Ciudad de La Plata, siendo el Parque General Rodríguez el más importante.

Sobre éste último cabe agregar dos comentarios. Por un lado, la intrusión de población que se ha generado desde Villa Catela, dando lugar a un asentamiento de características precarias; y por otro, las continuas inundaciones a que se ve sometido debido al levantamiento de los terrenos aledaños donde se han instalado establecimientos industriales, que están provocando un fuerte deterioro en su masa arbórea.

Con respecto a los espacios verdes privados, su localización predomina sobre las márgenes del Río Santiago, el Arroyo Doña Flora y el Río de la Plata.

e. Estructura vial

Con relación a la infraestructura vial existente, se puede observar la conformación del eje metropolitano Sudeste.

6.6 Evaluación de impactos ambientales.

6.6.1 Identificación y cuantificación de los impactos.

La evaluación tiene por objeto identificar las acciones derivadas de la instalación, funcionamiento, ampliación y abandono de la planta de propilenglicol, que generarán Impactos Ambientales, calificando y cuantificando el accionar de los mismos sobre los diversos Factores Ambientales con los cuales interaccionan.

Para lograr este objetivo, primeramente, se deben identificar los Factores Ambientales considerados de peso. En segundo término, se identifican las acciones inherentes a las distintas etapas de un proyecto de inversión y que son relevantes desde el punto de vista ambiental, para luego poder estudiar qué factores ambientales y en qué medida son afectados por el impacto ambiental de dichas acciones.

Gráficamente, el resultado de la identificación de Impactos se recoge a través de una matriz causa-efecto. (Ver diagrama Anexo).

Para identificar los factores ambientales posibles de sufrir impactos por las acciones que tendrán lugar con la instalación y funcionamiento del complejo se utilizó la información de base sobre el medio ambiente existente, identificándose el ambiente Físico, Biológico y Socioeconómico en que se emplaza el establecimiento.

Identificación de los factores ambientales susceptibles de recibir impacto

Medio físico

❖ Medio inerte

➤ Aire:

- Calidad del aire
- Nivel de olores
- Nivel de ruidos

➤ Tierra y suelo:

- Erosión

- Permeabilidad
- Contaminación
- Influencia en el relieve de la maquinaria pesada
- Condiciones de caminos y senderos

➤ **Agua:**

- Calidad del agua subterránea y superficial
- Desvío de agua superficial
- Consumo de agua

❖ **Medio biótico**

➤ ***Flora y fauna:***

- Especies y poblaciones animales y vegetales
- Densidad y diversidad de las mismas

Medio socioeconómico

❖ **Medio sociocultural**

- Calidad de vida
- Relaciones sociales
- Salud poblacional

❖ **Medio económico**

➤ **Economía y población:**

- Nivel de empleo
- Actividades económicas
- Economía local
- Red de transporte

- Tránsito
- Densidad de población

6.6.2 Identificación de las acciones impactantes.

Fase de planificación y pre-factibilidad.

- Impactos negativos socioeconómicos
- Generación de mano de obra
- Ocupación del suelo
- Incremento de la inversión

Fase de preparación del terreno, construcción y montaje.

- Movimiento de suelo y preparación del terreno
- Construcción – Edificación
- Uso de carreteras y caminos
- Generación de residuos sólidos urbanos
- Producción de ruidos y vibraciones
- Alteración del paisaje
- Alteración del hábitat
- Pavimentación y recubrimiento de superficies
- Emisión de gases y polvos
- Instalación de red eléctrica
- Acopio de materiales
- Transporte de materiales y maquinaria
- Empleo de la mano de obra
- Contingencias

- Presupuesto

Fase de pruebas, puesta en marcha y funcionamiento

- Funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones.
- Infraestructura y utilización de servicios de energía eléctrica, gas, etc.
- Producción de ruidos y vibraciones.
- Emisión de gases, polvos y olores.
- Generación de residuos sólidos y líquidos.
- Manipulación de productos químicos.
- Almacenamiento de materias primas y productos.
- Movimiento de vehículos y camiones.
- Empleo de mano de obra.
- Costo de funcionamiento.
- Contingencias.

Fase de crecimiento y expansión

- Producción de ruido y vibraciones.
- Movimiento de vehículos y camiones.
- Utilización mayor de los servicios.
- Incremento de la mano de obra.
- Generación de residuos sólidos urbanos.
- Emisión de gases, polvos y olores.
- Incremento de inversión.

Fase de abandono

- Tránsito y uso de vehículos y maquinaria vial.
- Desarme de estructuras y acondicionamiento del lugar.
- Generación de chatarras, residuos asimilables a urbanos y especiales.
- Contingencias.
- Emisiones gaseosas y polvos.
- Generación de ruidos y vibraciones.
- Transporte de materiales.
- Desempleo.

6.6.3 Análisis de los impactos.

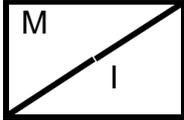
Se utiliza el método descriptivo para evaluar la incidencia de las acciones sobre el entorno, tanto en la etapa de funcionamiento normal de la planta como en las fases de construcción, ampliación y/o modificación del proceso, como así también en la etapa de abandono.

En esta evaluación solo se tomarán en cuenta los factores ambientales de cada medio susceptibles de ser impactados.

La Matriz de Impacto Ambiental (ver el Anexo VI) tiene un carácter cuantitativo en donde cada impacto es calificado según su importancia, dando una idea del efecto que cada hecho impactante puede tener sobre los factores ambientales impactados.

La llamada Matriz de Leopold, se creó en 1971 con el fin de identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan las actividades o procesos que se hacen durante el proyecto y en las filas se encuentran los factores ambientales afectados por las acciones indicadas. Las intersecciones entre ambas

se numeran con dos valores, donde uno indica la Magnitud, M del impacto (el cual además se caracteriza con un signo + en caso de ser beneficioso, y un signo – si es perjudicial) y el segundo la Importancia, I del mismo, quedando esquemáticamente de la siguiente forma:



La Magnitud del impacto es la medida de la escala o extensión del impacto. Su asignación es subjetiva, teniendo valores del 1 al 10.

Por otro lado, la Importancia del impacto ambiental (I) es la medida de la significancia, comprendida esta como la generación de impactos relacionados. La asignación también es subjetiva, y puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$I = \pm(3i + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Mc)$$

donde:

- i = intensidad o grado probable de destrucción
- Ex = extensión o área de influencia del impacto
- Mo = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto
- Pe = persistencia o permanencia del efecto provocado
- Rv = reversibilidad de los efectos provocados
- Si = sinergia o reforzamiento de dos o más efectos
- Ac = incremento progresivo del efecto
- Ef = efecto
- Pr = periodicidad del impacto
- Mc = recuperabilidad o reconstrucción por medios humanos

El desarrollo de la ecuación es llevado a cabo mediante el modelo propuesto en la tabla siguiente:

Signo		Intensidad (i)	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Media	2
		Alta	3
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo (más de 5 años)	1
Parcial	2	Medio plazo (1 a 5 años)	2
Extenso	4	Inmediato o Corto Plazo (< 1 año)	4
Total	8	Crítico	8
Crítica	12		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz (< 1 año)	1	Corto plazo (< 1 año)	1
Temporal (1 a 10 años)	2	Medio plazo (1 a 10 años)	2
Permanente (+ de 10 años)	4	Irreversible (+ de 10 años)	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
No sinérgico	1	Simple	1
Moderadamente sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular o Impredecible	1
Directo	4	Periódico (cíclica o recurrente)	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Recup. inmediatamente	1		
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable o Compensable	4		
Irrecuperable	8		

TABLA 6.5 Modelo desarrollo de ecuación para Matriz de Leopold

La explicación de estos conceptos se da seguidamente:

Signo

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad (i)

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.

Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno

del proyecto dividido el porcentaje de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor (4).

Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con valor asignado (1). Si concurrese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas (ruido por la noche en las proximidades de un centro hospitalario -inmediato-, previsible aparición de una plaga o efecto pernicioso en una explotación justo antes de la recolección -medio plazo-).

Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4). La persistencia es independiente de la reversibilidad. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables. Los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, y recuperables o irrecuperables.

Reversibilidad (RV)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción (capacidad de recuperación) del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de

actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro anterior.

Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

Acumulación (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementó a (4).

Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de

manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

Periodicidad (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

Importancia del Impacto (I)

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo de importancia propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

En función de este modelo, los valores extremos de la importancia (I) pueden variar entre 13 y 100. Según esa variación, se califica al impacto ambiental de acuerdo con la siguiente propuesta de escala:

Valor de I	Calificación del impacto
Mayor a 50	Crítico
Entre 25 y 50	Moderado
Menor de 25	Bajo
Cero	Sin afectación

Un impacto bajo es aquel que resulta irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto en cuestión. Un impacto moderado es aquel cuya afectación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.

Un impacto crítico es aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. La recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, la recuperación

necesita un período de tiempo dilatado o se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras.

6.6.3 Matriz de Leopold

La matriz de Leopold es un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto (por ejemplo: desbroce, extracción de tierras, incremento del tráfico, ruido, polvo), y en las filas se representan varios factores ambientales que son considerados (aire, agua, geología). Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, uno indica la magnitud (de -10 a +10) y el segundo la importancia (de 1 a 10) del impacto de la actividad con respecto a cada factor ambiental.

Las medidas de magnitud e importancia tienden a estar relacionadas, pero no necesariamente están directamente correlacionadas. La magnitud puede ser medida en términos de cantidad: área afectada de suelo, volumen de agua contaminada, etc. Por ejemplo, el caso de una corriente de agua que erosiona una gran cantidad de suelo. En este caso, el impacto tiene una magnitud significativa, pero la importancia que tenga respecto al medio ambiente puede ser baja, ya que es una pequeña parte de suelo.

Se confeccionará una matriz depurada donde figuren los impactos más relevantes. (Ver tabla en el Anexo VI “Matriz de Impacto Ambiental”).

6.7 Medidas mitigadoras y correctivas de los impactos negativos.

Se considera medidas preventivas, todas aquellas acciones introducidas en el proyecto, que dan lugar a la no aparición de efectos nocivos sobre determinados factores, que sí tendrían lugar en el caso de que no se realizaran las medidas preventivas.

Como medidas correctoras se entiende la introducción de nuevas acciones, que palian o anulan los efectos nocivos o contaminantes, de otras acciones propias del proyecto.

Se elabora una lista de las principales medidas preventivas y correctoras de los principales factores ambientales a tener en cuenta en este trabajo:

Factor ambiental: atmosfera

- Programas de control y vigilancia de la calidad del aire. Redes de vigilancia de la calidad del aire.
- Selección de tecnologías de baja y nula emisión de residuos.
- Cambios, control y corrección de los procesos industriales de ser necesario.
- Control de las emisiones por evaporación de los distintos productos.
- Utilización de productos alternativos no contaminantes.
- Planificación del uso del suelo.

Factor ambiental: ruidos y vibraciones

- Estudios de ruido ambiental.
- Planificación del tráfico.
- Aislamiento acústico y distribución racional interior.
- Realización de mapas acústicos urbanos.
- Concepción racional de edificios.

Factor ambiental: aguas superficiales

- Reducción del volumen de vertidos.
- Separación de vertidos en origen.
- Recuperación de subproductos.
- Eliminación de vertidos accidentales y descargas bruscas.

- No utilización de elementos o productos inhibidores de la depuración natural o artificial.
- Tratamientos de vertidos.

Factor ambiental: aguas subterráneas

- Impermeabilización de los terrenos.
- Creación de barreras subterráneas.
- Reducción de vertidos.
- Depuración artificial y natural.
- Aplicación de técnicas de vertido controlado.

Factor ambiental: fauna

- Prevención de la contaminación atmosférica y de aguas.
- Control del uso de plaguicidas.
- Planes de protección y conservación de la fauna.
- Protección contra incendios.

Factor ambiental: flora

- Utilización racional de plaguicidas y fertilizantes.
- Medidas contra la erosión.
- Conservación y reconstrucción de suelos.
- Protección contra incendios.

Factor ambiental: paisaje

- Construcción de estructuras que provoquen el mínimo impacto visual.

- Localización de parques de maquinaria en lugares de mínimo impacto.
- Vegetación, cubriendo áreas destruidas por la construcción.
- Ubicación de obras, de manera que no se encuentren en la enfilada de vistas naturales o arquitectónicas de alto interés.
- Plantación de vegetación, con formas parecidas al paisaje existente.

Factor ambiental: población

- Políticas encaminadas a evitar la degradación de zonas rurales o urbanas.
- Creación de alternativas que permitan una determinada calidad de vida.

6.7.1. Plan de contingencia

Plan de Respuesta a Emergencias (PRE)

1. Consideraciones Generales

1.1. Objetivo

El presente Plan de Respuesta (PRE) establece tanto los procedimientos, estrategias y organización del personal como la asignación de responsabilidades y recursos ante la situación de una emergencia con el fin de:

- Identificar los riesgos de ocurrencia de emergencias.
- Brindar los elementos necesarios para la toma de decisiones.
- Controlar, combatir y responder eficazmente ante cualquier emergencia.
- Evitar o reducir los impactos adversos sobre las personas, la población y el ambiente.
- Minimizar los daños y pérdidas materiales.
- Comunicar rápida y efectivamente los eventos a las personas y entidades involucradas.
- Generar conciencia y crear compromisos de cooperación de todos los que forman parte del equipo de trabajo, tanto del personal de la Empresa, como contratistas.

El Plan de Respuesta a Emergencias, deberá ser puesto en funcionamiento cada vez que un incidente o evento pueda poner en peligro la integridad de las personas, los recursos naturales o las instalaciones.

1.2. Alcance

El Plan aplica para todo el personal involucrado en las operaciones de la Empresa y las actividades relacionadas con las mismas.

También debe ser cumplido por los Supervisores, Contratistas y Subcontratistas que tengan relación con las operaciones referidas al área operativa.

1.3. Documentos de Referencia

Para la emisión de este plan, se consultaron las siguientes reglamentaciones vigentes:

- Ley 19587 – Seguridad e Higiene en el Trabajo y su Decreto Reglamentario 351/79
- Ley 13660 – Seguridad de las Instalaciones de Elaboración, Transformación y Almacenamiento de Combustibles Sólidos Minerales, Líquidos y Gaseosos.
- Resolución SE 342/93 – Estructura de los Planos de Contingencia.

2. Definiciones

▪ Crisis.

Emergencia, incidente o cualquier situación fuera de control y que comienza a afectar desfavorablemente de manera global a la compañía.

▪ Coordinación (Radio Operador)

Personal receptor del aviso de la emergencia. Comunica al *Grupo de Respuesta* ni bien se notifique la misma.

▪ Daño a los Recursos Naturales

Toda alteración relevante que modifique negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas, o los bienes o valores colectivos.

▪ Emergencia

Evento muy significativo que puede perjudicar a las operaciones o facilidades de la compañía. Una emergencia debe ser posible de manejar localmente, utilizando los recursos de la compañía y, posiblemente, recursos externos necesarios para corregir la situación.

▪ Grupo Asesor (GA)

Equipo de personas responsables de brindar asesoramiento y apoyo al Grupo de Respuesta (GR) y todas las acciones y procedimientos que involucren el control y la eliminación de la emergencia al activarse el Plan de Contingencias. Está comandado por el Jefe del Grupo Asesor, quien deberá asegurar que el Grupo de Respuesta disponga de todos los medios y recursos necesarios para su actuación.

El GA, estará conformado por:

- Jefe del GA: Gerente de la Empresa.
- Asesor de Área: Ingeniero de Procesos.
- Asesor de Seguridad e Higiene y Coordinación: Jefe de Planta.
- Atención Medios y Comunicaciones: Jefe de RRHH.
- Asesor de Administración.

Este grupo dará apoyo y asesoramiento al Grupo de Respuesta (en adelante GR) de la Contingencia, a fin de implementar acciones de control de la emergencia de

manera rápida, eficaz, segura, y de acuerdo a los requisitos legales y propios de esta Empresa.

Además deberá facilitar y asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para atender la contingencia.

- **Grupo de Respuesta (GR)**

Equipo de personas responsables de realizar todas las acciones y procedimientos que involucren el control y la eliminación de la emergencia al activarse el Plan de Contingencias. Está comandado por el Jefe del Grupo de Respuesta, quien tendrá a su cargo la actuación del equipo en conjunto.

El GR estará conformado por:

- Jefe del GR: Supervisor del área afectada
- Responsable de la Guardia Operativa: Coordinador del área afectada
- Enfermería

Dicho grupo, será el encargado de organizar las Brigadas correspondientes según el tipo de emergencia, las cuales estarán bajo las órdenes del Jefe del Grupo de Respuesta del área afectada.

Como aspectos fundamentales, el **GR**:

- Entrará automáticamente en función al declararse el estado de alarma (aviso de la ocurrencia de una contingencia).
- Requerirá el apoyo de las distintas Divisiones y sectores para las correspondientes maniobras operativas.
- Poseerá comunicación libre.
- Solicitará a Coordinación, de ser necesario, ayuda a organismos oficiales, tales como: Defensa Civil, Bomberos, Policía, Centros Médicos, Municipalidades, Servicios de Emergencia, Compañías de Servicios y otros.

- **Lesión Grave**

Daño o detrimento corporal causado por una herida, golpe o accidente que produce en el lesionado pérdida del conocimiento, imposibilidad para moverse, desorientación u otra limitación física importante.

- **Plan de Respuesta a Emergencias (PRE)**

Plan que se emite para diseñar y establecer medidas de prevención y pautas para la respuesta ante un peligro inminente cuya peligrosidad y probabilidad de ocurrencia hagan aconsejable la redacción de un plan especial que enfatice el monitoreo del fenómeno que pueda generar el peligro, la coordinación de esfuerzos y la preparación de la población para reducir los daños.

- **Seguridad Física**

Sector del departamento de Personal que se encarga de regular, controlar y velar por la seguridad física de las instalaciones y personas de la empresa y contratistas.

- **Seguridad, Ambiente y Salud (SAS)**

Sector encargado de la seguridad ocupacional, ambiente y practicas seguras, que vela por el bienestar del personal , contratistas, el ambiente y las instalaciones.

3. Identificación de Riesgos y escenarios

3.1. Evaluación de Riesgos y Escenarios

Con la finalidad de tener una visión clara respecto de los riesgos potenciales que podrían afectar a las operaciones es necesario realizar una evaluación de riesgos. El propósito principal de la evaluación es determinar los peligros que podrían afectar las obras indicadas, su naturaleza y gravedad, para centrar los esfuerzos en el planeamiento de contingencias, capacitación y simulacros.

En la evaluación de riesgos se deben tener en cuenta los siguientes conceptos:

Frecuencia de los sucesos
Consecuencia de los sucesos

El riesgo se puede escribir como:

$$\text{RIESGO} = \text{FRECUENCIA} \times \text{CONSECUENCIA}$$

Esta matriz, califica a cada componente en base a la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y a las consecuencias que podría tener el mismo.

La frecuencia o probabilidad de ocurrencia se cuantifica en valores de 1 a 3 en función de:

- Historial de fallas
- Antigüedad de la estructura
- Experiencia del operador

La consecuencia o el daño provocado, también se cuantifica de 1 a 3 en función de:

- Peligrosidad (daños a vidas humanas)
- Volumen (para el caso de derrames)
- Presión (en fugas de gases)

3.1.1. Criterio de Consecuencia

Determinación de la Consecuencia		
Criterio	Consecuencia	
Peligro para vidas humanas	3 (Grave)	
Volumen de producto derramado	Hasta 5 m ³	1 (Menor)
	Hasta 50 m ³	2 (Seria)
	Más de 50 m ³	3 (Grave)
Presión	Baja	1 (Menor)
	Media	2 (Seria)
	Alta	3 (Grave)

3.2.2. Criterio de Frecuencia

Determinación de la Frecuencia	
Descripción	Frecuencia

Menor o igual a 1 año	3 (Alta)
Entre 1 y 3 años	2 (Media)
Mayor o igual a 4 años	1 (Baja)

3.2.3. Matriz de Riesgo

A continuación se presenta la Matriz de Análisis de Riesgo, en la cual los colores indican:

- Rojo: Riesgo Alto
- Amarillo: Riesgo Medio
- Verde: Riesgo Bajo

Matriz de Análisis de Riesgo		Frecuencia		
		Alta	Media	Baja
Consecuencia		3	2	1
Grave	3	9	6	3
Seria	2	6	4	2
Menor	1	3	2	1

4. Planes de Acción

4.1. Aspectos Generales

El seguimiento de los lineamientos e instrucciones establecidos en el presente Plan de Respuesta a Emergencias representa una manera organizada de hacer frente a los efectos de una emergencia.

Las etapas en las que se divide una respuesta son las siguientes:

Detección – Evaluación – Aviso – Acciones – Informes

Quien detecte una contingencia primero deberá identificar si se trata de incidente o emergencia, para tomar las medidas correctas de manera rápida, segura y eficaz. En caso de **no poder ser controlada, se debe activar el Plan de Emergencia** detallado.

Al activarse el plan, se deberá actuar de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Dar prioridad a las comunicaciones telefónicas que estén relacionadas con la emergencia, buscando utilizar los sistemas de comunicación solo para fines o aspectos vinculados a los medios de control de la misma.
2. Actuar dentro de lo posible, de manera consciente y serena. Brindar información veraz; dar avisos claros. Atender una tarea a la vez.
3. El GR y las Brigadas correspondientes concurrirán de inmediato a tomar posición en los lugares previstos.
4. Despejar los caminos para el paso de vehículos de socorro (auto bombas, ambulancias, etc.). Despejar el área afectada por la contingencia y permitir la actuación de las brigadas de control.
5. De detectar que la emergencia comienza a escalar a un problema de gravedad máxima se deberá convocar al *Comité de Crisis*.

6. Evacuar inmediatamente la zona a todas las personas que no tengan tareas específicas de acción frente a la contingencia.
7. Alertar a todas las personas cercanas a la zona de peligro

Todas las acciones deben estar prioritariamente orientadas a prestar socorro al siniestro.

En caso de siniestros muy graves, el Gerente de la Empresa, con la colaboración de los Jefes de Planta y el Ing. de Proceso, evaluará la necesidad de dar PARO TOTAL.

4.2 Evaluación Inicial de la Situación

La evaluación inicial de la situación es importante a la hora de notificar el evento y para tomar las medidas necesarias acordes a la gravedad del hecho. La siguiente tabla suministra lineamientos para realizar una estimación inicial de la severidad de la situación.

Clasificación según Severidad	Lesiones a las personas	Daños a las instalaciones (incluyendo pérdidas en la producción)	Afectación del ambiente
			Volumen derramado
MENOR	Lesión no incapacitante o incapacitante temporal	Costo de reparación o reemplazo evaluado como poco significativo	Menor de 5 m3 de Petróleo o menor de 10 m3 de agua de formación.
SERIO	Lesión incapacitante permanente menor (1)	Costo de reparación o reemplazo relativamente significativo	Entre 5 y 50 m3 de petróleo ó 10 y 50 m3 de agua de formación.
GRAVE	Lesión incapacitante permanente mayor (2)	Costo de reparación o reemplazo significativo	Mayor a 50 m3 de petróleo o agua de formación

(1) Pérdida de falanges, quemaduras de segundo grado o menor en hasta el 50% del cuerpo, ingesta de sustancias tóxicas que requieren intervención, lesión auditiva con pérdida parcial, etc.

(2) Fatalidad, pérdida de miembros u órganos, quemaduras de tercer grado o mayores en 50% del cuerpo, etc.

Para establecer plan de respuesta específico de un posible evento se debe tener en cuenta el tipo de accidente, etapa productiva en el que ocurre, geografía del lugar y situación específica.

a) Tipo de accidente:

- Daño a las instalaciones
- Derrame de producto
- Lesión de personal
- Incendio y/o explosión
- Accidente de tránsito
- Fuga de gás (H2, CO, GN)

b) Etapa Productiva:

- Producción de PG.
- Almacenamiento de PG

- Transporte de PG o productos químicos

c) Instalación:

- Plantas de tratamiento.
- Plantas de efluentes.
- Área de almacenamiento
- Área de bombeo
- Sub estación eléctrica.
- Cargaderos de PG.

d) Geografía del lugar:

- Urbano
- Rural
- Cuerpos de agua (ríos, arroyos, humedal o lagunas, otros)

e) Situación específica:

- Huelga Sindical
- Condiciones climáticas adversas
- Escenario nocturno.

4.3 Matriz de Riesgo y Escenarios

A partir del análisis realizado anteriormente se definieron los niveles de riesgo para cada escenario. Las fuentes primarias de riesgo, han sido clasificadas considerando una evaluación individual de las probabilidades y consecuencias, basada fundamentalmente en la experiencia del área y de las Compañía.

Evaluación de escenarios				
Escenario de Emergencia	Frecuencia (alta/media/baja)	Consecuencia (Grave/Seria/menor)	Riesgo 01-09	Consecuencias/Control
Incendio o rotura de caldera	Baja (1)	Seria (2)	2	Daños, lesiones y pérdidas de producción. Plan de Contingencia
Incendio en oficina o taller	Baja (1)	Seria (2)	2	Daños y lesiones. Plan de Contingencia
Sabotajes	Media (2)	Seria (2)	4	Daños, lesiones y pérdidas de producción. Plan de Contingencia
Temponales Aluvionales	Media (2)	Seria (2)	4	Daños y lesiones. Plan de Contingencia
Cortes de Energía	Media (2)	Menor/Seria (dependiendo su duración)	2-4	Daños, lesiones y pérdidas de producción. Plan de Contingencia
Emisión de gases tóxicos	Baja (1)	Seria (2)	2	Daños y lesiones. Plan de Contingencia
Cortes de ruta	Alta (3)	Seria (2)	6	Pérdidas de producción. Plan de Contingencia
Rotura de línea	Alta (3)	Menor/seria/grave (dependiendo de la magnitud de la pérdida)	3-9	Daños, lesiones y pérdidas de producción. Plan de Contingencia
Incendio y rotura de tanques	Baja (1)	Seria (2)	2	Daños, derrames, lesiones y pérdidas de producción. Plan de Contingencia
Vuelco de camiones	Baja (1)	Seria (2)	2	Daños, derrames, lesiones y pérdidas de producción. Plan de Contingencia

5. Responsabilidades

La asignación de responsabilidades específicas durante el desarrollo de la atención de una Emergencia es de suma importancia para garantizar que el despliegue de recursos sea el adecuado y que las actividades sean debidamente coordinadas.

5.1 Roles de emergencia

5.1.1 Gerente de la Empresa

- Proporcionará los recursos necesarios para cumplir este procedimiento y será el responsable de la implementación del mismo.
- Actuará como Asesor del Grupo de Respuesta a Emergencias en todo lo relacionado al PRE
- Dará repuesta a los requerimientos específicos provenientes de las autoridades de control.
- Decidirá la convocatoria del GA.

5.1.2 Jefe de Operaciones

- Mantienen informado al Gerente y RRHH.
- Decide la convocatoria del Comité de Crisis
- Comunica y asiste al Comité de Crisis

5.1.3 Jefe de División Administración

- Bajo la dirección del Gerente de la Empresa, coordinará lo relacionado con el apoyo logístico en la zona de emergencia.

5.1.4 Jefe de División operaciones

- En caso de presentarse una emergencia en ausencia del Gerente de la Empresa, asumirá todas las funciones y responsabilidades de éste.
- Actuará como Jefe del GA
- Coordinará todas las actividades necesarias para el control de la emergencia.
- Mantendrá informado al Gerente de todas las acciones tomadas y transmitirá al Jefe del Área afectada las decisiones tomadas para el control de la emergencia.
- Se asegurará de que la fuente de la contingencia ha sido suspendida o aislada y que se estén llevando a cabo las acciones de contención, recuperación y remediación (para el caso de derrames) o cualquier otro tipo de acción que fuere necesaria.
- Ordenará el paro de las actividades de producción.

5.1.5 Jefe SAS (Seguridad Ambiente y Salud)

- Realiza el seguimiento del cumplimiento del presente PRE
- En caso de una emergencia, este se desplazará inmediatamente al sitio de la emergencia, o delegará las funciones respectivas al Supervisor.
- Verificará que el manejo de las contingencias se conduzca de manera consistente con las políticas de la compañía, las regulaciones gubernamentales y este PRE.
- Resolverá sobre las solicitudes para el control y manejo de los eventos.
- Una vez que se encuentre en el sitio de la emergencia deberá asumir las siguientes responsabilidades:
 - Inspeccionar el área y determinar si es segura para las actividades que se desarrollan.
 - Asegurarse que los equipos de seguridad y primeros auxilios estén disponibles en los sitios apropiados.
 - Notificar, en caso de necesitar sus servicios, en acuerdo con el enfermero de campo al centro asistencial, médico de la Empresa y servicio de ambulancias.
 - Notificar a hospitales o médicos, el producto que se está manejando en la contingencia.
 - Instruir a las brigadas sobre como disponer los materiales peligrosos.

- Asegurarse que el personal afectado recibe cuidado apropiado y que los accidentes se investigan e informan.

5.1.6 Supervisor de Seguridad

- Apoyo en el control de la emergencia.
- En caso de presentarse una emergencia en ausencia del Jefe de SAS y siempre que se esté en la zona, asumirá todas las funciones y responsabilidades de éste.
- Vigilar el uso del equipo de protección personal, y estar alerta frente a condiciones inseguras que puedan magnificar la emergencia ocasionando incendios, explosiones, o accidentes en el sitio

5.1.7 Supervisor de Ambiente

- Notificar a las entidades gubernamentales correspondientes.
- Vigilar el cumplimiento de las reglamentaciones gubernamentales durante la respuesta a la emergencia.
- Realizar un seguimiento de la contingencia y del cumplimiento de las tareas de remediación y restauración de la zona afectada.
- Evaluación de impactos ambientales
- Elaboración de programa de remediación para derrames que así lo requieran.
- Envío de informes y programas a autoridades ambientales.
- Dirigir las acciones de remediación en campo
- Coordina todas las actividades relacionadas con el control de la contaminación ambiental

5.1.8 Jefe de División del Área Afectada

Es la persona responsable del área afectada. En el horario posterior a las 18 hs, feriados y fines de semana, esta responsabilidad recae sobre el Jefe de División que se encuentre de Guardia.

- Actuará como Coordinador en Escena.
- Debe conocer perfectamente este PRE.
- Activará el Plan de Respuesta a Emergencias, previa evaluación de la magnitud.
- Establecerá las prioridades de acción y protección en conjunto con los Supervisores de Producción (y/o Guardia)
- El Jefe del Área Afectada será quien, como coordinador en escena, finalmente disponga la evacuación del personal en función de la gravedad y magnitud del siniestro.
- Notificará sobre la emergencia según corresponda, mediante rol de llamados.
- Supervisará el progreso de las medidas de control y evaluará la eficacia de las brigadas de control.
- Coordinará las actividades de los contratistas, asegurando la movilización de hombre y equipos apropiados para las acciones.

Designar, si es el caso, responsables temporales de comunicación, limpieza, suministros y servicios. Escoger los métodos de control y recuperación que deban usarse.

- Con la ayuda del personal de seguridad física, asegurará las áreas afectadas de manera que se impida el ingreso de personal no autorizado.
- Preparará los informes de progreso y finales sobre la emergencia.

- Evaluará la gravedad de la emergencia para decidir la estrategia de respuesta.
- Determinará en conjunto con los Supervisores de Producción y/o Guardia, el levantamiento de la emergencia.

5.1.9 Jefe de RRHH

- Controlará, en coordinación con el Gerente, la movilización hacia otras locaciones y la disposición del personal mientras dure la emergencia.
- Es muy importante que en coordinación directa con el contratista del servicio, prevea y satisfaga las necesidades de alimentos y otros insumos, en función de la magnitud y duración del evento.
- Notificará a los dueños de los predios afectados sobre la emergencia y con ellos, coordinará los permisos de ingreso para el control y remediación de los daños.
- Coordina y comunica a la comunidad y a los medios cuando esto sea necesario.
- Comunica a los familiares de los empleados heridos en las contingencias sobre su estado y mantendrá un archivo de los incidentes ocurridos y de las acciones que se hayan derivado de ellos.
- De existir lesión de personal propio, da aviso a la ART. Si es personal es contratista, su empresa será encargada de notificar a la ART correspondiente.

5.1.10 Supervisor de Guardia del Área Afectada

- Será el Jefe de las Brigadas contra incendios (BCI) y de control de derrames (BCD).
- El Supervisor de producción en cuya área de influencia se presente un evento, será el facultado para actuar de manera inmediata para salvaguardar la integridad del personal y de las instalaciones.
- Determinará conjuntamente con el Jefe de división del Área Afectada todas las acciones necesarias para contrarrestar la emergencia.
- Superada inicialmente la emergencia, efectuará una evaluación para determinar la existencia de peligros potenciales de operatividad, fuego, contaminación u otros.
- Finalmente será quien, en conjunto con el Jefe de división del Área Afectada determine el levantamiento de la emergencia.

En horario nocturno (de 20:00 a 08:00 hs), el Jefe de la Brigada contra incendios (BCI) será el supervisor de seguridad, hasta que llegue al área el supervisor de área

5.1.11 Jefe de Seguridad Física

- Estará sujeto a las indicaciones dadas por el Jefe del GR.
- Cerrar y/o señalizar áreas, acompañar a unidades de apoyo externas (bomberos, policía, ambulancia, etc.) a las zonas afectadas
- Mantendrá contacto permanente con el Jefe del GR, para estar actualizado de la situación.

5.1.12 Enfermero de Campo

- Estará disponible para emergencias las 24 horas del día atendiendo al personal propio y contratista.
- Cooperará estrechamente con el Jefe de Seguridad, Ambiente y Salud en las actividades relacionadas con la emergencia.
- Será el líder de la Brigada Médica (BMED)

5.1.13 Médico de la compañía

- Será notificado en caso de Lesión de Personal.
- Si el personal es trasladado deberá acudir al centro asistencial.

5.1.14 Responsable de Sistemas y Comunicación

- Cuidará del correcto funcionamiento de los sistemas de comunicación telefónico y de onda corta, durante y después de la emergencia.

5.1.15 Coordinación (Radio Operador)

- Será quien reciba la notificación del evento.
- Dará las comunicaciones a quien corresponda, según Roles de Llamado para cada tipo de emergencia.
- Deberá notificar, según lo estipulado por el Jefe SAS, Enfermero de Campo y a:
 - Servicio de atención médica / Ambulancia
 - Policía
 - Bomberos

5.1.16 Supervisor de Mantenimiento

- Actuará ante requerimiento, según rol de llamado.
- Supervisar la reparación de las instalaciones afectadas una vez terminada la emergencia.

5.2 Brigadas

5.2.1 Brigada Médica (BMED)

Se encarga de proporcionar primeros auxilios, atención médica inmediata, evacuación de heridos y coordina con un centro de salud para la atención emergente. Está conformada por:

- Enfermero de Campo
- Chofer de Ambulancia
- Supervisor SAS (horario Diurno)

5.2.2 Brigada Contra Incendios (BCI)

Es encargada de parar las operaciones, cortar energía eléctrica, suspender flujo de productos, cerrar válvulas, movilizar extintores, trajes y accesorios (palas, picos, etc.), combatir el fuego usando los extintores y/o sistemas contra incendios, efectuar las reparaciones que se requieran para asegurar el control de la emergencia, así como también realizar el rescate de personas y la evacuación de áreas. Conformada por las siguientes personas:

- Diurna :
 - Supervisor de la Empresa (Líder)
 - Supervisor de Producción
 - Supervisor de Operación Contratista
 - Referente SAS
- Nocturna (20 a 08 hs) - Fines de semana y feriados:

En base al *Flujograma- Plan de Llamadas de Emergencias* y según la gravedad del evento el Jefe de Guardia del Área Afectada, decidirá la convocatoria o el llamado de Brigadas Externas.

5.2.3 Brigada de Control de Derrames y Mitigación (BCD)

Se encarga del cierre de válvulas, apertura de trochas y accesos, instalación de barreras y diques de contención. Instalación y operación de equipos, recolección de producto y material contaminado, limpieza del área, disposición adecuada de residuos. Está conformada por:

- Diurna :
 - Supervisor de la Empresa (Líder)
 - Supervisor de Producción
 - Supervisor de Operación Contratista
 - Referente de Medio Ambiente

En base al *Flujograma - Plan de Llamadas de Emergencias* y según la gravedad del evento el Jefe de Guardia del Área Afectada, decidirá la convocatoria de los recursos necesarios para la mitigación del derrame.

5.3 Comité de Crisis.

El Comité de Crisis será convocado en el caso en que una contingencia se convierta o resulte en un hecho fuera de control y que comienza a afectar desfavorablemente de manera global a la compañía. Funciones del Comité:

- Se reunirá y designará un Coordinador responsable del seguimiento, actualización de avances, minutas y elaboración del informe final.
- Definirá las acciones operativas, las acciones a llevar a cabo ante organismos de gobierno y otros competentes, y la comunicación a los medios internos y externos, como así los responsables y plazos de ejecución.
- Deberá analizar el informe de avances y resultados, y evaluar el impacto de las acciones ejecutadas. En el caso en que las acciones no den una respuesta de resolución eficaz de la crisis, deberá revisar y redefinir las acciones, responsables y plazos.

Conformación del Comité de Crisis:

- Lidera: Gerente de Operaciones
- Director de SAS y Recursos Humanos
- Director de Operaciones

6. Plan de Llamadas

6.1. Notificación de Ocurrencia de una Emergencia:

Los siguientes lineamientos distinguen el procedimiento para notificar la ocurrencia de una emergencia, ya sea menor, seria o grave (Ver 4.2 Evaluación Inicial de la Situación). El notificar la emergencia de acuerdo a su clasificación correcta evitará la movilización de recursos innecesarios o la pérdida de tiempo valioso para controlar la contingencia.

Se deben considerar escenarios donde la ausencia de personal es mayor, esto es, en horarios nocturnos, fines de semana, y feriados.

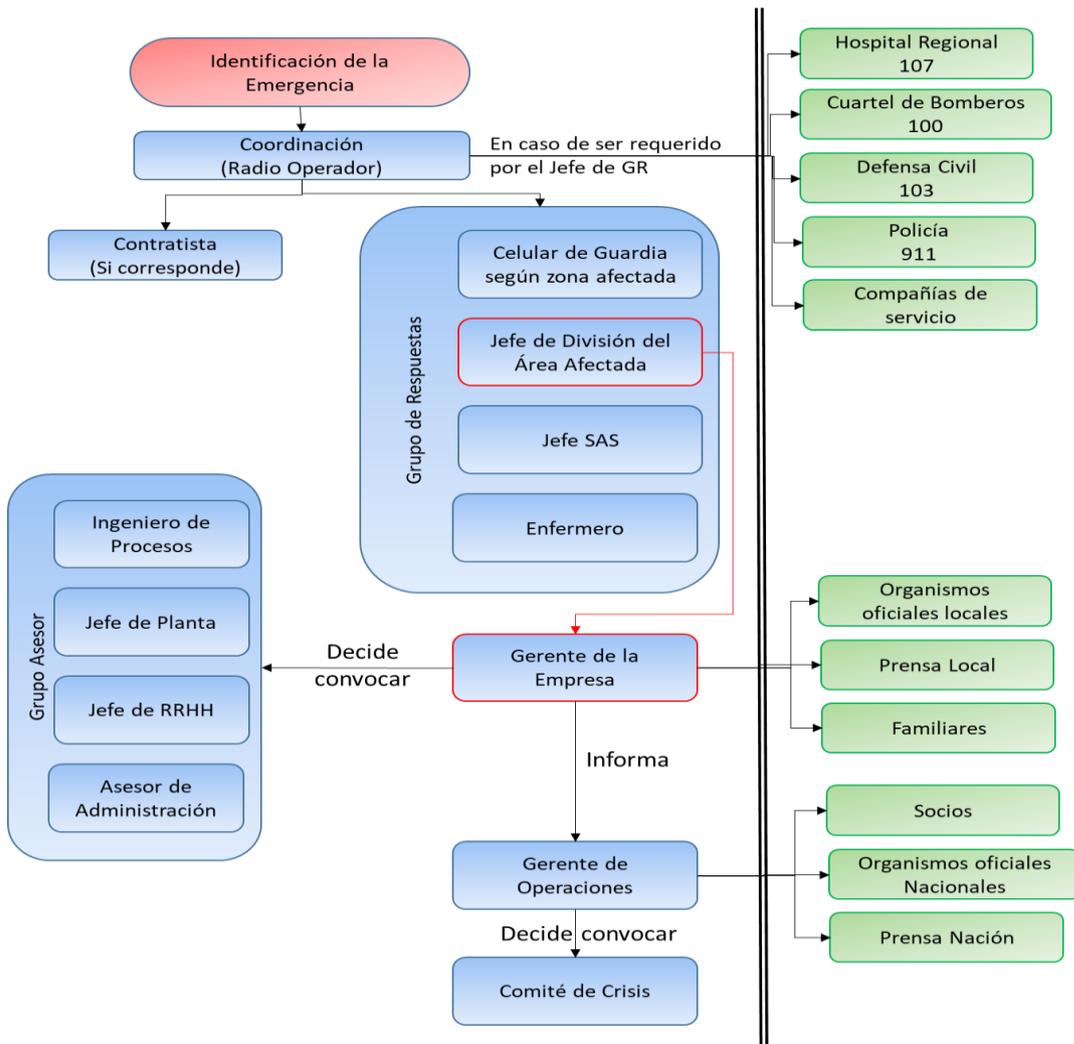
En el caso de una emergencia menor, el Contratista o el Supervisor de la Empresa que la identifique, comunicará inmediatamente a Coordinación y realizará las primeras atenciones, de acuerdo al *IO 002 Primeras Acciones Frente a un Evento*.

Si la emergencia no puede ser controlada con los recursos disponibles y se considera una emergencia seria o grave, el Plan de Respuesta a Emergencias se activará.

En dicho caso Coordinación, ejecutará las siguientes acciones:

1. Notifica los detalles de la emergencia al Supervisor de Guardia de la Zona Afectada y al Jefe de la zona involucrada (horario nocturno, fines de semana y feriados: Jefe de Guardia), el cual como Jefe del GR es el responsable de todas las actividades a realizar durante el evento.
2. Coordina y/o informa al personal operativo del área las primeras acciones: cierre de válvulas, bloqueo de líneas y protección de las personas presentes en las instalaciones, bajo las instrucciones que disponga el Jefe del GR.
3. Coordina y/o informa de la evacuación del personal no operativo hacia el punto de reunión designado de la instalación o la zona.

El Plan de Llamadas de Emergencias, respetará la siguiente estructura:



Flujograma- Plan de Llamadas de Emergencia

Se deberá prever un rol de llamados que se ajuste a la realidad de comunicación brindada por la empresa. En base a lo mencionado se confeccionó el listado de contactos descrito en el **Anexo 01 - Lista de Contactos**

7. Implementación y Gerenciamiento del Plan

7.1. Difusión del Plan de Respuestas a Emergencias

Se debe dar a conocer el Plan de Respuesta a Emergencias a todos los sectores Involucrados en el funcionamiento de la Empresa. (Administración, Operaciones etc,)

7.2. Capacitación y Simulacros

La ejercitación presenta muchas ventajas, entre ellas poner a prueba y mejorar los equipos de respuesta y su capacidad de trabajar en equipo frente a situaciones de emergencia. Del mismo modo se pone a prueba el PRE en su conjunto así como los medios y equipos disponibles.

Principales consideraciones a tener en cuenta:

- Asegurar el apoyo desde los niveles altos hacia abajo del organigrama corporativo.
- Establecer para cada ejercitación objetivos claros, realistas.
- Se recomiendan ejercitaciones simples y frecuentes.
- No realizar entrenamientos complicados cuando el personal no sea competente.
- La clave de los ejercicios es también la evaluación de la funcionalidad del PRE.

Es importante que todos los roles de respuesta se encuentren reflejados en ejercicios.

Registro y Evaluación de Simulacros.

Los posibles ejercicios a realizar son:

- Simulacro de comunicaciones: verificación de todo el proceso de comunicación.
- Simulacro de movilización de recursos: verificación de eficacia en el accionamiento de equipos, materiales, etc.
- Simulacro en sala de capacitación: forma de evaluar el conocimiento de todos los involucrados en el control de una emergencia.
- Simulacro en campo: forma más utilizada que involucra la movilización de personas y recursos, simulando acciones de control de los diversos niveles de dificultad requiriendo una intensa preparación de recursos, materiales y personal.

Se deberá realizar al menos, un simulacro en campo por año.

7.3. Actualización del Plan de Respuesta a Emergencias

El cuerpo principal del Plan se revisa al menos cada dos años, mientras que los anexos deben tener como mínimo una revisión anual. En dicha actualización se deben contemplar modificaciones y sugerencias que pueden surgir a partir de la actividad cotidiana, de las recomendaciones surgidas del análisis de los ejercicios de Emergencias practicados, de incidentes/accidentes ocurridos, etc.

8. Anexos e Instructivos Operativos

- Anexo 1 – Lista de Contactos
- Anexo 2 – Centros de Derivación a Clínicas
- Anexo 3 – Equipos BCI
- Anexo 4 – Medios y Equipos de Derrames
- IO 002 – Primeras acciones Frente a un Evento
- IO 003 – Accidente del Personal
- IO 004 – Daños e Incendios en Instalaciones
- IO 006 – Derrame de Producto
- IO 007 – Plan de Evacuación.

Lista de contactos de Emergencia:**TELEFONOS INTERNOS**

FUNCIÓN RESPONSABLE	APELLIDO Y NOMBRE	TELÉFONO FIJO/ INTERNO/ CELULAR
Jefe de Grupo Asesor Jefe RRHH		
Jefe de Grupo de Respuesta Jefe Administración		
Jefe de Grupo de Respuesta Jefe Ingeniería		
Jefe de Grupo de Respuesta Jefe Operaciones		
Guardia Operativa Guardia Mantenimiento		
Guardia Operativa Guardia		
Responsable Sistema de Comunicaciones		
Sector de Salud Enfermería		
Jefe del Grupo Asesor Gerente de Empresa		
Asesor de Área Jefes de Planta		
Asesor de Seguridad e Higiene		

TELEFONOS ÚTILES

YPF S.A		442-4000
OPDS Organismos para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Buenos Aires	Guardia las 24 horas Fax Emergencia Ambiental	0800-222-1362 4295548 – 429-5626
Municipalidad de Ensenada	Tel.- Dirección de Medio Ambiente	469-1704 - 469-0099 460 1764
Municipalidad de Berisso	Tel- Departamento Medio Ambiente	464-5069 – 464-4792 464-5009
Municipalidad de La Plata	Tel- Agencia Ambiental	4291000 4516727
Ministerio de Salud Provincia de Bs. As. SIES	Tel. Emergencias	Directo 107 4292700
Hospital de Berisso	Tel. Emergencias	Directo 107 464-5163/64 461-1101
Hospital de Ensenada	Tel. Emergencias	Directo 107 469-1255/1041/
Prefectura Naval	Tel. Emergencias	Directo 106 469-0811 / 4691357
Dirección General de Defensa Civil Provincia de Bs. As	Tel-	451-2002 / / 4510192/4510045
Defensa Civil de la Municipalidad de Berisso	Tel	464-5071/72
Defensa Civil de la Municipalidad de Ensenada	Tel Emergencias Fax	469-2892 469-3155
Defensa Civil de la Municipalidad de La Plata	Tel-Fax	4275438
Bomberos Voluntarios de Berisso	Tel. Emergencias Tel-Secretaria	461-2425 – 4641372- 4640152 461-4179
Bomberos Voluntarios de Ensenada	Tel. Emergencias Tel-Secretaria	469-2222 – 4692162 - 4690921
Bomberos del Ministerio de Seguridad de la Pica. De Bs. As. (Cuartel La Plata)	Tel. Emergencias Tel	423-1737 423-1736

Anexo 02

Centros de Derivación Clínica

Hospital Cestino
Ubicación: Ciudad de Ensenada

Hospital Rossi
Ubicación: Ciudad de La Plata

Hospital San Martín
Ubicación: Ciudad de La Plata

Hospital Mario V. Larrain
Ubicación: Ciudad de Berisso

Anexo03

Medios y equipos para BCI

Los Trajes de Bombero se encuentran en las plantas dentro de gabinetes dispuestos para tal fin.

Los mismos consisten en:

- Casco
- Monja
- Chaqueta
- Pantalón
- Guantes
- Botas
- Tirantes
- Equipo de Protección Respiratoria (EPR)

Anexo 04

Medios y equipos para Derrames

Los medios y equipos necesarios para afrontar una contingencia variarán en función de la gravedad del hecho y las condiciones enumeradas anteriormente. Se contemplan los siguientes medios y equipos para un caso de dos derrames simultáneos en zonas sensibles.

Medios y equipos para Derrames de Producto		
Medio o Equipo	Objeto	Cantidad
Cuadrilla de personal (4 personas)	Contención Recuperación Limpieza	
Barreras absorbentes	Contención	500 m
Pala Cargadora	Contención, Limpieza	1 eq
Pala	Contención, recuperación, limpieza	5 un.
Rastrillos	Contención, recuperación, limpieza	5 un.
Carretillas	Contención, recuperación, limpieza	4 un.
Material absorbente	Recuperacion de liquidos	30 bolsas
Mangueras	Recuperacion de liquidos	según necesidad
Medios para aislar y vallar la zona afectada	Equipo de seguridad	según necesidad
Guantes	Equipo de seguridad	según necesidad
Botas	Equipo de seguridad	según necesidad
Cascos	Equipo de seguridad	según necesidad
Proteccion ocular	Equipo de seguridad	según necesidad
Protectores auditivos	Equipo de seguridad	según necesidad
Detector de gases	Equipo de seguridad	2 eq.
Equipos de respiracion autónoma	Equipo de seguridad	5 eq.

IO 002 – Primeras Acciones Frente a un Evento

1. Primeras Acciones

- Dar aviso inmediato a Coordinación, quien a su vez deberá activar el Plan de Llamada (Flujograma- Plan de Llamadas de Emergencias). Proporcionar información lo más relevante posible para una adecuada atención.
- Coordinación avisará al Grupo de Respuesta: Celular de Guardia, según zona afectada, Enfermería (si corresponde).
- Una vez dado el aviso a coordinación, aplicar (si está a su alcance) las primeras acciones frente a un evento, según IO 002, hasta la llegada del GR
- Se debe estar a disposición para actuar en el caso de ser necesario.
- Todo el personal afectado a la emergencia (supervisores, operadores, compañías de servicio, etcétera) deberán ponerse a disposición del Jefe del GR.
- De ser necesario el Gerente de la Empresa da aviso al Gerente de Operaciones quien decide convocar al Comité de Crisis, quienes se encargarán de la toma de decisiones referentes a los problemas de comunicación hacia afuera de la empresa.

2. Acciones y Evaluación posterior

El GR debe:

- Definir las acciones posteriores a realizar para normalizar la situación
- Limpiar y recuperar la zona del accidente para evitar nuevos incidentes. De ser necesario, clausurar la zona o utilizarla parcialmente hasta tener total control.

- Ver que la zona de peligro se mantenga restringida sólo a personal involucrado en las acciones de control, que no hayan heridos. En caso de haber heridos, asegurar su estabilidad.
- Realizar una reunión posterior para evaluar daños y delinear las acciones a seguir.
- Registrar las anomalías ocurridas en el sistema de seguimiento de incidentes/accidentes, generando el inicio a la investigación y determinación de medidas correctivas
- Volver al perímetro de la emergencia e investigar causas a la eventualidad.
- Notificar a los que sea necesario para continuar el seguimiento del caso.
- Luego de este análisis se detallarán las acciones específicas a desarrollar en cada escenario.



IO 003 – Accidente del Personal

1. Accidente del Personal

Las reglas básicas a seguir, siendo el observador inicial y/o el primero en llegar al lugar del incidente, son:

- Informar a Coordinación, quien desplegará el Plan de Llamados, procurando brindar la mayor información posible.
- No mover a la víctima de no ser imprescindible. Verificar que el o los accidentados son capaces de desplazarse por sus propios medios y no presenten signos de desorientación.
- Realice un examen cuidadoso de la/s víctima/s para identificar los síntomas o condición que están padeciendo.
- Sólo si sabe hacerlo, realice el tratamiento de primeros auxilios correspondiente sin demora.
- No dejar solo al accidentado y mantenerlo abrigado, aguardando la asistencia especializada.

2. Acciones Complementarias

En caso de que el enfermero solicite el traslado, Coordinación deberá conseguir los medios necesarios para el traslado del lesionado al centro de atención médica más cercano. Trasladar al accidentado conforme al **Anexo 2 – Centros de Derivación a Clínica**.

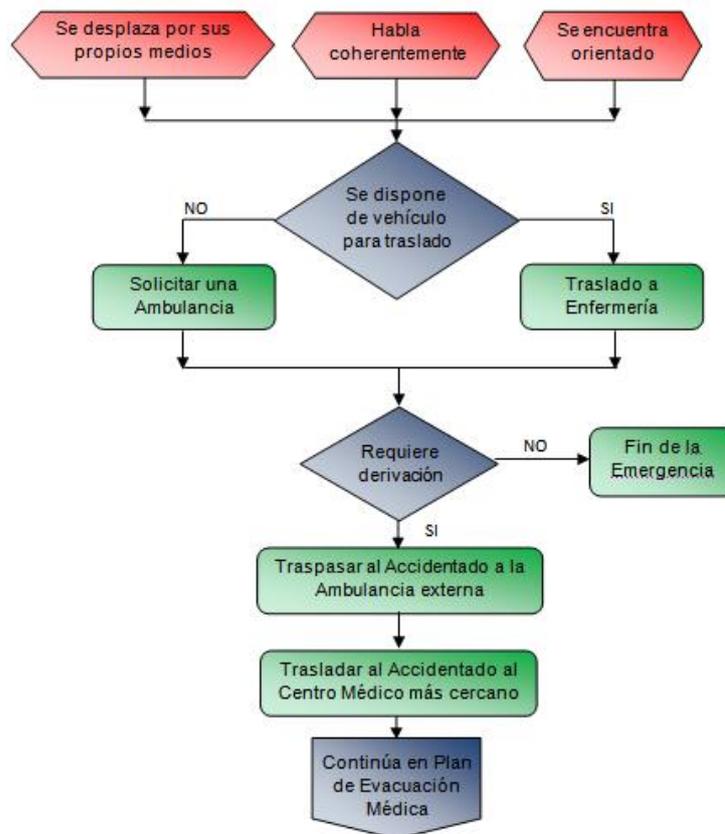
Si el accidente es grave, con riesgo de vida, dar aviso a quienes sea pertinente de la Gerencia, sin omitir a la Dirección de RRHH, Dirección de Operaciones.

3. Flujogramas

3.1 Secuencia de Atención a Lesionados

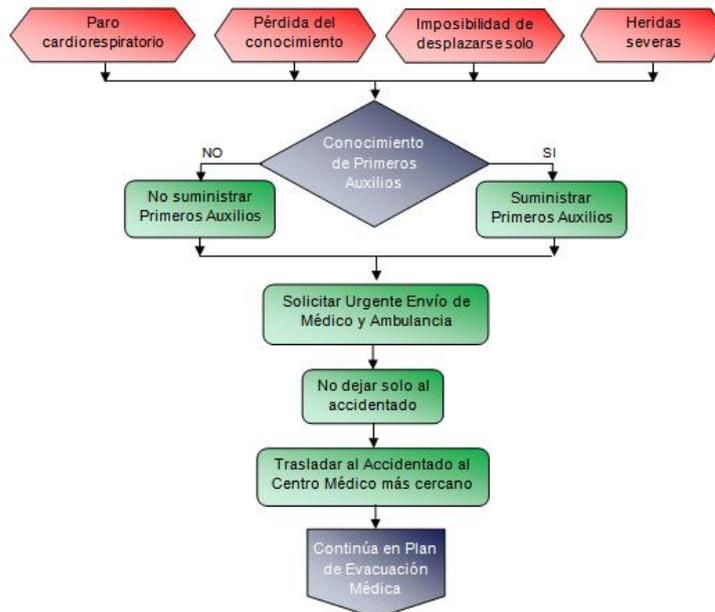
IO 003 – Accidente del Personal

Situación A – Lesión menor



IO 003 – Accidente del Personal

Situación B – Lesión Grave



IO 004 – Daños e Incendios en Instalaciones

1. Daño a Instalaciones

De ocurrir un accidente con daños a las instalaciones, el plan de acción será:

- Dar aviso a Coordinación, brindando la mayor cantidad de información disponible.
- En caso de necesitar apoyo de fuerzas externas; o en el caso de daños en equipos de producción, tanques u otros equipos, provocando derrames, fuga de gases o incendios el Grupo de Respuesta decidirá solicitar el apoyo externo necesario mediante Coordinación.
- En casos que los daños impliquen cortes en las comunicaciones o inutilidad de equipos de computación, se deberá contactar con personal de sistemas, quienes procederán a dar soporte en materia de conexión, telefonía e instalación de equipos en otro lugar, alejado del peligro.
- Evacuar la zona lo más rápido posible para evitar daños físicos en el personal y resto de las instalaciones

2. Incendio

En el caso de que se produzca un incendio se debe dar notificación a Coordinación (quien activa el rol de llamados) informando la ubicación, el origen del fuego y la magnitud del mismo a fin de mejorar y agilizar las acciones de respuesta.

Una vez notificado el siniestro por Coordinación al Jefe del Grupo de Respuesta, este será quien comande el desplazamiento de los grupos de apoyo, los equipos y materiales para combatir el fuego. En caso necesario, el Jefe del GR dispondrá un paro en el proceso total o parcial según la magnitud y rango del fuego, con el propósito de proteger las instalaciones y aislar el área del incidente.

De determinarse la posibilidad de combatir el incendio, el Jefe del GR determinará el procedimiento más adecuado y lo ejecutará de inmediato. Restringirá si fuera necesario, el acceso a la locación y el tráfico en la vía.

Si el fuego es de gran magnitud el Jefe del GR, solicitará a Coordinación el apoyo externo. En el caso de que el fuego sea de proporciones menores o un principio de incendio se deberá intentar, si está a su alcance, sofocar mediante extintores, mangueras o monitores portátiles.

En el caso de un incendio en un área externa, una vez llamado a Coordinación y si está al alcance del empleado:

- Identificar tipo de fuego (líquido, sólido, eléctrico o químico). Esto permitirá realizar la clasificación correspondiente para su correcta sofocación.

Como se indica a continuación:

- a) Si es eléctrico, antes de su extinción interrumpir el suministro de energía del Área afectada, accionando las llaves de corte correspondiente.
 - b) Si es gas, interrumpir el suministro accionando la llave de corte correspondiente.
 - c) Si el frente de fuego es pequeño proceder a su extinción mediante la utilización de los extintores portátiles adecuados.
- Si el área afectada es interna (dentro de edificios y/u oficinas), una vez llamado a Coordinación y si está al alcance del empleado:
 - a) Identificar el lugar del incendio.
 - b) Si es eléctrico, interrumpir el suministro de energía al área afectada.
 - c) Si es gas, accionar la llave de corte general del área afectada.
 - d) Abrir la puerta de acceso al recinto, sólo lo necesario para identificar el tipo de fuego (líquido, sólido, gases, eléctrico o químico.)
 - e) Si se observa mucho humo en su interior (combustión incompleta)
 - f) si requiere ingresar, hágalo agachado, tratando de evitar la masa de humo y/o con protección respiratoria.
 - g) Si el frente de fuego es pequeño y las condiciones de extinción lo permiten (humo, visibilidad, etc.) proceder con precaución a su extinción mediante la utilización de extintores portátiles instalados en el área
 - h) Por ninguna circunstancia abrir más de lo necesario las puertas y ventanas del área afectada, pues el fuego se avivará.

2.1 Riesgos Asociados:

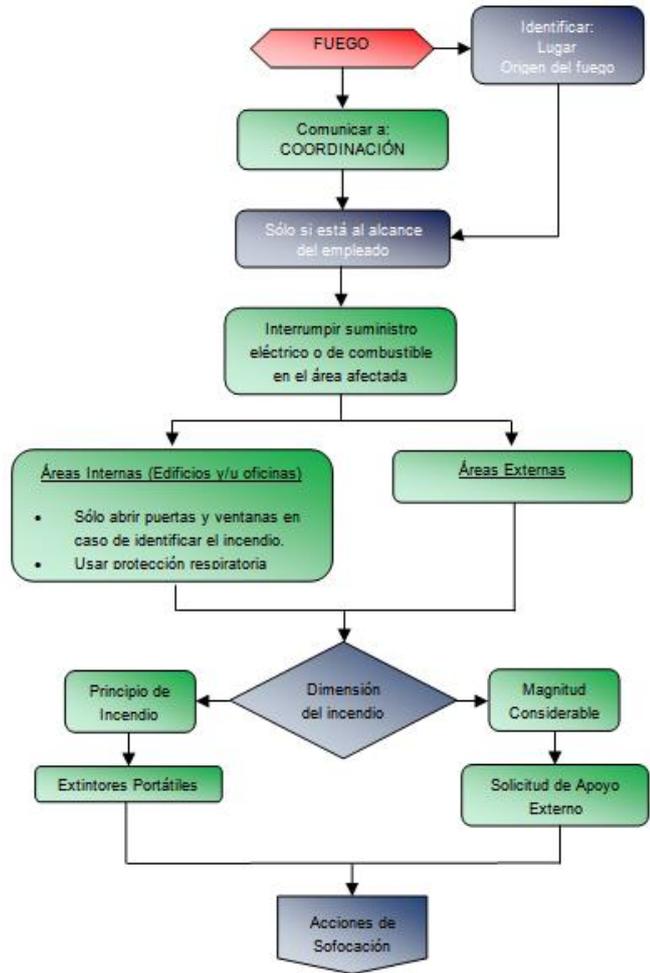
Ocurrida la contingencia y, en consecuencia, se desencadena otro peligro que involucra una operatoria puntual y distinta a la actual, recurrir a los siguientes procedimientos asociados:

- IO 003 - Accidente Personal
- IO 006 - Derrame de Producto.

2.2 Medios y Equipos para Brigada Contra Incendios

Los encargados de combatir incendios serán provistos de trajes de Bombero. Estos se encuentran dentro de gabinetes dispuestos para tal fin ubicados en las plantas. Los elementos y la disponibilidad de este equipamiento, se detalla en el **Anexo 03 - Medios y Equipos BCI.**

2.3 Flujoograma Respuesta a un incendio



2.3. Incendio de Campos

2.3.1. Medidas Preventivas

Para evita la ocurrencia de este tipo de eventos o su escalada hacia un evento de gran magnitud, se debe tener en cuenta:

- a) Si se advierte una acción imprudente o con intención de producir fuego, intentar impedir que se realice o avisar inmediatamente a la autoridad más próxima o a Coordinación.
- b) Los trabajos en caliente, deben ser debidamente autorizados.
- c) Sólo se permite fumar en aquellos lugares habilitados para tal fin.
- d) Se prohíbe dejar basura en los caminos internos, ya que la misma puede dar origen a un incendio.

2.3.2. Acciones de Respuesta

Detectada la presencia de incendios en campos cercanos, se procederá de la siguiente forma:

- a) Quien detecte el incendio debe comunicar a Coordinación, especificando el Área afectada y su posición con respecto a las instalaciones.
- b) Coordinación activara el Plan de llamadas, analizando la siguiente información:
 - Origen de la información.
 - Ubicación geográfica del siniestro. Distancia aproximada a las instalaciones.
 - Estado del tiempo, haciendo hincapié en la dirección e intensidad del viento reinante.
 - Dimensión del frente del fuego.
- c) El personal de guardia tiene la obligación de llevar el celular de guardia en el vehículo cada vez que salga de recorrida.
- e) Nunca abandonar la zona incendiada, incluso una vez apagada.

2.3.3. Siniestro Menor

Comunicar a Coordinación. Si se trata de un foco inicial, incipiente y muy reducido, siempre que esté a su alcance tratar de apagarlo. Para ello se podrá servir de agua, tierra o de los matafuegos provistos en los vehículos.

2.3.4. Siniestro Mayor

Comunicar a Coordinación, quien desplegará el plan de llamados y de ser necesario, el jefe de Grupo de Respuesta convocará a la brigada y a personal externo de apoyo.

Si el fuego está ya muy avanzado, limitarse a dar aviso, abandonar la zona y dejar actuar a los profesionales de los servicios de extinción.

De verse obligado a huir por la extensión del incendio, no debe realizarse a favor del viento (mirar la dirección del humo).

3. Derrames sobre el suelo

A continuación se presentan las diferentes opciones para la contención de derrames:

3.1. Diques de tierra:

Se coloca tierra del lugar o áridos alrededor del sitio afectado o sobre el recorrido esperado del derrame, a efectos de contenerlo y evitar su dispersión.

Deben estar disponibles tierra, grava o arena para posibilitar la contención.

Si los tiempos requeridos de respuesta lo permiten, puede solicitarse aporte de áridos de otro sitio.

En la medida de lo posible no se deberá utilizar suelo fértil del lugar.

Generalmente se requieren cuadrillas de trabajadores y/o equipos viales para construir el dique.

3.1.1. Disposición:

Una vez finalizada la contingencia del incidente, el suelo que formo parte de la barrera será retirado junto con el resto afectado por el derrame y llevado a repositorio habilitado para proceder al tratamiento correspondiente.

3.2. Dique absorbente

El método es útil principalmente en derrames pequeños o para frenar el movimiento de derivaciones menores de un derrame de mayor magnitud.

Se utiliza material absorbente oleofílica para contener el derrame.

El absorbente deberá colocarse en cantidad necesaria para absorber el frente de escurrimiento del fluido derramado y generar una barrera que se oponga a su movimiento. Podrá utilizarse en conjunto con diques de tierra para optimizar su funcionamiento.

3.3. Piletas de contención y Sumideros:

El absorbente contaminado (siempre que este suelto y no sean barreras o mantas) podrá ser retirado junto con el suelo contaminado y enviado a repositorio habilitado para ser tratado en conjunto ya que es de carácter orgánico y ayuda a la degradación biológica.

En caso de utilizarse mantas o cordones absorbentes, los mismos deberán ser enviados al sitio de disposición transitoria de residuos peligrosos para ser posteriormente tratados mediante tecnología habilitada, por ejemplo, mediante incineración en el horno pirolítico.

Solo podrán ser utilizadas si se realiza la impermeabilización correspondiente. Con el fin de evitar el contacto del producto derramado con el suelo, se deberá colocar en todos los casos un revestimiento que podrá ser membrana de polietileno de alta densidad (o equivalente) o un recipiente plástico o metálico y conducir el producto derramado hacia el mismo.

En caso de existir una capa de suelo vegetal en el lugar deberá tratarse de que sea removida previo a la construcción de la pileta y acopiada para su utilización en la etapa de restauración posterior.

En caso de que el fluido derramado no fluya naturalmente, ayudar el escurrimiento hacia dichas depresiones principalmente de forma mecánica

3.4. Recuperación del producto derramado

3.4.1. Bombeo de material derramado

Este método deberá ser usado para recuperar material derramado desde un dique o pileta de vacío. La operación de las bombas debe ser segura, en el sitio del derrame y las mismas ser compatibles con el producto a bombear.

Para proporcionar almacenamiento al material recuperado deben estar disponibles tanques portátiles, camiones cisternas, porta tanques o tanques permanentes cercanos.

Mientras la bomba se encuentre en funcionamiento, deberá encontrarse presente en el lugar una cuadrilla de trabajo o personal con conocimiento para operarla y para realizar trabajos accesorios al bombeo con el fin de maximizar la recuperación del fluido.

3.5. Limpieza de suelos afectados por derrames

3.5.1. Retiro del suelo afectado

Para el retiro de grandes cantidades de suelos, lodo o grava afectados podrá utilizarse equipo vial, preferentemente equipos con llantas de caucho que ocasionarán menos alteración superficial.

En caso de que la afectación ocurriera en zonas de alta sensibilidad ambiental o gran cobertura vegetal deberá referenciarse el uso de mini retro o retiro manual de los suelos afectados (dependiendo la sensibilidad del sitio).

El suelo retirado será transportado por camiones hasta el repositorio habilitado más cercano.

4. Derrame sobre cursos hídricos

4.1. Métodos de contención de derrames en cuerpos de agua

4.1.1. Barreras flotantes de contención

En caso de que el material orgánico alcance un curso de agua, para prevenir la migración del material derramado aguas abajo del punto de contención, sin bloquear o modificar el curso original deberá colocarse una barrera flotante de contención.

Los cordones deberán amarrarse a ambos lados del curso de agua a efectos de que el movimiento de la misma no lo arrastre.

El curso hídrico debe ser accesible para permitir actividades de contención.

Si el curso hídrico es muy somero, o la corriente es muy rápida, la barrera flotante de contención puede no ser efectiva.

El material de barrera y una cuadrilla de trabajadores deben estar disponibles para ejecutar este método.

Será óptimo contar con un equipo de bombeo que permita retirar el material flotante a medida que es contenido por la barrera a efectos de que el producto orgánico no supere la altura de la barrera por acumulación y corra aguas abajo.

4.1.2. Barrera flotante absorbente

La barrera flotante de absorbente puede usarse en corrientes estrechas someras o de bajo caudal, o para remover pequeñas cantidades de producto superficial. No es efectiva para extraer grandes cantidades del mismo ya que no posee faldón; una vez que la misma se satura puede permitir fluir debajo de ella.

Los cordones deberán amarrarse a ambos lados del curso de agua a efectos de que el movimiento de la misma no lo arrastre.

El punto utilizado para colocar la barrera absorbente deberá ser fácilmente accesible y permitir de forma segura las actividades de colocación y retiro de absorbentes.

Se requiere adicionalmente una cuadrilla de trabajadores presente en el lugar para el retiro de los absorbentes saturados y reemplazo por otros nuevos.

En caso de ser posible será óptimo contar con un equipo de bombeo que permita retirar el producto flotante a medida que es contenido por la barrera absorbente a efectos de alargar su vida útil.

4.1.3. Dique de tierra o áridos

Podrán ser utilizados en corrientes muy someras e intermitentes así como también para contener materiales derramados a lo largo de los márgenes. Es necesario tener disponible tierra o arena suficiente para construir el dique.

Para la realización de estos trabajos puede requerirse una cuadrilla con herramientas, equipos viales, tierra o áridos, sacos de arena y/o láminas de metal o madera, siempre dependiendo de su magnitud.

4.2. Métodos de recuperación de producto de cuerpos de agua

4.2.1. Bombeo de material derramado hacia almacenamiento

Este método deberá ser usado para recuperar el sobrenadante desde el cuerpo de agua o sitios de almacenamiento temporal, en áreas sin acceso para camiones. La operación de las bombas debe ser segura, en el sitio del derrame y las mismas ser compatibles con el producto a bombear.

Para proporcionar almacenamiento al material recuperado deben estar disponibles tanques portátiles, camiones cisternas, porta tanques o tanques permanentes cercanos.

La técnica generará grandes volúmenes de agua y producto que requerirá almacenamiento. Las mismas pueden ser volcadas en las plantas de tratamiento, previa consulta a encargado de plantas.

Mientras la bomba se encuentre en funcionamiento, deberá encontrarse presente en el lugar una cuadrilla de trabajo o personal con conocimiento para operarla y para realizar trabajos accesorios al bombeo con el fin de maximizar la recuperación del fluido.

4.3. Métodos de limpieza en áreas anegadas

4.3.1. Limpieza manual

La limpieza de zonas anegadas deberá realizarse con cuadrillas especializadas y herramientas manuales cuidando de causar el menor impacto en el medio. El suelo y vegetación contaminados deberán ser removidos del curso de agua.

Este método también deberá ser utilizado en áreas vegetadas o de una sensibilidad tal que lo requieran.

Deben ser asumidas todas las precauciones de seguridad para el personal que trabaja en o cerca del agua o áreas sensibles. Se requerirán tanques o tambores de almacenamiento para almacenar material contaminado antes de la disposición final.

4.3.2. Absorbentes

El método es usado en áreas aisladas para limpiar pequeñas cantidades de sobrenadante.

La limpieza con absorbentes requiere mano de obra disponible y especializada y lleva largo tiempo de implementación. La alteración superficial es mínima, por el tráfico peatonal.

En caso de utilizarse mantas o cordones absorbentes, los mismos deberán ser enviados al sitio de disposición transitoria de residuos peligrosos para ser posteriormente tratados mediante tecnología habilitada.

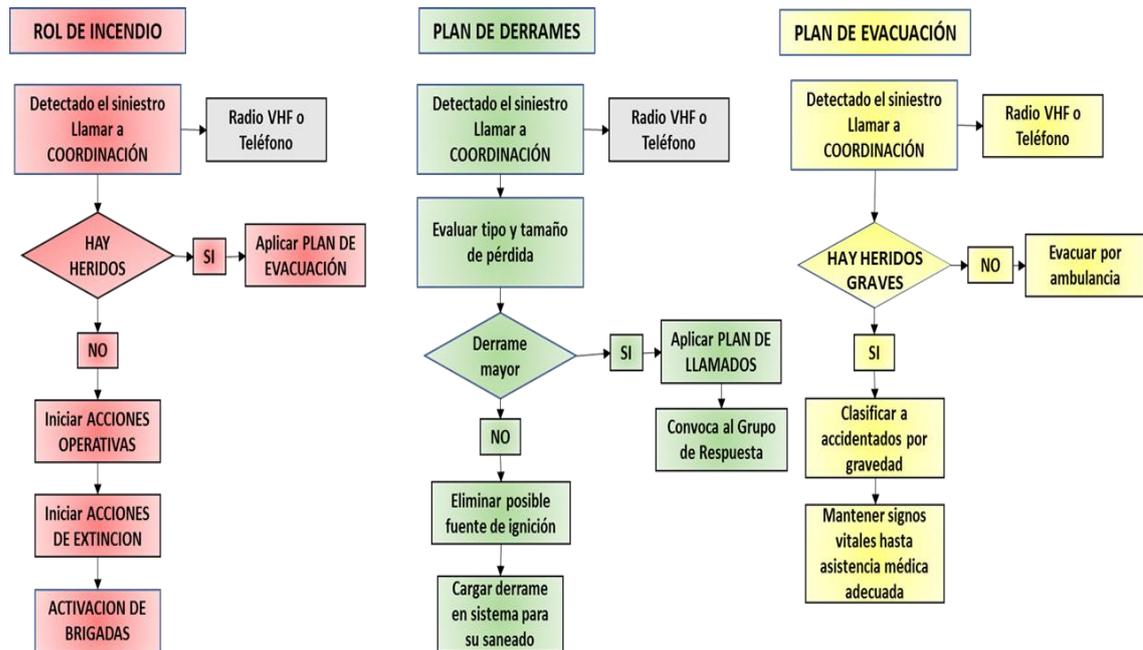
5. Medios y equipos para afrontar derrames de producto

Los equipos necesarios para afrontar las sucesivas etapas se encuentran descritos en el **Anexo 004 - Medios y Equipos para Derrames**

6. Acciones y evaluación posterior

Una vez superada la contingencia grave se deberá elaborar el plan de remediación correspondiente.

7. Flujoograma



IO 007 – Plan de Evacuación 1. Plan de Evacuación

El objetivo del Plan de Evacuación es establecer las condiciones, que les permitan a los visitantes y empleados de la empresa, protegerse en caso de que un siniestro o amenaza colectiva pongan en peligro su integridad física, mediante acciones rápidas, coordinadas y confiables, tendientes a desplazarse hacia lugares de menor riesgo.

Debido a que el comportamiento humano ante las emergencias representa una condición variable, muchas veces imprevisible, influido entre otros aspectos, por la personalidad, educación, experiencia, reacción de las otras personas ante el siniestro y el nivel de entrenamiento que se tenga para enfrentar los riesgos es útil buscar un mecanismo mediante el cual logremos canalizar los diferentes comportamientos ante un siniestro.

1.1. Objetivo

- 1.1.1. Establecer un procedimiento normalizado de evacuación para los ocupantes y usuarios de las instalaciones.
- 1.1.2. Generar entre los ocupantes un ambiente de confianza hacia el proceso de evacuación.
- 1.1.3. Optimizar el uso de los recursos de emergencia disponibles en las instalaciones.
- 1.1.4. Minimizar el tiempo de reacción de los ocupantes ante una emergencia.
- 1.1.5. Aumentar el tiempo disponible, mediante la detección temprana del siniestro, control eficaz del siniestro, limitación de los materiales que puedan generar el riesgo.
- 1.1.6. Disminuir el tiempo necesario, mediante sistemas de notificación adecuados, control del número máximo de personas en la edificación.
- 1.1.7. Hacer que los factores de interferencia, incidan lo menor posible en el tiempo de salida.
- 1.1.8. Entrenamiento mediante capacitación y simulacros de evacuación.

1.2. Proceso de Evacuación

El proceso de evacuación se lleva a cabo a través de cuatro fases, las cuales tienen una duración cuya sumatoria determinará el tiempo total de salida.

El tiempo de reacción está representado por las tres primeras fases (Detección, Alarma, Preparación), donde no se presenta disminución en el número de personas en la edificación. Sólo en la última o cuarta fase (Salida), empieza a disminuir el número de personas en la edificación.

El tiempo necesario es la duración entre el momento en que se genera la alarma y la salida de la última persona de la edificación.

a) Detección

La fase de detección se refiere al tiempo que transcurre entre el momento en que se desencadena la amenaza como una emergencia y el momento en que ésta es detectada, bien sea por un trabajador o por un sistema de detección automático.

b) Alarma

Esta fase, comprende el periodo de tiempo, entre la detección y la activación de la alarma, la cual puede ser manual o automática.

c) Preparación

La fase de preparación, empieza en el momento que se activa la alarma, y está representada por el tiempo requerido, para interpretarla, realizar las funciones inherentes a la emergencia y tomar la decisión de empezar a evacuar.

d) Salida

La salida empieza cuando cualquiera de los ocupantes, da el primer paso para iniciar la evacuación, y finaliza cuando el último de los ocupantes sale de las instalaciones.

1.2.1. Ruta Principal de Evacuación

La ruta de evacuación principal es la que atraviesa las oficinas en su totalidad a través de los pasillos que da acceso a todas a las oficinas del edificio.

1.2.2. Punto de reunión

Una vez concentrados allí se sacara el parte de personal y se le brindara ayuda de primeros auxilios a quienes lo requieran. Cuando los coordinadores de evacuación lo consideren necesario, darán la orden de regresar al edificio. En la empresa, el punto de reunión se ubicará en el estacionamiento de vehículos.

1.2.3. Coordinadores de Evacuación

Las personas que sean nombradas coordinadores de evacuación deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Conocimiento general de los tipos de emergencias que se pueden presentar en las instalaciones.
- Buen conocimiento del edificio y área de responsabilidad.
- Buen conocimiento de las personas que laboran en su área de responsabilidad.
- Excelente conocimiento de los procedimientos de evacuación establecidos en el edificio.
- Máxima permanencia en el área de responsabilidad.
- Estabilidad emocional.

- Liderazgo.
- Voluntad y espíritu de colaboración.

1.2.4. Señalización de Evacuación

La razón de la señalización de emergencia es la de orientar a las personas en cuanto a las rutas que deben tomar. Dicha señalización reafirma las rutas que se han tomado en los simulacros y genera confianza entre las personas. De igual manera en los mapas se encuentra determinada la ubicación de la señalización y de los lugares por donde evacuar

2. Plan de Evacuación

2.1. Cuando Evacuar

La alarma se activa cuando los detectores, ubicados en todo el predio, divisan la presencia de humo. Al escuchar la alarma el personal debe dirigirse al punto de reunión de forma tranquila y sin correr.

2.2. Punto de Reunión

El punto de reunión se ubicará en el estacionamiento de vehículos.

2.3. Equipo de Respuesta del Edificio

Serán Coordinadores de evacuación los Jefes de Planta o su relevo, quienes tendrán a su cargo la evacuación del edificio y designarán a un responsable para la Coordinadores de evacuación:

- Brindarán apoyo para realizar la evacuación de acuerdo con lo previsto.
- Deberán contar con una lista del personal presente en el edificio a fin de corroborar la presencia de todo el personal en el punto de reunión. Asimismo serán los encargados de dar la orden de regresar al edificio, una vez normalizada la situación.
- Corroborar la zona en que se detectó la contingencia.

Encargado de Confirmación de la Contingencia:

El sector de SAS deberá:

- Acercarse al lugar y corroborar la existencia y/o causas de disparo de la alarma.
- Considerar la posibilidad de evacuar las zonas aledañas al edificio y la necesidad de realizar el corte de gas y/o energía eléctrica del edificio.
- Decidir sobre el corte de gas y energía eléctrica indicando el corte de los mismos a los sectores que corresponda.

6.7.2. GLICERINA

De acuerdo a las cartillas de seguridad de GTM (Grupo TransMerquim. Anexo VIII), se observa que:

6.7.1.1. Clasificación SGA: Toxicidad aguda, inhalación (Categoría 4) (Sección 2 de GTM)

6.7.1.2. Síntomas y efectos (Sección 4 de GTM)

- Inhalación: Puede ser irritante para las vías aéreas.
- Contacto con la piel: El contacto frecuente o prolongado puede causar irritación de la piel y dermatitis.
- Contacto con los ojos: Puede ser irritante para las vías oculares.
- Ingestión: Puede provocar malestar, náuseas, vómitos, diarrea. Por ingestión masiva puede provocar cefaleas, deshidratación, perturbación del ritmo cardíaco, cambio en el hemograma, disminución de la función renal.

6.7.1.3. Medios de extinción. (Sección 5)

- Usar polvo químico seco, espuma, arena o CO₂. Utilizar el producto acorde a los materiales de los alrededores. NO USAR chorros de agua directos. El uso de agua puede causar frothing, o derrame del producto por ebullición violenta del agua agregada.
- Derivados de la sustancia o mezcla combustible (el líquido puede arder, pero no encenderá fácilmente).
- Extinción de incendio: Rocíe con agua los recipientes para mantenerlos fríos. Enfríe los contenedores con chorros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido. El material caliente puede ocasionar erupciones violentas al entrar en contacto con el agua, pudiendo proyectarse material caliente y provocar serias quemaduras.
- Protección durante extinción: equipo autónomo de respiración.

6.7.1.4. Medidas en caso de derrame accidental (Sección 6)

- Evacuar al personal hacia área ventilada

- Evitar fuentes de ignición
- Contener el líquido con un dique o barrera.
- Peligro de contaminación física importante en caso de vertido (litorales costeros, suelos, etc.) debido a su flotabilidad y consistencia oleosa. Evitar la entrada de producto en alcantarillas y tomas de agua.
- Recoger el producto utilizando arena, vermiculita, tierra o material absorbente inerte y limpiar o lavar completamente la zona contaminada. Disponer el agua y el residuo recogido en envases señalizados para su eliminación como residuo químico.

PROPILENGLICOL

De acuerdo a las cartillas de seguridad de GTM (Grupo TransMerquim. Anexo VIII), se observa que:

6.7.3.1. Clasificación SGA: no cumple con los criterios para clasificarse en una clase de peligro (Sección 2 de GTM).

6.7.3.2. Síntomas y efectos (Sección 4 de GTM)

- Inhalación: Es una vía muy difícil debido a su baja volatilidad, aunque en prolongadas exposiciones a atmósferas saturadas pueden producir irritación del aparato respiratorio.
- Contacto con la piel: En contacto con la piel puede causar irritación, probablemente por deshidratación, enrojecimiento, picazón e inflamación.
- Contacto con los ojos: Ligeramente irritante en contacto con los ojos.
- Ingestión: no se esperan efectos nocivos significativos
- Inhalación: Puede ser irritante para las vías aéreas.

6.7.3.3. Medios de extinción. (Sección 5)

- Usar polvo químico seco, espuma, arena o CO₂. Utilizar el producto acorde a los materiales de los alrededores. NO USAR chorros de agua directos.
- Derivados de la sustancia o mezcla combustible (el líquido puede arder, pero

no encenderá fácilmente)

- Extinción de incendio: Rocíe con agua los embalajes para evitar la ignición si fueron expuestos a calor excesivo o al fuego. Retire los embalajes si aun no fueron alcanzados por las llamas, y puede hacerlo sin riesgo. Rocíe con agua los recipientes para mantenerlos fríos. Enfríe los contenedores con chorros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido. Combata el incendio desde una distancia máxima o utilice soportes fijos para mangueras o reguladores. Prevenga que el agua utilizada para el control de incendios o la dilución ingrese a cursos de agua, drenajes o manantiales
- Protección durante extinción: equipo autónomo de respiración.

6.7.3.4. Medidas en caso de derrame accidental (Sección 6)

- Evacuar al personal hacia área ventilada
- Evitar fuentes de ignición
- Contener el líquido con un dique o barrera. Prevenir la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas no controladas
- Recoger el producto utilizando arena, vermiculita, tierra o material absorbente inerte y limpiar o lavar completamente la zona contaminada. Disponer el agua y el residuo recogido en envases señalizados para su eliminación como residuo químico.

6.8. Clasificación N.F.P.A. 704

La clasificación N.F.P.A. 704 es la norma estadounidense que explica el "*diamante de materiales peligrosos*" establecido por la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (inglés: *National Fire Protection Association*), utilizado para comunicar los riesgos de los materiales peligrosos. Es importante para ayudar a los cuerpos de Bomberos y emergencias a identificar los riesgos que se enfrentan a la hora de atender una emergencia de Incendio con la sustancia en combustión. El diamante tiene la siguiente descripción:



Para nuestro los productos que se trabajan en el proceso, la norma N.F.P.A. 704 establece lo siguiente:

GLICERINA

Clasificación NFPA 704



PROPILENGLICOL

Clasificación NFPA 704



CAPITULO VII. REFERENCIAS

7.1. Información estadística y de mercados

- 30nd Annual World Petrochemical Conference
(<http://www.ihsglobalevents.com/wpc2015/>)
- MB Consultores (<http://www.h2so4.com.br/>)
- Cámara de la Industria Química y Petroquímica (CIQyP).
- Nosis (<http://www.nosis.com/>)
- Soler & Asoc. (<http://solerjuridicoeconomico.com/>)
- Plan Estratégico 2020
- CRU; Sulfuric Acid Ten Year Outlook Report 2009Pentasul, series históricas.
- Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina – IPA (<http://www.ipa.org.ar>)
- Suplemento Estadístico – Petrotecnial APG (<http://www.iapg.org.ar/>)
- INDEC (<http://www.indec.mecon.ar/>)
- Global Market Insights

7.2. Referencias específicas sobre glicerina y propilenglicol

- Chiu, Chuang-Wei. "Dehydration of Glycerol and Acetol via Catalytic Reactive
- P., and Patrick L. Mills. "A Comparison of Current Models for Isothermal Distillation." American Institute of Chemical Engineering.
- Dudukovic, Milorad Trickle-Bed Reactors: Application to a Model Reaction System." Chemical and Catalytic Reactor Modeling. Washington, D.C.: American Chemical Society, 1984.Print.
- Economic Indicators. Chemical Engineering. March 2011. 118, 3; ABI/ INFORM Global.<http://www.che.com>
- Gates, Bruce C., James R. Katzer, and George C. A. Schuit. Chemistry of Catalytic Processes. New York: McGraw-Hill, 1979. Print. Comtrade Database: <http://comtrade.un.org/>
- <http://www.scavage.com/>
- <http://puertobahiablanca.com/>
- <http://www.puertoderosario.com.ar/index.php?ln=sp>

- ZHOU et al 2010 cinética PGL
- Anexo electrónico AE1.
- Anexo Electrónico AE9.
- Tonelli, S., (2013), "Seminario de procesos: Gestión de Riesgo", Apuntes de cátedra.
-

7.3. Diseño y selección de equipos

- Perry's Chemical Engineers Handbook, 8th Ed., McGraw-Hill, 2007.
- Coker, A., Ludwig's Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants Vol.1, 4th Ed., Gulf Professional Publishing, 2007.
- Coker, A., Ludwig's Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants Vol. 2, 4th Ed., Gulf Professional Publishing, 2010.
- Ludwig, E., Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants Vol. 3, 3rd Ed., Gulf Professional Publishing, 2001.
- Hewitt, G., Heat Exchanger Design Handbook, Begell House, 2008.
- Kern, D., Proceso de Transferencia de Calor, 3ra. Edición, CECSA, 1995
- Treybal, R.E., Operaciones de transferencia de masa, McGraw-Hill, 1980
- Froment, G., Chemical Reactor Analysis and Design, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- Fogler, H.S., Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas, Prentice Hall, México, 2008.

7.4. Instrumentación y control

- Seborg, Mellichamp, Edgar, Doyle, III, Process Dynamics and Control, 3rd Ed., Wiley, 2011.
- Smith, C., Advanced Process Control, John Wiley & Sons, 2010.
- Luyben, W., Process Modeling, Simulation, and Control for Chemical Engineers, 2nd Ed., McGraw-Hill, 1990.

7.5. Tecnología de procesos

- Othmer, Kirk. Enciclopedia de la Tecnología Química. Editorial LIMUSA S.A. México D.F., 2002.
- Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 6th Edition, Wiley Online Library, 2002.

- Speight, J., Chemical and Process Design Handbook, McGraw-Hill, 2002.

7.6. Evaluación de proyectos

- Peters, M., Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th Ed., McGraw-Hill, 1991.
- Rosbaco, J., Evaluación de Proyectos, 2010.
- Brown, T. R., Capital Cost Estimating, Hydrocarbon Processing, Oct. 2000.

7.7. Consultas a sector privado

- YPF SA (<http://www.ypf.com/>)
- Ing. Fernando Acedo (G.E.A)
- Ing. Schutz, Juan (Y.P.F)

7.8. Legislación nacional y organismos gubernamentales

- Información Legislativa (<http://www.infoleg.gov.ar/>)
- Servicio Meteorológico Nacional (<http://www.smn.gov.ar/>)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (<http://www.ambiente.gob.ar/>)
- Ministerio de Educación y Deportes de la Nación (<http://www.argentina.gob.ar/educacion/>)
- Ministerio de Producción de la Nación (<http://www.produccion.gob.ar/>)
- UTNFRLP (<http://www.frlp.utn.edu.ar/>)
- UTNFRRO (<http://www.frro.utn.edu.ar/>)
- UTNFRBA (<http://www.frba.utn.edu.ar/>)

7.9. Patentes y normas

- United States Patent and Trademark Office (<http://www.uspto.gov/>)
- European Patent Office (<http://www.data.epo.org/>)
- Repositorio de Patentes de Google (<https://patents.google.com/>)
- Norma IRAM 4504. Dibujo Tecnológico. Formato, Elementos Gráficos y Plegado de Láminas. Edición 3. Vigente desde 10/05/2006.

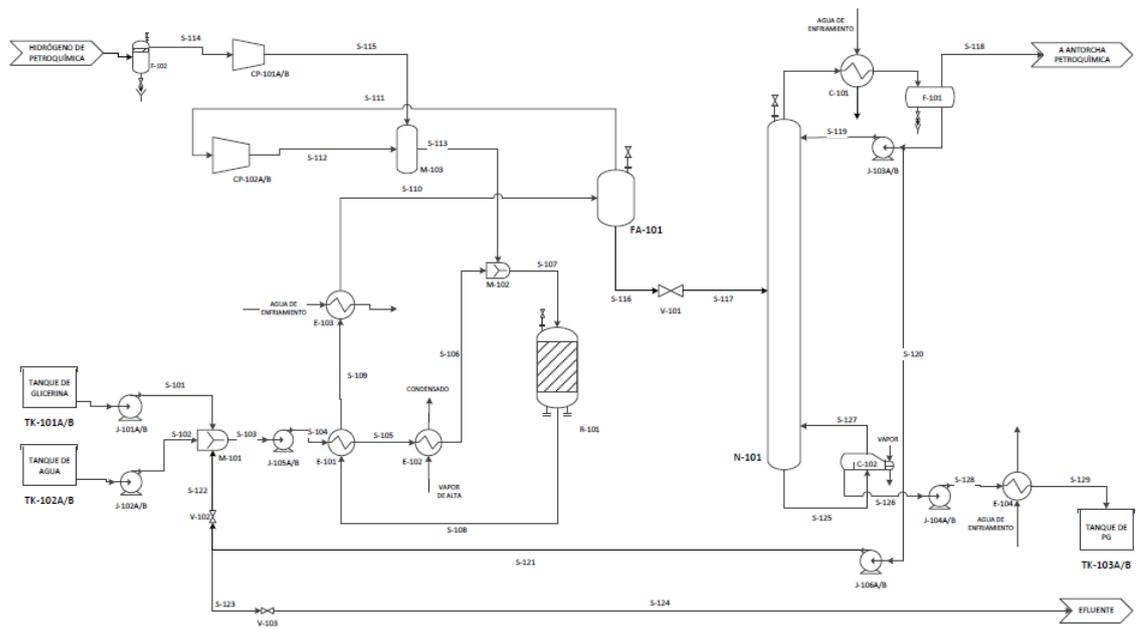
7.10. Evaluación de Impacto Ambiental

- Aguiló, M. et al., Guía Para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Contenido y Metodología (3ª reimpresión). Ministerio de Medio Ambiente. 1998.
- Canter, L. W., Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. McGraw-Hill. 1998.
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., Garmendia, L., Evaluación de impacto ambiental. Pearson-Prentice Hall. España. 2005.
- Burgos, J. y Vidal A., 1951. Los climas de la República Argentina, según la nueva clasificación de Thornwaite, Rev. Meteor. I, (1): 3-32, Buenos Aires.
- Campos S., Garzonio O., Bretas F., Machado K., Terraza H., Troch S., Renshaw J. y Nuques C. 2012. Programa de Gestión Urbano Ambiental Sostenible de la Cuenca del Río Reconquista.
- Centro de Economía Regional, Universidad Nacional de San Martín. Análisis comparativo de las Estructuras Económicas del Partido de Gral. San Martín, Provincia de Buenos Aires y República Argentina.
- CONAMBA, 1995. El Conurbano Bonaerense, relevamiento y análisis. Ministerio del Interior.
- Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas. 2009. Plan Hidráulico. Ministerio de Infraestructura, Provincia de Buenos Aires.
- EASNE, 1972 "Contribución al estudio geohidrológico del noreste de la Provincia de Buenos Aires.". CFI, Serie Técnica N° 24, La Plata.
- Frenguelli, J. 1950. Rasgos generales de la morfología y geología de la provincia de Buenos Aires. Publicación del Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT), Serie 2 (33): 1-72.
- Hernández, M. 1975. Efectos de la sobreexplotación de aguas subterráneas en el Gran Buenos Aires y alrededores. República Argentina.
- Tricart, J. 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. INTA, Colección Científica, 12: 202 pp. Buenos Aires
- Vicente Conesa Fernández-Vítora. 1996. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.
- Viladrich y Tomasini. 1999. Metodología para los estudios de impacto ambiental.

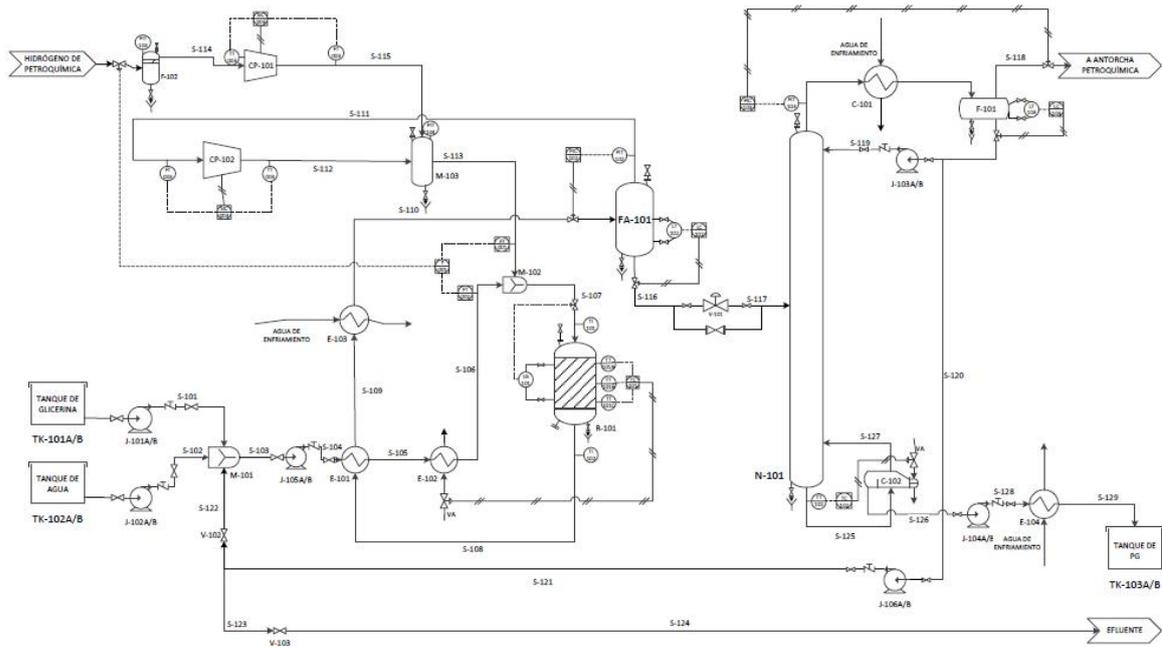
CAPITULO VIII. ANEXOS

ANEXO I. 4-10- Planimetría

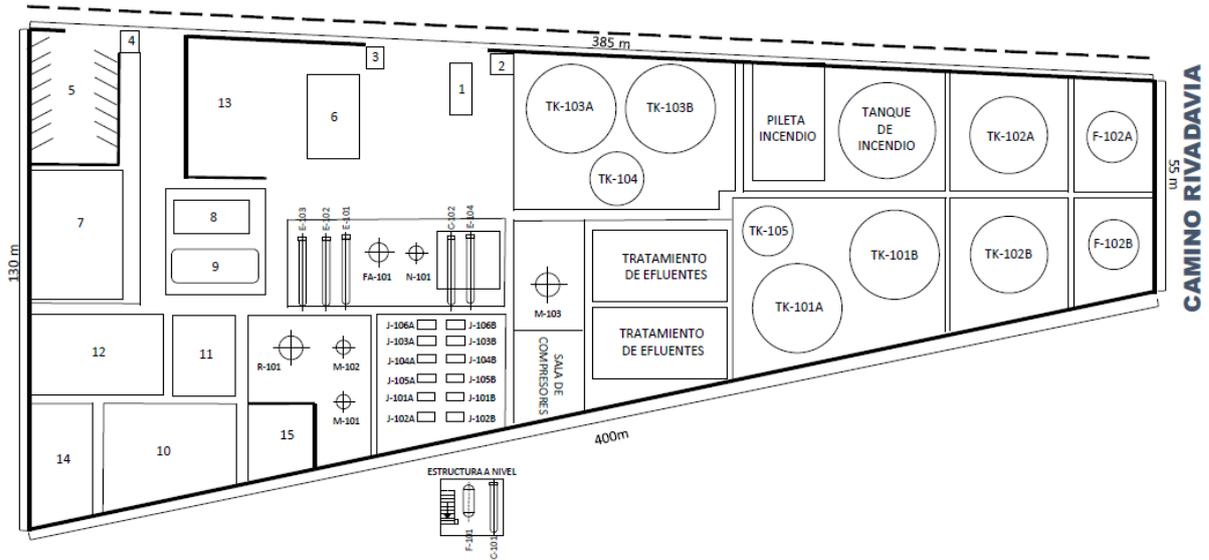
4.10.1-Diagrama de Flujo de Proceso, “PFD. PLANO N° 1”



4.10.2-Diagrama de Cañerías e Instrumentos, “P&ID. PLANO N° 2”



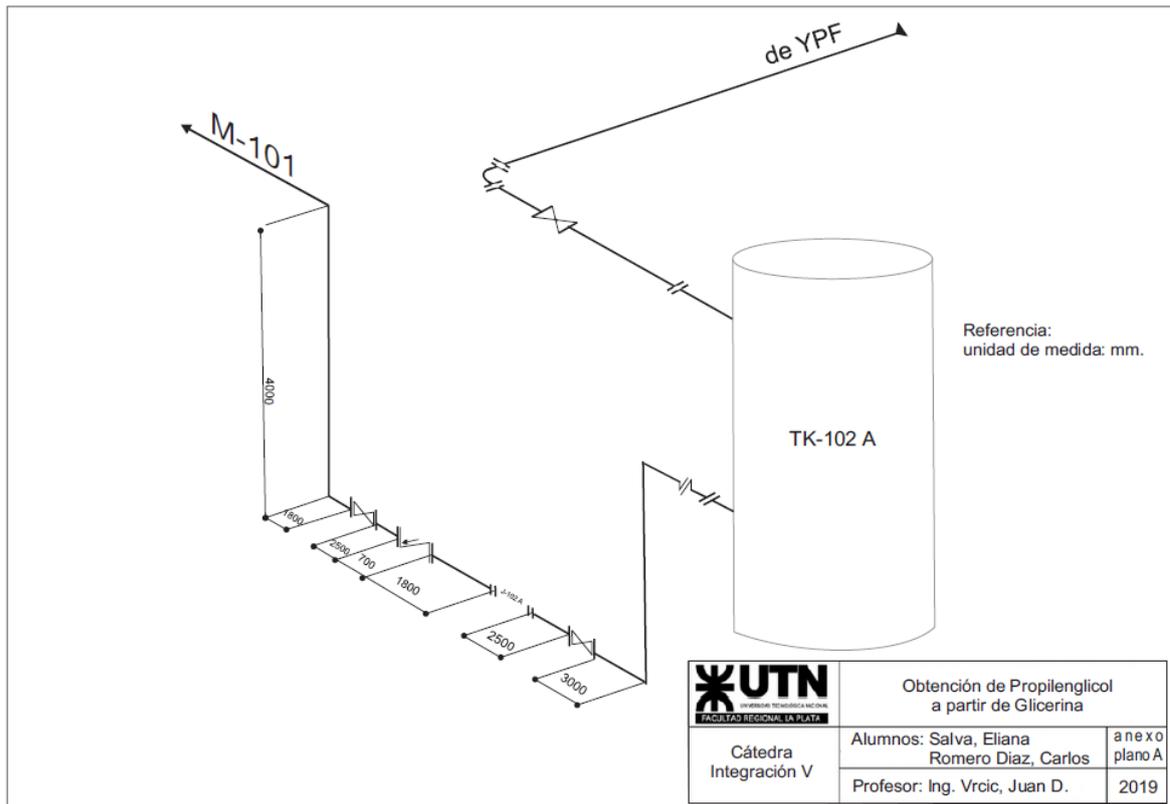
4.10.3-Plot-Plan de planta, “PLOT PLAN. PLANO N° 3”

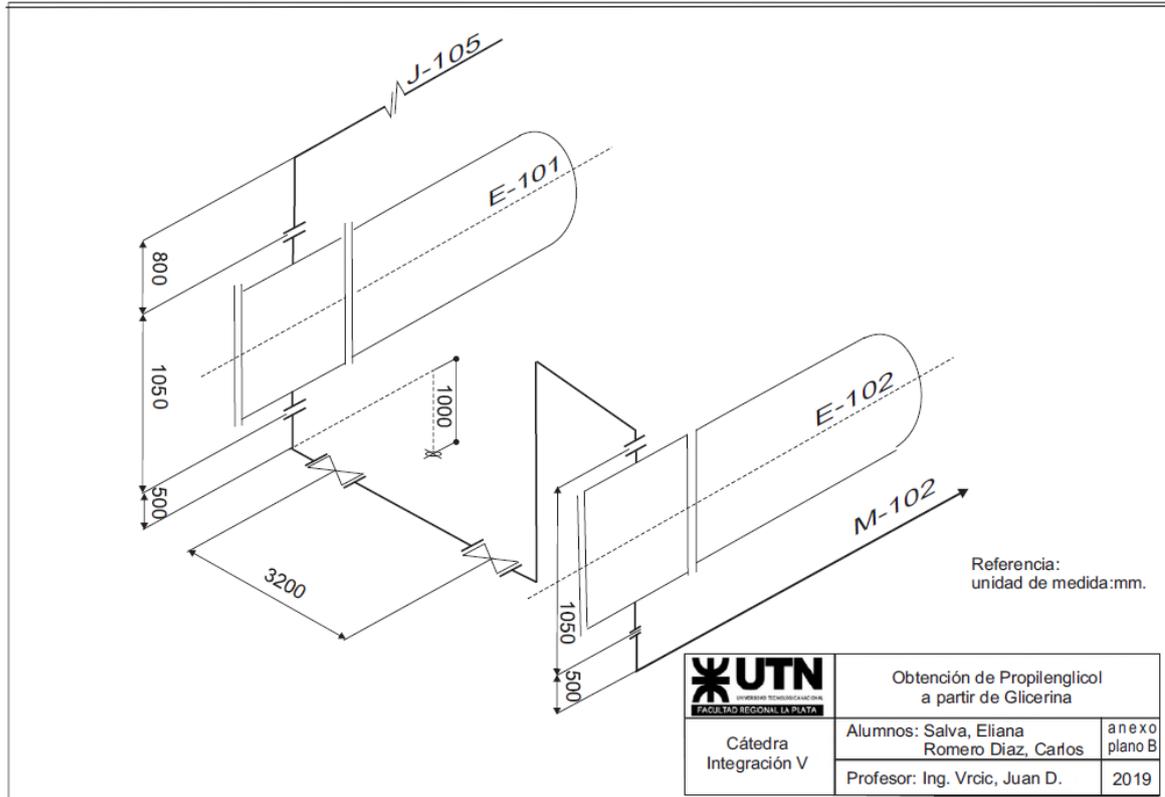


Referencias:

1. Balanza	R-101 Reactor de Lecho Fijo	M-103 Acumulador (recipiente mezcla H2 de F-101/H2 del CCR)
2. Sala de control de balanza	N-101 Columna de Destilación (PG de agua/glicerol)	F-101 Acumulador de condensado de torre
3. Seguridad, entrada y salida de camiones	E-101 Intercambiador (Calentador corriente glicerina/agua)	F-102A/B Acumulador de H2
4. Seguridad, entrada y salida de personal	E-102 Intercambiador (2°Calentador corriente glicerina/agua)	J-101 A/B Bomba para glicerina
5. Estacionamiento	E-103 Intercambiador (Enfriador corriente PG/agua/EG)	J-102 A/B Bomba para agua
6. Carga y descarga de camiones	E-104 Intercambiador (Enfriador corriente producto final PG)	J-103 A/B Bomba de reflujo a torre
7. Gerencia y administración	C-101 Condensador de cabeza de torre	J-104 A/B Bomba para producto terminado
8. Vestuario	C-102 Reboiler de torre	J-105 A/B Bomba de carga a reactor
9. Laboratorio	CP-101 A/B Compresor de H2 puro	J-106 A/B Bomba de reciclo y efluente
10. Taller de mantenimiento	CP-102 A/B Compresor de reciclo	TK-101 A/B Tanques de almacenamiento de Glicerina
11. Sala de control	FA-101 Separador Flash (Separación H2/EG de PG)	TK-102 A/B Tanque de almacenamiento de agua
12. Estación de bomberos	M-101 Mixer (recipiente mezcla Glicerina/agua/agua reciclo)	TK-103 A/B Tanques de almacenamiento de Producto
13. Estacionamiento de camiones	M-102 Mixer (recipiente mezcla Glicerina/agua/H2)	TK-104 Tanque de almacenamiento producto fuera de especificación
14. Subestación eléctrica		TK-105 Tanque de recuperación de glicerina
15. Generación de vapor		

4.10.4-Diagrama Isométrico. "ISO VISTA SE. PLANO N° 4"





ANEXO II. Balance de materia

BALANCE DE MATERIA														
		S-101	S-102	S-122	S-103	S-104	S-105	S-106	S-107	S-108	S-109	S-110	S-111	S-112
De		J-101	J-102	V-102	M-101	J-105	E-101	E-102	M-102	R-101	E-101	E-103	F-101	CP-102
A		M-101	M-101	M-101	J-105	E-101	E-102	M-102	R-101	E-101	E-103	F-101	CP-102	M-103
Caudal Másico	kg/h	5700	470	1130	7300	7300	7300	7300	8074	8074	8074	8074	484	484
Temperatura	°C	25	25	90	42	43,2	148	240	175	210	154	100	100	103
Presión	bar	22	22	22	21,4	40,47	40,27	40,5	40	39,9	39,8	39,5	39,4	40,47
Composición														
Glicerina		0,99	-	-	0,77	0,77	0,77	0,77	0,75	-	-	-	-	-
H2O		0,003	1	0,97	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,12	0,12	0,12	0,18	0,18
H2		-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,02	0,02	0,02	0,79	0,79
C3H8O		-	-	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,005	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
PG		-	-	-	-	-	-	-	-	0,85	0,85	0,85	0,01	0,01

		S-113	S-114	S-115	S-116	S-117	S-118	S-120	S-121	S-124	S-125	S-126	S-128	S-129
De		M-103	F-102	CP-101	F-101	V-101	F-101	F-101	J-106	V-103	N-101	C-102	J-104	E-104
A		M-102	CP-101	M-103	V-101	N-101	ANTORCHA	J-106		EFLUENTES	C-102	J-104	E-104	TK-103
Caudal Másico	kg/h	726	242	242	7590	7590	98	1465	1465	335	4552	4553	4553	4553
Temperatura	°C	175	45	181	100	99,5	90	90	90	89,5	190	58,2	58,2	25
Presión	bar	40,47	14,1	40,47	39,4	2	1,1	1,1	22	1	1,1	1,1	1,5	1,4
Composición														
Glicerina		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2O		0,01	-	-	0,11	0,11	0,23	0,97	0,97	0,97	0,01	0,01	0,01	0,01
H2		0,97	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C3H8O		0,01	-	-	0,01	0,01	0,77	0,03	0,03	0,03	-	-	-	-
PG		0,01	-	-	0,88	0,88	-	-	-	-	0,99	0,99	0,99	0,99

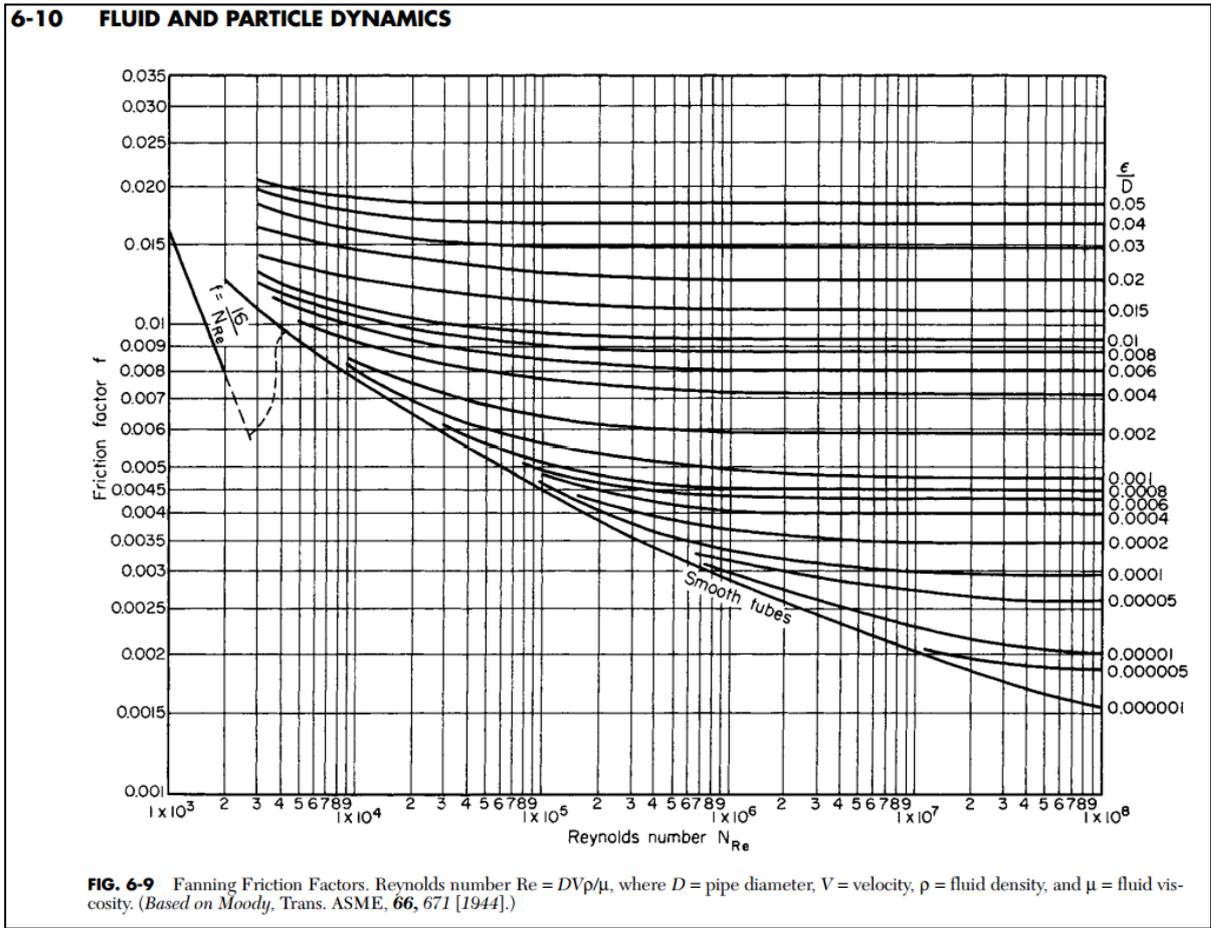
Planilla 1. Balance de materia

ANEXO III. Tablas y gráficos

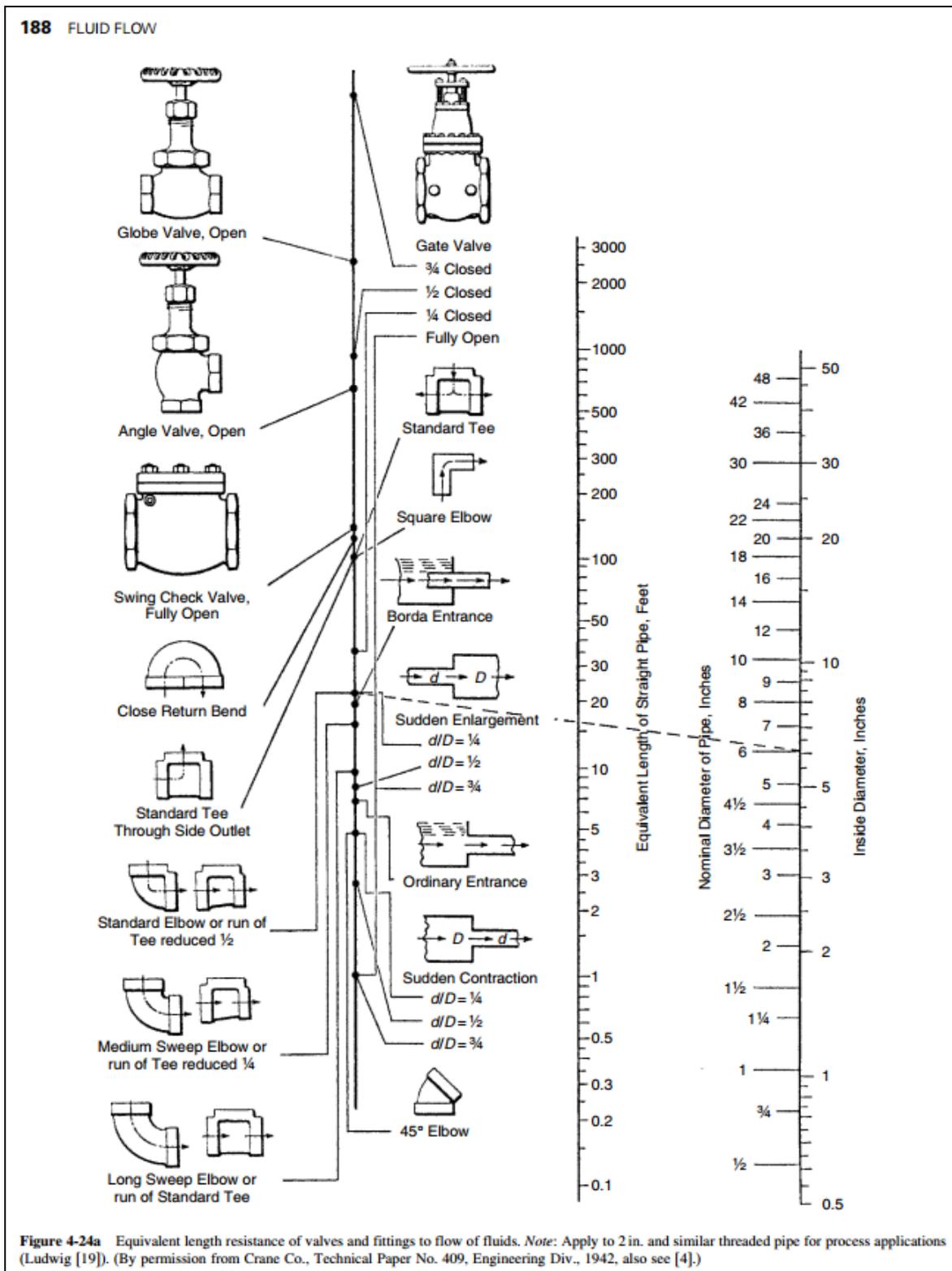
1. Propiedades de cañerías de acero. Tomado de Perry (pp. 10.72)

Nominal pipe size, in	Outside diameter, in	Schedule no.	Wall thickness, in	Inside diameter, in	Cross-sectional area		Circumference, ft, or surface, ft ² /ft of length		Capacity at 1-ft/s velocity		Weight of plain-end pipe, lb/ft
					Metall, in ²	Flow, ft ²	Outside	Inside	U.S. gal/min	lb/h water	
1/8	0.405	10S	0.049	0.307	0.055	0.00051	0.106	0.0804	0.231	115.5	0.19
		40ST, 40S	.065	.269	.072	.00040	.106	.0705	.179	89.5	.24
		80XS, 80S	.085	.215	.093	.00025	.106	.0563	.113	56.5	.31
1/4	0.540	10S	.065	.410	.097	.00092	.141	.107	.412	206.5	.33
		40ST, 40S	.085	.364	.125	.00072	.141	.080	.323	161.5	.42
		80XS, 80S	.119	.302	.157	.00050	.141	.079	.224	112.0	.54
3/8	0.675	10S	.085	.545	.125	.00162	.177	.143	.727	363.5	.42
		40ST, 40S	.091	.493	.167	.00133	.177	.129	.596	298.0	.57
		80XS, 80S	.126	.423	.217	.00098	.177	.111	.440	220.0	.74
1/2	0.840	5S	.065	.710	.158	.00275	.220	.186	1.234	617.0	.54
		10S	.083	.674	.197	.00248	.220	.176	1.112	556.0	.67
		40ST, 40S	.109	.622	.250	.00211	.220	.163	0.945	472.0	.85
		80XS, 80S	.147	.546	.320	.00163	.220	.143	0.730	365.0	1.09
		160	.188	.464	.385	.00117	.220	.122	0.527	263.5	1.31
XX	.264	.322	.504	.00035	.220	.096	0.155	77.5	1.71		
3/4	1.050	5S	.065	.920	.201	.00461	.275	.241	2.072	1036.0	0.99
		10S	.083	.884	.252	.00426	.275	.231	1.903	951.5	0.96
		40ST, 40S	.113	.824	.333	.00371	.275	.216	1.665	832.5	1.13
		80XS, 80S	.154	.742	.433	.00300	.275	.194	1.345	672.5	1.47
		160	.219	.612	.572	.00204	.275	.160	0.917	458.5	1.94
XX	.308	.434	.718	.00103	.275	.114	0.461	230.5	2.44		
1	1.315	5S	.065	1.185	.225	.00798	.344	.310	3.449	1725	0.97
		10S	.109	1.097	.413	.00626	.344	.287	2.946	1473	1.40
		40ST, 40S	.133	1.049	.494	.00600	.344	.275	2.690	1345	1.68
		80XS, 80S	.179	0.957	.639	.00499	.344	.250	2.240	1120	2.17
		160	.250	0.815	.836	.00362	.344	.213	1.625	812.5	2.84
XX	.358	0.599	1.076	.00196	.344	.157	0.878	439.0	3.66		
1 1/4	1.660	5S	.065	1.530	0.326	.01277	.435	.401	5.73	2865	1.11
		10S	.109	1.442	0.531	.01134	.435	.378	5.09	2545	1.81
		40ST, 40S	.140	1.380	0.688	.01040	.435	.361	4.57	2285	2.27
		80XS, 80S	.191	1.278	0.881	.00891	.435	.335	3.99	1965	3.00
		160	.250	1.160	1.107	.00734	.435	.304	3.29	1645	3.76
XX	.382	0.896	1.534	.00438	.435	.235	1.97	985	5.21		
1 1/2	1.900	5S	.065	1.770	0.375	.01709	.497	.463	7.67	3835	1.28
		10S	.109	1.682	0.614	.01543	.497	.440	6.94	3465	2.09
		40ST, 40S	.145	1.610	0.800	.01414	.497	.421	6.34	3170	2.72
		80XS, 80S	.200	1.500	1.069	.01225	.497	.393	5.49	2745	3.63
		160	.281	1.338	1.429	.00976	.497	.350	4.38	2190	4.86
XX	.400	1.100	1.885	.00660	.497	.288	2.96	1480	6.41		
2	2.375	5S	.065	2.245	0.472	.02749	.622	.588	12.34	6170	1.61
		10S	.109	2.157	0.776	.02538	.622	.565	11.39	5695	2.64
		40ST, 40S	.154	2.067	1.075	.02330	.622	.541	10.45	5225	3.65
		80ST, 80S	.218	1.939	1.477	.02050	.622	.508	9.20	4600	5.02
		160	.344	1.687	2.195	.01502	.622	.436	6.97	3485	7.46
XX	.436	1.503	2.656	.01232	.622	.363	5.53	2765	9.03		
2 1/2	2.875	5S	.083	2.709	0.728	.04003	.753	.709	17.97	8985	2.48
		10S	.120	2.635	1.039	.03787	.753	.690	17.00	8500	3.53
		40ST, 40S	.203	2.469	1.704	.03322	.753	.647	14.92	7490	5.79
		80XS, 80S	.276	2.323	2.254	.02942	.753	.608	13.20	6600	7.66
		160	.375	2.125	2.945	.02463	.753	.556	11.07	5535	10.01
XX	.552	1.771	4.028	.01711	.753	.464	7.68	3840	13.99		
3	3.500	5S	.083	3.334	0.891	.06063	.916	.873	27.21	13,665	3.03
		10S	.120	3.260	1.274	.05796	.916	.853	26.02	13,010	4.33
		40ST, 40S	.216	3.068	2.228	.05130	.916	.803	23.00	11,500	7.58
		80XS, 80S	.300	2.900	3.016	.04587	.916	.759	20.25	10,275	10.25
		160	.438	2.624	4.213	.03735	.916	.687	16.86	8430	14.32
XX	.600	2.300	5.466	.02885	.916	.602	12.95	6475	18.58		
3 1/2	4.0	5S	.083	3.834	1.021	.08017	1.047	1.004	35.98	17,990	3.48
		10S	.120	3.760	1.463	.07711	1.047	0.984	34.61	17,305	4.97
		40ST, 40S	.226	3.548	2.680	.06870	1.047	0.929	30.80	15,400	9.11
		80XS, 80S	.318	3.364	3.678	.06170	1.047	0.881	27.70	13,850	12.50
4	4.5	5S	.083	4.334	1.152	.10245	1.178	1.135	46.0	23,000	3.92
		10S	.120	4.260	1.651	.09898	1.178	1.115	44.4	22,200	5.61
		40ST, 40S	.237	4.026	3.17	.08840	1.178	1.054	39.6	19,800	10.79
		80XS, 80S	.337	3.826	4.41	.07986	1.178	1.002	35.8	17,900	14.98

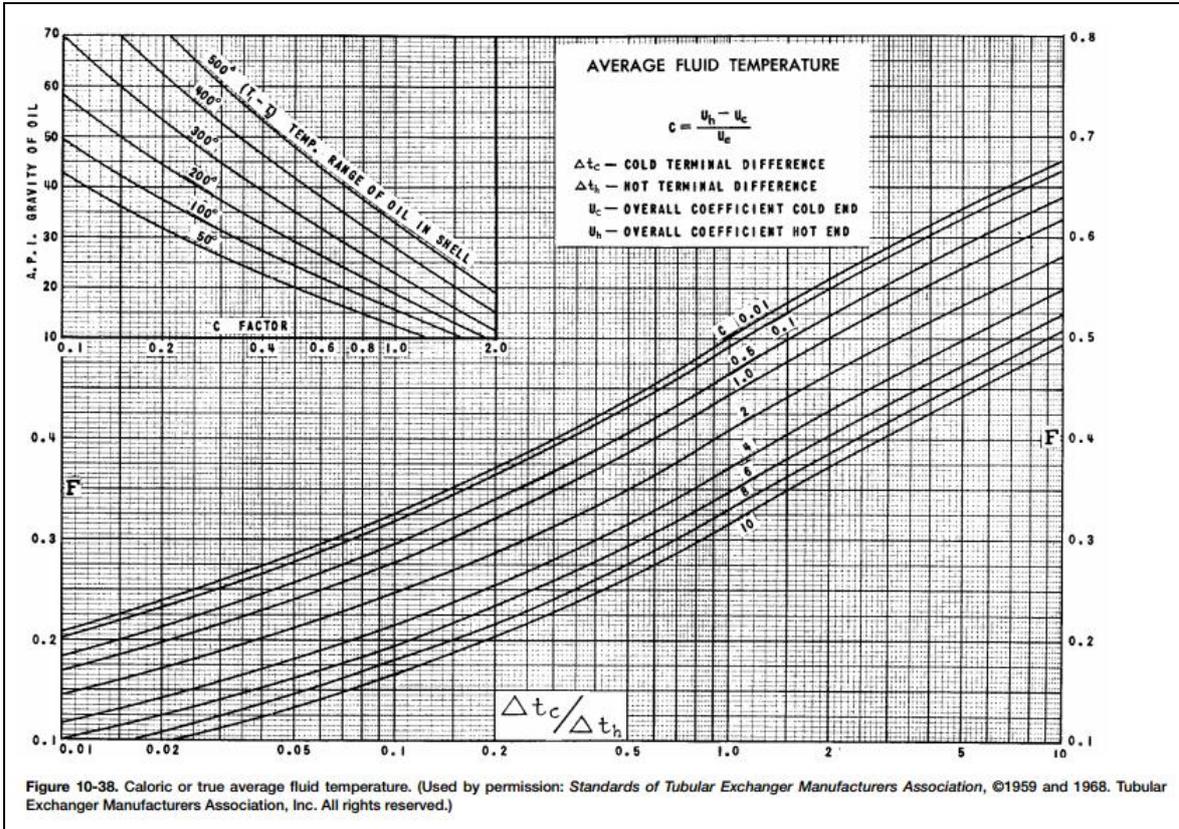
2. Diagrama de Moody. Tomado de Perry (pp. 6.10)



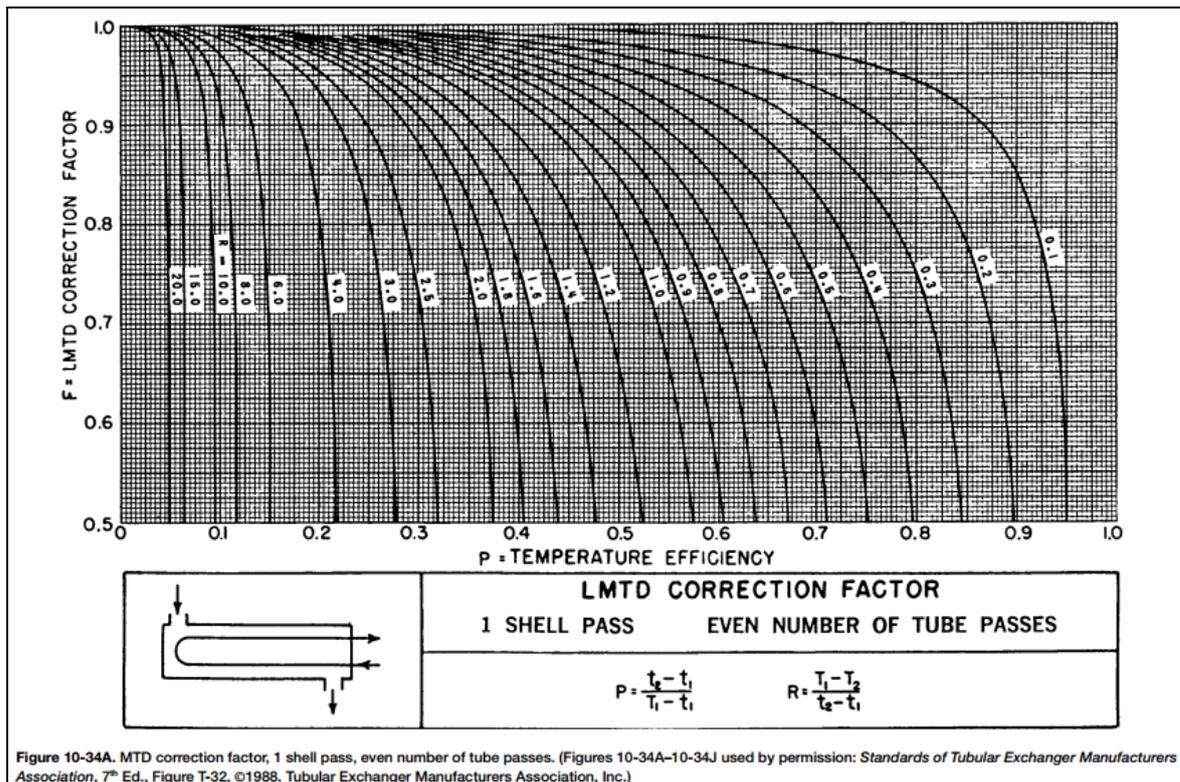
3. Longitudes equivalentes de accesorios de tuberías. Tomado de Ludwig, Vol I (pp. 188-199)



3 Gráfico de Factor Calórico F_c . Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 77)



4 Factor F_t de Corrección de Diferencia de Temperaturas Medias. Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 59)



5 Gráfica de Coeficiente Pelicular de Transferencia de Calor Lado Coraza. Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 106)

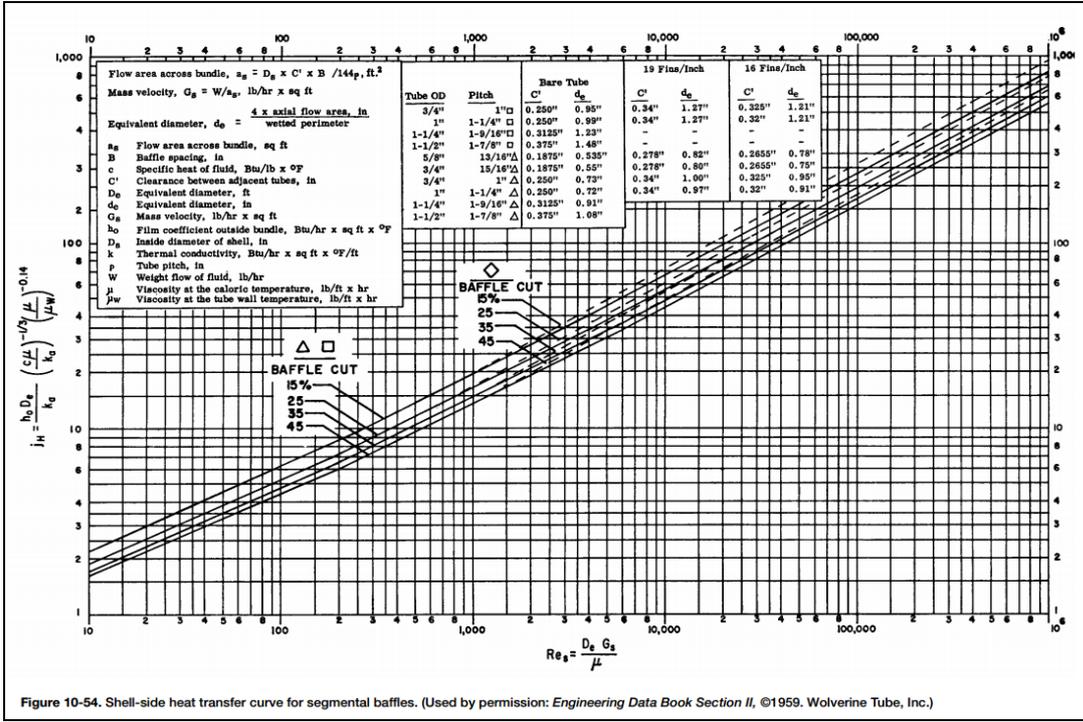


Figure 10-54. Shell-side heat transfer curve for segmental baffles. (Used by permission: Engineering Data Book Section II, ©1959. Wolverine Tube, Inc.)

6 Factor de Fricción Lado Coraza. Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 216)

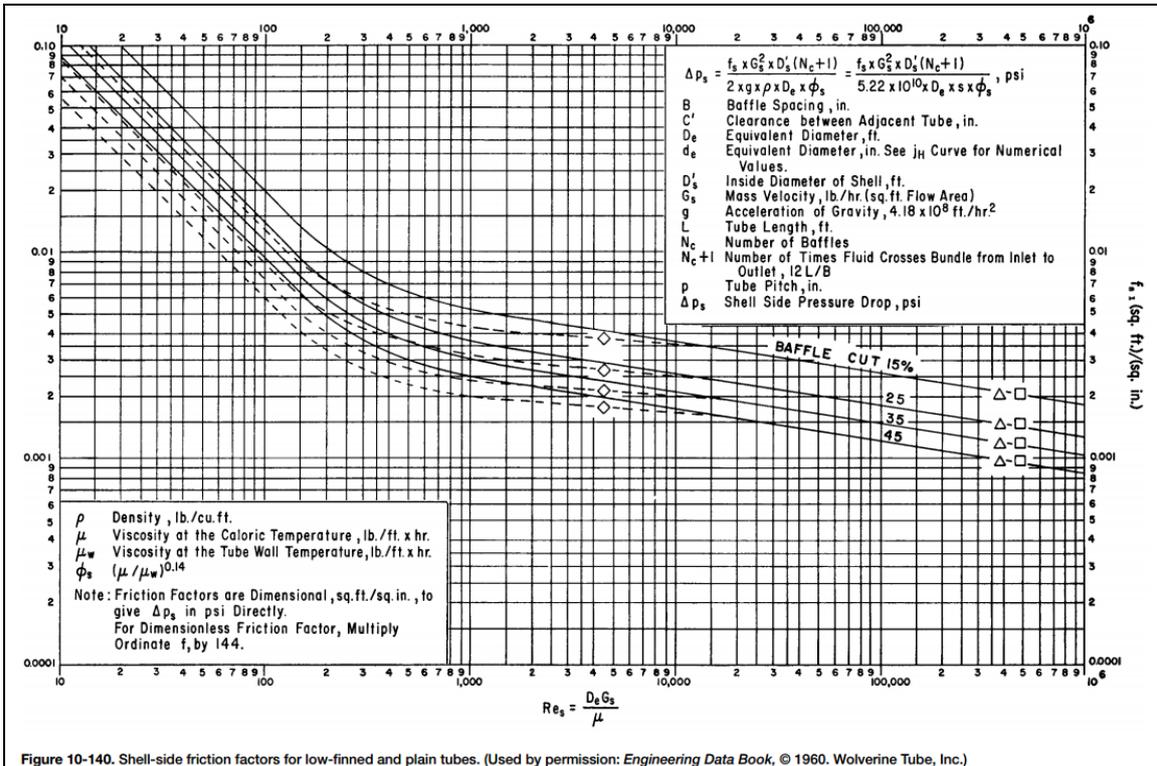
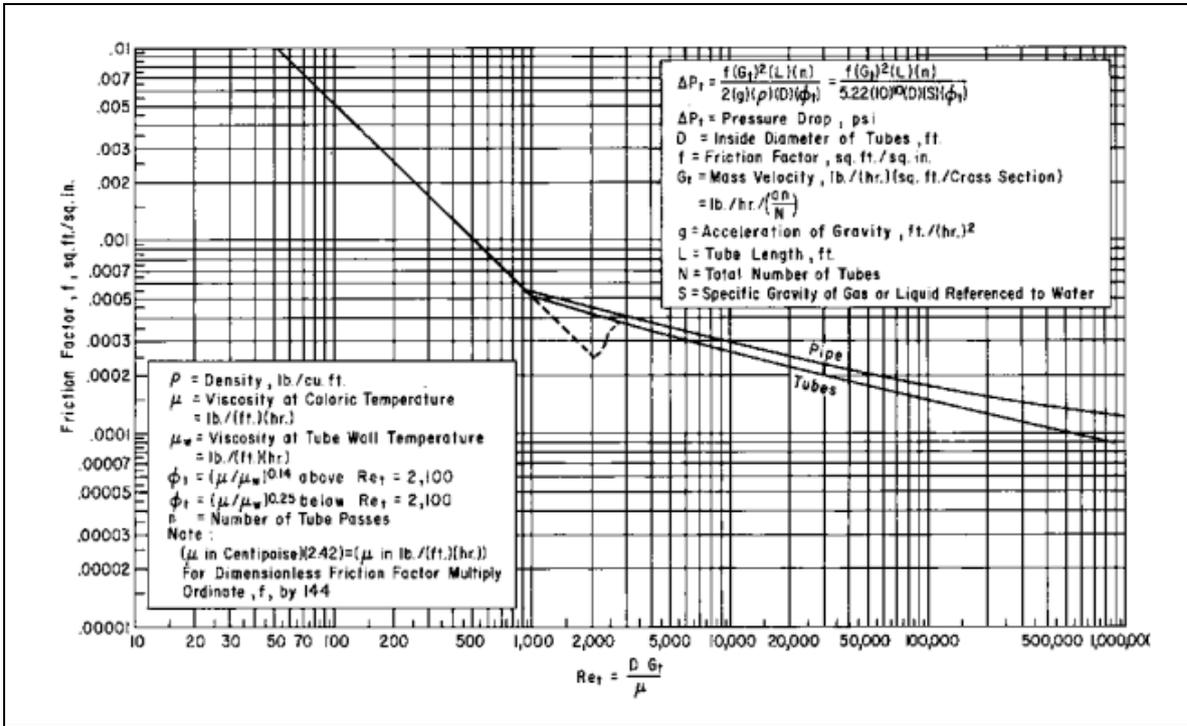


Figure 10-140. Shell-side friction factors for low-finned and plain tubes. (Used by permission: Engineering Data Book, © 1960. Wolverine Tube, Inc.)

7 Factor de Fricción Lado Tubos. Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 214)



8 Gráfica de Coeficiente Pelicular de Transferencia de Calor Lado Tubos. Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 106)

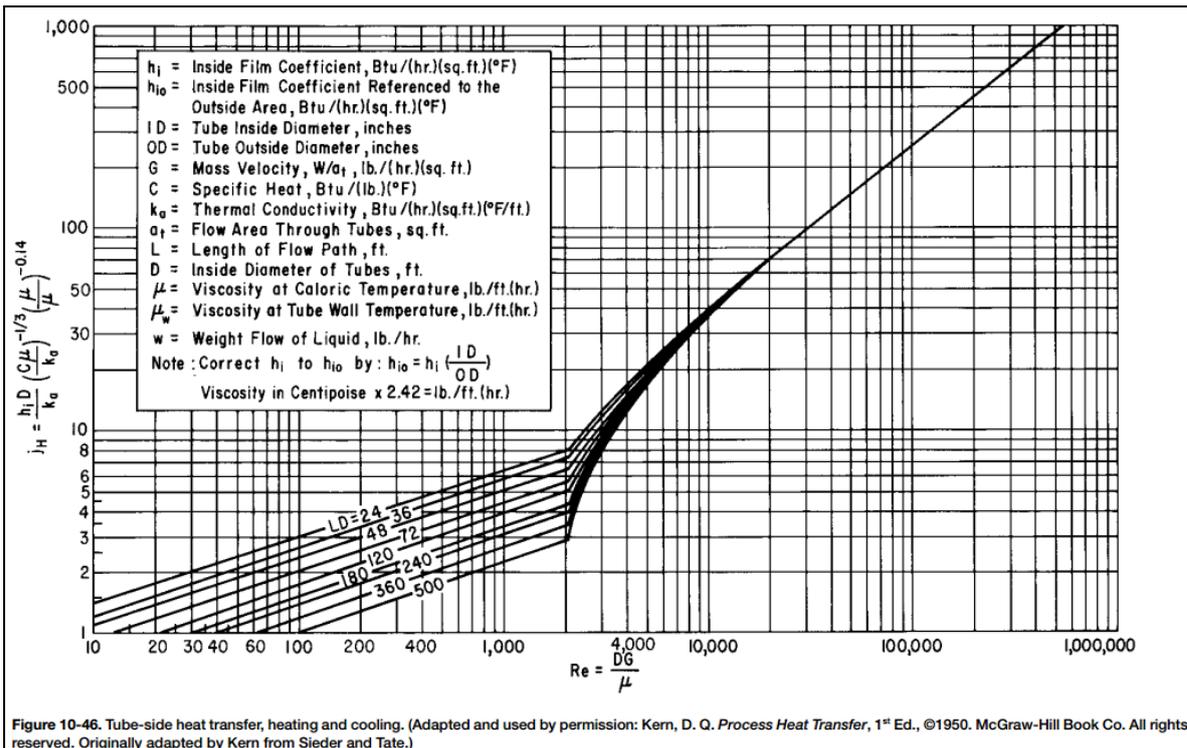


Figure 10-46. Tube-side heat transfer, heating and cooling. (Adapted and used by permission: Kern, D. Q. Process Heat Transfer, 1st Ed., ©1950. McGraw-Hill Book Co. All rights reserved. Originally adapted by Kern from Sieder and Tate.)

Anexo IV. Hojas de especificaciones de equipos diseñados

1. Hoja de Especificación de Intercambiador E -101

		INTEGRACION V Produccion de PG a partir de glicerina. Calentamiento de la carga a Reactor R-101		Nombre	Hoja de Esp: E-101	Pág 1 de 1
				Id:	Datasheet E-101	
		INTEGRACION V Produccion de PG a partir de glicerina. Calentamiento de la carga a Reactor R-101		Autores	Luciano Marcaida Carrasco Matias	Rev. 1
				Item N°: E 101	FECHA	18/3/2018
HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE CASCO Y TUBO						
Informacion General del equipo						
1						
2	Localizacion en planta: exterior	Servicio de la Unidad: Calentamiento de Carga	Tamaño (iDs xLt)= 13,25" x 8 pie			
3						
4	Tipo de tubo: liso	Tipo TEMA: B	N° de Corazas por Unidad: 1	Serie: no	Paralelo : no	
5						
6	DATOS DE OPERACIÓN					
7	Descripcion	Unidades	Lado coraza		Lado tubos	
8			Entrada	Salida	Entrada	Salida
9	Denominacion del fluido	Propilenglicol/H2O/H2/Gicerol		Glicerina/agua		
10	Caudal Total	Kg/h	8074	8074	7300	7300
11	Gas	Kg/h	484	484	(-)	(-)
12	Liquido	Kg/h	7590	790	7300	7300
13	Vapor	Kg/h	(-)	(-)	(-)	(-)
14	No condensables	Kg/h	(-)	(-)	(-)	(-)
15	Temperatura	°C	210	143	60	148
16	Propiedades fisicas					
17	Densidad	Lb/pie3	35,9		74,3	
18	Viscosidad	cP	0,54		3,6	
19	Calor especifico	Btu/lb °F	0,83		0,66	
20	Conductividad terminca	Btu pie/h pie ² °F	0,17		0,19	
21	Peso molecular	lb/mol	17,8		48	
22	Velocidad	Pie/s	5,1		4,3	
23	Presion de operación	bar	21,4		21	
24	Resistencia de ensuciamiento	h pie2 °F/Btu	0,001		0,0015	
25	Duty	Btu/h	1,69x10 6			
26	Coef. De Transmision, U Servicio	Btu/h pie2.F	99			
27	Coef. De Transmision, U Limpio	Btu/h pie2.F	131			
28	MLDT	°F	122			
29	MLDT corregida	°F	118,4			
30	Construccion de la Coraza					
31			coraza		tubos	
32	Presion de diseño			(*)	(*)	
33	Temp. de diseño (max y min)			(*)	(*)	
34	Numero de pasos			3	6	
35	Sobreespesor de Corrosion permitido	Plg			(*)	(*)
36	conexiones	Entrada	Plg			(*)
37		salida	Plg			(*)
38		intermedia	Plg			(*)
39	Patron de lujo: multiples pasos					
40	N° tubos: 54	De 3/4"	BWG: 12	Long: 16 pies	Pitch: 1 plg	
41	Tipo de tubo: Liso	Arreglo: Cuadrado rotado		Material: acero 316		
42	Coraza: 3 pasos	IDs: 16,25"		N° tubos centrales: 11		
43	Baffles transversales: si	Corte: 25%		Espaciado	4,5 plg	
44	Baffles longitudinales: No	Sello: (-)				
45	Notas			Esquema		
46						
47						
48	(*) según fabricante					

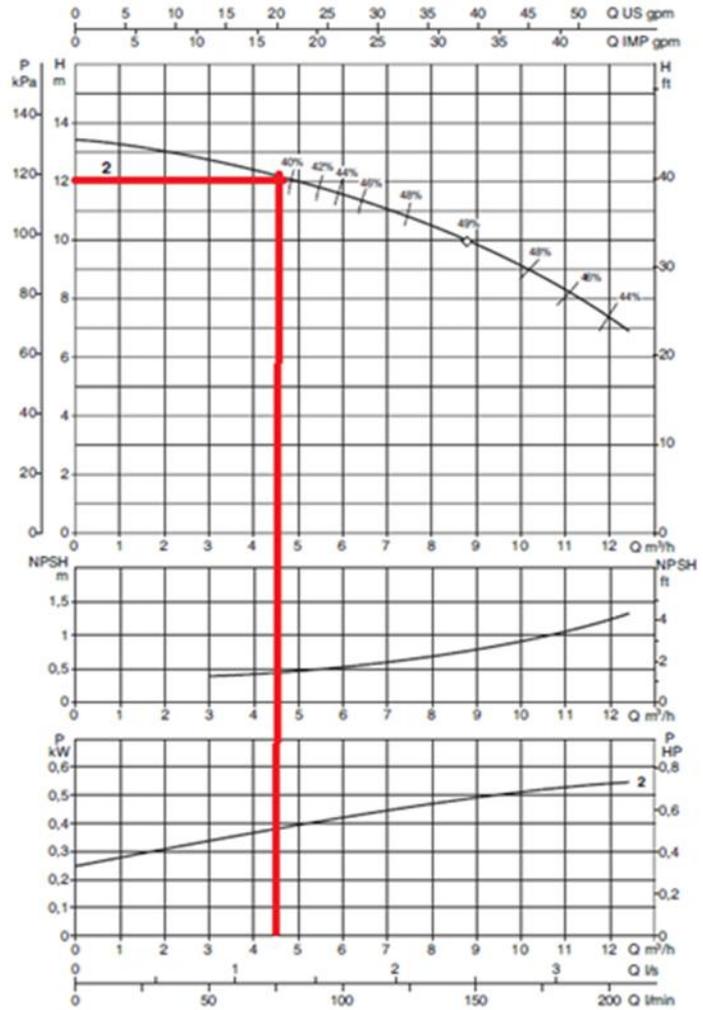
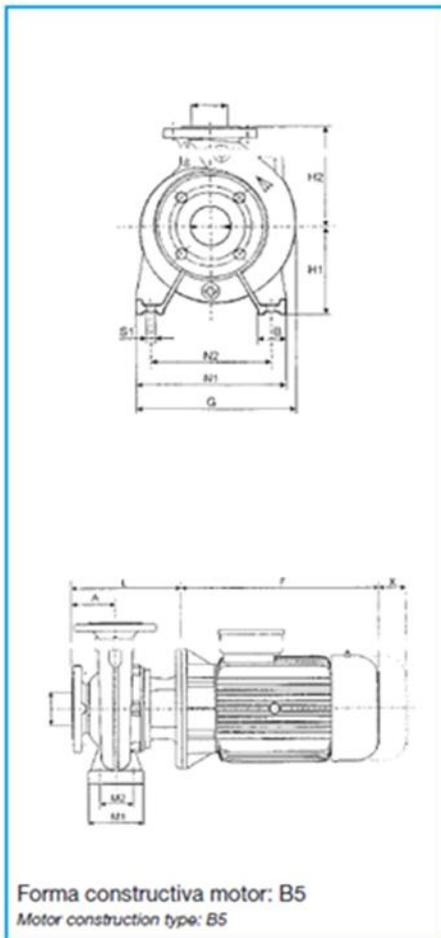
2. Hoja de especificación reactor R-101

	INTEGRACION V Produccion de PG a partir de glicerina. Reactor R-101		Nombre	Hoja de Esp: R-101	Pág 1 de 1
			Id:	Datasheet R-101	
			Autores		Luciano Marcaida
			Item N°: R 101	FECHA	15/3/2018
HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE REACTOR CATALITICO DE LECHO FILTRANTE					
Informacion General del equipo					
1	Localizacion en planta: exterior	Tipó: Vertical de Lecho Filtrante	Tamaño (iDs xLt)= 1,16 x4,25 m		
2	Servicio de la Unidad: Hidrogenacion catalizada de glicerol		Condicion de Operación: adiabática		
3	Dato de Operación				
4	Descripcion	Unidades	Entrada	Salida	
5	Temperatura	°C	175	210	
6	Presion	bar	19,9	19,7	
7	Flujo	kg/h	8074	8074	
8	Densidad Promedio	lb/pie3	17,5	35,5	
9	Peso molecular	kg/kmol	48	17,8	
10	Diseño Mecanico del Recipiente				
11	Fluido	Mezcla glicerina/H2/agua		Material construccion: Stainlees Steel 316	
12	Temperatura de diseño min	°C	170	Espesor: 11 mm Aislacion: 300 mm	
13	Temperatura de diseño max	°C	240		
14	Presion de diseño min	bar	18		
15	Presion de diseño max	bar	21		
16	Diametro interno	Kg/m3	1,16		
17	Distancia tangente a tangente	Kg/mol	4,25		
18	Espesor Aislacion (mm)	300			
19	CATALIZADOR				
20	Descripcion	Unidades			
21	Tipo de catalizador		Cu-ZnO-Al2O4		
22	Masa	kg	4000		
23	dp diseño	at	2		
24	Porosidad	(*)	0,35		
25	Malla sosten		Stainless steel		
26	Proporcion molar de metal		1: 1: 0.5		
27	Densidad del lecho	Plg	KG/m3	1250	
28	Notas			Esquema	
29					
30					
31	(SS) Acero inoxidable (PG) Propilenglicol				

3. Datos técnicos bomba J-104A/B

Modelo NKM-G 32

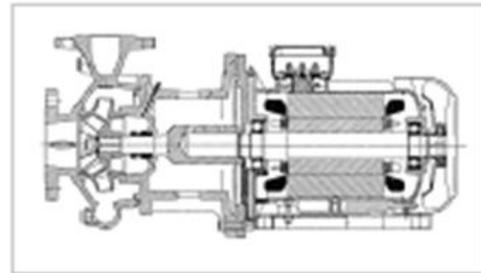
NKM-G 32-200.1



MODELO / TYPE	A	B	E	F	G	H1	H2	L	M1	M2	N1	N2	S1	W	X	Ø (mm) Gen. res. Wd. 20	Dimensiones embalaje / Packing dimensions			Vol.	Peso / Weight Kg.
NKM-G 32-200.1 - 2 - 0.55 AA	80	50	-	234	279	160	180	226	100	70	240	190	M12	-	100	28	620	370	480	0,110	46

MODELO / TYPE	DATOS ELECTRICOS / ELECTRICAL DATA				DATOS HIDRAULICOS / HYDRAULIC DATA					
	Tamaño motor / motor size	Aliment. / Voltage	P2 Nominal / kW	HP	In A	Q m³/h / l/min	H (m)	6	12	18
NKM-G 32-200.1 - 2 - 0.55 AA	MEC 80	230/400 V	0.55	0.75	3.8-2.2	H (m)	13.4	11.5	7.2	-





■ **Aplicaciones:**

Bombas centrífugas Monobloc Normalizadas según Normativa DIN 24255 (DIN EN733 actual).

Con acoplamiento para equipar un motor totalmente Normalizado, ideales para una amplia gama de aplicaciones como puedan ser:

- Circulación de agua para circuitos de calefacción y refrigeración.
- Montajes en equipos de presión.
- Riegos.
- Otras instalaciones del sector civil, industrial o agrario.

Pueden instalarse en posición horizontal o vertical pero con el motor siempre encima de la bomba.

■ **Características Constructivas:**

Cuerpo bomba, soporte y turbina en fundición de hierro de alta resistencia.

Eje bomba que hace a su vez la función de acoplamiento en acero inoxidable AISI 304. Sello mecánico normalizado según DIN 24860 en carbón / carburo de silicio con juntas tóricas en EPDM.

Bajo demanda las turbinas pueden ser en Bronce.

■ **Motor:**

Motor asincrónico, cerrado de ventilación externa de forma constructiva B3/B5. Aislamiento clase F, con grado de protección IP55 y tropicalizado. Todos los motores son multifrecuencia y multitensión.

A partir de 15CV (Mec 160) todos los motores incorporan de serie engrasador de cojinetes y sonda de temperatura. Los motores de esta serie pueden ser a 1.450 r.p.m. o 2.900 r.p.m..

Campo de temperatura de líquido bombeado: de -10° C a + 140° C.

■ **Applications:**

Enbloc. centrifugal motor-driven pumps with coupling designed for a wide range of applications such as:

- Supplying water.
- The circulation of hot water for the central heating.
- The circulation of cold water for air conditioning.
- The transfers of liquids in agriculture, industries.
- The implementation of pumping systems.

■ **Constructional features of the pump:**

Single-stage, cast iron spiral body made to DIN-EN 733 (formerly DIN 24255), cast iron support, flanges in accordance with DIN 2533 and DIN 2532 for DN 200. Impeller in cast iron, encased and dynamically balanced with compensation of the axial thrust by means of balancing holes, operating on request with interchangeable wear rings, AISI 304 stainless steel pump shaft. Standardised mechanical seal made to DIN 24860 in carbon/silicium carbide with O-rings in EPDM.

■ **Constructional features of the motor:**

Closed, asynchronous motor with external ventilation, construction type B3/B5, 2 poles for 11kV, and 4 poles for 18kV. The rotor is mounted on extra large ball bearings to guarantee low noise running and durability. We recommend using overload protection for the motor, in accordance with current norms. In the case of liquids denser than water, the motors must be proportionally more powerful.

4. Datos técnicos bomba J-101 A/B

Modelo Ber 1 1/2" de Marzo Pumps S.A

MARZO PUMPS S.A.

Gral. Zamudio Nº360 – Sarandí (1872)
 Avellaneda, Buenos Aires – Argentina
 Fax y líneas rotativas: +54 11 4203 3440
 Líneas aux: +54 11 4205 9579/ 4139 5372
www.marzopumps.com



ISO 9001:2008
 ISO 14001:2004
 Management
 System
 www.tuv.com
 ID: 9105074067



LUCIANO MARCAIDA		01	02	01	LUCIANO	luchomarcaida@gmail.com	FECHA:	16/03/2018
TELEFONO:	0221 6400 221	REFERENCIA:			Bomba a engranajes completa		COTIN°:	15287
“Todos los productos de MARZO PUMPS S. A. cumplen con los procedimientos de un Sistema de Gestión Integrado Certificado en las Normas ISO 9001:2008 y 14001:2004 por TUV Rheinland Argentina S. A.”								
ESPECIFICACIONES DEL SERVICIO INFORMADAS POR EL CLIENTE								
FLUIDO	GLICERINA		TEMPERATURA	25°C				
ALTURA/PRESION	22 Kg/cm2		CAUDAL	4.500 litros/hora				
VISCOSIDAD			PESO ESPECIFICO	Kg/dm3				
De acuerdo a lo solicitado cotizamos								
DETALLE DE PRODUCTOS SELECCIONADOS								
Bomba Positiva Marca MARZO Engranajes chevron Accionamiento electrico								
Modelo	BER 1 1/2"	Const. Engranajes	Acero Templado	Sistema de Cierre	Empaquetadura			
Const. Cuerpo Tapa	Hierro Fundido	Tipo de Engranajes	Doble Helic. Tipo Chevron	Materiales del Cierre	Sintético Non Asbestos			
Const. Eje	Acero 1045	Montaje	Sobre base con acoplamiento	Succion	1 1/2"			
Const. Bujes	Metal Blanco	Ejecucion	Horizontal	Descarga	1 1/2"			
Equipo Acoplado Sobre Base								
Marca	WEG O SIMILAR	Tension	380 V CAT	Material	Chapa Acero 1010			
Potencia	10 HP	Blindaje	IP 55 100%	Tipo Acoplamiento	Semi Elástico			
Velocidad	900 rpm	Ejec. IRAM	B3	Otros				
Motor Reductor	NO							
Cant. Cot.	1	PRECIO UNITARIO EQUIPO COMPLETO	USD 5.269	PLAZO DE ENTREGA:		2 a 3 Semanas		
Precios netos sin incluir IVA expresados en DÓLARES AMERICANOS (USD) según cotización del dólar tipo vendedor Banco Nación Argentina www.bna.com.ar				Plazo de Entrega aproximado y estimado al momento de cotizar. Confirmar nuevamente antes de efectuar la compra. Las Condiciones de Pago son sugeridas y las podremos negociar antes de efectuar el pedido.				
CONDICIONES DE PAGO	40% ANTICIPO / SALDO C/ENTREGA			LUGAR DE ENTREGA:	A CONVENIR			
VALIDEZ DE OFERTA EXPRESADA EN DIAS CORRIDOS				10				
EMBALAJE	SI	ACLARACIÓN: LA MERCADERÍA DISPONDRÁ SÓLO DE UN EMBALAJE BÁSICO ACORDE AL TIPO DE TRANSPORTE						
IMPORTANTE: LEER ATENTAMENTE NUESTRAS CONDICIONES COMERCIALES AL EFECTUAR EL PEDIDO SUGERIMOS INDICAR NUESTRO NUMERO DE COTIZACION								15287

Usos y aplicaciones:

Se recomiendan para el bombeo de líquidos viscosos, limpios, libres de sustancias sólidas y con poder lubricante, como petróleo crudo, fuel oil, gas oil, diesel oil, bio-diesel, todos los aceites (minerales, sintéticos y vegetales) grasa líquida, asfalto, glicerina, resinas, barnices y pinturas.



Las bombas MARZO rotativas a engranajes doble helicoidales línea BER, fueron diseñadas para trabajar en servicios muy exigentes en donde se requieren altas presiones de hasta 40 Kg./cm² y prolongada vida útil. Su construcción es robusta con cuerpos y tapas de buenos espesores, en fundición gris de grano fino, con interiores rectificadas.

Los ejes y engranajes en V se fabrican en aceros aleados tratados térmicamente.

Los cojinetes están formados por soportes intercambiables de hierro fundido (porta bujes), que alojan los bujes de metal blanco, que a pedido según el servicio o líquido a bombear puede ser de bronce o hierro fundido.

El cierre en su construcción estándar es con empaquetadura con prensa estopa. Eventualmente se puede equipar con sello mecánico.

A pedido podemos proveerlas con válvula de alivio incorporada y también con cámara de calefacción/ refrigeración.

Los modelos disponibles van desde 1" a 2", todos con rosca GAS y con sentido de giro horario visto desde el extremo de eje. Se la puede preparar a pedido para giro antihorario.

Su ventajosa ejecución constructiva le permite ser varias veces reparada, pues el juego de engranajes con sus bujes forman un conjunto tal que pueden reemplazarse completa e instantáneamente, siempre que el cuerpo no presente desgaste superior a 0,5 mm del diámetro normal de fabricación.

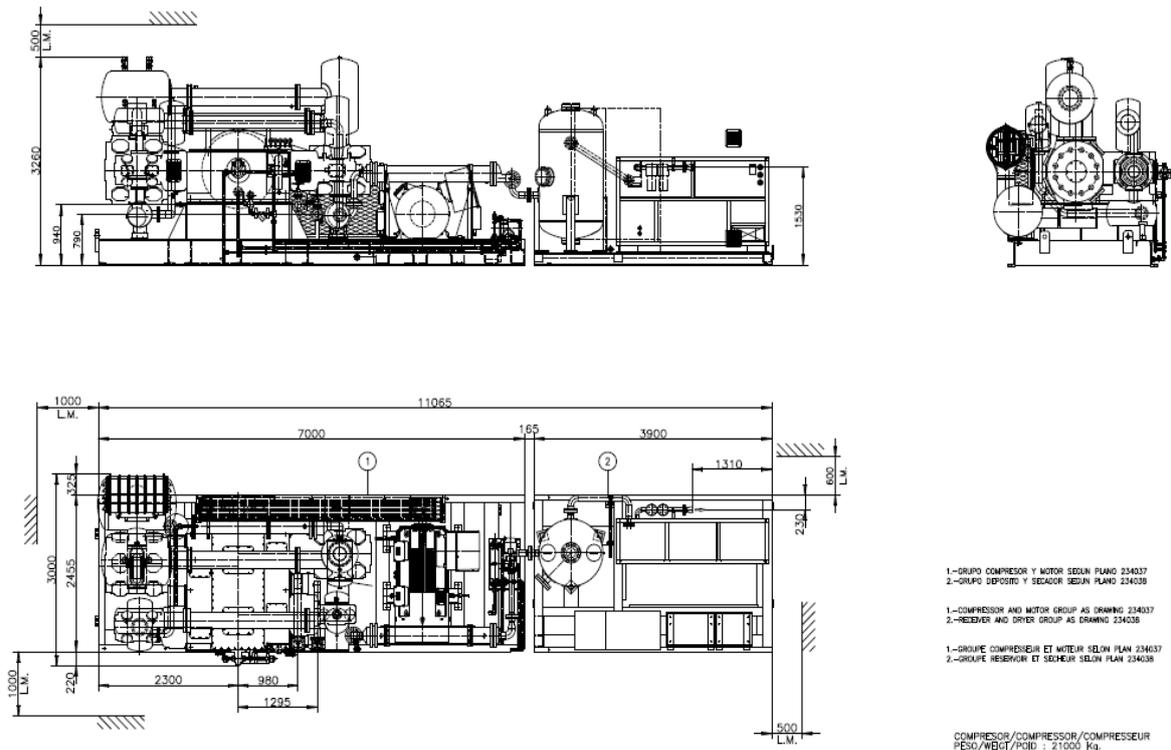


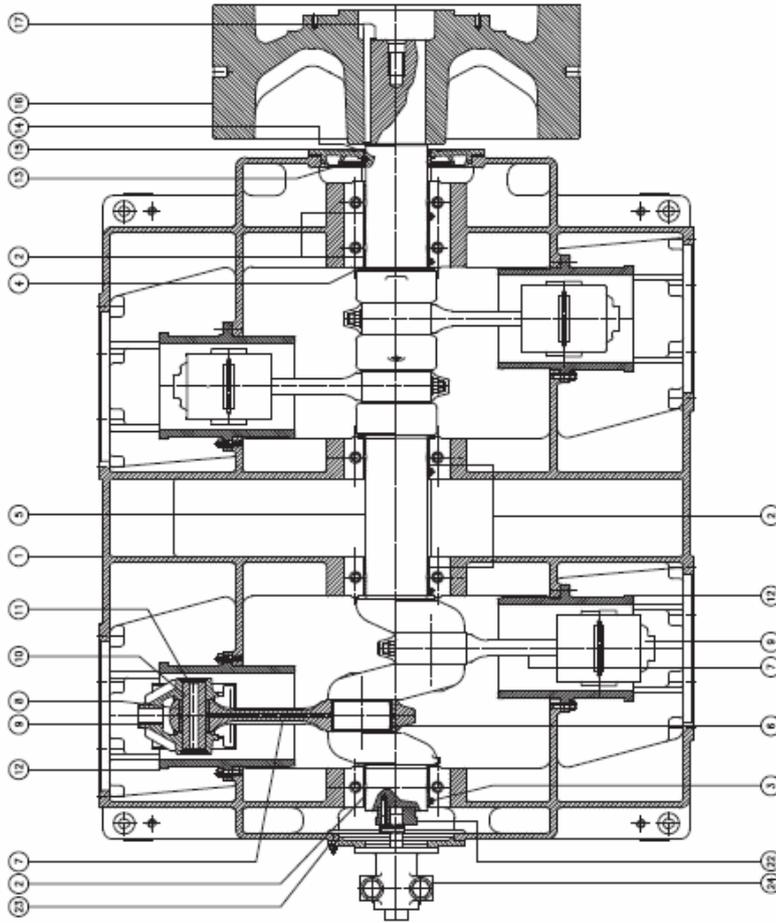
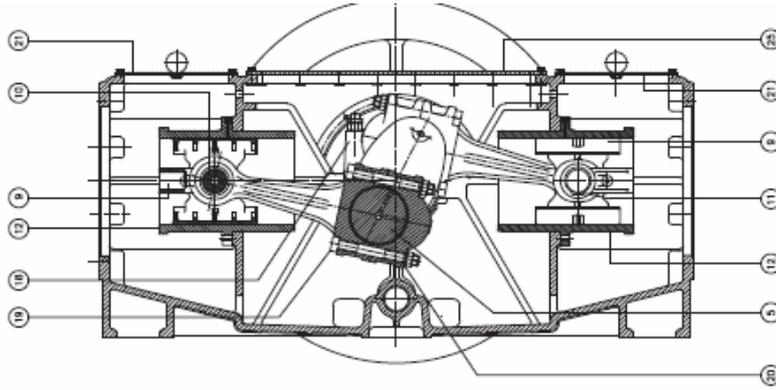
Tabla de rendimiento caudales y presiones para servicio continuo

Modelo	Caudal (litros / hora)			Potencia requerida en HP			R.p.m
	10 Kg./cm ²	20 Kg./cm ²	30 Kg./cm ²	10 Kg./cm ²	20 Kg./cm ²	30 Kg./cm ²	
BER-1/2"	750	720	700	0,4	0,9	1,5	1000
	1050	1020	1000	0,6	1,4	2,2	1450
BER-3/4"	850	830	800	0,5	1,2	1,8	1000
	1275	1250	1200	0,8	1,7	2,7	1450
BER-1" 1400	1000	970	950	0,7	1,4	2	1000
	1500	1450	1400	1,1	2,1	3,2	1450
BER-1" 3500	2400	2370	2350	1,6	3,4	5,4	1000
	3600	3500	3400	2,3	4,6	6,9	1450
BER-1 1/4" 4000	3200	3150	3000	2,2	4,4	6,6	1000
	4500	4450	4400	3,3	6,6	9,9	1450
BER-1 1/2" 7500	4600	4550	4500	3,5	6,5	10	1000
	7200	7150	7100	4,5	9,5	14	1450
BER-2"	9500	8400	7200	12,5	15	20	1000
	15000	12000	12000	15	20	25	1450



5. Diagrama Compresor Cp-101





Anexo V. Tablas de flujo de fondos descontados

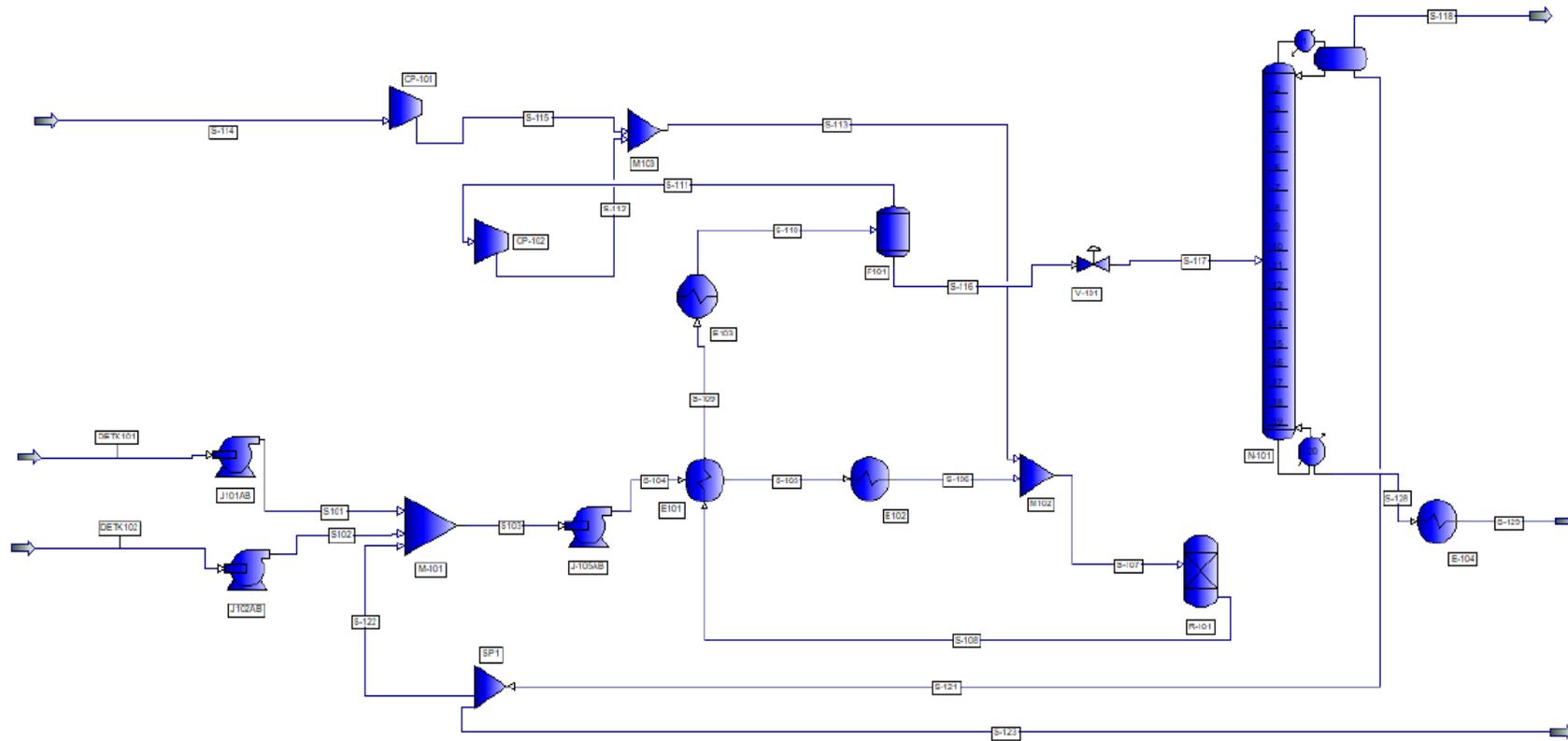
1. Flujo anual de fondos descontados sin financiamiento

FLUJO ANUAL DE FONDOS DESCONTADOS SIN FINANCIAMIENTO	AÑOS											
	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
+ Ingresos por ventas	-	49.920.000	56.160.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000
- Ingresos Brutos (6% ingresos por venta)	-	- 2.995.200	- 3.369.600	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000
INGRESOS NETOS [U\$D/año]	-	46.924.800	52.790.400	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000
- Costos totales	-	- 38.724.447	- 42.869.302	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157
Amortización (10% de activo fijo)	-	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831
TOTAL COSTOS [U\$D/año]	-	- 38.966.278	- 43.111.133	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988
UTILIDAD BRUTA [U\$D/año]	-	7.958.522	9.679.267	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012
- Impuesto a las ganancias (35% de utilidad bruta)	-	- 2.785.483	- 3.387.743	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004
UTILIDAD NETA [U\$D/año]	-	5.173.039	6.291.524	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008
Amortización (10% de activo fijo)	-	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831
- Inversión de Capital Fijo	- 9.095.692	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Capital de Trabajo	- 6.961.843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FLUJO DE FONDOS [U\$D/año]	- 16.057.536	5.414.870	6.533.355	7.651.839	7.651.839	7.651.839	7.651.839	7.651.839	7.651.839	7.651.839	7.651.839	7.651.839
FLUJOS DESCONTADOS [U\$D/año]		4.834.706	5.208.350	5.446.428	4.862.882	4.341.859	3.876.660	3.461.303	3.090.449	2.759.330	2.463.687	
FLUJO ACUMULADO	- 16.057.536	- 10.642.665	- 4.109.310	3.542.529	11.194.368	18.846.207	26.498.046	34.149.885	41.801.724	49.453.563	57.105.403	

Flujo anual de fondos descontados con financiamiento

FLUJO ANUAL DE FONDOS DESCONTADOS SIN FINANCIAMIENTO	AÑOS										
	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+ Ingresos por ventas	-	49.920.000	56.160.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000	62.400.000
- Ingresos Brutos (6% ingresos por venta)	-	- 2.995.200	- 3.369.600	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000	- 3.744.000
INGRESOS NETOS [U\$D/año]	-	46.924.800	52.790.400	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000	58.656.000
- Costos totales	-	- 38.724.447	- 42.869.302	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157	- 47.014.157
Amortización (10% de activo fijo)	-	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831	- 241.831
TOTAL COSTOS [U\$D/año]	-	- 38.966.278	- 43.111.133	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988	- 47.255.988
UTILIDAD BRUTA [U\$D/año]	-	7.958.522	9.679.267	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012	11.400.012
- Impuesto a las ganancias (35% de utilidad bruta)	-	- 2.785.483	- 3.387.743	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004	- 3.990.004
UTILIDAD NETA [U\$D/año]	-	5.173.039	6.291.524	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008	7.410.008
Amortización (10% de activo fijo)	-	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831	241.831
- Inversión de Capital Fijo	- 9.095.692	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Capital de Trabajo	- 6.961.843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Pago de deuda	4.547.846	- 560.708	- 560.708	- 560.708	- 560.708	- 560.708	- 560.708	- 560.708	- 560.708	- 560.708	- 560.708
FLUJO DE FONDOS [U\$D/año]	- 11.509.689	4.854.162	5.972.647	7.091.131	7.091.131	7.091.131	7.091.131	7.091.131	7.091.131	7.091.131	7.091.131
FLUJOS DESCONTADOS [U\$D/año]		4.334.073	4.761.357	5.047.327	4.506.542	4.023.698	3.592.588	3.207.667	2.863.989	2.557.133	2.283.154
FLUJO ACUMULADO	- 11.509.689	- 6.655.527	- 682.881	6.408.250	13.499.381	20.590.512	27.681.643	34.772.774	41.863.905	48.955.035	56.046.166

ANEXO VII. Simulación del proceso



ANEXO VIII. Cartillas de seguridad



GLICERINA
FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD
 Revisión: enero de 2017 – Versión: 4

SECCIÓN 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto: GLICERINA

1.2 Usos pertinentes identificados y usos desaconsejados

Recomendaciones de Uso: Disolvente.

1.3 Datos del proveedor de la Ficha de Datos de Seguridad

GTM México	Boulevard Benito Juárez #75 Col. San Mateo Cuauhtepac, Tultitlán, Estado de México CP 54948.
GTM Guatemala S. A.	Km 26.4 carretera al Pacífico, Amatitlán, Guatemala
GTM El Salvador S. A.	Km 7 ½, Antigua Carretera Panamericana, Soyapango San Salvador
Grupo Transmerquim S. A. de C.V. (Honduras)	Bo. La Guardia, 33 calle, 2da Ave. Frente al IHCAFE, SO. San Pedro Sula, Honduras.
GTM Nicaragua S. A.	Cuesta del plomo, 800mts, Managua
GTM Costa Rica	Del servicentro Cristo Rey en Ochomogo de Cartago, 800 mts hacia el este. Costa Rica
GTM Panamá	Los Andes No.1, San Miguelito. Panamá, Panamá.
GTM Colombia S. A.	Carrera 46 No 91-7 Bogotá, Colombia.
GTM Perú S. A.	Av. Rep. de Panama 3535 Oficina 502 San Isidro. Perú
GTM Ecuador	Av. De los Shyris N32-218 y Eloy Alfaro, Ed. Parque Central, Of. 1207
GTM Argentina Comercio de productos químicos S.A.	Encarnación Ezcurra 385 – Piso 4 – Oficina C Puerto Madero, C.A.B.A – C1107CLA – Argentina
GTM do Brasil	Praia de Botafogo nº 228 / sala 610, Ala B, Botafogo. CEP 22250-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

1.4 Teléfono de emergencias

México :	+52 55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00
Guatemala:	+502 8628 5858
El Salvador:	+503 2251 7700
Honduras:	+504 2564 5454
Nicaragua:	+505 2269 0361 – Toxicología MINSA: +505 22897395
Costa Rica:	+506 2537 0010 – Emergencias 911. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028
Panamá:	+507 512 6182 – Emergencias 911
Colombia:	+018000 918012 – Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)
Perú:	+511 614 65 00
Ecuador:	+593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1
Argentina:	+54 11 4611 2007 – 0800 222 2933
Brasil:	+55 21 3591 1868

SECCIÓN 2 – IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

CLASIFICACIÓN según el Sistema Globalmente Armonizado

Toxicidad aguda, inhalación (Categoría 4)



PROPILENGLICOL
FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD
 Revisión: mayo de 2017 – Versión: 4

SECCIÓN 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto: PROPILENGLICOL

1.2 Usos pertinentes identificados y usos desaconsejados

Recomendaciones de Uso: Según la hoja técnica del producto.

1.3 Datos del proveedor de la Ficha de Datos de Seguridad

GTM México	Boulevard Benito Juárez #75 Col. San Mateo Cuauhtepac, Tultitlán, Estado de México CP 54948.
GTM Guatemala S. A.	Km 26.4 carretera al Pacífico, Amatitlán, Guatemala
GTM El Salvador S. A.	Km 7 ½, Antigua Carretera Panamericana, Soyapango San Salvador
Grupo Transmerquim S. A. de C.V. (Honduras)	Bo. La Guardia, 33 calle, 2da Ave. Frente al IHCAFE, SO. San Pedro Sula, Honduras.
GTM Nicaragua S. A.	Cuesta del plomo, 800mts, Managua
GTM Costa Rica	Del servicentro Cristo Rey en Ochomogo de Cartago, 800 mts hacia el este. Costa Rica
GTM Panamá	Los Andes No.1, San Miguelito. Panamá, Panamá.
GTM Colombia S. A.	Carrera 46 No 91-7 Bogotá, Colombia.
GTM Perú S. A.	Av. Rep. de Panama 3535 Oficina 502 San Isidro. Perú
GTM Ecuador	Av. De los Shyris N32-218 y Eloy Alfaro, Ed. Parque Central, Of. 1207
GTM Argentina Comercio de Productos Químicos S.A.	Encarnación Ezcurra 385 – Piso 4 – Oficina C Puerto Madero, C.A.B.A – C1107CLA – Argentina
GTM do Brasil	Praia de Botafogo nº 228 / sala 610, Ala B, Botafogo. CEP 22250-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

1.4 Teléfono de emergencias

México :	+52 55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00
Guatemala:	+502 8628 5858
El Salvador:	+503 2251 7700
Honduras:	+504 2584 5454
Nicaragua:	+505 2289 0361 – Toxicología MINSA: +505 22897395
Costa Rica:	+506 2537 0010 – Emergencias 911. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028
Panamá:	+507 512 6182 – Emergencias 911
Colombia:	+018000 918012 – Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)
Perú:	+511 614 65 00
Ecuador:	+593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1
Argentina:	+54 11 4611 2007 – 0800 222 2933
Brasil:	+55 21 3591 1868

SECCIÓN 2 – IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

CLASIFICACIÓN según el Sistema Globalmente Armonizado

Este producto no cumple los criterios para clasificarse en una clase de peligro con arreglo al Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de Productos Químicos. Sin embargo, se facilitará una ficha de datos de seguridad a pedido.