

CAPITULO I: RESUMEN

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

En los últimos años el consumo de polietileno en el país ha ido creciendo hasta el punto de superar la capacidad de producción de las empresas locales, por lo que parte de esta demanda debió ser cubierta por importaciones. Este crecimiento se ha mantenido a través del tiempo, y teniendo en cuenta las nuevas tecnologías de packaging y productos de origen polimérico se espera que continúe creciendo en las próximas décadas.

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de una unidad de producción de Polietileno para sustituir parte de la demanda insatisfecha del mercado interno en los próximos años.

Teniendo en cuenta que la materia prima utilizada tradicionalmente proviene de recursos no renovables se optará por el uso de bioetanol, de origen vegetal (recurso renovable).

1.2 ALCANCE

Por lo descripto anteriormente, el alcance de dicho proyecto es la obtención de polietileno de baja densidad a partir de bioetanol.

1.3 LOCALIZACION

La unidad de polietileno será localizada en el Parque Industrial San Lorenzo, en la ciudad de San Lorenzo, Provincia de Santa Fe, Argentina.

Emplazado en el área delimitada por la Autopista Rosario-Santa Fe, la intersección de la Ruta Provincial N°10, las vías del Ferrocarril Mitre (hoy Nuevo Central Argentino) y el Arroyo San Lorenzo. (Ver anexo II).

1.4 INVERSIONES

Tras haber sido una de las variables más golpeadas desde el inicio de la recesión a mediados de 1998, la inversión total en la Argentina actualmente se encuentra consolidando un fuerte proceso de recuperación. Es importante destacar que el actual proceso expansivo de inversión está siendo financiado exclusivamente con ahorro interno, lo que representa un cambio significativo respecto de la experiencia de los años 90, cuando el ahorro externo representaba una importante fuente. Por otro lado, con respecto a los componentes que han impulsado el crecimiento industrial por rama, es conveniente destacar que el incremento de la oferta de cada rama manufacturera es motorizado actualmente por las inversiones que cada sector realiza desde 2003. Cabe destacar que a diferencia de lo ocurrido en 2003 y 2004, cuando la producción industrial creció básicamente utilizando la capacidad instalada que había quedado ociosa tras la crisis, a partir de 2005 los

aumentos de la producción se manifestaron con un escaso cambio en la utilización de la capacidad instalada (UCI), sustentados por inversiones que incrementaron la capacidad productiva de las diversas ramas. El proceso de continuo crecimiento que se había reiniciado en el año 2003, después de la crisis del 2001-2002, se vio interrumpido en el 2009, pero en el año 2010, volvió a crecer la inversión en Bienes de Capital aumentando un 36,9% respecto del año anterior (CAIP). Los principales países de origen de las importaciones de Bienes de Capital fueron: Italia (22,8%), China (21,4%), Alemania (17,4%), Suiza (9,5%), Taiwán (6,6%), Canadá (5,2%) y Brasil (4,3%).

TABLA Nº 1

Importaciones de Bienes de Capital para el sector (Maquinas y Equipos + Partes y Piezas + Moldes y Matrices) en Dolares.			
Años	Total Anual	Total Acumulado	Evolucion Anual
2006	130.498.593	1.824.211.107	2,10%
2007	175.105.934	1.999.317.041	34,20%
2008	186.733.746	2.186.050.787	6,60%
2009	139.186.715	2.325.237.502	-25,50%
2010	190.607.244	2.515.844.746	36,90%

TABLA Nº 2

Composición de las Importaciones en Bienes de capital en % sobre el año	
Bienes de capital	Porcentaje
Maquinas	45%
Moldes y Matrices	38,10%
Partes y Piezas	7,90%
Equipos	9%

En términos generales podemos afirmar que en nuestro país esta industria posee una estructura productiva moderna en razón de la incorporación de maquinarias y equipos durante los últimos 20 años, lo que le permite estar en condiciones de producir bienes con parámetros internacionales de calidad (Agencia de Desarrollo de Inversiones, Invertir en Argentina – Industria Plástica).

1.5 RENTABILIDAD

El análisis de la evaluación económica que se desarrolla en el Capítulo VI, demuestra que el proyecto es rentable con financiamiento mientras que no lo es sin financiamiento.

De otro modo, no se recomienda la implementación de este proyecto debido a que cambios menores en el sueldo del personal permanente de planta o súbitas bajas de precio del producto producen que el proyecto sea no rentable.

TABLA Nº 3

INDICADORES ECONOMICOS		
	SIN FINANCIAMIENTO	CON FINANCIAMIENTO
TMAR	12%	12%
VAN	-US\$ 5.367.205,93	US\$ 9.361.443,51
TIR	13,13%	20,00%
Periodo de recuperacion	7 años	6 años

Estos resultados son esperables debido al costo asociado de las materias primas empleadas, catalizadores y la elevada inversión de capital inicial que es necesario cubrir antes de empezar a percibir beneficios reales por el emprendimiento. Analizando el período de recuperación, puede verse que a un horizonte de diez años esto es difícilmente factible.

No se recomienda la implementación de este proyecto dadas las condiciones actuales existentes en el mercado nacional y dado el tamaño elegido para el emprendimiento.

1.6 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Se componen de bancos estatales como el Banco de la Nación Argentina, el Banco de la Provincia de Santa Fe, los cuales cuentan con programas de créditos destinados a la promoción de la industria. (Ver anexo XI).

CAPITULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 INTRODUCCION

La industria química abarca una serie de procesos productivos consistentes en sucesivas transformaciones químicas a partir de un insumo de base extraído de la naturaleza. Aquellos procesos basados en el procesamiento del petróleo y el gas o sus derivados pertenecen a la petroquímica. El presente informe se centra en la cadena petroquímica-plástica, que está conformada en gran parte por eslabones que pertenecen a la industria petroquímica, correspondientes a las sucesivas transformaciones desde los insumos de base hasta la obtención de materias plásticas. A su vez, estos materiales son procesados por la industria plástica, último eslabón de la cadena, para la obtención de productos plásticos. La importancia económica de esta cadena se debe fundamentalmente a su carácter de productora de insumos de uso difundido, ya que los productos plásticos suelen ser demandados por una gran cantidad de industrias (alimenticia, automotriz, eléctrica y electrónica, textil, insumos para la construcción, muebles, entre otras).

Industria plástica en América Latina

La industria transformadora plástica está compuesta principalmente por pymes de capital nacional. Las barreras a la entrada en este eslabón son relativamente bajas en la mayoría de los segmentos. Es un importante generador de empleo (más de 54.000 puestos registrados).

La producción de materias plásticas opera en forma regional. Argentina y Brasil conforman un único mercado. Esta configuración responde tanto a escalas eficientes de producción que exceden el tamaño de mercado nacional como a la fuerte incidencia del Arancel Externo Común en los flujos de comercio.

Brasil es el principal productor petroquímico del Mercosur, con un tamaño de mercado cercano a cuatro veces el de Argentina. La mayor parte de su producción es llevada a cabo por empresas propiedad de grupos económicos locales. Cuenta con participación estatal en los principales segmentos de mercado, por medio de firmas de capital mixto y presenta un grado de transnacionalización creciente a través de filiales que producen en Estados Unidos y México.

Pese al crecimiento tendencial del consumo per cápita de plásticos de Argentina, la producción local de materias plásticas se encuentra prácticamente estancada (2005-2015) debido a la falta de inversiones de los últimos años, necesaria para aumentar la capacidad instalada y vinculada a la incertidumbre respecto del abastecimiento de la materia prima, por los problemas de oferta de gas natural derivados de la política energética implementada en los últimos diez años. La

disponibilidad de hidrocarburos – especialmente de gas natural- constituye el principal cuello de botella de la producción petroquímica.

La brecha entre producción y ventas al mercado interno ha sido cubierta crecientemente con importaciones, principalmente desde Brasil. Esta situación provocó que el saldo comercial estructuralmente deficitario se profundizara en los últimos años y alcanzara US\$ 1.082 millones en 2015. El comercio de manufacturas también es deficitario, aunque la incidencia de las importaciones en el abastecimiento del mercado interno es baja.

2.2 DESCRIPCION DEL PRODUCTO

El polietileno (PE) es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva $(\text{CH}_2\text{-CH}_2)_n$. Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación, lo que genera una producción de aproximadamente 60 millones de toneladas anuales alrededor del mundo. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula química $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ y llamado eteno por la IUPAC), del que deriva su nombre.

Este polímero puede ser producido por diferentes reacciones de polimerización, como, por ejemplo: polimerización por radicales libres, polimerización aniónica, polimerización por coordinación de iones o polimerización catiónica. Cada uno de estos mecanismos de reacción produce un tipo diferente de polietileno.

Es un polímero de cadena lineal no ramificada. Aunque las ramificaciones son comunes en los productos comerciales.

Propiedades:

Propiedades físicas

El polietileno es un polímero termoplástico que consiste en largas cadenas de hidrocarburos. Dependiendo de la cristalinidad y el peso molecular, un punto de fusión y de transición vítrea puede o no ser observables. La temperatura a la que esto ocurre varía fuertemente con el tipo de polietileno. El punto de fusión promedio polietileno de baja densidad comercial es típicamente 105 a 115°C (221 a 239°F).

Para calidades comerciales comunes de polietileno de media y alta densidad, el punto de fusión está típicamente en el rango de 120 a 130°C (248 a 266°F).

Propiedades químicas

La mayoría de polietilenos de baja, media y alta densidad tienen una excelente resistencia química, lo que significa que no es atacado por ácidos fuertes o bases fuertes. También es resistente a los oxidantes suaves y agentes reductores. El polietileno se quema lentamente con una llama azul que tiene una punta de color amarillo y desprende un olor a parafina. El material continúa ardiendo con la

eliminación de la fuente de llama y produce un goteo. El polietileno (aparte del polietileno reticulado) generalmente se puede disolver a temperaturas elevadas en hidrocarburos aromáticos tales como tolueno o xileno, o en disolventes clorados tales como tricloroetano o triclorobenceno.

Clasificación

El polietileno se clasifica en varias categorías basadas sobre todo en su densidad y ramificación. Sus propiedades mecánicas dependen en gran medida de variables tales como la extensión y el tipo de ramificación, la estructura cristalina y el peso molecular. Con respecto a los volúmenes vendidos, los grados de polietileno más importantes son el HDPE, LLDPE y LDPE.

A continuación, se nombran los polietilenos más conocidos con sus acrónimos en inglés:

- Polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE)
- Polietileno de ultra bajo peso molecular (ULMWPE o PE-WAX)
- Polietileno de alto peso molecular (HMWPE)
- Polietileno de alta densidad (HDPE)
- Polietileno de alta densidad reticulado (HDXLPE)
- Polietileno reticulado (PEX o XLPE)
- Polietileno de media densidad (MDPE)
- Polietileno de baja densidad lineal (LLDPE)
- Polietileno de baja densidad (LDPE)
- Polietileno de muy baja densidad (VLDPE)
- Polietileno clorado (CPE)

Descripción del polietileno de baja densidad (PEBD)

El PEBD se define por un intervalo de densidad de 0,910-0,940 g/cm³. Tiene un alto grado de ramificaciones en la cadena polimérica, lo que significa que las cadenas no se empaquetan muy bien en la estructura cristalina. Por lo tanto, las fuerzas de atracción intermoleculares son menos fuertes. Esto se traduce en una menor resistencia a la tracción y el aumento de ductilidad. El PEBD se crea por polimerización por radicales libres. El alto grado de ramificación con cadenas largas da al PEBD propiedades de flujo en fundido únicas y deseables.

2.3 PRODUCCION DE POLIETILENO

En el proceso de producción de polietileno a partir de bioetanol se pueden observar dos conversiones:

Bioetanol-etileno

Etileno-polietileno

Para llevar a cabo la primera etapa vamos a comparar 4 procesos y así elegir el que mejor se ajuste a nuestras necesidades:

- **Tecnología de lecho Fluidizado de Lummus**

El sistema de lecho fluidizado ha sido desarrollado desde 1979 para mejorar el rendimiento de etileno en base al control de la temperatura debido a que de esta manera se evita zonas muy calientes o frías. El rendimiento de etileno se incrementó a 99.5% con una selectividad a etileno de 99.6% y una conversión del bioetanol de 99.6%. El catalizador utilizado puede ser cualquiera de la variedad de catalizadores de deshidratación tales como alúmina, sílica-alúmina, arcillas activadas y zeolitas. En esta tecnología, el catalizador de TZSM- 5 es preferido debido a su disponibilidad y porque puede regenerarse periódicamente para remover los carbonos y alquitranes que se forman durante la reacción.

Las condiciones de operación y composición del efluente del reactor del sistema de lecho fluidizado de Lummus se muestra en la siguiente tabla:

TABLA N° 4

Condiciones de operación	
Temperatura (°C)	350
Veloc. Superficial Promedio (pies/s)	0,74
Tiempo de residencia (seg.)	2,70
Presión (kpa)	98,2

Fuente: Tsou& Howard, 1979

- **Tecnología de lecho Fijo de HalconScientific/ChematurEngineering**

Chematur ha desarrollado un proceso de producción de etileno grado polímero usando el sistema de lecho fijo. Utiliza un nuevo catalizador llamado catalizador Syndol el cual ha sido desarrollado por HalconScientificDesign para su proceso de producción. Halcon sostiene que el catalizador Syndol puede permanecer en operación por ocho meses sin necesidad de regeneración y soporta una operación adiabática. Esto hace posible que el reactor de lecho fijo puede ser utilizado adiabáticamente en un rango de temperatura de 315 a 425 °C (599°F a 797°F). Los rendimientos y conversión de bioetanol son de 99% y 99.8% respectivamente.

- **Tecnología SINOPEC**

SINOPEC ha desarrollado un catalizador de alúmina activada el cual tiene alta selectividad de bioetanol a etileno en un reactor de lecho fijo. La tendencia a formar coque es anulada eficientemente y por lo tanto no se requiere regeneración para este sistema. Como resultado, la selectividad a etileno y la conversión de

bioetanol obtenida en este sistema son 97% y 99% en un rango de temperatura de operación de 340°C a 390°C.

● **Tecnología Petrobras**

Petrobras ha desarrollado un sistema de reacción el cual es una serie de reactores de lecho fijo que operan adiabáticamente. El arreglo comprende la introducción simultánea de alimentación fresca y del efluente del reactor el cual se utilizó como un fluido de transporte de calor sensible entre los reactores. El catalizador preferido para este invento es alúmina o silica – alúmina debido a su disponibilidad.

El proceso de lecho fijo adiabático tenía una conversión de 98% y un rendimiento a etileno de 99.2% a una temperatura de operación entre 355 y 400°C. Este proceso aumenta el tiempo de vida del catalizador y podrá soportar periodos de seis o doce meses antes que sea regenerado. El proceso tiene la ventaja de muy baja formación de productos indeseables, por lo tanto, es económico pues permitirá ahorrar costos de equipos y mantenimiento.

Comparación de las Tecnologías

En la Tabla N° 5 se muestra en resumen la comparación de las tecnologías de producción de etileno a partir de bioetanol.

TABLA N° 5

TECNOLOGÍA	Lecho fluidizado de LUMMUS	CHEMATUR	SINOPEC	PETROBRAS
Reactor	Lecho fluidizado	Lecho fijo	Lecho fijo	Lecho fijo
Operación	Adiabático	Adiabático	Adiabático	Adiabático
Temperatura (°C)	350	333-443	340-390	355-400
Catalizador	Amplia variedad	Syndol	Alúmina activada	Silica-Alúmina
Ciclo de regeneración (meses)	-	8	-	6
Selectividad a Etileno (%)	99.6	97 – 99	97	97 - 99
Rendimiento de Etileno	99.5	>99	>99	99.2

En términos de performance global, la tecnología de lecho fluidizado de Lummus es comparativamente el mejor proceso debido a que se logra la casi conversión

total del bioetanol con muy alta selectividad a etileno. La tecnología produce un alto rendimiento de etileno, además el reactor de lecho fluidizado permite un control muy eficiente de la temperatura, velocidades altas de transferencia de calor y masa, y actividad catalítica uniforme.

Además, el proceso Lummus permite una operación continua y hace posible procesar grandes cantidades de reactantes con el mínimo de dispositivos mecánicos y mano de obra. La tecnología de lecho fluidizado puede procesar tres veces más que el reactor de lecho fijo comparando el mismo volumen de reactor. Por lo tanto, el sistema de lecho fluidizado de Lummus es más económico que cualquier otro sistema de lecho fijo para grandes producciones.

Para la segunda etapa existen diversos mecanismos de polimerización: Aniónica, Catiónica, Y Radicales libres.

ETILENO → POLIETILENO

Dicha reacción se lleva a cabo en un proceso continuo, en donde el etileno alimentado al reactor en un rango de presión de 1100 a 2000 Kg/cm² se polimeriza en un proceso por radicales libres por descomposición de orgánicos. El etileno que no se convierte, se separa, se recircula, se enfría y se vuelve a comprimir.

2.4 PRINCIPALES APLICACIONES DEL PEBD

- Bolsas de todo tipo: supermercados, boutiques, panificación, congelados, industriales, etc.;
- Películas para agropecuaria;
- Recubrimiento de acequias;
- Envasado automático de alimentos y productos industriales: leche, agua, plásticos, etc.;
- Stretch film;
- Base para pañales desechables;
- Bolsas para suero;
- Contenedores herméticos domésticos;
- Bazar;
- Tubos y pomos: cosméticos, medicamentos y alimentos;
- Tuberías para riego.

2.5 MERCADO MUNDIAL

El polietileno de baja densidad es uno de los plásticos más antiguos y que más se utiliza, sobre todo para la fabricación de envases como bolsas. Un estudio reciente de la consultora Ceresana pone de manifiesto que el PEBD puede hacer frente a la competencia de nuevos plásticos por sus características ventajosas: bajo punto de fluidez, alta claridad y buena capacidad de procesado.

Los precios del PEBD cayeron hasta un 30% en algunas regiones durante el año 2009, y Europa Occidental y América del Norte mostraron una disminución considerable de la demanda. En consecuencia, las ventas globales cayeron cerca de 15.900 millones de euros. Sin embargo, a partir del año 2011 se observó un crecimiento en las ventas de polietileno de baja densidad.

La región de Asia Pacífico en particular, que ya es el mayor consumidor de PEBD, experimentará un crecimiento y aumentará su participación en el consumo mundial en más del 39%. En nuestro caso del polietileno, la demanda en China en 2017 se esperaba con un crecimiento de 7%, pero debido a las restricciones al *scrap* extranjero, esa demanda creció en 10%. En este pronóstico, también se prevé el aumento de la capacidad de producción en México, Canadá y Estados Unidos, con el objetivo de atender la demanda regional y de China.

La producción de PEBD se está ampliando sobre todo en los países ricos en petróleo de Medio Oriente. La demanda mundial de polietileno de baja densidad alcanzó 18,9 millones de toneladas en 2007, lo que se traduce en una tasa global de operación de 90 %. El 33,7% del consumo tuvo lugar en los países de Asia-Pacífico, en Europa occidental el 24,3%, en Norteamérica 17,6% y el resto en otras regiones. El 6,9% fue consumido en América Latina.

En Norteamérica (Estados Unidos, México y Canadá), 3,3 millones de toneladas fueron consumidas y las tasas de operación repuntaron a 93 %. Esto ha sido posible, porque los productores de resina de Estados Unidos han logrado compensar la desaceleración de consumo interno con exportaciones, ejercicio que ha sido además facilitado por la debilidad del dólar (sin embargo, en términos anuales, las exportaciones de PEBD desde Estados Unidos fueron menores que en 2006). Las expectativas son que --de no darse nuevas inversiones-- la región de NAFTA (North American Free Trade Agreement) se mantendrá como un importador neto de PEBD al menos en el mediano plazo.

América Latina (excluyendo México) tuvo una demanda de alrededor de 1,3 millones de toneladas de PEBD en 2007. Las tasas de operación han sido también altas, en un promedio regional anual de 92 %, lo que conjuntado con lo que se observó en Norteamérica implicó ciertas limitaciones de abasto.

América Latina en el 2015 logró ser aritméticamente autosuficiente y crecer paulatinamente como exportador neto de PEBD. Para 2015, alcanzó las 250 mil toneladas, y los mayores productores fueron Brasil y Venezuela. El consumo en la región (América Latina sin México) sobrepasó los 1,5 millones de toneladas.

Actualmente Brasil se transformó en el mayor productor mundial de biopolímeros, base de un plástico de carácter vegetal, cuya producción emite menos gases de

efecto invernadero. La fábrica de este polietileno, funciona desde el año 2010 en el Polo Petroquímico do Sul, ubicado en Triunfo, en el estado de Río Grande do Sul, con una capacidad anual de 200.000 toneladas.

En el caso de Venezuela, cuenta con la Petroquímica de Venezuela S.A. es una empresa socialista del Estado, adscrita al Ministerio del Poder Popular de Petróleo y cuyas acciones son exclusiva propiedad de la República Bolivariana de Venezuela.

Pequiven es la principal empresa venezolana encargada de producir y comercializar productos petroquímicos para los mercados nacional e internacional, y propicia la creación de empresas mixtas, estimula el desarrollo agrícola e industrial de las cadenas productivas y promueve el equilibrio social con alta sensibilidad comunitaria y ecológica.

Actualmente las plantas paralizadas incluyen a: Propilven, Polinter y Pralca, lo cual implica, ni más ni menos una parada obligada de las industrias de plásticos a nivel nacional. Las plantas pararon por falta de gas (propano/etano), debido a que el convenio de suministro de gas, que se tenía con Colombia concluyó por incumplimiento de PDVSA y, como es de suponer, la producción de gas nacional se encuentra en su nivel histórico más bajo. Como consecuencia de esta situación hay escases en la producción de PEBD, PEAD y polipropileno.

Por esta razón se debe importar el polietileno y el polipropileno, pero también esta presenta la falta de dólares; razón por la cual, habrá escasez de envases y empaques para todos los productos, alimenticios o no, y para todos los productos manufacturados con plásticos

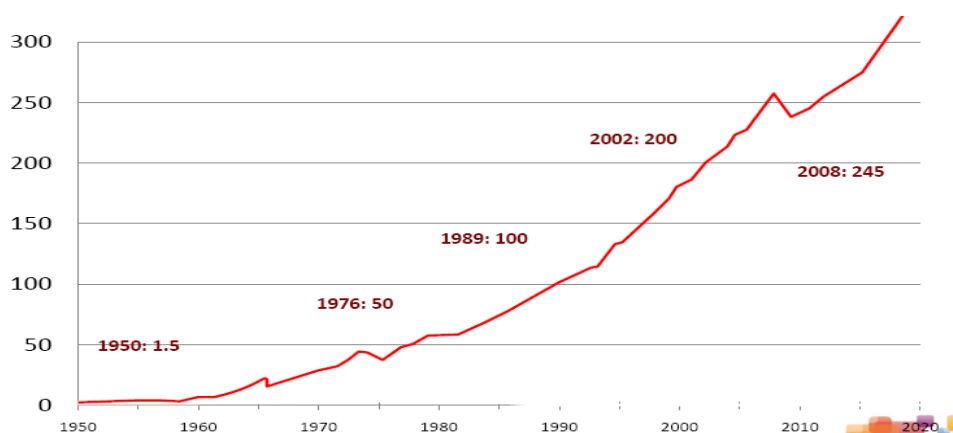


FIGURA N° 1 Evolución del Consumo Mundial de PEBD (Tn/año)

Fuente: Plastic Europe Market Research Group

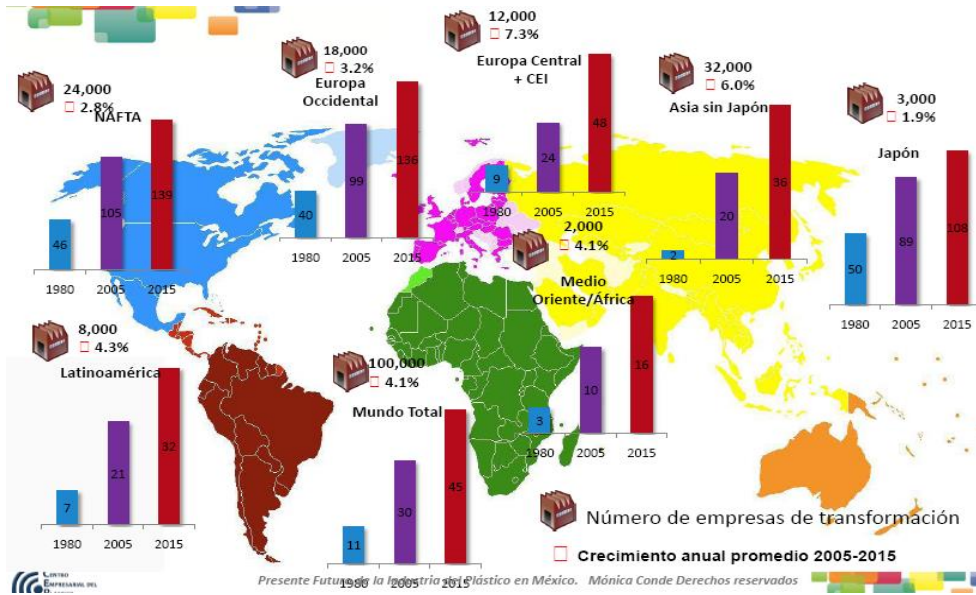


FIGURA N° 2 Demanda Mundial de PEBD en Kg per cápita
 Fuente: Plastic Europe Market Research Group

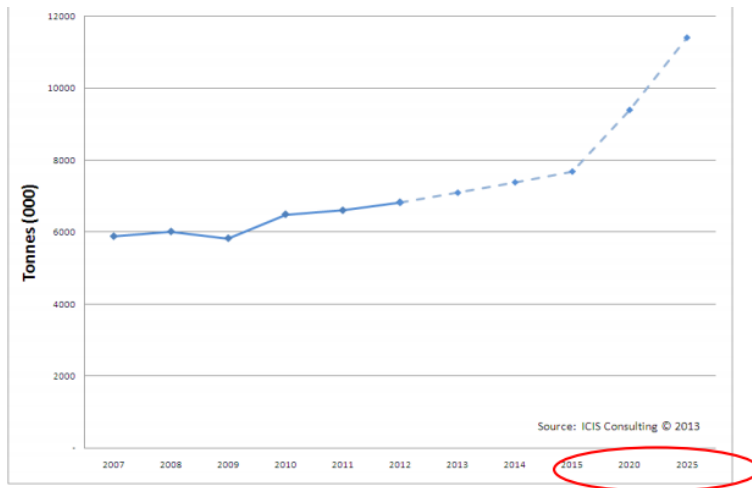


FIGURA N° 3 Demanda de PEBD en América Latina
 Fuente: ICIS Plants and Projects

2.6 MERCADO LOCAL

La siguiente tabla muestra la evolución del precio de importación y exportación del polietileno de baja densidad en Argentina y el mundo en los últimos años.

TABLA N° 6

Países/Año	2014	2015	2016	2017	2018
<i>US\$/Tn</i>					
Argentina	1617	1503	1583	1734	1516
Mundo	1688	1561	1642	1699	1410
Diferencia	-4	-4	-4	2	7

Fuente: **Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas**

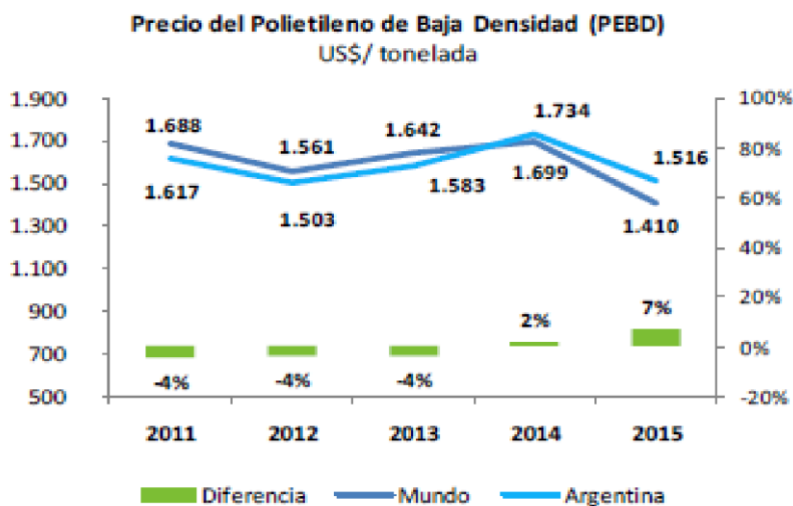


FIGURA N° 4. Precio del polietileno de baja densidad

Fuente: **Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas**

Respecto a los precios de exportación a nivel mundial de las principales materias primas plásticas, en 2015 se registra una baja generalizada producto de la caída del precio internacional del petróleo. Sin embargo, en los años comprendidos entre 2012 y 2014 se observa una tendencia ligeramente creciente en el caso del polietileno. En la mayoría de los casos, las diferencias entre el precio de exportación de Argentina y el mundial no son demasiado significativas.

2.6.1 CRECIMIENTO Y PRONÓSTICO

El objetivo del Plan Estratégico Industrial 2020 (PEI 2020) era promover un crecimiento promedio anual del 5% de la economía del 2010 hasta 2020, hoy las expectativas de crecimiento son de 3% anual, de este modo el análisis se extiende hasta el año 2025 (IPA 2025). Durante este análisis se tuvieron en cuenta diversos sectores productivos, entre ellos el químico y petroquímico. En ellos las premisas fueron producir insumos intermediarios para el sector industrial, y el aprovechamiento de los recursos naturales agregándoles valor (gas y petróleo).

En particular se espera sustituir las más de 90.000 toneladas de PEBD que hoy se importan, a través de la creación de plantas industriales.

TABLA N° 7: Comparación año 2010 y 2025 para consumo aparente, capacidad instalada, saldo de balanza comercial y mano de obra necesaria del sector

Producto	2010						2025										
	Consumo aparente (kt)	Capacidad instalada (kt)	Producción (kt)	Importación (kt)	Exportación (kt)	SBC (MMUSD)	Consumo aparente (kt)	Capacidad instalada (kt)	Incremento Capacidad (kt)	Producción (kt)	Importación (kt)	Exportación (kt)	SBC (MMUSD)	Tamaño de Planta Necesario (kt/año)	Inversión Necesaria (MMUSD)	Precio (USD/t) Impo (CIF)	Precio (USD/t) Expo (FOB)
LLDPE	245	300	257	97	109	21	600	600	300	600	0	100	178	400	350	1.788	1.780
LDPE	168	90	87	93	12	-156	400	400	310	400	0	50	85	350	500	1.930	1.707
HDPE	256	270	230	121	95	-45	500	500	230	500	0	50	74	400	200	1.712	1.485

Fuente: Cámara de la Industria Química y Petroquímica

Teniendo en cuenta que el proyecto pretende cubrir el 50% de las importaciones para el 2025, la **capacidad de planta** será de: **50000 Tn.**

Consumo interno

En los últimos veinticinco años, el consumo per cápita de plásticos en la Argentina casi se cuadruplicó, pasando de 11,4 kg por habitante en 1990 a 43,2 kg en 2016. La situación actual ubica a nuestro país por encima de la media regional (26 kg.) pese a que, teniendo en cuenta la relación PBI per cápita/consumo de plásticos per cápita, lo posiciona en un nivel de demanda inferior al esperado en función de su grado de desarrollo. La tendencia creciente del consumo puede ser explicada por factores de carácter estructural como la diversificación de las aplicaciones de los plásticos en la vida moderna (sustitución de otros materiales en otras industrias tradicionales), el desarrollo de nuevos polímeros que amplían y diversifican la oferta de materias primas plásticas y el cambio en los hábitos de consumo (auge del supermercado, tecnificación del hogar y la oficina).

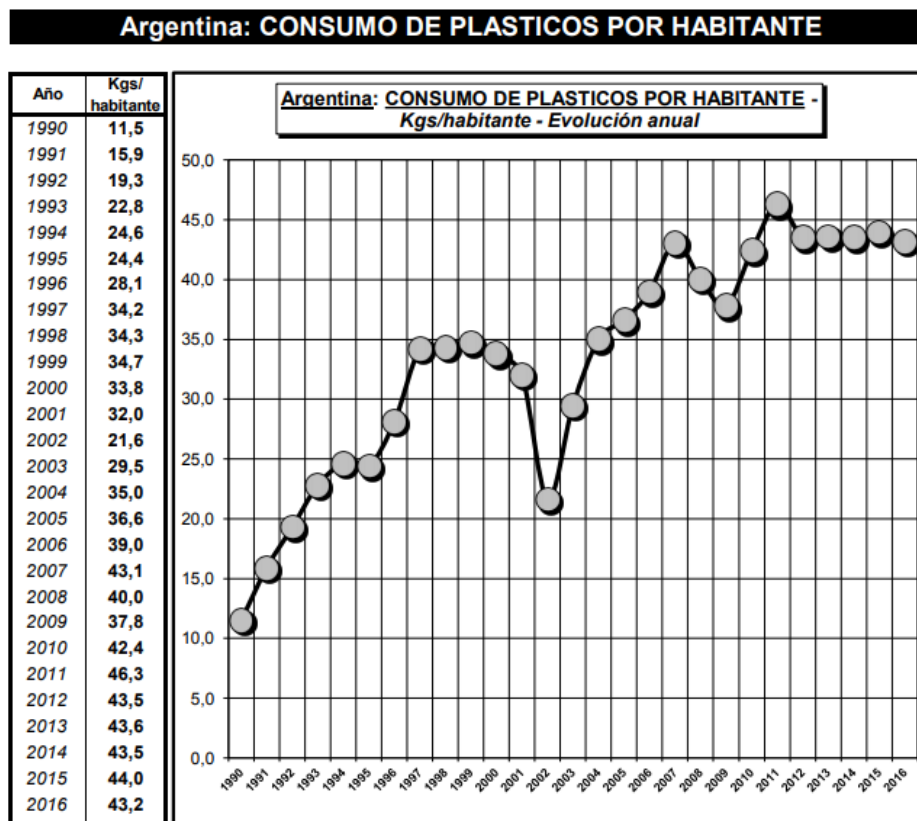


FIGURA N° 5 Consumo de plásticos por habitante

Fuente: Anuario Estadístico de la Industria Plástica, Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP)

2.7 OFERTA

El propósito que se persigue mediante el análisis de la oferta es determinar las cantidades y condiciones en las que una economía quiere y puede poner a disposición del mercado un bien o servicio.

La oferta es una función de una serie de factores, como son los precios en el mercado del producto, los apoyos gubernamentales a la producción, entre otros.

Productores de América Latina

Los principales productores de PEBD se detallan a continuación:

Braskem: Creada en agosto de 2002 por la integración de seis empresas de la Organización Odebrecht y del Grupo Mariani, Braskem es hoy, la mayor productora de resinas termoplásticas de América y la mayor productora de polipropileno en los Estados Unidos. Su producción está centrada en las resinas polietileno (PE), polipropileno (PP) y policloruro de vinilo (PVC), además de insumos químicos básicos como etileno, propileno, butadieno, benceno, tolueno, cloro, soda y solventes, entre otros. Juntos, componen uno de los portafolios más completos del mercado, al incluir también el polietileno verde, producido a partir de caña de azúcar, de origen 100 % renovable.

Braskem está inserta en el sector químico y petroquímico, que tiene participación importante en numerosas cadenas productivas y es esencial para el desarrollo económico. En este contexto, la química y el plástico contribuyen en la creación de soluciones sostenibles para mejorar la vida de las personas en sectores como vivienda, alimentación y movilidad.

Esta empresa aprobó en junio de 2017 un proyecto que involucra la construcción antes de 2020 de una nueva planta de producción de polipropileno con capacidad de 450 mil toneladas en el estado de Texas, Estados Unidos.

Actualmente, Braskem se asoció con Siemens para el proyecto de modernización del sistema eléctrico de 160 millones de dólares en el Complejo Petroquímico ABC, en São Paulo. La inversión en el proyecto está destinada a proporcionar una actualización tecnológica. Se espera que la inversión comience este año y la finalización del proyecto de modernización está programada para 2021.

Modelo de negocios: Braskem es la única petroquímica integrada de primera y segunda generación de resinas termoplásticas en Brasil. Esto se traduce en ventajas competitivas, como escala de producción y eficiencia operativa.

La primera generación produce los petroquímicos básicos como etileno y propileno a partir de la nafta, del gas natural y del etano. Estos compuestos son fundamentales para la segunda generación, que incluye la fabricación de resinas termoplásticas (PE, PP y PVC), utilizadas posteriormente por la tercera generación, las empresas de transformación.

Las unidades de Braskem están presentes en Brasil, en los Estados Unidos, en México y en Alemania, además de 16 oficinas regionales en otros países, con el objetivo de desarrollar alianzas y crear soluciones integradas para el Cliente.

Fábricas: 40 unidades industriales: 29 están instaladas en Brasil, en los estados de Alagoas, Bahía, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul y São Paulo. Cinco están en los Estados Unidos, dos están en Alemania y cuatro en México. Clientes en más de 70 países, en todos los continentes.

Capacidad de producción: Más de 16 millones de toneladas/anuales de resinas termoplásticas y otros productos químicos.

Polisur: fue fundada en 1976 por un grupo conformado por Ipako y la Dirección de Fabricaciones Militares, pasando más tarde a ser controlada exclusivamente por Ipako. En febrero de 1996, The Dow Chemical Co., conjuntamente con YPF, adquirió Polisur a Ipako, y pocos meses más tarde, la Planta Petropol, que pertenecía al grupo Indupa. Estas acciones consolidaron la posición de liderazgo de Dow en el negocio de polietileno en Latinoamérica. En enero de 2005 Dow

Química compró a YPF su participación en la firma pasando a controlar el 100% de PBB Polisor.

Dow Argentina: Posee una relación con Argentina hace casi más de 60 años., donde The Dow Chemical Company inició sus operaciones a nivel internacional y luego llegó a nuestro país con el objetivo de poner la ciencia y la tecnología al servicio de la gente.

En la actualidad son empresas químicas, petroquímicas y agrícolas más grande y respetadas del país. Dow Argentina opera a través de sus subsidiarias Dow Agro Sciences Argentina S.R.L., Dow Química Argentina S.A., Rohm and Haas Argentina S.R.L. y PBB Polisor S.R.L. La Compañía cuenta con distintas unidades productivas y de negocios, con plantas y oficinas distribuidas en las provincias de Buenos Aires (Bahía Blanca, Capital Federal, Colón y Zárate) y Santa Fe (Puerto General San Martín y Venado Tuerto).

En 2015, Dow alcanzó ventas anuales de casi US\$49 mil millones y empleó a aproximadamente a 49.500 personas a nivel mundial. Dow maneja 188 zonas de elaboración en 35paísesy genera aproximadamente 5.000 productos.El1 de junio de 2016, Dow se convirtió en propietario del 100 por ciento del negocio siliconas de Dow Corning Corporation, una compañía global con ventas de más de USD\$4.5 mil millones en 2015, 25 plantas de producción en 9 países y aproximadamente 10.000 empleados en todo el mundo.

Dow Argentina tiene distintos complejos y plantas de manufactura distribuidas principalmente en 3 provincias: Buenos Aires, Neuquén y Santa Fe.

Plantas y sedes:

Sede central: Se encuentra en el Complejo de Oficinas de Madero Office en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Allí trabajan aproximadamente 300 empleados de todas las divisiones de Dow Argentina.

Complejo Bahía Blanca: Ocupa una superficie de 120 hectáreas en la localidad portuaria de Ingeniero White, opera desde 1995 y está integrado por 6 plantas productivas: 2 plantas del complejo elaboran etileno, y las 4 restantes producen polietileno de baja densidad (PEBD), alta densidad (PEAD) y lineales (PELBD).

Complejo Puerto General San Martín: Ubicado en la localidad de Puerto General San Martín, comenzó a operar en 1970 y es el primer Complejo Productivo de Dow en Argentina. Cuenta con cuatro unidades productivas distribuidas en tres plantas: Protección de Cultivos, Poliuretanos, Solventes Oxigenados y Prepolímeros.

Planta Colón: Cuenta con una sección de Investigación y Desarrollo, donde están ubicados Laboratorios e Invernáculos dedicados a la generación de productos innovadores e introducción de tecnología para la protección de cultivos de maíz, girasol, sorgo y canola en un campo experimental de 124 hectáreas.

Planta Venado Tuerto: Comenzó a operar en 1988, y se dedica al procesamiento de semillas de maíz en espigas y sorgo.

Planta Zárate: En un predio de 9.000 m², la planta se dedica a la elaboración de productos de alto rendimiento, principalmente de emulsiones acrílicas que intervienen en la elaboración de adhesivos, cueros, pinturas, papel, textiles y detergentes, entre muchos otros. Comenzó a operar en 2009, tras la adquisición por parte de Dow de la empresa Rohm and Haas.

En 2017 Dow Chemical anunció inversiones por u\$s210 millones en la Argentina para mejorar la capacidad de producción en el complejo petroquímico que opera en la localidad bonaerense de Ingeniero White. Su objetivo es optimizar el rendimiento de su complejo industrial bonaerense durante los próximos dos años, en especial de sus establecimientos de producción de etileno y polietileno, muy usado para la fabricación de envases flexibles y rígidos para diferentes sectores de consumo masivo. La compañía incluirá mejoras tecnológicas, que permitirán profundizar el alto desempeño en materia ambiental y en seguridad equivalente a los más altos estándares globales.

También se incluyen proyectos de modernización y expansión de la capacidad productiva de algunas de las unidades operativas, así como trabajos correctivos y preventivos de grandes máquinas del complejo, la revisión y la optimización del funcionamiento de diferentes equipos, y la incorporación e instalación de nuevas tecnologías para lograr significativas mejoras productivas.

2.8 DEMANDA

El principal propósito que persigue el análisis de la demanda es determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado con respecto a un bien o a un servicio, así como determinar la posibilidad de participación del producto del proyecto en la satisfacción de dicha demanda. Para determinar la demanda se utilizan herramientas de investigación del mercado.

Se entiende por Demanda al llamado Consumo Nacional Aparente (CNA), que es la cantidad de determinado bien o servicio que el mercado requiere, y se puede expresar como:

$$\text{Demanda} = \text{CNA} = \text{Producción Nacional} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones}$$

Demanda por sector

El polietileno de baja densidad se consume en múltiples actividades. Los principales segmentos son:

TABLA N° 8

Categoría	Productos	Concentración de mercado
Semiterminados	Placas, láminas y hojas	AC
	Film	
	Preformas	
	Film para agro	
Envases y embalajes	Cajas y cajones, tapas y tapones	MC/AC
	Bolsas, botellas	
	Envases para cosmética y alimentos	
Tuberías, sanitarios y otros	Caños y accesorios de uso doméstico	AC
Artículo para uso doméstico	Vajilla y diversos art. De cocina	MC/AC
Resto	Mueble para jardín	AC
	Autopartes	

Fuente: Elaboración propia con base en CAIP. (*)

()Nota: se considera Muy Alta Concentración (MAC) cuando tres o menos empresas concentran el 85% del mercado; Alta Concentración (AC) cuando 6 o 7 empresas concentran el 60-70% del mercado o 3 empresas tienen el 50%; Moderada Concentración (MC) cuando 3 a 6 empresas concentran el 40-50% del mercado.*

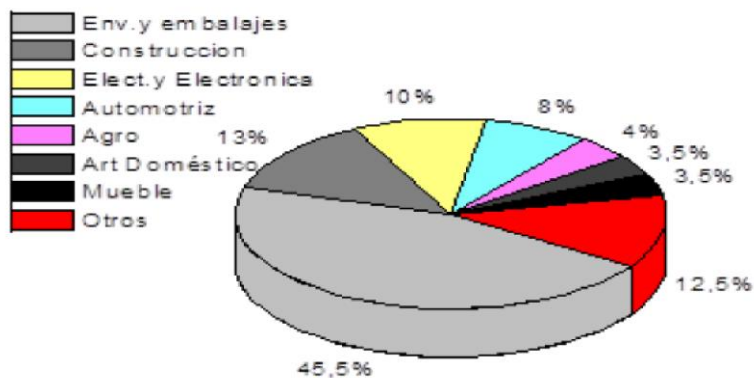


FIGURA N°6. Consumo de Polietileno de baja densidad en múltiples actividades
Fuente: Anuario Estadístico de la Industria Plástica, Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP)

Listado de clientes

- COLORADO SRL (Rosario – Santa Fe), empresa dedicada a la fabricación, venta y distribución de tubos y conexiones plásticas para conducción de fluidos.
- PLÁSTICOS BOSTICO S.A. (Pilar - Santa Fe), destinado al desarrollo y a la elaboración de tubos y a la estiba del producto terminado. En el año 2008 nace PLASTICOS PILAR S.R.L. como empresa dedicada a la fabricación de tubos de PE y actualmente tubos de PPR para agua fría y caliente.
- STRADA (Rosario, Santa Fe), en la actualidad abastecen, no sólo al mercado de los caños corrugados, sino que además caños rígidos, accesorios para los mismos y diferentes tipos de perfiles que se utilizan en la construcción y en diversas industrias como las del frío, automotores, etc. con perfiles de desarrollo y matricería propios.
- Plásticos Sudamericanos (Rosario, Santa Fe), fábrica de envases plásticos.
- IMPRE-PLAST (Rosario, Santa Fe), fabricación, impresión y confección de bolsas de Polietileno.
- Litoral Plast S.R.L. (Rosario, Santa Fe), es una empresa con más de 25 años de trayectoria en la industria de los termoplásticos, años que avalan la calidad de nuestros envases. Fabricación de envases plásticos (Bidones, Botellas, Frascos, Potes, etc.).
- Indus-Pol SRL (Rosario, Santa Fe), es una empresa con más de 50 años en la fabricación de polietileno. Actualmente, se dedica a la fabricación de polietileno de baja densidad, con material virgen.

- POLIMUNDI (Rosario, Santa Fe), dedicada a la fabricación y comercialización de film y bolsas de polietileno, como también a la distribución de artículos de embalaje y papelería.

2.9 CONCLUSION DEL ESTUDIO DE MERCADO

Existe una demanda insatisfecha en el mercado al que se pretende ingresar, en vista de que la oferta actual no cubre las necesidades de la demanda. También se observó que las condiciones que caracterizan a este tipo de mercado, corresponden a mercados de tipo competitivo, puesto que existen, como ya se mencionó, sólo pocos establecimientos que ofrecen nuestro producto, y en particular en nuestro país uno que acapara todo el mercado. El estudio de precios del producto a ofrecer mostró que los precios establecidos en el mercado, se han ajustado a las posibilidades de la demanda potencial y al nivel de precios promedio de las demás empresas.

Dadas las condiciones de mercado que presenta el proyecto, se concluyó que existe un mercado potencial bueno que sustenta satisfactoriamente la puesta en marcha de nuestro proyecto, desde el punto de vista de viabilidad de mercado, lo que permitió continuar con la secuencia de la investigación.

CAPITULO III: TAMAÑO Y LOCALIZACION

3.1 TAMAÑO DEL PROYECTO

Para definir el tamaño del proyecto vamos a referirnos a la capacidad de producción y a la disponibilidad de materias primas.

3.1.1 CAPACIDAD DE PRODUCCION

La planta se diseña para una producción anual de polietileno, suponiendo una producción continua de 350 días al año a razón de 50000 Tn/año (pureza final del polietileno resulta aprox. 98,5%, y la densidad a 15°C de 0,92 gr/cm³). Para esta capacidad se necesitará cerca de 95000 toneladas al año de bioetanol, que equivale en operación continua de 8000 horas al año a un abastecimiento real bajo contrato de 360000 litros de bioetanol por día (12 camiones).

El tamaño óptimo de la planta se determina teniendo en cuenta la relación existente entre el tamaño, la demanda de la nueva unidad y la disponibilidad de las materias primas. Estos son los factores más importantes para condicionar el tamaño de un proyecto.

3.1.2 DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

Bioetanol:

El bioetanol se lo puede obtener a partir de caña de azúcar y de maíz.

El cultivo de maíz produce una gran cantidad de biomasa, de la que se aprovecha cerca del 50 por ciento en forma de grano. El resto, corresponde a diversas estructuras de la planta: caña, hoja, limbos y mazorca entre otros.

El grano de maíz se tritura con un molino y el almidón contenido en el triturado se hidroliza para obtener glucosa. Esta se somete a un proceso de fermentación, con el que se obtiene bioetanol y una fracción menor de otros bioalcoholes.

Aproximadamente 1 hectárea de cultivo de maíz produce anualmente 8976 kg de grano que permiten producir 3141 litros de bioetanol.

En el caso de la caña de azúcar cada tonelada de caña, de la que 770 kg corresponden a los tallos de la planta, permite extraer algo menos de 400 kg de azúcar que, en la fermentación, se transforman en 160 kg de bioetanol.

Y se sabe que 1 hectárea de cultivo de caña de azúcar produce anualmente 21560 kg de azúcar que permiten producir 5700 litros de bioetanol.

Ya que la materia prima principal para la producción de polietileno es el bioetanol, a continuación, se analizan las propiedades de la misma.

TABLA N° 9

Peso específico	20/20	° C	0,81
Peso molecular	46,07	g/mol	
Densidad de vapor	(aire =1)		1,3
Pureza	% en peso	Mínimo	93
Humedad	% en peso	Máximo	7
Apariencia	Líquido limpio	° C	
Color (Pt-Co)	10	° C	
Temperatura de ebullición	78,5	° C	760 mmHg
Temperatura de fusión	-144	° C	
Temperatura de inflamación	13 - 16	° C	(tag copa cerrada)
Presión de vapor	20	° C	44,6 mmHg
Temperatura de autoignición	363	° C	
Límite inferior de inflamabilidad	3,3	%	En volumen de aire
Límite superior de inflamabilidad	19	%	En volumen de aire
Viscosidad	(Cp)	1,2	

Fuente: (Química Delta S.A., 2012).

Nuestro principal proveedor de materia prima será **ACA Bio**:

ACA Bio es una planta productora de bioetanol de la Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA) ubicada en la zona industrial de Villa María, (Córdoba) sobre la autopista Córdoba-Rosario. Donde su capacidad de producción es de 153000 m³ de bioetanol por año. Para la producción anual se procesan 323500 toneladas de maíz provenientes de Cooperativas y otros centros de la provincia de Córdoba. ACA Bio apunta a una tecnología que no genera efluentes del proceso industrial. Al mismo tiempo cogenera la propia energía eléctrica que consume en su planta, a partir de los excedentes de vapor del proceso industrial.

El recorrido del bioetanol desde dicha empresa a nuestra planta es de 267km.

Además, como segundo proveedor tendremos a **Promaíz**:

Se trata de una planta de molienda seca de maíz que proyecta ser la de mayor capacidad productiva a nivel nacional, destinada a la fabricación de bioetanol. Se encuentra emplazada en la localidad de Alejandro Roca, departamento Juárez Celman, provincia de Córdoba, a unos 300 km de Córdoba Capital. Posee una capacidad de procesamiento de molienda seca de 1400 toneladas de maíz por día. Su producción diaria aprox. de bioetanol es de 475.000 lts. Cuenta con una capacidad de producción de 140.000 m³ de bioetanol por año. El recorrido del bioetanol desde dicha empresa a nuestra planta es de 382 km.

Como tercer proveedor tendremos en cuenta a **Bio4**, emplazada en la ciudad de Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina, situada en el centro geográfico del país, en el Km 600 de la Ruta Nacional N° 8 y es eje de las rutas que van hacia Buenos Aires (600 Km), San Luis (150 Km), Mendoza y Chile (580 Km), Córdoba (200 Km.) y Rosario (400 Km). Su producción es de 250.000 litros de bioetanol por día. El recorrido del bioetanol desde dicha empresa a nuestra planta es de 418 km.

En cuanto a la logística del traslado del bioetanol estará a cargo del proveedor, quien la realizará por medio de camiones tipo cisterna. Los mismos poseen una capacidad de transporte de 30.000 litros de biocombustible. Para tener exactitud en cuanto a las cantidades expedidas se cuenta con sistemas de medición de pesaje continuo y caudalímetro másico. Contando con sistemas de monitoreo paso a paso, con balanzas identificadas electrónicamente que permite el seguimiento del proceso mediante controles sistemáticos.



FIGURA N° 7 Ubicación geográfica de proveedores de bioetanol

Catalizador:

En Argentina no existen proveedores de ZSM-5, por lo que el mismo deberá ser importado en su totalidad. Existen muchos fabricantes de este catalizador en el mundo, principalmente en China, donde se encuentra variedad de precios y características, como el suministrado por la empresa china Zibo Hanyu International Trade Company, a un valor de U\$S 0,57/gramo.

Aceite:

Nuestro proveedor de aceite térmico será Pirobloc, producto de importancia para la calefacción del bioetanol. Dicha empresa posee su sede central en la ciudad de Barcelona (España), contando con una sucursal en el país de Uruguay, desde donde realizaremos la importación.

El aceite térmico transmisor de calor, es un fluido lubricante que lejos de corroer la tubería de instalación como el agua o el vapor, contribuye a su conservación en el tiempo.

La vida útil de este aceite depende de las condiciones de trabajo de la instalación, de evitar su oxidación, así como del correcto dimensionamiento hidráulico de la instalación. Existen empresas en el mercado cuya actividad reside en la recogida del aceite usado para su posterior reciclaje. Su servicio suele ser gratuito si el aceite mantiene ciertas condiciones y no ha sido mezclado con otras sustancias o fluidos. (VER ANEXO VII)

3.2 UBICACION GEOGRAFICA

Para describir la ubicación de la planta de polietileno de baja densidad comenzamos primero por una localización a gran escala, en forma general, para luego realizar una microlocalización, más detallada.

3.2.1 MACROLOCALIZACIÓN

La localización de la unidad de polietileno se llevará a cabo en la República Argentina. Decisión basada en los beneficios impositivos y las líneas de créditos y subsidios. La Ley Nº 11.525 de Parques y Áreas Industriales y la Ley Nº 8.478 de Promoción Industrial de la Provincia de Santa Fe, otorgan a las empresas que se radiquen en Parques Industriales, importantes beneficios y exenciones impositivas de hasta el 100% de los impuestos provinciales, por un período de hasta 10 años:

- Impuesto sobre los Ingresos Brutos
- Impuesto Inmobiliario
- Patente Automotor
- Impuesto de Sellos
- Aporte patronal ley 5110
- Tasas retributivas de servicios (constitución, ampliación de capitales y modificaciones de sociedades)

La determinación de la localización óptima de la planta de polietileno se desarrolla mediante el Método Cualitativo por puntos. Se construye la matriz asignando a distintos factores relevantes una ponderación para indicar su importancia relativa.

La ubicación de la planta depende de varios factores, entre los cuales se destacan:

- Disponibilidad y proximidad de la materia prima.
- Disponibilidad de recursos y servicios para la operación y producción de polietileno.
- Posición estratégica para la distribución y comercialización del polietileno en el mercado.

La instalación de la unidad de polietileno deberá realizarse en un parque industrial en el cual hay disponibilidad de materia prima, como así también la provisión necesaria de utilities como agua, vapor de agua y electricidad a la planta.

Por esta razón las posibles locaciones serían en:

- Parque Industrial San Lorenzo, San Lorenzo, Santa Fe.
- Parque Industrial Bahía Blanca, Bahía Blanca, Buenos Aires.
- Parque Industrial Provincial Puerto Tirol, Puerto Tirol, Chaco.

Factores relevantes a tener en cuenta:

- Clima
- Distancia de la materia prima
- Transporte/Distancia del consumidor
- Legal/Beneficios impositivos
- Servicios
- Otro/Disponibilidad de mano de obra

Distancia de la materia prima: La disponibilidad de la materia prima condicionará la localización de la planta para minimizar costos de logística, tanto de las materias primas como de producto terminado entre otros.

El Parque Industrial San Lorenzo se encuentra a una distancia menor de la materia prima con respecto a los otros dos parques industriales. Este parque está a 10 min. de los puertos de San Lorenzo, a 20 min. del Aeropuerto de Rosario y 30 min. del Puerto de Rosario. Y además cuenta con desvío ferroviario con playa de maniobras para actividades logísticas multimodales. Por eso se le asigna una puntuación de 8;

El Parque Industrial Bahía Blanca se ubica en segundo lugar en cuanto a distancia de la materia prima, se le asigna una calificación de 3.

Parque Industrial Provincial Puerto Tirol está bastante lejos de la materia prima. Se le asigna una puntuación de 4.

Mano de obra:

San Lorenzo, Santa Fe:

Ciudad ubicada en la zona sur de la provincia de Santa Fe, Argentina, a 23 km al norte de la ciudad de San Lorenzo; en la orilla occidental del río Paraná y a 147 km de la capital provincial. Es la ciudad cabecera del departamento San Lorenzo, y tiene 46.239 habitantes (INDEC, 2010).

El Complejo Portuario San Lorenzo - Puerto San Martín, es un grupo de terminales de embarques y de muelles privados, para cereales/subproductos, aceites, combustibles, hidrocarburos, minerales, químicos y petroquímicos.

El Complejo es el polo exportador más importante del país: sale el 39,2% del total exportado por Argentina en granos más aceites más subproductos oleaginosos. A sus terminales llega la producción cerealera del centro, litoral y noroeste del país. A la actividad cerealera del complejo hay que agregarle la actividad en rubros hidrocarburos y derivados, gas, químicos, petroquímicos y minerales.

Todas sus terminales tienen 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 en alijes. 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, 32 pulgadas de calado.

El Puerto de San Lorenzo se encuentra dentro del "Complejo Portuario San Lorenzo - Puerto Gral. San Martín", que abarca la totalidad de las terminales de embarques y muelles existentes entre los km 435 y 459 del Río Paraná, que integran a su vez la principal zona portuaria del país, conocida como el Up-River. Las instalaciones portuarias están a cargo de la Municipalidad homónima.

Bahía Blanca:

Es una ciudad de Argentina situada al sur de la provincia de Buenos Aires en la región pampeana, aunque a pocos kilómetros del límite con la región patagónica. Cuenta con un puerto comercial de aguas profundas sobre el Mar Argentino.

Es la cabecera del partido homónimo. La ciudad se ha consolidado como uno de los más importantes centros comerciales, culturales, educativos y, principalmente, deportivos del interior del país, que cuenta además con importantes museos y bibliotecas, y su infraestructura turística incluye circuitos arquitectónicos, paseos y parques. Constituye un nudo de transportes y comunicaciones entre los flujos económicos del suroeste de la provincia de Buenos Aires y del valle del Río Negro. Gracias a su infraestructura terrestre, marítima y aeroportuaria establece relaciones a nivel regional, nacional e internacional.

Según datos del censo 2010, el partido de Bahía Blanca cuenta con una población de 301531 habitantes: restando la localidad de Cabildo y la población rural de 2430 personas, el saldo de 299101 habitantes corresponde al gran Bahía Blanca, decimoséptimo conglomerado urbano del país.

Aunque la ciudad de Bahía Blanca se encuentra a casi 10 km del Mar Argentino, está conurbada con otras ciudades y poblaciones costeras, entre ellas el puerto de Ingeniero White que constituye la salida natural de la producción agrícola de la región pampeana.

Bahía Blanca es un importante centro comercial, manejando las exportaciones de granos y lana del sur de la Provincia de Buenos Aires y petróleo desde la Provincia del Neuquén. Su puerto marítimo es uno de los más importantes del país, siendo el único que tiene una profundidad natural de más de 10m.

A lo largo de la bahía, los puertos son, Puerto Galván para petróleo y químicos, y Puerto Ingeniero White especializado en granos. Bahía Blanca cuenta con el más importante polo petroquímico del país ubicado entre ambos puertos. Puerto Belgrano, 29 km al sudoeste, es la base naval más importante de Argentina. Además, la ciudad es el tercer nudo ferroviario más importante de la Argentina (después de Buenos Aires y Rosario), accediendo a ella numerosos ramales que la conectan con gran parte de la región pampeana y el norte de la Patagonia. El desarrollo del ferrocarril fue de gran importancia en el devenir histórico de la ciudad.

Este Polo Petroquímico origina probablemente la mayor contaminación ambiental - especialmente atmosférica - de todo el país, pero sin embargo hasta la fecha no se han realizado estudios epidemiológicos o vigilancia o monitoreo ambiental responsables para valorar y evaluar el impacto negativo sobre la salud de sus trabajadores y de los vecinos residentes próximos.

A 7 kilómetros del centro comercial se encuentra el Puerto de Ingeniero White y la localidad del mismo nombre. El complejo portuario abarca 25 kilómetros sobre la costa norte de la ría de Bahía Blanca. Posee un moderno balizamiento con 62 boyas luminosas alimentadas por energía solar. En el interior de la ría, está el Puerto de Ingeniero White con un calado de 45 pies. El Muelle Multipropósito de 270 metros de eslora recientemente inaugurado, los muelles de Puerto Galván y la Posta de Inflamables completan las instalaciones.

Este sistema portuario ofrece una salida directa al Océano Atlántico desde el único puerto de aguas profundas del país, con muelles para operar todo tipo de buques y mercaderías, y el primer puerto autónomo de la Argentina.

Puerto Tirol, Chaco:

Su población era de 7855 habitantes (INDEC, 2010), lo que representa un crecimiento del 23,3% frente a los 6372 habitantes (INDEC, 1991) del censo anterior. En el municipio el total ascendía a los 9767 habitantes (INDEC, 2010).

La ciudad de Puerto Tirol es cabecera del departamento Libertad, en la provincia del Chaco, Argentina. El pueblo de Puerto Tirol fue uno de los primeros en formarse en el territorio del Chaco, debido a su cercanía con la costa del río Paraná (unos 30 kilómetros) y a su comunicación con este mediante el río Negro, única vía de acceso en los comienzos y hoy no navegable.

Se encuentra a 5 kilómetros de Gran Resistencia, con la cual se comunica por medios terrestres (la ruta Nacional N° 16 que forma parte del corredor bioceánico) y ferroviaria a través de SOFSE.

Aunque sobreviven en Puerto Tirol algunas de las industrias más importantes del Chaco (taninera, frigorífico, aserraderos) la ciudad buscó en los últimos años reactivar esta actividad. La instalación en 2008 de una planta industrial de una fábrica textil de hilos, confección y tintura de tela de jeans) es fruto de esos intentos, y auguran un mejor futuro a esta localidad.

A continuación, se procederá a valorar las posibles locaciones considerando, factores geográficos, sociales, ambientales, económicos, además de los ya mencionados y descriptos anteriormente.

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

TABLA N° 10: Calificaciones ponderadas de las tres localizaciones propuestas

	Posibles locaciones		BAHIA BLANCA		SAN LORENZO		PUERTO TIROL	
	Factor relevante	Peso asignado	Calificacion	Calificacion ponderada	Calificacion	Calificacion ponderada	Calificacion	Calificacion ponderada
Clima	Clima	0,02	8	0,16	8	0,16	7	0,14
	Altura	0,02	8	0,16	7	0,14	5	0,1
	Presion atmosferica	0,025	8	0,2	8	0,2	7	0,175
	Humedad	0,01	7	0,07	7	0,07	7	0,07
Social	Descentralizacion	0,02	9	0,18	7	0,14	8	0,16
	Parque industrial	0,065	10	0,65	9	0,585	8	0,52
Servicios	Agua	0,06	9	0,54	9	0,54	9	0,54
	Electricidad	0,06	7	0,42	8	0,48	8	0,48
	Red de cloacas	0,03	7	0,21	8	0,24	7	0,21
	Desagues pluviales	0,03	8	0,24	8	0,24	8	0,24
	Sistemas hidrantes incendios	0,04	4	0,16	4	0,16	4	0,16
	Gas natural	0,04	9	0,36	9	0,36	7	0,28
Loteo	Terreno	0,02	9	0,18	8	0,16	7	0,14
	Disponibilidad de espacio	0,04	8	0,32	7	0,28	8	0,32
Legal	Impuestos	0,03	9	0,18	8	0,16	7	0,14
	Incentivos	0,02	8	0,32	7	0,28	8	0,32
Transporte	Cercanias a puertos	0,03	10	0,3	10	0,3	5	0,15
	Cercanias con rutas nacionales	0,035	9	0,315	9	0,315	7	0,245
	Ferrocarriles	0,03	8	0,24	9	0,27	8	0,24
	Aeropuertos	0,035	8	0,28	9	0,315	7	0,245
M. Prima	Exitencias	0,065	9	0,585	9	0,585	8	0,52
	Disponibilidad	0,065	3	0,195	8	0,52	4	0,26
	Posibilidad Importacion	0,06	7	0,42	10	0,6	4	0,24
Ambiental	Legislacion	0,03	7	0,21	8	0,24	7	0,21
	Afluentes	0,02	7	0,14	7	14	6	0,12
	Cercania con zona urbana	0,03	8	0,24	6	0,18	7	0,21
Otros	Proximidad al mercado	0,04	9	0,36	6	0,24	6	0,24
	Disponibilidad de mano de obra	0,03	9	0,27	9	0,27	8	0,24
TOTALES		1	7,555		8,09		6,755	

La localización óptima de acuerdo al Método por puntos resulta ser la ciudad de San Lorenzo, Santa Fe.



FIGURA Nº 8. Vista aérea del parque industrial de San Lorenzo, Santa Fe

3.2.2 MICROLOCALIZACION

Teniendo en cuenta que la localización de la planta será en la ciudad de San Lorenzo, la microlocalización se realizó en base al área necesaria y cercanía con las materias primas.



FIGURA Nº9. Vista satelital del Parque Industrial San Lorenzo



FIGURA Nº10. Imagen de los alrededores de la instalación



FIGURA Nº11. Imagen de los terrenos disponibles

Las figuras 9 y 10 muestran una vista satelital del Parque Industrial San Lorenzo. Mientras que en la figura 11 se puede observar las posibles microlocalizaciones de la planta de acuerdo al terreno disponible.

La superficie total del terreno de emplazamiento del proyecto es de 13000 m².

El terreno seleccionado se encuentra indicado en la figura 11 y ampliado en la figura 12, y posee una superficie de 13520 m². Por lo tanto, este terreno tiene el área requerida para la instalación de la unidad proyectada.

El lote tiene las siguientes medidas: 86.07m x 43.00 m. y el valor es de U\$S 205 por m².

Dado el tamaño de nuestro proyecto requeriremos de los 4 lotes señalizados en la siguiente figura:

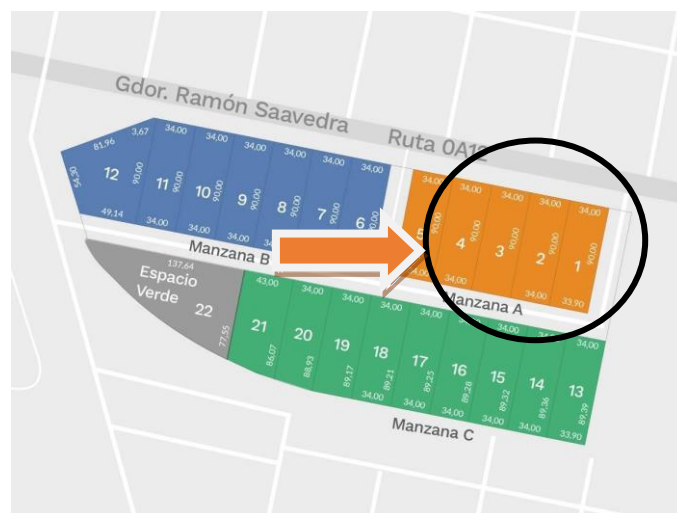


FIGURA Nº 12. Lote seleccionado

3.3 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS DEL PARQUE INDUSTRIAL SAN

LORENZO: Servicios esenciales

- Red eléctrica de baja y media tensión: En cuanto a la energía eléctrica, ingresa línea de media tensión que se transforma en baja tensión a través de subestaciones transformadoras. El parque cuenta con energía eléctrica por medio de líneas de media tensión (13.2 KV). En cuanto a la energía eléctrica, la tensión suministrada es de 220v/380v otorgando una potencia de 6000 KV.
- Red de agua corriente: para el servicio de agua potable y en lo respectivo al servicio de agua industrial cuenta con un pozo perforado y entubado, con su respectiva bomba, la cual provee un caudal de 100 m³ /hora. Simultáneamente, posee una cisterna, conformada por dos tanques con una capacidad volumétrica de 100.000 litros cada uno.
- Red de media y alta presión de gas natural: La red de gas posee una presurización de 25 kg/cm², otorgando un caudal de 2000 m³/hs.
- Red de cloacas
- Sistema desagües pluviales
- Sistema de tratamiento de efluentes: que brindará el parque permitirá tratar, de forma separada, los efluentes industriales y cloacales que se generen en su interior.
- Red de telefonía.
- Servicio de internet / Wi-Fi
- Iluminación interior y alumbrado público exterior.
- Sistemas hidrantes contra incendios.
- Balanza común.

Servicios complementarios

- Salón de Usos Múltiples (SUM).
- Centro de Emergencias Médicas y Primeros Auxilios.
- Desvío Ferroviario
- Playa de Maniobras para actividades logísticas multimodales.
- Guardería Infantil.
- Doble cerco perimetral
- Seguridad privada las 24 hs.
- Sistema integrado de monitoreo.
- Sistema de control de ingresos y egresos.
- Comedor para personal, mini mercado, restaurant.

CAPITULO IV: INGENIERIA DE PROYECTO

4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO SELECCIONADO

4.1.1 GENERALIDADES

El proceso de producción de polietileno a partir de bioetanol de origen vegetal consta de dos etapas principales. La primera es un proceso de deshidratación de bioetanol a etileno a través de un reactor de lecho fluidizado con tecnología Lummus y la segunda etapa es la polimerización del etileno a polietileno de baja densidad (PEBD) a través de una reacción con radicales libres.

4.1.2 PRIMERA ETAPA

El proceso basado en la deshidratación del bioetanol en forma de vapor a etileno consiste de dos etapas las cuales son la etapa de deshidratación para convertirlo a etileno y la etapa de purificación la cual remueve el agua del etileno producido. En la etapa de deshidratación, la tecnología con lecho fluidizado de Lummus es usado como se muestra en la Figura 13. El bioetanol líquido a la presión atmosférica es bombeado a la presión de operación y es vaporizado a la temperatura de reacción. El bioetanol vaporizado (10) es luego introducido dentro del reactor de lecho fluidizado (11). El reactor contiene un catalizador adecuado y un lecho catalítico (12) mantenido en estado fluidizado por el bioetanol gaseoso que ingresa en el reactor. El reactor de lecho fluidizado se mantiene a las condiciones de deshidratación las cuales son 350°C y 0,98 atm (98,2 KPa).

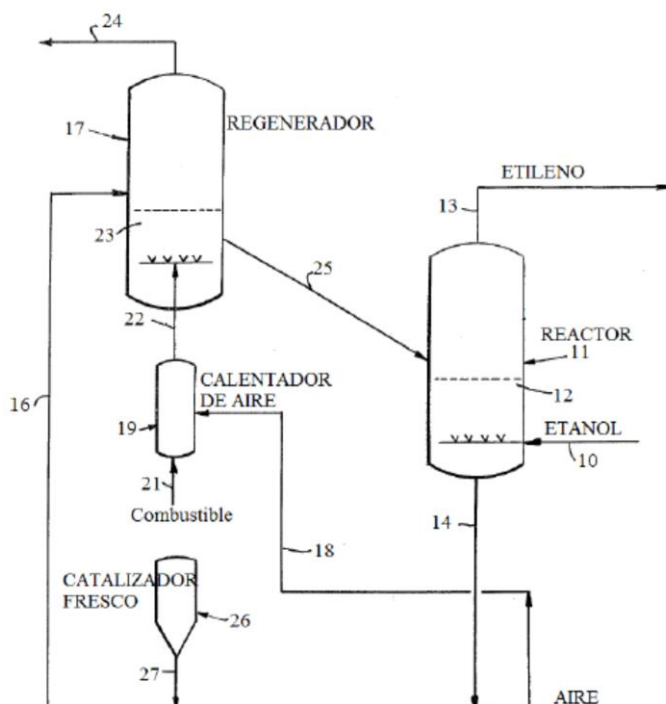


FIGURA N° 13. Reactor lecho fluidizado de Lummus

Considerando los avances en la tecnología de catalizadores para el proyecto se considera una conversión de 99.9% y una selectividad de 99.7%.

El tiempo de residencia para la reacción es seleccionado para lograr la conversión deseada a la temperatura de operación. Este tiempo de residencia varía entre 1 a 10 segundo dependiendo de la temperatura de operación. Para el presente proyecto que se trabaja a 350°C se necesitará solo 2.0 segundos de tiempo de residencia.

El bioetanol es introducido a una velocidad superficial suficiente para mantener el lecho catalítico en estado fluidizado. Las velocidades recomendadas varían entre 0.25 a 3 pies/segundo.

Los productos son separados del reactor y una parte del catalizador desactivado es transportado al regenerador (17) utilizando aire.

El catalizador fresco almacenado en una tolva (26) es transportado al regenerador junto con el catalizador desactivado. El catalizador es mantenido en estado de lecho fluidizado en el regenerador por el aire calentado indirectamente con la quema de combustible en el calentador de aire (19). El regenerador opera a la temperatura que permita calentar el catalizador desactivado, así como para quemar el carbón y alquitrán formado durante la reacción de deshidratación. El catalizador caliente es entonces introducido dentro del reactor para proporcionar el calor requerido por la reacción de deshidratación isotérmica y los sub-productos de la combustión son retirados del regenerador a través de la línea 24.

Para remover las trazas de dióxido de carbono en la corriente gaseosa producto del reactor (13) se lava el gas con hidróxido de sodio en una torre de lavado cáustico. Previamente la corriente gaseosa se enfría a 35°C y algo de agua se condensa. Se hace pasar a través de un absorbedor donde la corriente de lavado ingresa por la parte superior.

En la parte inferior del absorbedor sale la corriente de agua caustica la cual contiene cantidades muy pequeñas de etileno y etanol. Parte del agua caustica es reciclada como agua de lavado de la torre absorbidora.

La parte superior de la torre de absorción que contiene aproximadamente 99.7% mol de etileno se comprime y pasa a través de un secador de adsorción. El mismo tendrá como función eliminar el vapor de agua presente en nuestra corriente gaseosa. El efecto de la adsorción se consigue por la atracción de la molécula del agua a su paso por un lecho de desecante. Este desecante (zeolita sintética), suele presentarse en forma de bolitas muy porosas que retienen las gotas del agua en su superficie, dejando pasar el etileno. Obteniéndose así una pureza cercana a 100% mol de etileno.

4.1.3 SEGUNDA ETAPA

La siguiente reacción se lleva a cabo en un proceso continuo:

ETILENO → POLIETILENO

Donde el etileno alimentado al reactor RX-201 en un rango de presión de 1100 a 2000 Kg/cm² (1085,88 atm) se polimeriza en un proceso de radicales libres por la descomposición de peróxidos orgánicos. El etileno que no se convierte, se separa, se recircula, se enfría y se vuelve a comprimir.

La polimerización del etileno es un proceso complejo en cuanto a la estabilidad del reactor y el control de las propiedades del polímero. Además, dicha reacción es bastante sensible a dos variables: la temperatura y la intensidad del mezclado entre el iniciador (catalizador) y el monómero (etileno). Ambas juegan un papel muy importante, ya que, si hay problemas en el mezclado, se pueden formar puntos calientes a lo largo del reactor, lo que favorece la descomposición del etileno, disminuyendo el rendimiento (la conversión de etileno hacia polímero) del proceso.

Además, la descomposición del etileno es una reacción exotérmica, lo cual aumenta la temperatura del reactor y puede ocasionar problemas de runaway o reacción descontrolada.

Mecanismo de reacción:

Reacción de iniciación

Se utiliza como catalizador un peróxido orgánico, Peróxido de diterc Butilo. Es líquido, de color pálido, inflamable pero no explosivo, de baja toxicidad. Se prepara y maneja a temperatura ambiente. (VER ANEXO VI)

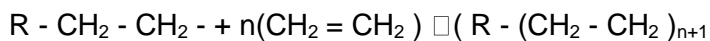
Los radicales RO y OR' se descomponen produciendo radicales simples R y R', los cuales inician la reacción.



El catalizador se compra a la empresa Pirobloc y se regenera constantemente, después de que sale del reactor de polimerización.

Reacción de propagación

Los radicales libres R, son muy activos reaccionan rápidamente formando polímeros de cadenas largas, por adición sucesiva de moléculas de etileno.



Las altas presiones favorecen la reacción y consecuentemente a mayor presión se obtienen polímeros de mayor peso molecular, es decir, se obtendrán cadenas más largas.

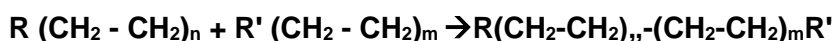
Las cadenas formadas son de orden de 1000 moléculas de etileno.

A presiones bajas o moderadas, solo se obtiene polímeros grasos o líquidos. Los polímeros comerciales requieren presiones superiores a 1000 Kg/cm² (987,16 atm), obteniéndose en esta forma productos con un peso molecular que varía de 10000 y 50000.

La reacción de propagación es menos sensitiva a la temperatura que a la reacción de iniciación, teniendo una alimentación satisfactoria de radicales libres, la propagación puede ser sostenida sin dificultad en un rango de 150 a 300°C. (423 a 573 °K)

Reacción de terminación

La velocidad de producción de radicales libres por el catalizador, es balanceada por la velocidad con que estos son absorbidos dentro del sistema. La terminación de la reacción se efectúa por la mutua saturación de dos cadenas de radicales, que se combinan según se ilustra en la siguiente ecuación:



En esta forma queda integrada la molécula de polietileno, cuyas propiedades dependerán del número de moléculas de etileno que hayan sido polimerizadas.

La planta se puede subdividir en las siguientes secciones:

a) Alimentación de etileno: El etileno proveniente de la primera etapa con una presión de 20 Kg/cm² (19,75 atm) y 30°C (303 °K), pasa a través de mediciones de temperatura, presión y flujo.

b) Compresión primaria: La función de la compresión primaria, es la de extraer etileno a 20 Kg/cm² y enviarlo a la próxima etapa a una presión de 300 Kg/cm², para lograrlo primero atraviesa el filtro F-201 y luego se comprime desde 20 a 60-120 hasta alcanzar los 300 kg/cm². La temperatura se controla mediante unos enfriadores instalados en cada paso (E-201, 202, 203).

c) Compresión secundaria: En esta etapa de compresión, el gas es elevado a la presión de reacción. El etileno proveniente de la compresión previa pasa a través del filtro F-202, llegando con una presión de 300 Kg/cm² y 40°C.

Se va comprimiendo desde 300 a 900 Kg/cm² y luego hasta alcanzar los 2000 Kg/cm², en tanto su temperatura va desde los 40°C hasta finalizar en 65°C. La temperatura del gas se controla en cada paso, mediante enfriadores con agua instalada en las descargas de cada paso (E-204/E-208). El etileno se envía como alimentación al reactor RX-201, a una temperatura de 65 °C.

d) Polimerización: La reacción de polimerización se lleva a cabo en un reactor cilíndrico RX-201, en condiciones de hasta 2000 Kg/cm² (1975 atm) y de 300°C (573°K); el cual está provisto de un agitador axial que cubre toda la longitud del recipiente.

El agitador es accionado por un motor, localizado en la parte interna superior del reactor y tiene una mampara en la parte central. El catalizador se inyecta continuamente de manera automática, a una temperatura de 180 °C, controlando la reacción exotérmica.

La presión del reactor se controla por medio de una válvula automática de control, instalada en la parte inferior del reactor.

El reactor está provisto de cuatro termopares internos para medir la temperatura de reacción, de cuyas señales se controla la inyección del catalizador y por consiguiente la temperatura de reacción; en posición opuesta a ellos se encuentra una alimentación de etileno y/o catalizador.

El catalizador que no reacciona en el reactor es enviado a un regenerador.

Aproximadamente 0.0072 tn/día es lo que se pierde de catalizador.

e) Separación de etileno gaseoso de alta presión: El producto después de enfriarse pasa al separador de gas de alta presión **S-201**, donde la mayor parte del gas es separada del polímero.

La mezcla de etileno-polietileno entra al separador a 100 °C y 305 kg/cm². El polietileno sale por el fondo, en tanto que el etileno sale por el domo del recipiente, yendo a formar parte de la corriente de gas de retorno.

El polietileno que queda en el fondo, por diferencia de presión se envía al separador de baja presión, este flujo es controlado por la válvula de control de nivel; con el propósito de mantener un sello de polímero en el fondo del separador de gas de alta presión y evitar que el etileno pase directamente al separador de baja presión, o provoque arrastres de polímero de gas de retorno.

f) Circuito de gas de retorno (sistemas de media presión): El etileno que sale por el domo del separador de alta presión, lleva una temperatura de 100°C (373 K) y 305 kg/cm². Esta corriente se une con el etileno fresco descargado de la compresora primaria.

Es necesario enfriarla antes de efectuar la mezcla, hasta una temperatura de 40 °C.

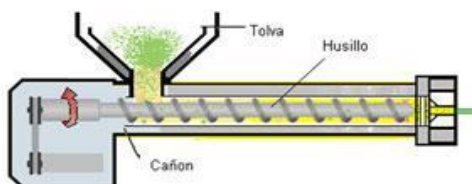
g) Separación del etileno gaseoso a baja presión S-202: La válvula además de controlar el nivel en el separador de alta presión, baja la presión hasta 1kg/cm² (0,98 atm), provocando que el gas o fluido se separe, parte por acción ciclónica y parte por gravedad. Todo esto se lleva a cabo en el separador de baja presión.

h) Acumulador de gas a baja presión y compresión: el etileno recuperado es comprimido de 1 a 25 kg/cm² y luego se enfría hasta llegar a una temperatura de 30 °C y 20 kg/cm², para luego unirse con el etileno fresco de carga.

i) Extrusión y corte del producto: El equipo de extrusión y corte **ES-201** es la parte final del proceso, el lugar donde se dará presentación al polímero que se envía a silos para su embolsado y paletizado.

Los extrusores descargan a través de un plato circular con perforaciones. El polímero se pone en contacto con una corriente de agua y un sistema de cuchillas rotatorias; cortando y solidificando el polímero en pequeños gránulos.

El polímero cortado pasa a una centrífuga **CT-201** donde se elimina la humedad contenida, de ahí cae a un alimentador estrella, el cual recibe una corriente de aire de un soplador que permite la transferencia del polímero hacia la parte superior de los silos de almacenamiento del producto donde se clasifica.



La materia prima en forma de granos pequeños entra en la tolva **TV-201** que lo introduce al cañón del extrusor (en temperatura), donde el husillo lleva el material que se va derritiendo pasando por la criba (filtro) hasta los orificios de salida del otro extremo en forma de spaghetti que al enfriarse en un baño de agua son cortado en pedacitos llamados pellets.



Extrusoras de tornillo simple SJ

j) Embolsado y paletizado: Para el embolsado se utilizan maquinas del tipo FFS-201 (Forma, relleno y sellado) que cumplen las funciones de conformado, llenado y sellado de las bolsas en la misma unidad.

En la etapa de paletizado, la bolsa es transportada por una cinta hasta la maquina paletizadora donde se apilan las bolsas sobre una tarima de madera.

Se las rodea con un manto de film termocontraíble, luego se las envía a un horno donde se las contrae.



Maquina FFS-201



Paletizado

4.2 LISTADO DE EQUIPOS

A continuación, se listan los equipos empleados en la unidad de Polietileno y se emplea la nomenclatura que figura en los planos y diagramas del ANEXO I "PLANIMETRIA"

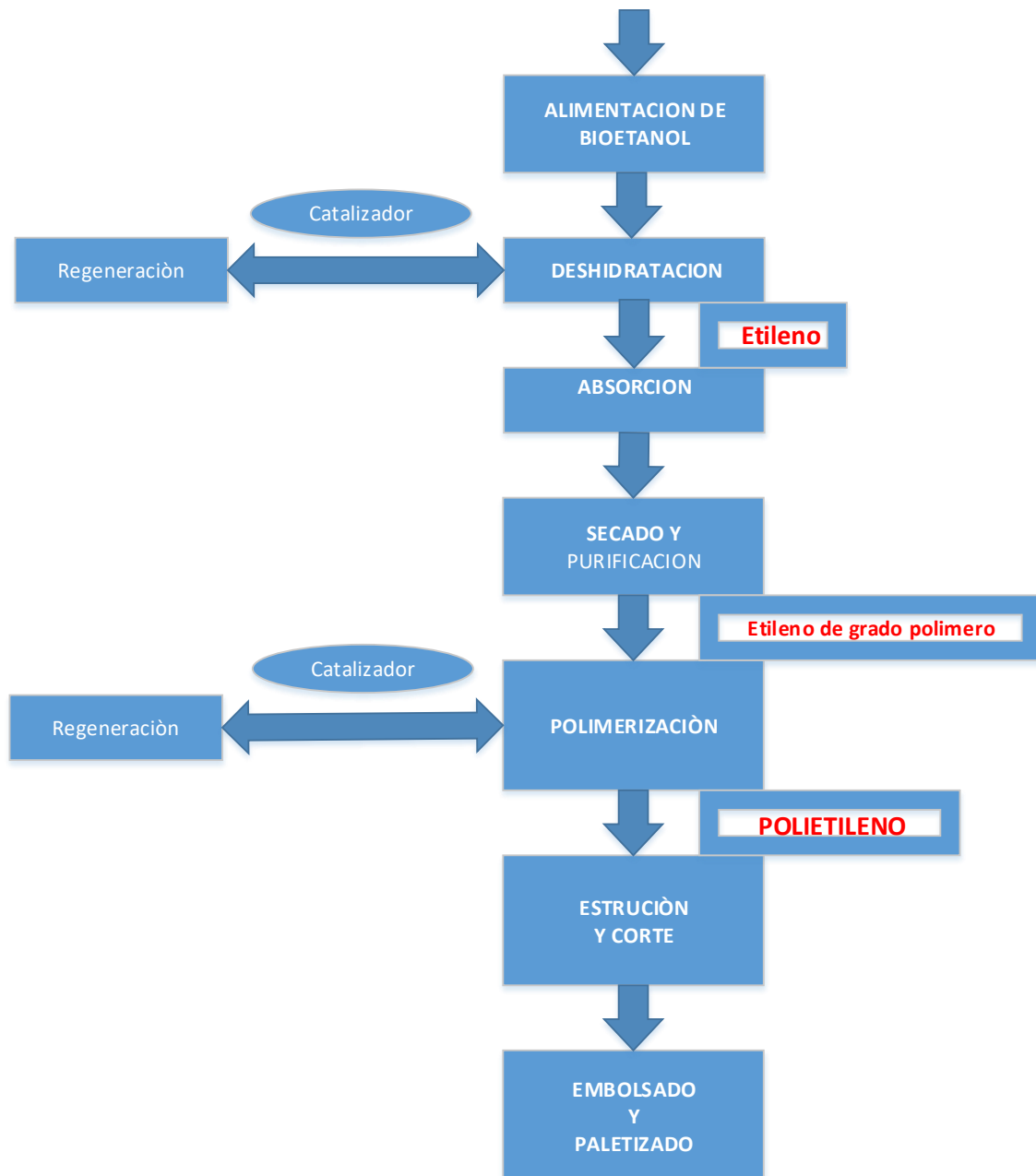
Nombre	Descripción
A-101	Acumulador
A-102	Acumulador
C-101	Columna regeneradora
CT-201	Centrifuga
E-101	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-102	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-103	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-104	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-201	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-202	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-203	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-204	Intercambiador de calor de casco y tubos

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

E-205	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-206	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-207	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-208	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-209	Intercambiador hacia compresión secundaria
E-210	Intercambiador hacia compresión primaria
ES-201	Estrusor
F-201	Filtro hacia compresión primaria
F-202	Filtro hacia compresión secundaria
FFS-201	Embolsado-Paletizado
H-101	Horno
K-101	Compresor hacia E-102
K-102	Compresor hacia SC-101
K-201	Compresor primario
K-202	Compresor secundario
K-203	Compresor
P-101 A/B	Bomba impulsora de Bioetanol
P-102 A/B	Bomba impulsora de AST
P-103 A/B	Bomba para recirculación de aceite
P-201 A/B	Bomba impulsora hacia ES-201
RG-101	Regenerador
RG-201	Regenerador
RX-101	Reactor de lecho fluidizado
RX-201	Reactor de Polimerización
S-101	Separador
S-201	Separador de alta presión
S-202	Separador de baja presión
SC-101	Secador de etileno
SC-102	Secador de etileno
T-101	Torre absorbedora
TK-101	Tanque almacenamiento de Bioetanol
TK-102	Tanque almacenamiento de Aceite
TK-104	Tanque almacenamiento de catalizador gastado
TV-101	Tolva de catalizador fresco
TV-201	Tolva de catalizador
TV-202	Tolva de polietileno
V-101	Válvulas
V-102	Valvulas
V-103	Valvulas
V-104	Valvulas
V-201	Valvulas
V-202	Valvulas
V-203	Valvulas
V-204	Valvulas
V-205	Valvulas

4.3 BALANCE DE MATERIA

4.3.1 BALANCE GLOBAL



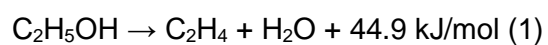
4.3.2 BALANCE DE MATERIA

El balance de masa se ha realizado en base a una producción de 6000 kg/hr de polietileno. Los cálculos se detallan a continuación:

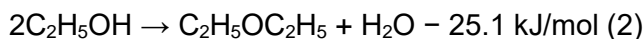
BALANCE POR COMPONENTE

Datos considerados:

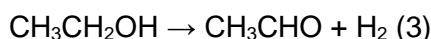
Reacciones principales:



$$46 \text{ kg} = 28 \text{ kg} + 18 \text{ kg}$$



$$92 \text{ kg} = 74 \text{ kg} + 18 \text{ kg}$$



$$46 \text{ kg} = 44 \text{ kg} + 2 \text{ kg}$$

La reacción por ser exotérmica es favorecida por bajas temperaturas (250 – 350°C), como la reacción es a 350°C es mínima. Con las condiciones de operación se favorece la reacción (3) en lugar de la (2).

Composición del bioetanol (% en peso): 93% de etanol y 7% de agua

Conversión de bioetanol: 99.9%

Selectividad a etileno: 99.7%

Selectividad a acetaldehído: 0.25%

Selectividad a éter dietílico: 0.05%

Producción anual de polietileno: 50000 ton

Producción horaria: $50000 \text{ ton} / 8300 = 6,02 \text{ ton/h} = 6024 \text{ kg/h}$

Composición de producto: 99.9% en vol, min.

CORRIENTE F-1:

Formada por bioetanol de 96°GL (93% en peso de bioetanol y 7% de agua)

Masa total de F-1: 11077,156 kg/hr

Bioetanol: $0.93 \times 11077,156 = 10301,7557 \text{ kg/hr}$

Agua: $0.07 \times 11077,156 = 775,401 \text{ kg/hr}$

CORRIENTE F-2:

Se asume que por el fondo del rector no hay pérdidas. Por este fondo sale solo el catalizador para su regeneración.

Reacciona 99.9% del bioetanol alimentado:

Consumo de bioetanol: $0.999 \times 10301,7557 = 10291,454 \text{ kg/hr}$

Bioetanol: $10301,7557 - 10291,454 = 10,3018 \text{ kg/hr}$

Etileno: $0.997 \times 10291,454 \times (28/46) = 6245,5702 \text{ kg/hr}$

Acetaldehído: $0.0025 \times 10291,454 \times (44/46) = 24,61 \text{ kg/hr}$

Éter dietílico: $(0.05/100) \times 10291,454 \times (74/92) = 4,139 \text{ kg/hr}$

Agua producida en la reacción 1: $6245,5702 \times (18/28) = 4015,0094 \text{ kg/hr}$

Agua producida en la reacción 2: $24,61 \times (18/74) = 1,0068 \text{ kg/hr}$

Agua en F-2: $775,401 + 4015,0094 + 1,0068 = 4791,4172 \text{ kg/hr}$

Hidrogeno: $(0.25/100) \times 10291,454 \times (2/46) = 1,1186 \text{ kg/hr}$

Masa total: 11077,1567 kg/hr

CORRIENTE F-4:

Sale 95% de etileno (5% es absorbido por el agua), 80% de Eterdietílico de F-2 y 2% de agua presente en F-2 y todo el hidrogeno de F-2:

Etileno: $0.95 \times 6245,576 = 5933,2917 \text{ kg/hr}$

Eterdietílico: $0.80 \times 4,139 = 3,312 \text{ kg/hr}$

Agua: $0.02 \times 4791,4172 = 95,82 \text{ kg/hr}$

Hidrogeno = 1.1186 kg/hr

Masa total = $6117,7362 \text{ kg/hr}$

CORRIENTE F-5:

Sale el agua caustica arrastrando el acetaldehído, todo el bioetanol, todo el NaOH, 5% de etileno y 20% de Eterdietílico:

Agua: $8861,7254 + 4791,4172 - 273,06 = 13380,0797 \text{ kg/hr}$

NaOH: $8,8617 \text{ kg/hr}$

Etileno: $0.05 \times 6245,5702 = 312,2785 \text{ kg/hr}$

Bioetanol: $16,3587 + 10,3018 = 26,6605 \text{ kg/hr}$

Acetaldehído: $48,8495 + 24,61 = 73.4595 \text{ kg/hr}$

Eterdietílico: $0.20 \times 4,139 = 0.82798 \text{ kg/hr}$

Masa total = 13802.1677 kg/hr

COMPROBACION:

Masa F-3 + masa F-2 = 20012.9521 kg/hr

Masa F-4 + masa F-5 = 20012.9521 kg/hr

CORRIENTE F-6:

La corriente F-5 entra a un separador flash con calentamiento a 60°C , de tal forma que se separa todo el Eterdietílico y todo el etileno y 20% del bioetanol presente en F-5. Hay un arrastre de 2% del agua presente en F-5.

Éterdietílico: 0.8278 kg/hr

Etileno: 312.2785 kg/hr

Bioetanol: $0.20 \times 26.6605 = 5.3321 \text{ kg/hr}$

Agua: $0.02 \times 13380.0797 = 267.6016 \text{ kg/hr}$

Masa total: $0.8278 + 312.2785 + 5.3321 + 267.6016 = 586.04 \text{ kg/hr}$

CORRIENTE F-7:

Es la diferencia de F-5 menos F-6

Bioetanol: $0.80 \times 26.6605 = 21.3284 \text{ kg/hr}$

Agua: $0.98 \times 13380.079 = 13112.478 \text{ kg/hr}$

NaOH: 8.86 kg/hr

Acetaldehído: 73.459 kg/hr

Masa de F-7: $21.3284 + 13112.478 + 8.861 + 73.459$

Masa total: 13216.127 kg/hr

CORRIENTE F-9:

Agua: 540.6644 kg/hr

Etanol: 5.3321 kg/hr

Eterdietílico: $0.20 \times 4.139 = 0.8278$ kg/hr

Masa de F-9: $540.6644 + 5.3321 + 0.8278 = 546.8243$ kg/hr

Carga orgánica: $\{(5.3321 + 0.8278)/546.8243\} \times 100 = 1.126\%$

CORRIENTE F-3:

Es la reposición de agua y de NaOH

Agua: $8861.7254 - 8523.1107 = 338.6146$ kg/hr

NaOH: $8.8617 - 5.7601 = 3.1016$ kg/hr

Masa total: $338.6146 + 3.1016 = 341.7162$ kg/hr

CORRIENTE F-4 + F-6:

La suma ingresa al secador

Etileno en F-4 + F-6 = 6245.5702 kg/hr

Eterdietílico en F-4 + F-6 = 4.139 kg/hr

Bioetanol en F-4 + F-6 = 5.3321 kg/hr

Agua en F-4 + F-6 = 540.6644 kg/hr

Hidrogeno en F-4 + F-6 = 1.1186 kg/hr

Masa F-4 + F-6 = 6796.8243 kg/hr

CORRIENTE F-8:

Es el producto del proceso y se obtiene por diferencia

Etileno: 6245.5702 kg/h

Eterdietílico: $0.80 \times 4.139 = 3.3112$ kg/hr

Hidrogeno: 1.1186 kg/hr

Masa total: 6250 kg/hr

Pureza del producto: $(6245.5702/6250) \times 100 = 99,93\%$

CORRIENTE F-10:

Agua: 520.124 kg/h

Etileno: 6245,5702 kg/hr

Masa total: 6765.69 kg/hr

CORRIENTE F-13:

Polietileno: 5997,924kg/h

Etileno: 26,076kg/hr

Masa total: 6024 kg/hr

CORRIENTE F-14:

Polietileno: 5997,924kg/h

Agua: 845.2 kg/hr

Masa total: 6843.124 kg/hr

CORRIENTE F-15:

Polietileno: 5990,852 kg/h

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

BALANCE DE MATERIA DE PRODUCCION DE POLIETILENO A PARTIR DE BIOETANOL

KG/HR	Bioetanol	Agua	Etileno	Acetaldehído	Eterdietílico	Hidrogeno	Hidróxido de sodio	Catalizador	Polietileno	TOTAL
F-1	10301,75	775,40	-	-	-	-	-	-	-	11077,16
F-2	10,30	4791,42	6245,57	24,61	4,20	1,12	-	-	-	11077,16
F-3	-	338,61	-	-	-	-	3,10	-	-	341,72
F-4	-	273,06	59933,29	-	3,31	1,12	-	-	-	6210,78
F-5	26,66	13380,08	312,28	73,46	0,83	-	8,86	-	-	13802,17
F-6	5,33	267,60	312,28	-	0,83	-	-	-	-	586,04
F-7	21,33	13112,48	-	73,46	-	-	8,86	-	-	13,21
F-8	-	-	6245,57	-	3,32	1,12	-	-	-	6250,00
F-9	5,33	540,66	-	-	0,83	-	-	-	-	546,83
F-10	-	520,12	6245,57	-	-	-	-	-	-	6765,69
F-11	-	-	-	-	-	-	-	3687,00	-	3687,00
F-12	-	-	-	-	-	-	-	3686,68	-	3686,68
F-13	-	-	26,08	-	-	-	-	-	5997,92	6024,00
F-14	-	-	-	-	-	-	-	-	5997,92	6843,12
F-15	-	-	-	-	-	-	-	-	5990,85	5990,85

4.4 DISEÑO DE EQUIPOS

4.4.1 DISEÑO DE TANQUE TK-101 PARA ALMACENAMIENTO DE BIOETANOL

Con los datos del balance de masa podemos realizar los cálculos para diseñar los tanques de almacenamiento de materia prima.

Teniendo en cuenta que deseamos tener un stock de materia prima para dos días de producción y que vamos a contar con dos tanques. De este modo prevemos que en caso de necesitar realizar tareas de mantenimientos en los mismos podemos continuar produciendo.

- Capacidad de almacenamiento: $11077.1567 \text{ kg/h} \times 24 \text{ h/día} = 265851.7608 \text{ kg/día}$
- Capacidad en volumen: $265851.7608 \text{ kg/día} \times 1/0.81 \text{ L/kg} = 328212.0504 \text{ litros/día}$
- Capacidad nominal del tanque: se considera 20% adicional
 $328212.0504 \text{ l/día} \times 1.2 \text{ m}^3/\text{l} = 393854.4604 = 393.854 \text{ m}^3/\text{día}$

Se va a considerar 400 m^3

- Dimensiones básicas: $H = 1.1 D$
- Formula del tanque: $V = (\pi D^2 / 4) \times 1.1D$

Entonces: $D = 7736 \text{ mm} = 7.736 \text{ m}$

$H = 7736 \times 1.1 = 8509 \text{ mm} = 8.5 \text{ m}$

El tanque más recomendable es el de hierro dulce con membrana interna flotante y domo geodésico. Además, se recomienda protección catódica con corriente impresa con ánodo de titanio.

Instrumentación: Interruptores de nivel: para prevenir rebosamiento

Medidor de nivel: para determinar volumen de producto

Transmisor de presión: utilizado en combinación con radar y sensor de temperatura para análisis del nivel de líquido almacenado en el tanque.

Sensor de temperatura: utilizado en combinación con radar y medidor de presión para análisis del nivel de líquido almacenado en el tanque.

4.4.2 DISEÑO DE BOMBA P-101 A/B PARA BOMBLEAR BIOETANOL

INTRODUCCION

La bomba diseñada tendrá como función bombear el bioetanol que proviene de los tanques de almacenamiento hacia el evaporador E-101 para luego ingresarlo al reactor RX-101.

El diseño de la bomba dependerá de la presión de alimentación al intercambiador E-101 y de la presión de salida del tanque de bioetanol.

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 P-101 A/B se conforma de una unidad de bombeo principal o en servicio (P-101 A) y de una unidad secundaria o de resguardo (P-101 B) para mantenimiento en paros programados o fallos en el sistema principal.

DESARROLLO DEL DISEÑO

Propiedades del fluido

En la TABLA 11 se describen las propiedades del fluido a transportar y las condiciones de operación del servicio requerido.

Tabla 11 Propiedades del fluido y condiciones de operación

Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
Ac	Fluido	Bioetanol	
W _{ac}	Caudal másico de fluido	11077.156	kg/h
Q _{ac}	Caudal volumétrico de fluido	14.039	m ³ /h (pie ³ /s)
T ₁	Temperatura de ingreso del fluido a E-101	25,00	°C
T ₂	Temperatura de fluido salida de E-101	63,00	°C
T _B	Temperatura de bombeo (T ₁ +T ₂)/2	68,50	°C
ρ _{ac}	Densidad del fluido	789	kg/m ³

	a TB		
μ_{ac}	Viscosidad del fluido a TB	1,17	cP (kg/m.s)
P_1	Presión de fluido salida de TK-101	101.300,00	N/m ² (Pa)
P_2	Presión de fluido al ingreso a E-101	147.099,78	N/m ² (Pa)
P_{vap}	Presión de vapor del fluido a TB	7903350	N/m ² (Pa)
G	Aceleración de la gravedad	9,81	m/s ²
	Peso específico a TB	17.658,00	N/m ³
	Rugosidad absoluta para aceros inoxidables	0,0457 (0,00015)	mm (pie)

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 .

El siguiente esquema indica las alturas H (expresadas en milímetros) empleadas en los equipos implicados en el desarrollo.

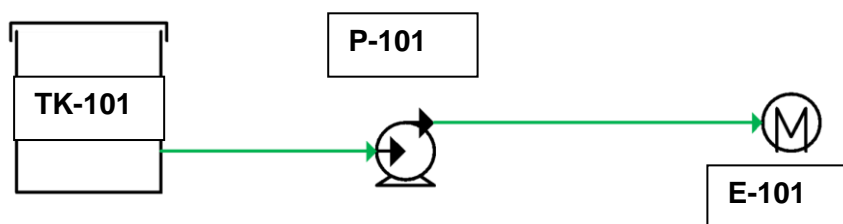


FIGURA 14. Esquema de sistema de bombeo

Diámetro de cañerías:

Para líquidos poco viscosos se recomienda

	VELOCIDAD	
Aspiración de la bomba	1 – 3 o 0,3 – 0,9	ft/s o m/s
Impulsión de la bomba	4 – 10 o 1,2 – 3	ft/s o m/s

Siendo el caudal volumétrico $Q = 0,00389 \text{ m}^3 / \text{s}$ (usando tablas y gráficos adjuntados en el ANEXO IV):

Para la sección de aspiración, suponiendo una velocidad lineal (v^{\rightarrow}) de 0,3 m/s:

$$A_{\text{aspiración}} = Q/v^{\rightarrow} = 0,00389 \text{ m}^3/\text{s} / 0,3 \text{ m/s} = 0,0129 \text{ m}^2$$

$$D_{\text{aspiración}} = \sqrt{4 \times A / \pi} = 0,128 \text{ m}$$

De tabla seleccionamos un diámetro nominal de 4" Sch. 40.

Recalculamos:

$$A_{\text{aspiración}} = \pi \times D^2 / 4 = 0,0244 \text{ m}^2$$

$$v^{\rightarrow}_{\text{aspiración}} = Q / A_{\text{aspiración}} = 0,00389 \text{ m}^3 / 0,0244 \text{ m}^2 = 0,159 \text{ m/s}$$

Como $0,3 \text{ m/s} < v^{\rightarrow}_{\text{aspiración}} < 0,9 \text{ m/s}$, entonces se acepta el **diámetro nominal de 4" Sch 40**.

Para la sección de impulsión de la bomba, suponiendo una velocidad lineal (v^{\rightarrow}) de 1,2 m/s:

$$A_{\text{impulsión}} = Q/v^{\rightarrow} = 0,00389 \text{ m}^3/\text{s} / 1,2 \text{ m/s} = 0,00324 \text{ m}^2$$

$$D_{\text{impulsión}} = \sqrt{4 \times A / \pi} = 0,064 \text{ m}$$

De tabla, se selecciona ahora un diámetro nominal de 3" Sch. 40.

Recalculamos:

$$A_{\text{impulsión}} = \pi \times D^2 / 4 = \pi (0,064\text{m})^2 / 4 = 0,00662 \text{ m}^2$$

$$v^{\rightarrow}_{\text{impulsión}} = Q / A_{\text{impulsión}} = 0,00389 \text{ m}^3 / 0,00662 \text{ m}^2 = 1,45 \text{ m/s}$$

Como $1,2 \text{ m/s} < v^{\rightarrow}_{\text{impulsión}} < 3 \text{ m/s}$, entonces se acepta el **diámetro nominal de 3" Sch 40**.

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 15:

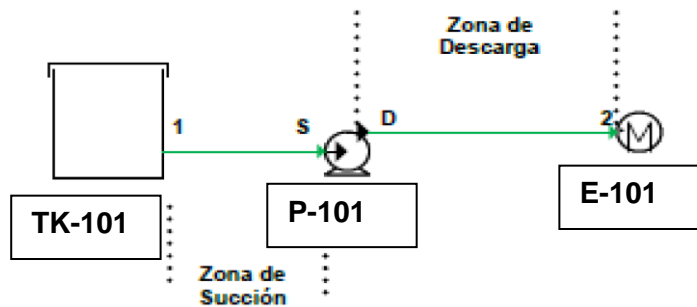


FIGURA 15. Esquema de tramos de succión y descarga de la bomba

A: Z. de Succión: Salida del recipiente TK-101/Succión de la bomba P-101 (1-S).

B: Z. de Descarga: Descarga de la bomba P-101/Ingreso al intercambiador E-101 (D-2).

Altura de la bomba

La misma se calcula aplicando un Balance de Energía mecánico entre las bridas de aspiración e impulsión de la Bomba:

$$E_{\text{aspiración}} = E_a = P_a/\rho + gZ_a + V_a^2/2\alpha$$

$$E_{\text{impulsión}} = E_b = P_b/\rho + gZ_b + V_b^2/2\alpha$$

$$W_{\text{Bomba}} = E_b - E_a$$

$$W_{\text{Bomba}} = (P_b - P_a)/\rho + g(Z_b - Z_a) + V_b^2 - V_a^2/2\alpha$$

De forma práctica:

$$H_{\text{Bomba}} = (P_b - P_a / \rho g) + (Z_b - Z_a) + V_b^2 - V_a^2 / 2 \cdot g \cdot \alpha$$

$$H_{\text{Bomba}} = H_b - H_a$$

a) Calculamos H_a

$$H_a = P_a / \rho \cdot g + Z_a + V_a^2 / 2 \cdot g \cdot \alpha - E_{\hat{v}} / g$$

$$Z_a = 1 \text{ m}$$

$$v_a = 0,159 \text{ m/s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 789 \text{ kg/m}^3$$

$$P_a = P_{\text{acumulador}} = 101.325 \text{ Pa} = 101.325 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2$$

$$E_{\hat{v}} = 1/2 \times e_v \times V_a^2$$

$$e_v = 4 \times L / D \times f$$

$$L/D = (L_{\text{tramarecto}} + Leq_{\text{accesorios}}) / D$$

$$D = 0,166 \text{ m} = 4"$$

$$L_{\text{tramarecto}} = 3 \text{ m}$$

$$Leq = 1 \text{ Filtro} + 2 \text{ Válvulas Exclulas} + 2 \text{ codos } 90^\circ = 30 \text{ ft} = 9,144 \text{ m}$$

$$L = 3 \text{ m} + 9,144 \text{ m} = 12,144 \text{ m}$$

$$Re = \rho \cdot Da / \mu = 789 \cdot 0,325 \cdot 0,166 / 0,0012 = 35472$$

Se deduce que se encuentra en estado de Turbulencia, por lo tanto $\alpha=1$.

$$e_{acerocomercial} = \varepsilon / D = 0,000045 / 0,166 = 2,71 \times 10^{-4} \rightarrow f=0,023 \text{ (Ver ANEXO IV, Figura 2 y 3, DIAG. DE MOODY)}$$

$$e_v = 4 \times L / D \times f = 4 \cdot 12,144 \text{ m} / 0,166 \text{ m} \cdot 0,023 = 6,8$$

$$E\hat{v} = 1/2 \times e_v \times v_a^2 = 1/2 \times 6,8 \times (0,311 \text{ m/s})^2 = 0,32 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Reemplazando en H_a

$$H_a = 12,764 \text{ m} + 3 \text{ m} + 0,0049 \text{ m} - 0,033 \text{ m} = 15,735 \text{ m}$$

b) Calculamos H_b

$$H_b = P_b / \rho \cdot g + Z_b + V_b^2 / 2 \cdot g \cdot \alpha - E\hat{v} / g$$

$$Z_b = 5 \text{ m}$$

$$v_b = 1,45 \text{ m/s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 789 \text{ kg/m}^3$$

$$P_b = 101.325 \text{ Pa} = 101.325 \text{ kg} / \text{m} \cdot \text{s}^2$$

$$E\hat{v} = 1/2 \times e_v \times V_b^2$$

$$e_v = 4 \times L / D \times f$$

$$L/D = (L_{\text{tramo recto}} + Leq_{\text{accesorios}}) / D$$

$$D = 0,0833 \text{ m} = 3"$$

$$L_{\text{tramo recto}} = 2 \text{ m}$$

$$Leq = 1 \text{ Válvula de retención} + 3 \text{ Válvulas Excluidoras} + 1 \text{ Válvula de Control (FV)} + 3 \text{ codos } 90^\circ$$

$$Leq = 104,5 \text{ ft} = 31,85 \text{ m}$$

$$L = 2 \text{ m} + 31,85 \text{ m} = 33,85 \text{ m}$$

$$Re = \rho \cdot V_b \cdot D_b / \mu = 789 \cdot 1,21 \cdot 0,0833 / 0,0012 = 67.530$$

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

Se deduce que se encuentra en estado de Turbulencia, por lo tanto $\alpha=1$.

$$e_{acero\text{comercial}} = \varepsilon / D = 0,000045 / 0,0833 = 5,4 \times 10^{-4} \rightarrow f=0,02 \text{ (Figura 2, ANEXO IV)}$$

$$e_v = 4 \times L / D \times f = 4 \cdot 33,85 \text{ m} / 0,0833 \text{ m} \cdot 0,02 = 32,87$$

$$E\hat{v} = 1/2 \times e_v \times v_a^2 = 1/2 \cdot 32,87 \cdot (1,21 \text{ m/s})^2 = 24,06 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Reemplazando en H_b

$$H_b = 12,764 \text{ m} + 5 \text{ m} + 0,0736 \text{ m} + 7,563 \text{ m} = 25,401 \text{ m}$$

c) Ahora calculamos la Altura Total de la Bomba, H_{Bomba} :

$$H_{\text{Bomba}} = H_b - H_a = 25,401 \text{ m} - 15,735 \text{ m} = 9,666 \text{ m de agua}$$

POTENCIA TEÓRICA, WHP:

$$WHP = Q \cdot \rho \cdot H$$

$$WHP = 0,00389 \text{ m}^3 / 789 \text{ kg/m}^3 \times 9,666 \text{ m} = 60,67 / 75 = 0,81 \text{ HP}$$

POTENCIA AL FRENO, BHP:

$$BHP = WHP / \eta = 0,81 \text{ HP} / 0,6 = 1,42 \text{ HP}$$

La eficiencia de la bomba η es dato del fabricante de la bomba, siendo $\eta=0,60$

(ver inciso ...).

ALTURA NETA POSITIVA DE ASPIRACIÓN, ANPA o NPSH:

$$ANPA_{\text{disponible}} = P_a - P_v / \rho \cdot g + Z_b + V_a^2 / 2 \cdot g - E\hat{v} / g$$

$$ANPA_{\text{disponible}} = 101,325 - 5950 / 789 \cdot 9,8 + 3 \text{ m} + 0,325 / 2 \cdot 9,8 - 0,32 / 9,8$$

$$ANPA_{\text{disponible}} = 12,2$$

Buscamos en catálogos de proveedores conocidos, un modelo de bomba de 4"x3", para:

$$Q = 14.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 9,66 \text{ m}$$

$$WHP = 0,81 \text{ HP}$$

Y encontramos el siguiente modelo con sus curvas características:

Bomba centrífuga monobloc con bridas, **NM 40/12C/A**

Por lo tanto, como $\text{NSPH}_{\text{disp}} > \text{NSPH}_{\text{req}}$, se deduce que la bomba es adecuada para el funcionamiento requerido.

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

El resumen de los datos del equipo P-101 A/B para impulsar bioetanol hacia el intercambiador E-101, puede verse en la hoja de especificación a continuación:

HOJA DE ESPECIFICACION DE BOMBA P-101	
Unidad	P-101 A/B
Servicio	Bombeo de bioetanol hacia evaporador E-101
Datos constructivos	
Tipo de equipo	Bomba centrífuga monobloc con bridas
Modelo	NM 40/16B/B
Diámetro de succión (pulg)	4
Diámetro de impulsión	3
Velocidad (rpm)	2100
Potencia (HP)	2.5
Eficiencia (%)	0,6
NPSH requerido (mCa)	6,5
Datos de operación	
Fluido	Etanol
Caudal de diseño (Kg/h)	23620
Altura de la bomba	24,66
NPSH requerido (m)	15

4.4.3 DISEÑO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR E-101 PARA EL SISTEMA DE EVAPORACIÓN DE PRODUCTO BIOETANOL

INTRODUCCION

La base de cálculo para realizar el presente balance son los 10780kg/h necesarios para introducir a la segunda etapa de la planta que es el proceso de polimerización de etileno para obtener polietileno de baja densidad (PEBD).

A partir de estos datos podemos comenzar a diseñar el evaporador en el cual ingresará la corriente de bioetanol que sale de la bomba mencionada anteriormente.

El fluido frío será el bioetanol y el fluido caliente será un aceite orgánico sintético.

En un principio se pensó en utilizar agua como fluido caliente gracias a sus óptimas propiedades termodinámicas y fisicoquímicas, que permite que el agua sea un medio de transferencia térmica ideal.

Circuitos cerrados de agua caliente con soluciones de glicol en fase líquida son ambos una excelente opción para procesos de calentamiento indirecto de hasta aproximadamente 300F/149°C. Pero nosotros necesitamos alcanzar temperaturas mayores a los 300 °C.

Así que se decidió utilizar aceites térmicos, que permiten a los usuarios operar a temperaturas elevadas (de hasta 600F/316°C con aceites térmicos orgánicos y 800F/427°C con ciertos sintéticos) en condiciones de muy baja presión. Debido a la baja presión con la que se trabaja y a las propiedades de los aceites térmicos, la mayoría de los calentadores se fabrican de acuerdo a la norma ASME ANEXO VII.

Datos y cálculos

TABLA N° 12

Evaporador de casco y tubo			
Fluido frio	Etanol		
t1 (°C)	25	298 K	77 F
t2 (°C)	350	623 K	662 F
Fluido caliente	Aceite Org.		
T1 (°C)	427	700 K	800 F
T2 (°C)	80	353 K	176 F
U Btu/hr.pie2.°F	80		
T1-t2 (ΔT_1)	77		
T2-t1 (ΔT_2)	55		
LMTD (°C)	65,38		149,70
q1 BTU/hr	9,47E+06		
Ud BTU/h.pie2.F	94,28		
LMTD corregida F	127,25		
Área requerida pie2	1448		
q2 BTU/hr= (Ws*(Hv-HI))	7872257		
Q total = q1 + q2 (BTU/h)	17339361	1,73E+07	
Ws gr/h -- lb/h	11077160	24420,7	
t1 (°C) -- (°K)	25	298	77 F
t2 (°C) -- (°K)	350	623	662 F
Cp J/(gr·K) -- BTU/lb.F	2,44	0,5856	
Hv (BTU/lb)	367,15		
HI (BTU/lb)	44,79		
Wt lb/h	28804,52		
T1 (°C) -- K	427	700	800 F
T2 (°C) --- K	80	353	176 F
Cp J/(gr·K) -- BTU/lb.F	4,03	0,9625	

TABLA N° 13

Tubos	Aceite Org. Sintético		
DE pulg	1		
BWG	14	□	1 1/4
Pasos	4		
Numero de tubos	480	tabla 10, Kern	
Coraza	Etanol		
DI pulg	35		
Espaciado de los deflectores	7		
Pasos	2		
a"t pie ² /pie	0,2618		
at	0,1264		
Largo pies	12		
Area disponible, pie ²	1508		
% area en exceso	4,34		

DESARROLLO DEL DISEÑO

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

Las temperaturas empleadas se detallan en la Tabla 10

Coraza: Etanol

$$Q_1 = w_c \times c_p \times (t_2 - t_1)$$

$$Q_1 = 24420,70 \times 0,5856 \times 662$$

$$Q_1 = 9,47 \times 10^6 \text{ BTU/hr}$$

$$Q_2 = w_x (H_v - H_L)$$

$$Q_2 = 7872257 \text{ BTU/hr}$$

$$Q_T = q_1 + q_2 = 17,3E+06 \text{ BTU/hr}$$

Tubos: Aceite Org. Sintético

$$Q = w_h \times c_p \times (T_1 - T_2)$$

$$17,3E+06 = w_h \times 0,9625 \times (800 - 176)$$

$$w_h = 28804,52 \text{ lb/hr}$$

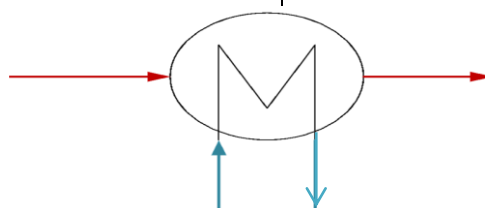


FIGURA 15. Esquema de la estructura de entrada-salida del intercambiador de calor E-101

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: $(80 - 25) = 55^{\circ}\text{C}$

Terminal caliente: $(427 - 350) = 77^{\circ}\text{C}$

Abscisa (relación de diferencia de temperatura de las terminales): $55/77 = 0,714$

Paramétrica C (cambio fraccional en el coef. de transferencia de calor): $(77 - 55)/55 = 0,40$

Del gráfico 5 "Factor Calórico F_c ", ANEXO IV "TABLAS Y GRAFICOS", se obtiene la fracción calórica: 0,20

Temperatura calórica del fluido caliente: $T_c = T_2 + F_c \times (T_1 - T_2) = 149,4^{\circ}\text{C}$

Temperatura calórica del fluido frío: $t_c = t_1 + F_c \times (t_2 - t_1) = 129,2^{\circ}\text{C}$

3) Propiedades físicas de los fluidos:

En la TABLA 14 se describen las propiedades de los fluidos de intercambio y las condiciones de operación para el servicio requerido, evaluadas a las temperaturas calóricas calculadas.

Tabla 14. Propiedades de los fluidos y condiciones de operación

Lado coraza			
Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
Fluido frío	Bioetanol	-	-
	Caudal másico lado coraza	11077.156	kg/h
	Temperatura de ingreso a E-101	25,00	°C
	Temperatura de salida de E-101	350,00	°C
	Peso molecular	46,00	kg/kmol
	Capacidad calorífica	0,5658	Btu/lb F
	Densidad del fluido	789	kg/m ³
	Viscosidad del fluido	1,17	cP
	Conductividad térmica del fluido	0,356	Btu pie/h pie ² °F
Lado tubos			
Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
Fluido caliente	Aceite Org. Sintético	-	-
	Caudal másico lado tubos	13065,64	kg/h
	Temperatura de ingreso a E-101	80,00	°C
	Temperatura de salida de E-101	427,00	°C
	Capacidad calorífica	0,9625	Btu/lb F
	Densidad del fluido	113,29	lb/pie ³
	Viscosidad del fluido	11,00	cP
	Conductividad térmica del fluido a	0,23	Btu pie/h pie ² °F

4) Diferencia Logarítmica Media de Temperatura, MLTD:

$$MLDT = \frac{(T_1 - t_2) - (t_1 - T_2)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(t_1 - T_2)}}$$

MLDT= 149,70 °F

5) Diferencia de Temperatura Efectiva, :

$$\text{Abscisa } P = (t_2 - t_1)/(T_1 - t_1) = 0,81$$

$$\text{Paramétrica } R = (T_1 - T_2)/(t_2 - t_1) = 0,75$$

Con P y R se obtiene del gráfico 6 "Factor Ft de Corrección de Diferencia de Temperaturas Medias", ANEXO IV "TABLAS Y GRAFICOS", el factor de corrección para la MLTD, habiendo definido: **2 pasos por coraza y 4 pasos por tubos:**

$$F_t = 0,85$$

por lo tanto,

$$\text{MLDT corregida} = 127,25 \text{ } ^\circ\text{F}$$

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

hc de condensación generalmente está entre: $150 < h_c < 300$, entonces suponemos

$$h_c = 300 \text{ BTU/h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$U_d = \frac{1}{\frac{1}{h_c} + \frac{1}{h} + R_d} =$$

$$U_d = 94,28 \text{ BTU/h.pies}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Estimado de acuerdo a los fluidos que circulan por coraza (bioetanol) y por tubos (aceite org. sintético).

7) Cálculo del área mínima requerida,:

$$A = \frac{Q}{U_d \cdot \Delta t} \text{ [ft}^2\text{]} =$$

$$A = 1448 \text{ pies}^2$$

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

a. De la tabla N°13 (ver ANEXO IV), con DE = 1 pulg, BWG = 14, obtengo $N_t = 480$

b. Area de un tubo, :

Empleando tubos de 1 plg (0,08333 pies) de diámetro externo:

$$a''_t = 0,2618 \text{ pulg; con BWG 14 y DE 1 pulg. (TABLA 14, ver ANEXO IV)}$$

$$a_t = N_t \times a''_t \times 144 \times n = 480 \times 0,2618 \times 144 \times 4 = 0,2182 \text{ pies}^2$$

c. Se selecciona un equipo estándar con las siguientes dimensiones y características:

Numero de pasos en coraza: 2

Numero de pasos en tubos: 4

DE: 1 pulg

BWG: 14, arreglo cuadrado 1 1/4

Longitud de tubos: 12 pies

DI: 35 pulg

Espaciado de los deflectores: 7, corte de baffle: 25 %

9) Área de flujo, a_s :

El número de tubos centrales resulta,

$$n_{tc} = 21 \text{ tubos}$$

$$a_s = (ID_s - n_{tc} * OD_t) B / 144$$

$$a_s = (35,00 \text{ plg} - 21 * 0,75 \text{ plg}) (7 \text{ plg}) / 144$$

$$a_s = 0,94 \text{ pies}^2$$

10) Velocidad media del fluido en coraza, V_s :

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

$$V_s = \frac{24420,7 \text{ lb/h}}{0,94 \text{ pie}^2 * 49,31 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}} \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}}$$

$$V_s = 0,1463 \text{ pie/s}$$

11) Velocidad másica, G_s :

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

$$G_s = \frac{24420,7 \text{ lb/h}}{0,94 \text{ pie}^2}$$

$$G_s = 25979,46 \frac{\text{lb}}{\text{h pie}^2}$$

12) Número de Reynolds, \Re_s :

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

De la gráfica 8 del ANEXO IV, $D_e =$

Área de flujo, a_f :

$$ID_t = 0,834 \frac{\text{plg} * 1 \text{ pie}}{12 \text{ plg}} = 0,0695 \text{ pie}$$

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

$$a_t = \frac{\pi (0,0695 \text{ pie})^2 480}{4 * 2} = 0,89 \text{ pies}^2$$

Vel. media del fluido dentro de los tubos V_t :

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

$$V_t = \frac{28804,52 \text{ lb/h}}{0,89 \text{ pie}^2 * 113,29 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}} \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}}$$

$$V_t = 0,08 \text{ pie/s}$$

Velocidad másica, G_t :

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

$$G_t = \frac{28804,52 \text{ lb/h}}{0,89 \text{ pie}^2}$$

$$G_t = 32364,64 \frac{\text{lb}}{\text{h pie}^2}$$

Número de Reynolds, \Re_t :

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

$$\Re_t = \frac{32364,64 \frac{\text{lb}}{\text{h pie}^2} * 0,07 \text{ pie}}{11 \text{ cP} * 2,42 \text{ lb/pie h}}$$

$$0,08333\text{pie}$$

$$\Re_s = \frac{25979,46 \frac{\text{lb}}{\text{hpie}^2} * 0,08333\text{pie}}{1,17\text{cP} * 2,42 \text{ lb/pie h}}$$

$$\Re_s = 764,31$$

de la gráfica 8 del ANEXO IV y para tubos lisos:

$$f_s = \frac{0,004}{1,2} = 0,003$$

13) Pérdida de carga, Δp_s :

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

Gravedad específica, s :

$$s = \frac{\rho_s^{t_c}}{\rho_{\text{agua}}^{39,2^\circ\text{F}}}$$

$$s = \frac{49,31 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}}{62,50 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}} = 0,79$$

Número de cruces, $N_c + 1$:

$$N_c + 1 = 12 \frac{L_t}{B} = 12 \frac{12,00}{7,00} = 20,57$$

Razón de viscosidad, ϕ_s :

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

Pérdida de carga por coraza, Δp_s :

Con diámetro interno de coraza:

$$D_s = \frac{ID_s}{12} = \frac{35,00\text{plg}}{12 \text{ plg/pie}} = 2,91\text{pie}$$

Δp_s

$$= \frac{0,003 * 2,91 * \left(25979,46 \frac{\text{lb}}{\text{hpie}^2}\right)^2 20,57 * 1}{5,22 \cdot 10^{10} * 0,08333\text{pie} * 0,78 * 1}$$

$$\Delta p_s = 0,04 \text{ psi}$$

$$\Re_t = 97,26$$

Con $\Re_t = 97,26$ se obtiene el factor de fricción por tubos de la gráfica 9 del ANEXO IV:

$$f_t = 0,007$$

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:

Gravedad específica, s :

$$s = \frac{\rho_t^{t_c}}{\rho_{\text{agua}}^{39,2^\circ\text{F}}}$$

$$s = \frac{113,29 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}}{62,50 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}} = 1,81$$

Razón de viscosidad, ϕ_t :

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

Pérdida de carga en tramos rectos:

$$\Delta p_{tr} = \frac{0,007 \left(32364,64 \frac{\text{lb}}{\text{hpie}^2}\right)^2 12,00\text{pie} * 4}{5,22 \cdot 10^{10} * 0,08\text{pie} * 1,81 * 1,00}$$

$$\Delta p_{tr} = 0,046 \text{ psi}$$

Pérdida de carga por retornos:

$$\Delta p_{ret} = \frac{4n_t}{s} \left(\frac{V_t}{2g}\right) \frac{\rho_{\text{agua}}^{39,2^\circ\text{F}}}{144} [\text{psi}]$$

Cálculo del Coeficiente Pelicular Externo, h_0 :

Para $\Re_s = 764,31$ el régimen resulta laminar, por lo que de la gráfica 7 del ANEXO III, se obtiene el factor j_H de Colburn para el lado de la coraza: $j_H = 20$

Coeficiente Pelicular Externo, h_0 :

$$h_0 = \frac{j_H k_s}{D_e} \left(\frac{c\mu}{k}\right)_s^{+1/3} \left(\frac{\mu_s}{\mu_w}\right)^{+0,14}$$

$$h_0 = 101,53 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F}$$

$$\Delta p_{ret} = \frac{4 * 4}{1,81} \left[\frac{(0,08 \frac{pie}{s})^2}{2 * 32,20 \frac{pie}{s^2}} \right] \left(\frac{62,50 \frac{lb}{pie^3}}{144} \right)$$

$$\Delta p_{ret} = 0,042 psi$$

Pérdida de carga total:

$$\Delta p_t = 0,046 psi + 0,042 psi$$

$$\Delta p_t = 0,088 psi$$

Cálculo de los Coeficientes Peliculares, h_i y h_{i0} :

Para $\Re_t = 97,26$ el régimen resulta laminar, por lo que de la gráfica 10 del ANEXO IV, se obtiene el factor j_H de Colburn: $j_H = 3$

Coeficiente 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 $\left(\frac{\mu_t}{\mu_w}\right)^{+0,14} \sim 1,00$

$$h_i = \frac{3 * 0,23 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F} * 0,095 \frac{Btu}{lb^2 \circ F} * 11 cP * 2,42 \frac{lb}{pie^3}}{0,0695 pie} \left(\frac{0,23 \frac{Btu}{pie h^2 \circ F}}{0,23 \frac{Btu}{pie h^2 \circ F}} \right)^{1/3} * 1,00$$

$$h_i = 102,07 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F}$$

Coeficiente Pelicular Interno Referido al Diámetro Externo, h_{i0} :

$$h_{i0} = h_i \frac{ID_t}{OD_t}$$

$$h_{i0} = 102,07 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F} \left(\frac{0,0695 pie}{0,0833 pie} \right)$$

$$h_{i0} = 88,41 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F}$$

14) Coeficiente de Transferencia Global Sucio o de Servicio, :

$$U_c = \frac{h_{i0}h_0}{h_{i0} + h_0}$$

$$U_c = \frac{88,41 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F} * 101,53 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F}}{88,41 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F} + 101,53 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F}}$$

$$U_c = 115,58 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F}$$

Coefficiente de Transferencia Global Sucio o de Servicio, U_d :

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

a. Coeficiente de ensuciamiento, :

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

$$R_d = 0.002 \frac{hpie^2 \circ F}{Btu}$$

b. Coeficiente de Transferencia Global Sucio, :

$$U_d = \frac{1}{1/115,58 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F} + 0.002 \frac{hpie^2 \circ F}{Btu}}$$

$$U_d = 94,11 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F}$$

15) Área disponible, :

$$A_{disp} = 0,2618 \frac{pie^2}{pie} * 480 * 12pie$$

$$A_{disp} = 1497 pie^2$$

16) Área Mínima Requerida o Necesaria, :

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

$$A_{req} = \frac{1,73E + 07 Btu/h}{94,11 \frac{Btu}{hpie^2 \circ F} * 127,25 \circ F}$$

$$A_{req} = 1444,6 \text{ pie}^2$$

17) Porcentaje de Exceso de Área, :

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

$$\% = 100 \left(\frac{1508 \text{ pie}^2 - 1444,6 \text{ pie}^2}{1444,6 \text{ pie}^2} \right)$$

$$\% = 4,15$$

Como $4,15\% \leq 15,00 \Rightarrow$ **el equipo seleccionado cumple con el servicio requerido.**

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

El resumen de las características del intercambiador E-101 se detalla en la hoja de especificación a continuación.

HOJA DE ESPECIFICACION DE INTERCAMBIADOR HORIZONTAL E-101		
Unidad	E-101	
Servicio	Evaporación de Bioetanol	
Datos constructivos		
Tipo de equipo	Tubo-Coraza	
Superficie de intercambio (pie ²)	1448	
Diámetro de coraza (pulg)	35	
Largo de tubos (pie)	12	
Numero de tubos	480	
Diámetro ext. de tubos (pulg)	1	
BWG	14	
Arreglo	1 1/4 - □	
Espaciado de deflectores (pulg)	7	
Datos de operación		
Calor intercambiado (BTU/h)	1.73E+07	
Factor de ensuciamiento	0,002	
MLDT (F)	127,25	
Ud (BTU/h.pies2.°F)	94,28	
Uc (BTU/h.pies2.°F)	115,58	
Ho (BTU/h.pies2.°F)	101,53	
Hio (BTU/h.pies2.°F)	88,41	
	CORAZA (F. FRIO)	TUBO (F. CALIENTE)
Fluido	Bioetanol	Aceite Org.
Caudal (lb/h)	24420.96	28804,52
Estado	Liquido	Liquido
Temperatura de entrada (F)	77	800,6
Temperatura de salida (F)	662	176
Presión (atm)	2,79	3,74

4.4.4 DISEÑO DEL REACTOR DE LECHO FLUIDIZADO RX-101 PARA LA DESHIDRATACIÓN CATALÍTICA DE BIOETANOL A ETILENO

La deshidratación de bioetanol a etileno en el reactor de lecho fluidizado se efectúa generalmente a una temperatura y tiempo de residencia determinada para proporcionar una conversión de bioetanol de al menos el 99%. La temperatura del reactor es generalmente de por lo menos 350°C.

El tiempo de residencia para la reacción se selecciona para conseguir la conversión deseada a la temperatura de reacción. Tal como se ha indicado anteriormente, dicha conversión es generalmente al menos 99%, basada en bioetanol. El tiempo de residencia es en general de al menos 1 segundo. El tiempo de residencia puede controlarse controlando la altura del lecho fluidizado. A la temperatura de reacción preferida de al menos 350°C, el tiempo de residencia es generalmente del orden de 1 a 10 segundos.

El catalizador de deshidratación debe regenerarse periódicamente para eliminar el carbono y los alquitranes. De acuerdo con la presente invención, la regeneración puede efectuarse de una manera continua sin cerrar el reactor haciendo pasar el catalizador del reactor de deshidratación en lecho fluidizado a un reactor de regeneración en el que el carbono y el alquitrán pueden ser quemados del catalizador. Además, los requerimientos de calor endotérmico para la reacción de deshidratación pueden ser proporcionados por el catalizador circulante, el cual es calentado por el gas caliente en el regenerador.

Se introdujo bioetanol vaporizado en un reactor de lecho fluidizado a una temperatura de 350°C, manteniéndose el lecho fluidizado de catalizador de zeolita HZSM5 dicha temperatura mediante la circulación de sal fundida a través de la envoltura del reactor. El bioetanol se introdujo a una velocidad media superficial logarítmica promedio de 0,74 pies por segundo. El tiempo de residencia de la reacción fue de 2,7 segundos y la presión del reactor fue de 9,6 psig. El ensayo se llevó a cabo en estado estacionario durante 123 minutos. La conversión de bioetanol fue de 99,6%, el porcentaje de selectividad para el etileno fue de 99,9% y el rendimiento porcentual de etileno fue de 99,5%. El efluente del reactor tiene la siguiente composición: agua, 50,02%; etileno, 49,75%; acetaldehído, 0,04%; bioetanol, 0,19%, todo porcentaje molar.

Como primer paso, calculamos el volumen que deberá tener el reactor:

FLUJO MOLAR		KG/KMOL	KG/H	KMOL/H
	BIOETANOL	46	11077.156	240,80
	AGUA	18	775.401	43.07
	TOTAL		11852.55	283.87

Una vez obtenido el volumen del reactor y teniendo en cuenta que tomamos como valor de relación entre largo y diámetro 2:1, podemos continuar con el cálculo de las dimensiones del mismo:

T (°C/K)	350	662
P (psig/atm)	9,6	0,98
n (KMOL/H)	283.87	
R (m3.atm/kmol.K)	0,082	
t de residencia (seg.)	2,7	

Velocidad Lineal (v)	Q/S	1,69	m/s
Flujo Volumétrico (Q)	PV= nRT	14827.304	m ³ /h
Vol. De la cámara de lecho fluidizado para bioetanol vaporizado	V= txQ	8.24	m ³
Vol. De trabajo total del reactor	Vr=V/0,85	9.69	m ³
Vol. Total de reactor	Vt=Vrx1,2	11,63	m ³
Área Transversal (S)	$\pi x D^2/4$	2,52	m ²
Diámetro Reactor (D)	$((4xV)/(Hx\pi))^2$	1,95	m
Altura (H)	2xD	3,90	m

Se consideró para el cálculo del volumen total del reactor: 10% del volumen total para la sección de distribución y 10% del volumen total para la sección de salida. Estas medidas representan la cámara de reacción donde ocurre el contacto directo entre el catalizador y los reactivos, dando como resultado los productos. Luego de esto se debe calcular las dimensiones del casquete inferior y superior del reactor, los cuales serán de forma semi esférica:

Diámetro Reactor (D)	$((4xV)/(Hx\pi))^2$	1,95	m
A de cada casquete		5,09	m ²
Altura del casquete		0,49	m

Teniendo estos datos calculados ahora pasaremos al diseño del burbujeador de gas reactivo para el reactor para lo cual comenzaremos por calcular algunos datos necesarios para luego obtener el diámetro de los orificios y el número de estos:

Lmf	0,81	m
ΔP	19918,63	Pa
ΔP burbujeador	3983,73	Pa
Cd	0,6	
Densidad fluido	1,31	kg/m ³
Uor	46,79	m/s
% área libre	3,62	%

Uor: Vel. local o vel. del fluido en el orificio/ Cd: Coeficiente de arrastre

Teniendo esto calculamos el número de orificios teniendo en cuenta distintos diámetros y luego decidiremos q diámetro es el más conveniente para el diseño:

D orificio (m)	0,004	0,005	0,006
N° orificio	2881,16	1843,94	1280,51

El diámetro más conveniente a utilizar es: 0.005 m, por lo tanto, el número de orificios es 1844.

Considerando que 15% del volumen ocupa el catalizador y 85% ocupa el vapor, entonces tenemos que:

Volumen de trabajo total del reactor: 9.69 m³

Ahora se puede calcular el peso de catalizador:

Volumen de catalizador: 15% de 9.69 = 1.4535 m³

Densidad del catalizador: 4200 kg/ m³

Peso de catalizador: 4200 x 1.4535= 6104.7 kg

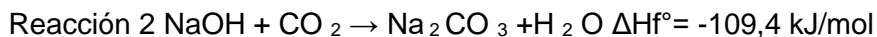
PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

El resumen de los datos del reactor de deshidratación de bioetanol RX-101, puede verse en la hoja de especificación a continuación:

HOJA DE ESPECIFICACION DE REACTOR DE DESHIDRATACION RX-101	
Unidad	RX-101
Tipo	Reactor de lecho fluidizado
Temperatura (C)	350
Presión (atm)	0,98
Conversión de bioetanol %	99,6
Dimensiones	
Diámetro del reactor (m)	1,95
Altura (m)	3,90
Área de cada casquete (m ²)	5,09
Altura de casquete (m)	0,49
Diámetro de orificio (m)	0,005
Numero de orificio	1844
Catalizador	
Tipo	zeolita HZSM-5
Porosidad	0,57
Diámetro de partícula (m)	0,002
Densidad del lecho (kg/m ³)	1,31
Masa (kg)	3687

4.4.5 DISEÑO DE TORRE ABSORBEDORA T-101

En esta torre se eliminarán el CO₂ que contenga la corriente de etileno; para ello se utiliza una disolución de NaOH y agua al 50%. En menor proporción, se retirarán los componentes más pesados.



El equipo está formado por dos partes: una en la que se realiza la absorción química, y otra de lavado del gas mediante platos con agua para poder eliminar el NaOH que pueda contener mínimamente la corriente gaseosa y que tendría como efecto su solidificación en etapas posteriores lo que llevaría a problemas de obstrucción en los equipos y tuberías.

Con este procedimiento se espera obtener una concentración de 10PPM de CO₂

Para remover las trazas de dióxido de carbono en la corriente gaseosa producto del reactor se lava el gas con hidróxido de sodio en una torre de lavado cáustico. Previamente la corriente gaseosa se enfría a 35°C y algo de agua se condensa. Se hace pasar a través de un absorbedor donde la corriente de lavado ingresa por la parte superior.

En la parte inferior del absorbedor sale la corriente de agua con pequeñas cantidades de bioetanol, acetaldehído e hidróxido de sodio. Estos componentes se envían a su correspondiente tratamiento.

La parte superior de la torre de absorción que contiene aproximadamente 99.7% mol de etileno se comprime y pasa a través de un lecho desecante con mallas moleculares para producir etileno de grado polímero con una pureza cercana a 100% mol de etileno.

Función: absorber los componentes solubles en agua que acompañan al etileno.

- Temperatura de trabajo: 30°C
- Diámetro: 1,14m
- Altura total del absorbedor: 7,6 m
- Tipo de relleno: anillos Rashing, de 3 pulg, cerámico

CORRIENTE F-3:

Es la reposición de agua y de NaOH

Agua: $8861.7254 - 8523.1107 = 338.6146 \text{ kg/hr} = 18.81 \text{ kmol/hr}$

NaOH: $8.8617 - 5.7601 = 3.1016 \text{ kg/hr} = 0.07 \text{ kmol/hr}$

Masa total: $338.6146 + 3.1016 = 341.7162 \text{ kg/hr} = 18.88 \text{ kmol/hr}$

CORRIENTE F-4: corriente gaseosa

Etileno: $0.95 \times 6245,57 = 5933,2917 \text{ kg/hr} = 211.90 \text{ kmol/hr}$

Eterdietílico: $0.80 \times 4,139 = 3,312 \text{ kg/hr} = 201.3 \text{ kmol/hr}$

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

Agua: $0.02 \times 4791,4172 = 95,82 \text{ kg/hr} = 5.32 \text{ kmol/hr}$

Hidrogeno = $1.1186 \text{ kg/hr} = 0.55 \text{ kmol/hr}$

Masa total = $6117,7362 \text{ kg/hr} = 419.07 \text{ kmol/hr}$

Temperatura: $30^\circ\text{C}=303,17 \text{ K}$

Presión: 1 atm

Peso Molecular Promedio:

$$\frac{\text{Corriente } D \left(\frac{\text{Kg}}{\text{Hr}}\right)}{\text{Corriente } D \left(\frac{\text{Kmol}}{\text{Hr}}\right)} = \frac{6117.7362 \text{ Kg/Hr}}{419.07 \text{ Kmol/Hr}} = 14,59 \frac{\text{Kg}}{\text{Kmol}}$$

Densidad del gas:

$$\rho = \frac{P \cdot P_m}{R \cdot T} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 14.59 \text{ Kg/Kmol}}{0,082 \cdot 303,17 \text{ K}} = 0.59 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

CORRIENTE F-5: corriente liquida

Agua: $8861,7254 + 4791,4172 - 273,06 = 13380,0797 \text{ kg/hr} = 743.33 \text{ kmol/hr}$

NaOH: $8,8617 \text{ kg/hr} = 0.22 \text{ kmol/hr}$

Etileno: $0.05 \times 6245,5702 = 312,2785 \text{ kg/hr} = 11.15 \text{ kmol/hr}$

Bioetanol: $16,3587 + 10,3018 = 26,6605 \text{ kg/hr} = 0.58 \text{ kmol/hr}$

Acetaldehído: $48,8495 + 24,61 = 73.4595 \text{ kg/hr} = 1.67 \text{ kmol/hr}$

Eterdietílico: $0.20 \times 4,139 = 0.82798 \text{ kg/hr} = 0.011 \text{ kmol/hr}$

Masa total = $13802.1677 \text{ kg/hr} = 756.96 \text{ kmol/hr}$

Peso molecular Promedio

$$\frac{\text{Corriente } L \left(\frac{\text{Kg}}{\text{Hr}}\right)}{\text{Corriente } L \left(\frac{\text{Kmol}}{\text{Hr}}\right)} = \frac{13802.1677}{756.96} = 18,23 \frac{\text{Kg}}{\text{Kmol}}$$

Se considera como densidad promedio igual a $1050 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$

$$F_{LG} = \left[\frac{L}{G} \right] \sqrt{\frac{\rho G}{\rho L}}$$

Reemplazando:

$$F_{LG} = \left[\frac{13802.1677 \text{ Kg/Hr}}{756.96 \text{ Kg/Hr}} \right] \sqrt{\frac{0.59 \text{ Kg/m}^3}{1050 \text{ Kg/m}^3}} = 0,059$$

Utilizando la gráfica de la Figura 12 VER ANEXO IV

Obtengo como valor de $k_4 = 5,2$

Se va a utilizar el siguiente empaque:

- Material: anillos Rashing, 3 pulg, cerámicos
- Tamaño nominal: 76 mm
- Densidad global: 561 kg/m³
- Área superficial: 69 m²/m³
- Factor de empaque: 65 m⁻¹
- Espacio vacío: 75%

$$K_4 = \frac{13,1 \cdot G^{*2} \cdot Fp \cdot \left(\frac{\mu L}{\rho L}\right)^{0,1}}{\rho G(\rho L - \rho G)}$$

Para calcular G*, despejando se obtiene

$$G^* = \sqrt{\frac{5,2 \cdot 1,08 \cdot (1050 - 0,59)}{13,1 \cdot 65 \cdot \left(\frac{0,002}{1050}\right)^{0,1}}} = 5,08 \frac{Kg}{m^2 \cdot s}$$

Se considera que para una caída de presión de 42 m de agua por m de empaque. Utilizando la gráfica anterior y colocando como valor de F_{LG} y cruzando con la curva de 42 m se obtiene un valor de k*₄ = 1,7

$$\% \text{ de carga} = \left[\frac{k^*4}{k_4}\right]^{0,5} = \left[\frac{1,7}{5,2}\right]^{0,5} \cdot 100 = 57\%$$

$$G^* = \sqrt{\frac{1,7 \cdot 1,08 \cdot (1050 - 0,59)}{13,1 \cdot 65 \cdot \left(\frac{0,002}{1050}\right)^{0,1}}} = 2,90 \frac{Kg}{m^2 \cdot s}$$

Área requerida de la columna:

$$\text{Área} = G/G^*$$

$$\text{Área} = 6117,7362 \frac{Kg}{Hr} \cdot \frac{1 Hr}{3600 s} / 2,90 \frac{Kg}{m^2 \cdot s} = 1,02 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del diámetro de la torreabsorbedora nos basamos en el método de Richardson & Coulson, volumen 6:

$$\text{Diámetro de la columna} = \sqrt{\frac{4 \cdot \text{Area}}{\Pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,02}{\Pi}} = 1,14 \text{ m}$$

Utilizando el mencionado método se calcula la altura del empaque:

Altura del empaque = 5.84 m

Considerando 15% para la entrada de líquido (esparcidor) y 15% para la distribución de gas:

Altura total del absorbedor: 1.14 x 5.84 = 7.6 m

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

El resumen de los datos de la torre absorbidora T-201, puede verse en la hoja de especificación a continuación:

HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TORRE ABSORBEDORA T-201	
Unidad	T-201
Servicio	Absorción de óxido de etileno de una corriente gaseosa mediante agua. Torre empacada.
Datos de diseño	
Altura [m]	7,6
Diámetro [m]	1,14
Material constructivo	Acero al Carbono
Tipo de relleno	Anillos Rashing
Material de relleno	Cerámico
Diámetro del relleno [in]	3
Porosidad, e	0,91
Factor de empaque, Fp [m-1]	65
Datos de Operación	
Presión de operación [atm]	1
Temperatura de alimentación, Gas [°C]	30
Temperatura de líquido [°C]	30
Caudal de Gas, alimentación [Kmol/h]	404,77
Caudal de Líquido de lavado [Kmol/h]	35,71
Densidad del Gas [kg/m ³]	1,12
Densidad del Líquido [kg/m ³]	1050

4.5 SERVICIOS AUXILIARES

Agua de Enfriamiento: se proveerá desde la red que posee el parque industrial. Las cañerías de alimentación pueden ser soterradas o aéreas, siendo las mismas de poca longitud dada la cercanía. Previo a su entrada, el agua es filtrada, analizada y tratada para eliminar las durezas y otras impurezas que puedan provocar inconvenientes en los calentadores o vaporizadores. Toda la planta posee dispositivos de control del uso del agua de enfriamiento. El sistema de enfriamiento es un circuito cerrado, retornando el agua a torres de enfriamiento de tiro inducido, obteniéndose agua a temperatura ambiente. En cuanto al consumo de esta materia prima se tendrá en cuenta como referencia el libro “El petróleo Refino y tratamiento químico” - P Wuithier.

4.6 CONCLUSIONES DE INGENIERIA DE PROYECTO

Se evaluaron las condiciones tecnológicas de la producción polietileno a partir de bioetanol, dando énfasis en la selección del catalizador que permita conversiones y selectividad cercanas a 100%. Se presentó el diagrama de flujo con el balance de masa simplificado, así como la lista de equipos principales para asegurar el desarrollo del proceso.

CAPITULO V: ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

5.1 INTRODUCCIÓN

Se entiende por 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.

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.

El presente estudio comprende la Evaluación de Impacto Ambiental de la planta de Polietileno, situada en el partido de San Lorenzo, Santa Fe. El mismo será presentado ante la secretaría de medio ambiente a efectos de gestionar el correspondiente Certificado de Aptitud Ambiental (CAA), en cumplimiento de lo previsto en la ley nº 11.717, reglamentado por el decreto 0101/2003 de la provincia de Santa Fe, la Ley nacional 25.675 ("Ley General del Ambiente"), y la Ley Nacional 25.831 ("Régimen de libre acceso a la información pública Ambiental").

5.2 LOCALIZACION DE LA PLANTA

La localización de la planta de Polietileno será en la ciudad de San Lorenzo, provincia de Santa Fe, la microlocalización se realizó en base al área necesaria y cercanía con las materias primas, como fuere estudiado en el Capítulo III del presente documento.



FIGURA 15. Vista aérea de la planta



FIGURA 16. Imagen de los alrededores de la instalación



FIGURA 17. Imagen de los terrenos disponibles

Las figuras 15 y 16 muestran una vista satelital del Parque Industrial San Lorenzo. Mientras que en la figura 17 se puede observar el terreno seleccionado para la ubicación de la planta.

Conocer con precisión la localización de la planta es fundamental, ya que determina el marco legal al que deberá someterse la evaluación ambiental del proyecto.

5.3 LEGISLACIÓN AMBIENTAL

La legislación ambiental es un complejo conjunto de tratados, convenios, estatutos, leyes, reglamentos, que, de manera muy amplia, funcionan para regular la interacción de la humanidad y el resto de los componentes biofísicos o el medio ambiente natural, con el fin de reducir los impactos de la actividad humana, tanto en el medio natural y en la humanidad misma.

A continuación, citaremos tratados internacionales, legislación nacional y provincial, a los cuales está sujeto el presente proyecto.

5.3.1 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.

5.3.2 LEGISLACION NACIONAL

- 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.

- Artículo 124: establece que las provincias podrán crear regiones para el desarrollo económico y social y establecer órganos con facultades para el cumplimiento de sus fines y podrán también celebrar convenios internacionales en tanto no sean incompatibles con la política exterior de la Nación y no afecten las facultades delegadas al Gobierno federal o el crédito público de la Nación, con conocimiento del Congreso Nacional.

LEYES NACIONALES

Ley N° 25.675 “Ley General de Ambiente”

Fue creada con la intención de brindar presupuestos mínimos para la gestión del ambiente. Esta ley se establece en su primer artículo "presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable", siendo aplicado este criterio -según el artículo 6- en todo el territorio nacional para asegurar la protección ambiental debiendo prever "las condiciones necesarias para garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable".

En el artículo 2 se definen los 11 objetivos que esta Ley persigue:

- Asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades vinculadas con los seres humanos (antrópicas);

- Promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en forma prioritaria;
- Fomentar la participación social en los procesos de toma de decisión;
- Promover el uso racional y sustentable de los recursos naturales;
- Mantener el equilibrio y dinámica de los sistemas ecológicos;
- Asegurar la conservación de la diversidad biológica;
- Prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo;
- Promover cambios en los valores y conductas sociales que posibiliten el desarrollo sustentable, a través de una educación ambiental;
- Organizar e integrar la información ambiental y asegurar el libre acceso de la población a la misma;
- Establecer un sistema de coordinación entre diferentes jurisdicciones, para implementar políticas ambientales nacionales y regionales;
- Establecer procedimientos y mecanismos adecuados para la minimización de riesgos ambientales, para la prevención y mitigación de emergencias ambientales y para la recomposición de los daños causados por la contaminación ambiental.

En el artículo 3 se establece que esta ley es de carácter nacional, pública y debe ser utilizada mediante la interpretación y la aplicación de sus conceptos en legislaciones específicas, ya que esta ley es generalística y determina un criterio prevalente.

En el artículo 4 se definen distintos principios que permiten la interpretación e implementación de la Ley. De estos principios se puede extraer la clara distinción entre daño ambiental de carácter colectivo y el daño ambiental de carácter individual, aún cuando se deben cubrir diversas lagunas legales tales como el fondo de restauración o las garantías financieras de recomposición del daño ambiental.

En el artículo 7 da competencia judicial al tribunal ordinario local, siempre y cuando no sean actos de degradación o contaminación interjurisdiccional, en este caso la competencia judicial será de un tribunal federal.

Ley N° 25.831 “Régimen de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental” (2003)

El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina reunidos en Congreso, etc. sancionan con fuerza de Ley:

ARTICULO 1° — Objeto. La presente ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encontrare 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.

ARTÍCULO 2°—Definición de información ambiental. Se entiende por información ambiental 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.

ARTÍCULO 3° — Acceso a la información. 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. En ningún caso el monto que se establezca para solventar los gastos vinculados con los recursos utilizados para la entrega de la información solicitada podrá implicar menoscabo alguno al ejercicio del derecho conferido por esta ley.

ARTÍCULO 4° — Sujetos obligados. 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.

ARTÍCULO 5° — Procedimiento. Las autoridades competentes nacionales, provinciales y de la Ciudad de Buenos Aires, concertarán en el ámbito del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) los criterios para establecer los procedimientos de acceso a la información ambiental en cada jurisdicción.

ARTICULO 6° — Centralización y difusión. La autoridad ambiental nacional, a través del área competente, cooperará para facilitar el acceso a la información

ambiental, promoviendo la difusión del material informativo que se genere en las distintas jurisdicciones.

ARTÍCULO 7° — Denegación de la información. La información ambiental solicitada podrá ser denegada únicamente en los siguientes casos:

- a) Cuando pudiera afectarse la defensa nacional, la seguridad interior o las relaciones internacionales;
- b) Cuando la información solicitada se encuentre sujeta a consideración de autoridades judiciales, en cualquier estado del proceso, y su divulgación o uso por terceros pueda causar perjuicio al normal desarrollo del procedimiento judicial;
- c) Cuando pudiera afectarse el secreto comercial o industrial, o la propiedad intelectual;
- d) Cuando pudiera afectarse la confidencialidad de datos personales;
- e) Cuando la información solicitada corresponda a trabajos de investigación científica, mientras éstos no se encuentren publicados;
- f) Cuando no pudiera determinarse el objeto de la solicitud por falta de datos suficientes o imprecisión;
- g) Cuando la información solicitada esté clasificada como secreta o confidencial por las leyes vigentes y sus respectivas reglamentaciones.
- h) La denegación total o parcial del acceso a la información deberá ser fundada y, en caso de autoridad administrativa, cumplimentar los requisitos de razonabilidad del acto administrativo previstos por las normas de las respectivas jurisdicciones.

ARTÍCULO 8° — Plazos. La resolución de las solicitudes de información ambiental se llevará a cabo en un plazo máximo de treinta (30) días hábiles, a partir de la fecha de presentación de la solicitud.

ARTÍCULO 9° — Infracciones a la ley. Se considerarán infracciones a esta ley, la obstrucción, falsedad, ocultamiento, falta de respuesta en el plazo establecido en el artículo anterior, o la denegatoria injustificada a brindar la información solicitada, y todo acto u omisión que, sin causa justificada, afecte el regular ejercicio del derecho que esta ley establece. En dichos supuestos quedará habilitada una vía judicial directa, de carácter sumarísima ante los tribunales competentes. Todo funcionario y empleado público cuya conducta se encuadre en las prescripciones de este artículo, será pasible de las sanciones previstas en la Ley N° 25.164 o de aquellas que establezca cada jurisdicción, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales que pudieren corresponder. Las empresas de servicios públicos que no cumplan con las obligaciones exigidas en la presente ley, serán pasibles de las sanciones previstas en las normas o contratos que regulan la concesión del

servicio público correspondiente, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales que pudieren corresponder.

ARTICULO 10. — Reglamentación. La presente ley será reglamentada en el plazo de noventa (90) días.

ARTICULO 11. — Comuníquese al Poder Ejecutivo.

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.

Ley N° 24.051 “Ley de Residuos Peligrosos” (1991)

Estaley 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)

Ley de Gestión Integral uniforman 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° 25.688 “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:

- 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;
- Promover la valorización de los residuos domiciliarios, a través de la implementación de métodos y procesos adecuados;
- Minimizar los impactos negativos que estos residuos puedan producir sobre el ambiente;
- 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.

Ley N°19587 (1972)

Decreto 351 (1979): “Seguridad en instalaciones con sustancias inflamables: emergencia – explosión”

ARTÍCULO 141 Los aparatos que puedan desarrollar presión interna deberán poseer:

- a. Válvulas de seguridad, capaces de evacuar con la urgencia del caso la totalidad del volumen de los fluidos producidos al exceder los valores prefijados para ésta, previendo los riesgos que puedan surgir por este motivo.
- b. Presostatos, los cuales al llegar a sus valores prefijados interrumpirán el suministro de combustible, cesando el incremento de presión.
- c. Elementos equivalentes que cumplan con las funciones mencionadas en los apartados precedentes. Deberá, preverse asimismo, la interrupción de suministro de fuerza motriz al aparato ante una sobrepresión del mismo.

ARTÍCULO 142.- El almacenado de recipientes, tubos, cilindros, tambores y otros que contengan gases licuados a presión, en el interior de los locales, se ajustará a los siguientes requisitos:

1. Su número se limitará a las necesidades y previsiones de su consumo, evitándose almacenamiento excesivo.
2. Se colocarán en forma conveniente, para asegurarlos contra caídas y choques:
 - a) No existirán en las proximidades sustancias inflamables o fuentes de calor.
 - b) Quedarán protegidos de los rayos del sol y de la humedad intensa y continua.
 - c) Los locales de almacenaje serán de paredes resistentes al fuego y cumplirán las prescripciones dictadas para sustancias inflamables o explosivas.
 - d) Estos locales se marcarán con carteles de "peligro de explosión", claramente visibles.
 - e) Se prohíbe la elevación de recipientes por medio de electroimanes, así como su traslado por medio de otros aparatos elevadores, salvo que se utilicen dispositivos específicos para tal fin.
 - f) . Estarán provistos del correspondiente capuchón.
 - g) Se prohíbe el uso de sustancias grasas o aceites en los orificios de salida y en los aditamentos de los cilindros que contengan oxígeno o gases oxidantes.
 - h) Para el traslado, se dispondrá de carretillas con ruedas y trabas o cadena que impida la caída o deslizamientos de los mismos.
 - i) En los cilindros con acetileno se prohíbe el uso de cobre y sus aleaciones en los elementos que puedan entrar en contacto con el mismo; asimismo se mantendrán en posición vertical al menos 12 horas antes de utilizar su contenido.

ARTÍCULO 143.- Los aparatos en los cuales se pueda desarrollar presión interna por cualquier causa ajena a su función específica, poseerán dispositivos de alivio de presión que permitan evacuar como mínimo el máximo caudal del fluido que origine la sobrepresión.

ARTÍCULO 144.- Los aparatos sometidos a presión interna capaces de producir frío, con la posibilidad de desprendimiento de contaminantes, deberán estar aislados y ventilados convenientemente.

5.3.3 LEGISLACIÓN PROVINCIAL

Ley Nº 11.717. "MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE "

CAPÍTULO I Principios generales

ARTÍCULO 1.- La presente Ley tiene por objeto:

- a) Establecer dentro de la política de desarrollo integral de la Provincia, los principios rectores para preservar, conservar, mejorar y recuperar el medio ambiente, los recursos naturales y la calidad de vida de la población.
- b) Asegurar el derecho irrenunciable de toda persona a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida y la dignidad del ser humano.
- c) Garantizar la participación ciudadana como forma de promover el goce de los derechos humanos en forma integral e interdependiente.

ARTÍCULO 2.- La preservación, conservación, mejoramiento y recuperación del medio ambiente comprende, en carácter no taxativo:

- a) El ordenamiento territorial y la planificación de los procesos de urbanización e industrialización, desconcentración económica y poblamiento, en función del desarrollo sustentable del ambiente.
- b) La utilización racional del suelo, subsuelo, agua, atmósfera, fauna, paisaje, gea, fuentes energéticas y demás recursos naturales, en función del desarrollo sustentable.
- c) La conservación de la diversidad biológica y la gestión ecológica racional de la biotecnología.
- d) La preservación del patrimonio cultural y el fomento y desarrollo de procesos culturales, enmarcados en el desarrollo sustentable.
- e) La protección, preservación y gestión de los recursos hídricos y la prevención y control de inundaciones y anegamientos.
- f) La creación, protección, defensa y mantenimiento de áreas naturales protegidas de cualquier índole y dimensión que contuvieren suelos y/o masas de agua con flora y fauna nativas o no, rasgos geológicos, elementos culturales o paisajes.
- g) La sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo humano.
- h) La formulación de políticas para el desarrollo sustentable, y de leyes y reglamentaciones específicas acordes a la realidad provincial y regional.
- i) La regulación, control o prohibición de toda actividad que pueda perjudicar algunos de los bienes protegidos por esta ley en el corto, mediano o largo plazo.

- j) Los incentivos para el desarrollo de las investigaciones científicas y tecnológicas orientadas al uso racional de los recursos naturales y a la protección ambiental.
- k) La educación ambiental en todos los niveles de enseñanza y capacitación comunitaria.
- l) La orientación, fomento y desarrollo de iniciativas públicas y privadas que estimulen la participación ciudadana en las cuestiones ambientales.
- m) La coordinación de las obras, proyectos y acciones, en cuanto tengan vinculación con el ambiente, considerado integralmente.
- n) La promoción de modalidades de consumo y de producción sustentable.
- o) El desarrollo y promoción de tecnologías energéticas eficientes, de nuevas fuentes de energías renovables y de sistemas de transporte sustentables.
- p) El control de la generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.
- q) El seguimiento del estado de la calidad ambiental y protección de áreas amenazadas por la degradación.
- r) La minimización de riesgos ambientales, la prevención y mitigación de emergencias ambientales y la reconstrucción del ambiente en aquellos casos en que haya sido deteriorado por acción antrópica o degradante de cualquier naturaleza.
- s) La cooperación, coordinación, compatibilización y homogeneización de las políticas ambientales a nivel interjurisdiccional, y la gestión conjunta de ecosistemas compartidos orientada al mejoramiento del uso de los recursos naturales, el control de la calidad ambiental, la defensa frente a emergencias y catástrofes y, en general, al desarrollo sustentable.

CAPÍTULO II Autoridad de aplicación secretaría de estado de medio ambiente y desarrollo sustentable

ARTÍCULO 3.- Artículo derogado por Ley N° 12817 – Ver Decreto N° 25 de fecha 11/12/2007.

ARTÍCULO 4.- Sin perjuicio de las potestades y atribuciones determinadas en el artículo anterior, también corresponden a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable las siguientes funciones:

- a) Elaborar y proponer la política del medio ambiente y desarrollo sustentable.
- b) Coordinar con los distintos Ministerios, Organismos Públicos Descentralizados, Entidades Autárquicas, Municipalidades y Comunas, la ejecución de las normas relativas al medio ambiente y desarrollo sustentable.
- c) Controlar el efectivo cumplimiento de la presente ley y de las reglamentaciones que en su consecuencia se dicten.

- d) Fiscalizar el cumplimiento, evaluar y sugerir modificaciones de las normas vigentes que regulen la materia ambiental.
- e) Habilitar un sistema de registro para las actividades que sean capaces real o potencialmente de modificar el ambiente, las cuales deberán ajustarse a las normas que establezca la autoridad de aplicación.
- f) Proponer los parámetros físicos, químicos y biológicos que determinen la calidad ambiental aceptable en función de la aptitud del medio y el equilibrio de los ecosistemas, los que serán reglados por ley especial.
- g) Controlar en forma permanente el estado del medio ambiente y de los recursos naturales; fiscalizar el uso del suelo y subsuelo, agua, aire y otros recursos.
- h) Proteger y tender a la conservación y utilización racional de los recursos naturales renovables y no renovables, propiciar la recuperación de las áreas degradadas y el empleo sustentable de los recursos biogenéticos.
- i) Proponer la suscripción de convenios, contratos y otros instrumentos con organismos municipales, comunales, provinciales, nacionales o internacionales, personas o entidades públicas o privadas, a los efectos del mejor cumplimiento de los objetivos de la presente ley, y con los recaudos que exige al efecto la legislación vigente.
- j) Convocar a Audiencias Públicas, según lo establece la presente ley y la reglamentación que en consecuencia se dicte.
- k) Proponer al Poder Ejecutivo las normas de procedimiento que se incluirán en la reglamentación, intervenir en la evaluación y expedirse, respecto de los Estudios de Impacto Ambiental, conforme los artículos 19 y 20 de la presente Ley, y lo que se establezca por norma especial. Texto según Decreto N° 827/2000.
- l) Investigar de oficio o por denuncia de los particulares en sede administrativa, las acciones susceptibles de degradar el medio ambiente o los recursos naturales renovables o no renovables.
- m) Imponer las sanciones administrativas que correspondan, sin perjuicio de las acciones jurisdiccionales pertinentes, emanadas de la acción sobre los intereses difusos previstos por la normativa vigente o la que en el futuro la modifique o reemplace.
- n) Fiscalizar la utilización de las sustancias tóxicas, su transporte, tratamiento y disposición final, y el destino definitivo de los desechos de cualquier tipo.
- o) Fomentar programas y desarrollar estudios ambientales y de desarrollo sustentable y promover la educación, capacitación y difusión en materia ambiental, en coordinación con los organismos provinciales competentes.

p) Promover la difusión pública de los temas relacionados con el ambiente con el objetivo de capacitar a la población y lograr su participación activa en la defensa del medio ambiente.

q) Promover e incentivar la investigación científica y tecnológica, la incorporación de tecnologías y métodos de producción y consumo, con criterios de sustentabilidad del ambiente y/o destinadas al mejoramiento de la calidad ambiental.

r) Llevar un registro actualizado de todas las entidades y organismos gubernamentales y no gubernamentales legalmente constituidas que desarrollen estudios e investigaciones propios a la temática ambiental y del desarrollo sustentable

s) Llevar un registro oficial de Consultores, expertos y peritos en materia ambiental en el que se inscribirán las personas físicas o jurídicas que acrediten jerarquía académica, científica y técnica, que podrán prestar sus servicios profesionales en cualesquiera de las disciplinas atinentes para la realización de los Estudios de Impacto Ambiental o las consultas o investigaciones que resulten pertinentes.

t) Instrumentar un Sistema Provincial de Información Ambiental, como base de datos intersectorial que reúna la información existente en materia ambiental del sector público municipal o comunal, provincial, nacional e internacional, el que deberá ser actualizado, de libre consulta, y de difusión pública.

ARTÍCULO 5.- A los fines del artículo anterior, el Poder Ejecutivo deberá concentrar en la Secretaría de Estado creada por el Artículo 3, las competencias atribuidas a otros organismos y dependencias dentro de los noventa (90) días posteriores a la promulgación de esta norma. Texto según Decreto N° 827/2000, modificado por Decreto N° 1046/2000 y Decreto N° 1359/00

ARTÍCULO 6.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable contará para dar cumplimiento al artículo 3° de la presente ley, con los siguientes recursos:

a) Las partidas asignadas en el Presupuesto en vigencia para la Subsecretaría de Medio Ambiente y Ecología con el incremento indispensable para su puesta en funcionamiento y las que en futuros ejercicios se incluyan y demuestren necesarias a raíz de la aplicación de la presente. Texto según Decreto N° 827/2000

b) Las donaciones, legados, subsidios y subvenciones que reciba.

c) Los fondos públicos y privados provenientes de entidades y organismos nacionales e internacionales destinados a sus fines.

d) Los intereses, rentas, dividendos y utilidades provenientes de las inversiones que produzcan sus bienes, de acuerdo con la Ley de Contabilidad.

e) Las multas, tasas, aranceles, permisos, habilitaciones, generados en el ejercicio de sus funciones y facultades.

CAPITULO III Consejo provincial de medio ambiente y desarrollo sustentable

ARTÍCULO 7.- Créase el Consejo Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable con carácter de órgano asesor consultivo, no vinculante, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

ARTÍCULO 8.- El Consejo Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable estará presidido por el Secretario de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable e integrado en forma honoraria por:

a) Representantes del estado provincial.

b) Representantes de los gobiernos municipales y comunales, según la competencia territorial de los asuntos a tratarse.

ARTÍCULO 9.- La Presidencia del Consejo Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable podrá invitar a participar en las sesiones y trabajos de la misma y de sus Comités Técnicos a representantes de las Organizaciones no Gubernamentales legalmente constituidas, Organizaciones Intermedias, Colegios Profesionales, Universidades, Institutos de Ciencia y Tecnología, y toda otra persona física o jurídica que a juicio de la Secretaría pudiere aportar sus conocimientos para el buen desempeño de las funciones asignadas a este Consejo.

ARTÍCULO 10.- El Consejo Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable es de carácter honorario y se dará su propio reglamento, el que debe ser aprobado por resolución de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Texto según Decreto N° 827/2000

CAPITULO IV Normas técnicas ambientales

ARTÍCULO 11.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable debe promover y garantizar la adecuada difusión de las normas técnicas ambientales que determinan los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles o niveles guías de calidad ambiental y de manejo que debe observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes, teniendo en cuenta aquellos que la autoridad nacional establezca como presupuesto mínimo de protección.

CAPÍTULO V Mecanismos de participación ciudadana

ARTÍCULO 12.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, puede convocar a Audiencias Públicas a las personas físicas o

jurídicas, públicas o privadas, responsables, potencialmente afectadas e interesadas en debatir los aspectos que hacen al impacto ambiental de los proyectos o actividades y a las acciones necesarias para prevenir y mitigar el impacto ambiental. Las recomendaciones emanadas de las Audiencias Públicas tendrán carácter no vinculante.

ARTÍCULO 13.- La audiencia pública estará presidida por el Secretario de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable o quién éste designe. La convocatoria deberá hacerse a través de los medios de comunicación oral, escrito y televisivo de mayor difusión, con un mínimo de treinta (30) días de anticipación, poniéndose a disposición de los particulares en igual plazo, toda la información sobre el proyecto objeto de la audiencia, pudiendo los titulares solicitar que se respete la reserva de datos o informaciones que puedan afectar la propiedad intelectual del mismo.

ARTÍCULO 14.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, promoverá la creación de:

- a) Un Cuerpo de Protectores Ambientales, de carácter honorario, con el objeto de colaborar con ella, en actividades de concientización y educación.
- b) Parlamentos Estudiantiles Ambientales, de carácter honorario, que tendrán como objeto colaborar con la Secretaría y las Municipalidades y Comunas, en lo relacionado con la problemática ambiental.

CAPÍTULO VI Educación y medio ambiente

ARTÍCULO 15.- Los principios generales enunciados en la presente ley deberán ser tenidos en cuenta en la aplicación de la Ley Nº 10.759 (Educación Ambiental) o la que la modifique o la reemplace en el futuro, referida a la educación obligatoria sistemática, formal y no formal, y en la capacitación de la administración pública. Para ello, la Provincia y las Municipalidades y Comunas, podrán celebrar convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones públicas y privadas, investigadores y especialistas en la materia, procurando:

- a) El fomento de la investigación científico-tecnológica, desarrollando planes y programas para la formación de especialistas que investiguen las causas y efectos de fenómenos ambientales e incluyan el concepto de sustentabilidad en el desarrollo económico y tecnológico.
- b) La capacitación en materia ambiental de los educadores de todos los niveles.
- c) La promoción de jornadas ambientales con participación de la comunidad, campañas de educación ciudadana respetando las características de cada región.

d) La motivación de los miembros de la sociedad inspirada en el sentido de la corresponsabilidad en lo referente a la protección y mejoramiento del medio ambiente.

e) El estímulo y la capacitación para el desarrollo de tecnologías adecuadas que compatibilicen el crecimiento económico con la preservación de los recursos naturales, la conservación y mejoramiento de la calidad de vida.

CAPITULO VII De las áreas naturales protegidas

ARTÍCULO 16.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable deberá, organizar, delimitar, controlar y mantener el Sistema de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia.

ARTÍCULO 17.- La reglamentación establecerá el Sistema de Áreas Naturales Protegidas a fin de preservar muestras o extensiones representativas de los distintos ambientes de la Provincia, que contenga la categorización de las áreas que integrarán el sistema, según la jurisdicción, dominio y formas institucionales de gestión; tipo de actividades y usos permitidos, prohibidos o limitados; régimen de otorgamiento, suspensión y caducidad de concesiones; permisos y licencias para la explotación y aprovechamiento de los recursos; y toda otra disposición que se considere atinente para el eficiente establecimiento y funcionamiento de las mismas. Además se incluirán las existentes al momento de la promulgación de la presente Ley. La gestión de todas las áreas naturales protegidas deberá hacerse mediante planes estratégicos que contemplen la participación de las comunidades locales en su gestión, monitoreo y vigilancia. Texto según Decreto Nº 827/2000

CAPÍTULO VIII Impacto ambiental

ARTÍCULO 18.- Las personas físicas o jurídicas responsables de proyectos, obras o acciones que afecten o sean susceptibles de afectar el ambiente, están obligadas a presentar ante la Secretaría, conforme al artículo 21º, un estudio e informe de evaluación del impacto ambiental de todas sus etapas.

ARTÍCULO 19.- Los funcionarios y agentes públicos responsables de la aprobación de una acción u obra, que afecte o sea susceptible de afectar el ambiente, están obligados a solicitar, con carácter previo, el informe de evaluación de impacto ambiental, aprobado por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

ARTÍCULO 20.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable debe realizar Auditorías Ambientales de las obras y actividades que se encuentren en ejecución o desarrollo, o ejecutadas y en pleno funcionamiento con preexistencia a la sanción de la presente ley, conforme lo establezca la reglamentación.

ARTÍCULO 21.- La reglamentación preverá todo lo atinente a los procedimientos para la realización y aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental y de las Auditorías Ambientales. Esta deberá contener asimismo la categorización de industrias, obras y actividades, según su riesgo presunto, localización, escala, peligrosidad, calidad y cantidad de materia prima o insumos, cantidad y calidad de residuos que generen, consumo energético y demás características que considere pertinentes. Texto según Decreto N° 827/2000.

CAPÍTULO IX Residuos peligrosos

ARTÍCULO 22.- La reglamentación establecerá los tipos de residuos peligrosos susceptibles de provocar daño directo o indirecto a seres vivos o propiedades bióticas del ambiente en general. Texto según Decreto N° 827/2000

ARTÍCULO 23.- La reglamentación regulará la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos. Texto según Decreto N° 827/2000.

CAPÍTULO X Infracciones, sanciones e incentivos

ARTÍCULO 24.- El criterio de preservación será prioritario frente a cualquier otro en la gestión pública y privada del ambiente y, cuando haya peligro de daño grave e irreversible del mismo, nunca podrá alegarse la falta de certeza absoluta como razón para no adoptar medidas preventivas.

ARTÍCULO 25.- Se consideran conductas dañosas contra el medio ambiente a las siguientes:

- a) Depredación, degradación y demás acciones y omisiones susceptibles de causar daño a las aguas.
- b) Erosión, degradación, esterilización, agotamiento, y demás acciones u omisiones susceptibles de causar daño a los suelos.
- c) Depredación, degradación, u otras acciones u omisiones susceptibles de causar daño a la atmósfera, o la biósfera.
- d) Destrucción, modificación perjudicial u otras acciones u omisiones susceptibles de causar daño al paisaje natural o ambiente humano.
- e) Depredación, degradación y demás acciones u omisiones susceptibles de causar daños a la flora y fauna silvestre, áreas protegidas y patrimonio genético.

En los casos de contaminación o envenenamiento de estos factores naturales, que constituyen delitos o contravenciones punibles, se dará comunicación inmediata a los órganos jurisdiccionales correspondientes.

ARTÍCULO 26.- Las obras o actividades susceptibles de degradar el medio ambiente y/o afectar la calidad de vida de la población que se inicien durante el trámite administrativo de aprobación del estudio de impacto ambiental sin contar

con el permiso correspondiente, serán suspendidas de inmediato. La persona física o jurídica responsable de daños al ambiente, será intimada a la reparación del ecosistema afectado, conforme la reglamentación de la presente ley. En ambos casos, las medidas descritas serán independientes de las sanciones civiles y/o penales que pudieren corresponder.

ARTÍCULO 27.- Las sanciones administrativas que podrá aplicar la Secretaría de Medio Ambiente del Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente por infracciones a la presente ley y a otras normas especiales de carácter ambiental, conforme a lo que establezca la reglamentación, serán las siguientes.

a) Apercibimiento.

b) Multa, cuyos montos mínimos y máximos serán establecidos al valor equivalente en pesos entre trescientos ochenta y cuatro (384) y trescientos ochenta y cuatro mil (384000) litros de gasoil al momento de hacerse efectivo su importe respectivamente. El infractor sujeto a la sanción prevista en el párrafo anterior, deberá hacer efectivo el pago dentro de los quince (15) días hábiles contados a partir de su notificación fehaciente, mediante giro bancario o postal a nombre de la Autoridad de Aplicación, o depósito en las cuentas oficiales establecidas al efecto, bajo apercibimiento de proceder a su cobro compulsivo por vía judicial por parte de la Asesoría Jurídica permanente de la Autoridad de Aplicación. A tales fines será suficiente, a título ejecutivo la resolución dictada por la Autoridad de Aplicación en el respectivo expediente administrativo. La ejecución se realizará conforme el procedimiento previsto para los apremios fiscales.

c) Suspensión total o parcial de la concesión, licencia y/o autorización de instalación o de funcionamiento otorgada, pudiendo establecerse plazos y condiciones para subsanar las irregularidades detectadas.

d) Caducidad o cancelación total o parcial de la concesión, licencia y/o autorización otorgadas.

e) Clausura temporal, definitiva, parcial o total del establecimiento, edificio o instalación.

f) Retención de los bienes de naturaleza o condiciones, respecto de los cuales haya antecedentes para estimar un uso o consumo nocivo o peligroso para el ambiente y la calidad de vida de la población, hasta tanto se realicen las pruebas correspondientes para disipar la situación dudosa.

g) Decomiso de los bienes materiales o efectos que hayan sido causa o instrumento de una infracción, de las leyes y reglamentos ambientales.- h)

Destrucción o desnaturalización de bienes, según corresponda a la naturaleza o gravedad de la infracción o al peligro que dichos bienes impliquen para el

ambiente y la calidad de vida de la población.- La Autoridad de Aplicación podrá celebrar convenios con los Municipios y Comunas a fin de delegar en estos sus funciones de contralor y sus atribuciones de imponer las sanciones administrativas que correspondan. Los Municipios y Comunas que posean convenio con la Autoridad de Aplicación de acuerdo a lo establecido en el párrafo precedente, percibirán hasta el 80 % de lo recaudado en concepto de multas generadas en sus respectivas jurisdicciones." Texto según Art. 1 de Ley N° 13060.

ARTÍCULO 28.- A fin de determinar el tipo y graduación de la sanción deberá tenerse en cuenta la magnitud del daño o peligro ambiental ocasionados, la condición económica del infractor, su capacidad de enmendar la situación generada y el carácter de reincidente.

ARTÍCULO 29.- El Poder Ejecutivo Provincial priorizará en sus políticas de crédito y fiscales de desarrollo industrial y agropecuario, aquellas actividades de investigación, producción, e instalación de tecnologías que promuevan el uso racional de los recursos naturales y la preservación de los ecosistemas, en concordancia con los objetivos de la presente ley. Asimismo, preverá un régimen de difusión pública orientado a informar a la población acerca de los incentivos y beneficios que se otorguen.

ARTÍCULO 30.- La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable confeccionará una Etiqueta oficial de distinción de los productos o servicios en el mercado que certifiquen que en sus procesos de producción o prestación se han respetado las normas de calidad ambiental, y los principios establecidos en la presente ley. Reglamentariamente se establecerán los requisitos y procedimientos de otorgamiento.

ARTÍCULO 31.- La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable deberá instrumentar programas de autogestión y autoregulación ambiental, y compromisos voluntarios, para la protección de la calidad ambiental responsables de las actividades productivas riesgosas.

5.4 CATEGORIZACIÓN SEGÚN SU NIVEL DE COMPLEJIDAD AMBIENTAL

El NCA de un establecimiento se obtiene mediante un cálculo en base a una fórmula polinómica en la que se contemplan los siguientes factores, conforme lo establecido por las resoluciones SAyDS N°177/2007, N°303/2007 y N° 1639/2007. El gobierno de Santa Fe adhiere a la Ley Nacional 25.675.

$$Nc = ER + Ru + Ri + Di + Lo$$

Donde:

Nc = Nivel de complejidad

ER = Efluentes y residuos

Ru = Rubro

Ri = Riesgo

Di = Dimensionamiento

Lo = Localización

Estos parámetros podrán adoptar los siguientes valores:

Nivel de complejidad (Nc):

- Hasta 11: establecimientos de Primera categoría
- De 12 a 25: Establecimientos de Segunda categoría
- Mayor de 25: Establecimientos de Tercera categoría

Efluentes y residuos (ER):

Se clasifican como de tipo 0, 1 ó 2 según el siguiente detalle:

TIPO 0:

GASEOSOS: componentes naturales de aire (incluido vapor de agua); gases de combustión de gas natural.

LÍQUIDOS: agua sin aditivos; lavado de planta de establecimientos del Rubro 1, a temperatura ambiente.

SÓLIDOS Y SEMISÓLIDOS: asimilables a los domiciliarios.

TIPO 1:

GASEOSOS: gases de combustión de hidrocarburos líquidos.

LÍQUIDOS: agua de procesos con aditivos y agua de lavado que no contengan residuos especiales o que no pudiesen generar residuos especiales. Provenientes de plantas de tratamiento en condiciones óptimas de funcionamiento.

SÓLIDOS Y SEMISÓLIDOS: resultantes del tratamiento de efluentes líquidos del tipo 0 y/o 1. Otros que no contengan residuos especiales o de establecimientos que no pudiesen generar residuos especiales.

TIPO 2:

GASEOSOS: todos los no comprendidos en los tipos 1 y 2.

LÍQUIDOS: con residuos especiales o que pudiesen generar residuos especiales. Que posean o deban poseer más de un tratamiento.

SÓLIDOS Y SEMISÓLIDOS: que puedan contener sustancias peligrosas o pudiese generar residuos especiales.

De acuerdo al tipo de efluentes y residuos generados, el parámetro ER adoptará los siguientes valores:

- TIPO 0: se le asigna el valor 0.
- TIPO 1: se le asigna el valor 3.
- TIPO 2: se le asigna el valor 6.

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.

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:

- GRUPO 1: se le asigna el valor 1.
- GRUPO 2: se le asigna el valor 5.
- GRUPO 3: se le asigna el valor 10.

Riesgo (Ri): Se tendrán en cuenta los riesgos específicos de la actividad, que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante, asignando 1 punto por cada uno, a saber:

- Riesgo acústico
- Riesgo por aparatos sometidos a presión.
- Riesgo por sustancias químicas
- Riesgo de explosión
- Riesgo de incendio.

Dimensionamiento (Di): Este parámetro tendrá en cuenta:

a) Cantidad de personal:

- Hasta 15: adopta el valor 0.
- Entre 16 y 50: adopta el valor 1.
- Entre 51 y 150: adopta el valor 2.
- Entre 151 y 500: adopta el valor 3.
- Más de 500: adopta el valor 4.

b) Potencia instalada (en HP):

- Hasta 25: adopta el valor 0.
- De 26 a 100: adopta el valor 1.
- De 101 a 500: adopta el valor 2.
- Mayor de 500: adopta el valor 3.

c) Relación entre superficie cubierta y superficie total:

- Hasta 0,2: adopta el valor 0.
- De 0,21 hasta 0,5: adopta el valor 1.
- De 0,51 hasta 0,81: adopta el valor 2.
- De 0,81 hasta 1: adopta el valor 3.

Localización (Lo): Este parámetro tendrá en cuenta:

a) Zona:

- Parque industrial: adopta el valor 0.

- Industrial exclusiva y rural: adopta el valor 1.
- El resto de las zonas: adopta el valor 2.

b) Infraestructura de servicios:

Por la carencia de cada uno de los siguientes servicios se asigna un valor de 0,5:

- Agua
- Cloaca
- Luz
- Gas

Aplicando la Fórmula para la categorización de la Industria al presente proyecto surgen los siguientes valores:

Efluentes y residuos (ER): Los efluentes gaseosos principales del presente proyecto corresponden a gases livianos del tope de columnas, pertenecientes al proceso de eliminación de CO₂, por lo que estos gases principalmente son: CO₂ con trazas de etano e H₂.

Los efluentes líquidos consisten en mezclas de propilenos y butilenos.

Por estas razones, se considera que el proyecto pertenece al TIPO 2 de efluentes y residuos, por lo tanto, corresponde un valor de ER= 6.

Rubro (Ru): El rubro al que pertenece el siguiente proyecto es el de industria petroquímica. De acuerdo a la clasificación internacional de actividades y teniendo en cuenta las materias primas empleadas, la industria pertenece al TIPO 3, por lo que se le asigna al termino RUBRO un valor de Ru=10.

Riesgo (Ri): Se considera que en el siguiente proyecto existen los siguientes riesgos:

- Riesgo acústico: SI, ya que los operadores estarían expuestos al ruido ocasionado por los varios compresores que poseería la planta.
- Riesgo por aparatos sometidos a presión: SI, debido a que se emplean equipos que contienen el fluido sometido a una presión interna superior a la presión atmosférica.
- Riesgo por sustancias químicas: NO
- Riesgo de explosión: NO
- Riesgo de incendio: SI, este riesgo se desprende de la inflamabilidad de las materias primas empleadas (bioetanol).

Por estas razones se le asigna al termino RIESGO un valor de Ri=3

Dimensionamiento (Di):

- a. Cantidad de personal: 151-500, por lo tanto, adoptamos el valor 3.
- b. Potencia instalada: mayor de 500 HP, por lo tanto, adoptamos el valor 3.

c. Relación entre superficie cubierta y superficie total: de 0,21 a 0,50, por lo tanto, adoptamos el valor 1.

Consecuentemente, el valor para el termino DIMENSIONAMIENTO es de $D_i=7$

Localización (Lo): Para el caso de la localización el análisis arroja:

a. Zona: Parque industrial, por lo tanto, adoptamos el valor 0.

b. Infraestructura: el parque cuenta con todos los servicios mencionados en este apartado, por lo tanto, adoptamos el valor 0.

De este modo, el valor para el termino LOCALIZACION es de $L_o=0$

Finalmente, reemplazamos los valores de los términos evaluados para el presente proyecto y calculamos el nivel de complejidad de la industria:

$$N_c = ER + Ru + Ri + Di + Lo$$

$$N_c = 6 + 10 + 3 + 7 + 0$$

$$N_c = 26$$

El nivel de complejidad nos da un valor de 26, por lo tanto, el establecimiento del presente proyecto, pertenece a LA TERCERA CATEGORIA.

5.5 EVALUACIÓN AMBIENTAL

5.5.1 MEDIO NATURAL

Por Medio Natural entendemos al conjunto del Medio Ambiente Físico y al Medio Socio Económico. Ambos serán descriptos a continuación para la ciudad de San Lorenzo (Santa Fe), lugar donde se radica el parque industrial de mismo nombre en el que se situará la planta del presente proyecto.

5.5.1.1 MEDIO AMBIENTE FÍSICO

El proyecto se emplazará en el Parque industrial de San Lorenzo, provincia de Santa Fe. La provincia de Santa Fe, dividida en 19 departamentos, se encuentra ubicada en el centro de la República Argentina, con una superficie de 133.007 Km². Cuenta con una población que supera los 3.000.000, lo que la ubica en tercer lugar en cuanto a cantidad de habitantes dentro del país, después de Buenos Aires y Córdoba. Limita al norte con la provincia del Chaco; al este con las provincias de Corrientes y Entre Ríos; al sur con la provincia de Buenos Aires y al oeste con las provincias de Córdoba y Santiago del Estero.

A continuación, se realizará una breve descripción del Medio Ambiente Natural Regional en el que está inserta la planta.



FIGURA 18. Regiones geográficas de Argentina

Aspectos geográficos

La provincia de Santa Fe pertenece por completo a la Llanura Platense.

Situada entre los meridianos 59 y 63 y los paralelos 28 y 34" 30' de Latitud Sur, Santa Fe es, tanto por su población como por sus recursos naturales, una de las provincias más ricas de la Argentina.

Superficie	133.007
total	km2

Perímetro	2.126 km
total	

A lo largo de su eje norte-sur, el territorio santafesino tiene una longitud de 720 km. y en su eje este-oeste alcanza 380 km.

Todo el territorio es una extensa llanura de construcción o acumulación con inclinación noroeste-sureste. Su altura sobre el nivel del mar, característica de la inmensa llanura de la que forma parte, oscila entre los 10 y los 125 m, y es posible definir en él dos regiones geográficas distintas:

- La Llanura Chaqueña, abarca la mitad norte de nuestra provincia junto a las provincias de Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Este de Salta.
- La Llanura Pampeana, conformada por la región sur de Santa Fe, Córdoba y San Luis y las provincias de Buenos Aires y La Pampa.

Relieve

El relieve santafesino es una extensa llanura inclinada en dirección noroeste sudeste, cuyos sedimentos han ido colmando una gran fosa tectónica de hundimiento. Se diferencia en sus zonas norte y sur, las que integran las regiones chaqueña y pampeana respectivamente, presentando diversos aspectos: las subregiones del Chaco Oriental y de la Diagonal Fluvial de la Región Chaqueña, y las subregiones de la Pampa del Norte o de la Colonia y de la Pampa Ondulada en la mitad sur y sudeste.

El Chaco Oriental, conocido también como los Bajos Submeridionales, está caracterizado por la uniformidad de los suelos, en donde la falta de drenaje causa la formación de cañadas, lagunas y zonas anegadizas, en coincidencia con los períodos de mayores precipitaciones. En la diagonal fluvial, en el noroeste provincial, existe un relieve plano con una suave inclinación hacia el sur y el este lo cual condiciona el sentido del escurrimiento de los numerosos arroyos, cañadas y lagunas que los surcan. Allí se genera una formación arbórea conocida como cuña boscosa.

El relieve de transición en el centro provincial, suavemente ondulado a plano o deprimido en las cercanías de los arroyos y los ríos como el río Salado, y en donde se presentan desde bosques bajos hasta amplias sábanas de pastizales y pajonales, marca el nexos con la zona pampeana del sur. La Pampa norte que se abre a partir de aquí es caracterizada por la monótona llanura sólo interrumpida por los ríos, arroyos y suaves lomadas.

Por último, la Pampa Ondulada, situada al sudeste del río Carcarañá, es una franja litoral que topográficamente se caracteriza por estar a menos de 100 m sobre el nivel del mar; presentando ondulaciones suaves con desniveles inferiores a 5 metros y valles fluviales abarrancados. El punto más alto de la provincia se sitúa en la localidad de Labordeboy, al sudoeste de la provincia, con una altitud de 104 msnm.

Sismicidad

La provincia responde a las subfallas del río Paraná, y del río de la Plata y a la falla de Punta del Este, con sismicidad baja. Sus últimas expresiones se produjeron además del sismo de 1948, el 5 de junio de 1888 (127 años), a las 3.20 UTC-3, con una magnitud aproximadamente de 5,0 en la escala de Richter (terremoto del Río de la Plata de 1888).

Recursos hídricos

Todos los ríos y arroyos que cruzan el territorio santafesino depositan sus aguas directa o indirectamente en el río Paraná.

El caudaloso río Paraná que corre a lo largo del límite Este de la provincia de Santa Fe, provoca un importante movimiento económico en la Región del Litoral. Su cuenca cubre más de 2.800.000 km² y hermana a nuestro país con Brasil, Bolivia y Paraguay.

El Paraná es navegable por buques de ultramar desde Santa Fe, Capital de la Provincia, hasta su desembocadura en el Río de la Plata y por barcazas y buques de poco calado desde aún más al Norte.

Los brazos más importantes de este río son: el Coronda, el Santa Fe - frente a la ciudad Capital -, el San Javier y el Colastiné. Otros dos grandes ríos cruzan la provincia para llevar sus aguas al Paraná: el Salado y el Carcarañá.

Este sistema fluvial que junto al Río de la Plata conforma una red navegable de más de 3.000km., provoca una importante participación de Santa Fe en la actividad económica.

El 40% de los cereales con destino a los mercados mundiales se despachan por el Paraná, así como productos agrícolas y forestales del Nordeste son transportados por su curso en trenes de barcazas.

El Puerto de Santa Fe situado a la altura del km 590 del Río Paraná y unido al mismo por un canal de acceso, presenta la particularidad de hallarse a 800 km del mar.

Actualmente la actividad del puerto de Santa Fe es limitada, pero está en condiciones de operar tanto con barcazas como con buques de ultramar, constituyendo así un factor de reactivación económica en permanente y favorable evolución, ya que se encuentra ubicado en plena zona de producción agrícola-ganadera.

Cuenta con tres diques y elevadores cuya capacidad alcanza a las 65.000 toneladas, y accesos ferroviarios de distinta trocha.

Clima

La ciudad de Santa Fe recibe una marcada influencia del río Paraná en las condiciones climáticas, atenuando sus características de mediterraneidad. La temperatura media anual oscila entre los 17°C en el extremo meridional y los 21°C en la zona septentrional.

El territorio provincial se extiende en la zona templada, salvo áreas septentrionales menores de clima subtropical con estación seca (noroeste) y sin estación seca (noreste).

Los vientos alisios, cálidos y húmedos que penetran en el territorio de la provincia desde el NE, ejercen una fuerte influencia sobre el clima, sobre todo en verano. El régimen de precipitaciones varía entre 900 mm y 1.000 mm anuales.

En verano, las temperaturas van de 22°C alcanzando como máximo los 38°C, y hasta 43°C; con un promedio de 27°C. El calor se hace notar en Santa Fe desde octubre - noviembre y continúa hasta pasados los primeros días de abril.

En invierno, las temperaturas oscilan entre los 15°C, alcanzando como mínimo los -1°C; con un promedio de 9°C. El avance de las oleadas de aire frío procedentes de la región sur, origina bajas temperaturas que llegan a descender más allá del cero grado y generan heladas en algunos casos.

Flora y fauna

Flora

En la Llanura Chaqueña de clima árido y seco, los grupos de árboles alternan con extensiones cubiertas de hierbas y pajonales.

Las especies que podemos encontrar en los bosques chaqueños son variadas: quebracho colorado, quebracho blanco, urunday, lapacho negro, palo borracho, guayacán, mistol, chañar, espinillo.

En los lugares más húmedos son frecuentes los palmares (palmerita caranday) y en los terrenos anegados predominan pajonales y juncales.

Junto a los ríos de la región existe una estrecha franja cubierta de plantas, arbustos y árboles como el timbó blanco y colorado, curupí, ñapindá, quebrachillo, tala y pindó.

Es muy característica también la presencia de ceibos, sauces y abundantes camalotales, juncales y pajonales.

En la región correspondiente a la Llanura Pampeana se han introducido muchas especies exóticas como eucaliptos, pinos, fresnos y paraísos cultivados con fines forestales, y ornamentales que transforman el paisaje original.

Los pastizales pampeanos se componen de cebadilla criolla, paja voladora, flechilla negra, romerillo blanco, carqueja, yerba de oveja, trébol, abrojo, machín y manzanilla. Con la primavera, el suelo se cubre de gramíneas y con las primeras lluvias de noviembre algunas especies florecen en rojo, blanco y azul. En la zona de lagunas predominan las totoras, juncos, cañaverales y espinillos.

Fauna

Los animales que viven en los campos, montes y bañados; las lagunas, ríos e islas, constituyen nuestra fauna silvestre autóctona. Forman parte de ella numerosas especies animales.

Los peces constituyen un valor de suma importancia en la fauna de nuestra región:

Amarillos, Armados, Bogas, Dorados, Pejerreyes, Moncholos, Patíes, Surubíes, Manduvíes, Mojarras, Pacúes y Sábalo, entre otros.

5.5.1.2 MEDIO AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y DE INFRAESTRUCTURA **Caracterización poblacional**

San Lorenzo ciudad en la zona sur de la provincia de Santa Fe, Argentina, a 23 km al norte de la ciudad de Rosario; en la orilla occidental del río Paraná y a 147 km de la capital provincial. Es la ciudad cabecera del departamento San Lorenzo, y tiene 46.239 habitantes (INDEC, 2010).

De acuerdo al Censo Nacional realizado en 2010 presenta una tasa de empleo del 45,7%, mientras que la tasa de desocupación del 6,7%. La esperanza de vida, en base al censo 2010, se estima a nivel provincial en 71 años para los hombres y 79 años para las mujeres.

Cabe mencionar una investigación realizada por la Universidad del Litoral y el Conicet, en donde la ciudad de San Lorenzo figura en el puesto 9° entre las localidades de la provincia de Santa Fe que mejor calidad de vida ofrecen a su población. El relevamiento realizado consideró indicadores como nivel educativo, acceso a obra social, hacinamiento en el hogar, condiciones de la vivienda, tasa de la mortalidad infantil, calles pavimentadas, acceso a cloacas, gas natural y agua de red.

En tanto la educación es un pilar fundamental para el desarrollo humano de la sociedad: es fuente de oportunidades de crecimiento personal y permite conformar una comunidad capacitada para el acceso al empleo, la integración social y el desempeño ciudadano reflexivo y comprometido con la vida democrática. Es así que el Gobierno de la Ciudad ha asumido la relevancia de garantizar el acceso a la educación de calidad para todos los santafesinos y, al mismo tiempo, la construcción de ciudadanía a partir de la inclusión de la mirada educadora en todas las políticas públicas, con vistas a generar una cultura de la convivencia ciudadana basada en el respeto a las normas que regulan la vida en comunidad. En la ciudad de San Lorenzo el 49,7 % de la población (de 10 años y más) tiene un nivel de escolaridad igual o superior al secundario completo. En términos comparativos, dicha participación se mantiene respecto del año 2012, reflejándose el cumplimiento de la obligatoriedad del nivel medio.

Actividad económica

San Lorenzo es un importante centro industrial a nivel nacional. Con el vecino Puerto General San Martín comparte el complejo exportador portuario más importante del país, el Complejo Portuario San Lorenzo - Puerto General San Martín, el cual se encuentra sobre los últimos kilómetros del Río Paraná aptos para buques de ultramar. Destacan empresas activas en los rubros petroquímica y farmacéutica, metalmecánica (motos) y alimenticia sobre el Río Paraná, de las

cuales varias tienen instalaciones portuarias propias. Además, San Lorenzo cuenta con un parque industrial sobre la Autopista AP 01 entre Rosario y Santa Fe, con predominio de empresas medianas.

Complejo portuario de San Lorenzo

El Complejo Portuario San Lorenzo - Puerto San Martín, es un grupo de Terminales de Embarques y de muelles privados, para cereales/subproductos, aceites, combustibles, hidrocarburos, minerales, químicos y petroquímicos. El Complejo es el polo exportador más importante del país: sale el 39,2 % del total exportado por Argentina en granos, aceites, subproductos oleaginosos en 1997. A sus terminales llega la producción cerealera de un vasto hinterland del centro, litoral y noroeste del país. A la actividad cerealera del complejo hay que agregarle la actividad en rubros hidrocarburos y derivados, gas, químicos, petroquímicos y minerales.

Puerto de San Lorenzo

Se encuentra dentro del "Complejo Portuario San Lorenzo - Puerto Gral. San Martín", que abarca la totalidad de las terminales de embarques y muelles existentes entre los km 435 y 459 del Río Paraná, que integran a su vez la principal zona portuaria del país, conocida como el Up-River. Las instalaciones portuarias están a cargo de la Municipalidad homónima.

Infraestructura de servicios

La accesibilidad de todos los santafesinos a los servicios públicos esenciales resulta condición necesaria para el bienestar de la población y el progreso de la ciudad. Se hace imposible avanzar hacia ciertos estadios mínimos de desarrollo si no se brindan estas condiciones de vida, tanto por los requerimientos de la población de contar con entornos saludables de crecimiento y convivencia como por las exigencias de la expansión productiva y la estabilidad social. Recordando que, en relación a la cobertura de los principales servicios públicos, el Censo Nacional 2010 muestra que, del total de hogares particulares ocupados de la ciudad, un 91,3 % manifiesta contar con servicio de agua potable, un 56 % con servicio de cloaca y un 50,5 % con servicio de gas natural.

Electricidad

El acceso a servicios energéticos, como elemento fundamental de la vida moderna y de mejora en las condiciones ambientales de los grupos socialmente más vulnerables, constituye uno de los pilares hacia el desarrollo sustentable. En la ciudad la Empresa Provincial de la Energía (EPE) tiene a su cargo el suministro de energía eléctrica. El sector residencial es un componente clave en el contexto energético de la ciudad. En 2013 representa el 87,2 % del total de "pequeños

clientes” de la empresa, lo que equivale a 3,9 % superior a la cantidad de clientes residenciales registrados en 2012. El consumo de energía en los últimos años se incrementa, influenciado principalmente por el crecimiento demográfico, el desarrollo tecnológico y los hábitos de consumo y estilos de vida de la población.

Gas:

El gas natural es una de las fuentes de energía más importantes de uso doméstico, comercial, industrial y del transporte. Constituye uno de los servicios domiciliarios esenciales para la satisfacción de las necesidades básicas del hogar. En 2013 el suministro de gas natural en la ciudad alcanzó un incremento del 2,3 % respecto del año anterior. Los clientes corresponden a Litoral Gas SA, principal proveedora y a Cooperativa Setúbal Ltda., única sub-distribuidora que brinda dicho servicio sólo en algunos barrios de la ciudad, abasteciendo al 17,3 % del total aproximadamente. El consumo anual residencial de la ciudad en 2013 representa un aumento del 8,2 % en relación a 2012 y posiciona a esta categoría como la de mayor participación (54,8 %) en el total consumido durante 2013.

Agua

El volumen de agua utilizado en los hogares resulta un elemento importante para los servicios de abastecimiento de agua domiciliar por su influencia en la higiene y en la salud. La empresa Aguas Santafesinas SA tiene a su cargo la provisión de agua de red y servicio de cloaca en la ciudad. La categoría residencial es la de mayor participación en la totalidad de clientes de ASSA con servicio (91,5 %).

5.6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en la implantación, funcionamiento y abandono de una planta petroquímica que producirá 50.000 toneladas anuales de polietileno de baja densidad, de elevada pureza, con la finalidad de abastecer al mercado. Esta necesidad surge, entre otros factores, a raíz de que Argentina es uno de los mayores consumidores a nivel mundial de plástico.

El proceso de producción de polietileno a partir de bioetanol de origen vegetal consta de dos etapas principales.

La primera etapa está basada en la deshidratación del bioetanol en forma de vapor a etileno consiste de dos etapas las cuales son la etapa de deshidratación para convertirlo a etileno y la etapa de purificación la cual remueve el agua del etileno producido.

En la etapa de deshidratación, la tecnología con lecho fluidizado de Lummus es usado como se muestra en la Figura 19. El bioetanol líquido a la presión atmosférica es bombeado a la presión de operación y es vaporizado a la

temperatura de reacción. El bioetanol vaporizado (10) es luego introducido dentro del reactor de lecho fluidizado (11). El reactor contiene un catalizador adecuado y un lecho catalítico (12) mantenido en estado fluidizado por el bioetanol gaseoso que ingresa en el reactor. El reactor de lecho fluidizado se mantiene a las condiciones de deshidratación las cuales son 350°C y 0,98 atm (98,2 KPa).

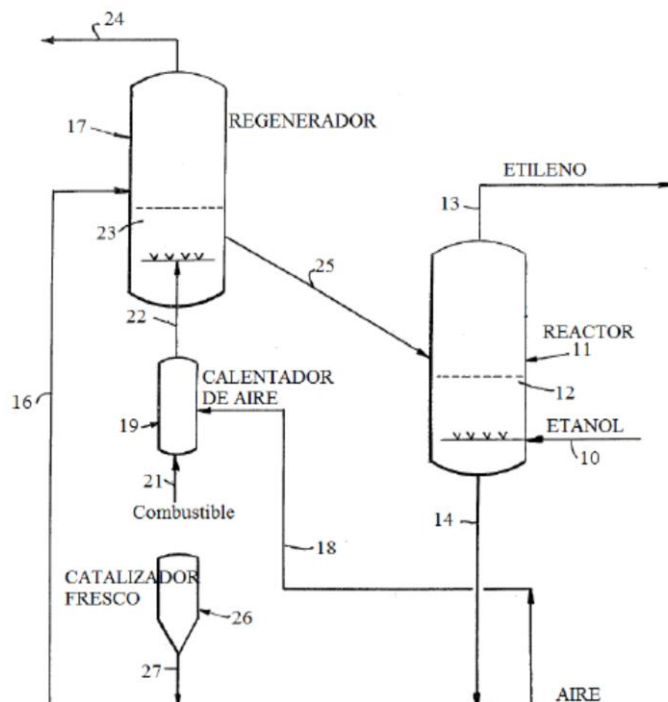


FIGURA N° 19. Reactor lecho fluidizado de Lummus

Considerando los avances en la tecnología de catalizadores para el proyecto se considera una conversión de 99.9% y una selectividad de 99.7%.

El tiempo de residencia para la reacción es seleccionado para lograr la conversión deseada a la temperatura de operación. Este tiempo de residencia varía entre 1 a 10 segundo dependiendo de la temperatura de operación. Para el presente proyecto que se trabaja a 350°C se necesitará solo 2.0 segundos de tiempo de residencia

El bioetanol es introducido a una velocidad superficial suficiente para mantener el lecho catalítico en estado fluidizado. Las velocidades recomendadas varían entre 0.25 a 3 pies/segundo.

Los productos son separados del reactor y una parte del catalizador desactivado es transportado al regenerador (17) utilizando aire.

El catalizador fresco almacenado en una tolva (26) es transportado al regenerador junto con el catalizador desactivado. El catalizador es mantenido en estado de lecho fluidizado en el regenerador por el aire calentado indirectamente con la quema de combustible en el calentador de aire (19). El regenerador opera a la

temperatura que permita calentar el catalizador desactivado, así como para quemar el carbón y alquitrán formado durante la reacción de deshidratación. El catalizador caliente es entonces introducido dentro del reactor para proporcionar el calor requerido por la reacción de deshidratación isotérmica y los sub-productos de la combustión son retirados del regenerador a través de la línea 24.

Para remover las trazas de dióxido de carbono en la corriente gaseosa producto del reactor (13) se lava el gas con hidróxido de sodio en una torre de lavado cáustico. Previamente la corriente gaseosa se enfría a 35°C y algo de agua se condensa. Se hace pasar a través de un absorbedor donde la corriente de lavado ingresa por la parte superior.

La parte superior de la torre de absorción que contiene aproximadamente 99.7% mol de etileno se comprime y pasa a través de un lecho desecante con mallas moleculares para producir etileno de grado polímero con una pureza cercana a 100% mol de etileno.

La segunda etapa se lleva a en un proceso continuo:

ETILENO → POLIETILENO

Donde el etileno alimentado al reactor RX-201 en un rango de presión de 1100 a 2000 Kg/cm² (1085,88 atm) se polimeriza en un proceso de radicales libres por la descomposición de peróxidos orgánicos. El etileno que no se convierte, se separa, se recircula, se enfría y se vuelve a comprimir.

La polimerización del etileno es un proceso complejo en cuanto a la estabilidad del reactor y el control de las propiedades del polímero. Además dicha reacción es bastante sensible a dos variables: la temperatura y la intensidad del mezclado entre el iniciador (catalizador) y el monómero (etileno). Ambas juegan un papel muy importante, ya que si hay problemas en el mezclado, se pueden formar puntos calientes a lo largo del reactor, lo que favorece la descomposición del etileno, disminuyendo el rendimiento (la conversión de etileno hacia polímero) del proceso. Por restricciones de seguridad, este valor varía entre el 10 % y el 15 %.

Además, la descomposición del etileno es una reacción exotérmica, lo cual aumenta la temperatura del reactor y puede ocasionar problemas de runaway o reacción descontrolada.

Para controlar la temperatura se inyecta iniciador y monómero frío en distintas secciones del reactor

Mecanismo de reacción:

Reacción de iniciación

Se utiliza como catalizador un peróxido orgánico, Peróxido de dterc Butilo. Es líquido, de color pálido, inflamable pero no explosivo, de baja toxicidad. Se prepara y maneja a temperatura ambiente.(VER ANEXO VI)

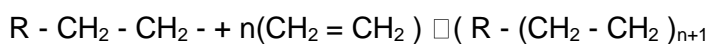
Los radicales RO y OR' se descomponen produciendo radicales simples R y R', los cuales inician la reacción.



El catalizador se compra a la empresa Pirobloc y se regenera constantemente, después de que sale del reactor de polimerización.

Reacción de propagación

Los radicales libres R, son muy activos reaccionan rápidamente formando polímeros de cadenas largas, por adición sucesiva de moléculas de etileno.



Las altas presiones favorecen la reacción y consecuentemente a mayor presión se obtienen polímeros de mayor peso molecular, es decir, se obtendrán cadenas más largas.

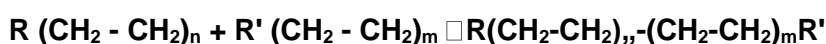
Las cadenas formadas son de orden de 1000 moléculas de etileno.

A presiones bajas o moderadas, solo se obtiene polímeros grasos o líquidos. Los polímeros comerciales requieren presiones superiores a 1000 Kg/cm² (987,16 atm), obteniéndose en esta forma productos con un peso molecular que varía de 10000 y 50000.

La reacción de propagación es menos sensitiva a la temperatura que a la reacción de iniciación, teniendo una alimentación satisfactoria de radicales libres, la propagación puede ser sostenida sin dificultad en un rango de 150 a 300°C. (423 a 573 °K)

Reacción de terminación:

La velocidad de producción de radicales libres por el catalizador, es balanceada por la velocidad con que estos son absorbidos dentro del sistema. La terminación de la reacción se efectúa por la mutua saturación de dos cadenas de radicales, que se combinan según se ilustra en la siguiente ecuación:



En esta forma queda integrada la molécula de polietileno, cuyas propiedades dependerán del número de moléculas de etileno que hayan sido polimerizadas.

La planta se puede subdividir en las siguientes secciones:

a) Alimentación de etileno: El etileno proveniente de la primera etapa con una presión de 20 Kg/cm² (19,75 atm) y 30°C (303 °K), pasa a través de mediciones de temperatura, presión y flujo.

b) Compresión primaria: La función de la compresión primaria, es la de extraer etileno a 20 Kg/cm² y enviarlo a la próxima etapa a una presión de 300 Kg/cm², para lograrlo primero atraviesa el filtro F-201 y luego se comprime desde 20 a 60-120 hasta alcanzar los 300 kg/cm². La temperatura se controla mediante unos enfriadores instalados en cada paso (E-201, 202, 203).

c) Compresión secundaria: En esta etapa de compresión, el gas es elevado a la presión de reacción. El etileno proveniente de la compresión previa pasa a través del filtro F-202, llegando con una presión de 300 Kg/cm² y 40°C.

Se va comprimiendo desde 300 a 900 Kg/cm² y luego hasta alcanzar los 2000 Kg/cm², en tanto su temperatura va desde los 40°C hasta finalizar en 65°C. La temperatura del gas se controla en cada paso, mediante enfriadores con agua instalada en las descargas de cada paso (E-204/E-208). El etileno se envía como alimentación al reactor RX-201, a una temperatura de 65 °C

d) Polimerización: La reacción de polimerización se lleva a cabo en un reactor cilíndrico RX-201, en condiciones de hasta 2000 Kg/cm² (1975 atm) y de 300°C (573°K); el cual está provisto de un agitador axial que cubre toda la longitud del recipiente.

El agitador es accionado por un motor, localizado en la parte interna superior del reactor y tiene una mampara en la parte central. El catalizador se inyecta continuamente de manera automática, controlando la reacción exotérmica en valores de temperatura preseleccionados.

La presión del reactor se controla por medio de una válvula automática de control, instalada en la parte inferior del reactor.

El reactor está provisto de cuatro termopares internos para medir la temperatura de reacción, de cuyas señales se controla la inyección del catalizador y por consiguiente la temperatura de reacción; en posición opuesta a ellos se encuentra una alimentación de etileno y/o catalizador.

e) Separación de etileno gaseoso de alta presión: El producto después de enfriarse pasa al separador de gas de alta presión **S-201**, donde la mayor parte del gas es separada del polímero.

La mezcla de etileno-polietileno entra al separador a 100 °C y 305 kg/cm². El polietileno sale por el fondo, en tanto que el etileno sale por el domo del recipiente, yendo a formar parte de la corriente de gas de retorno.

El polietileno que queda en el fondo, por diferencia de presión se envía al separador de baja presión, este flujo es controlado por la válvula de control de nivel; con el propósito de mantener un sello de polímero en el fondo del separador de gas de alta presión y evitar que el etileno pase directamente al separador de baja presión, o provoque arrastres de polímero de gas de retorno.

f) Circuito de gas de retorno (sistemas de media presión): El etileno que sale por el domo del separador de alta presión, lleva una temperatura de 100°C (373 K) y 305 kg/cm². Esta corriente se une con el etileno fresco descargado de la compresora primaria. Es necesario enfriarla antes de efectuar la mezcla, hasta una temperatura de 40 °C.

g) Separación del etileno gaseoso a baja presión S-202: La válvula además de controlar el nivel en el separador de alta presión, baja la presión hasta 1kg/cm² (0,98 atm), provocando que el gas o fluido se separe, parte por acción ciclónica y parte por gravedad. Todo esto se lleva a cabo en el separador de baja presión.

h) Acumulador de gas a baja presión y compresión: el etileno recuperado es comprimido de 1 a 25 kg/cm² y luego se enfría hasta llegar a una temperatura de 30 °C y 20 kg/cm², para luego unirse con el etileno fresco de carga.

i) Extrusión y corte del producto: El equipo de extrusión y corte **ES-201** es la parte final del proceso, el lugar donde se dará presentación al polímero que se envía a silos para su embolsado y paletizado.

Los extrusores descargan a través de un plato circular con perforaciones. El polímero se pone en contacto con una corriente de agua y un sistema de cuchillas rotatorias; cortando y solidificando el polímero en pequeños gránulos.

El polímero cortado pasa a una centrífuga **CT-201** donde se elimina la humedad contenida, de ahí cae a un alimentador estrella, el cual recibe una corriente de aire de un soplador que permite la transferencia del polímero hacia la parte superior de los silos de almacenamiento del producto donde se clasifica.

La materia prima en forma de granos pequeños entra en la tolva **TV-201** que lo introduce al cañón del extrusor (en temperatura), donde el husillo lleva el material que se va derritiendo pasando por la criba (filtro) hasta los orificios de salida del otro extremo en forma de spaghetti que al enfriarse en un baño de agua son cortado en pedacitos llamados pellets.

j) Embolsado y paletizado: Para el embolsado se utilizan maquinas del tipo FFS-201 (Forma, relleno y sellado) que cumplen las funciones de conformado, llenado y sellado de las bolsas en la misma unidad.

En la etapa de paletizado, la bolsa es transportada por una cinta hasta la maquina paletizadora donde se apilan las bolsas sobre una tarima de madera.

Se las rodea con un manto de film termocontraíble, luego se las envía a un horno donde se las contrae.

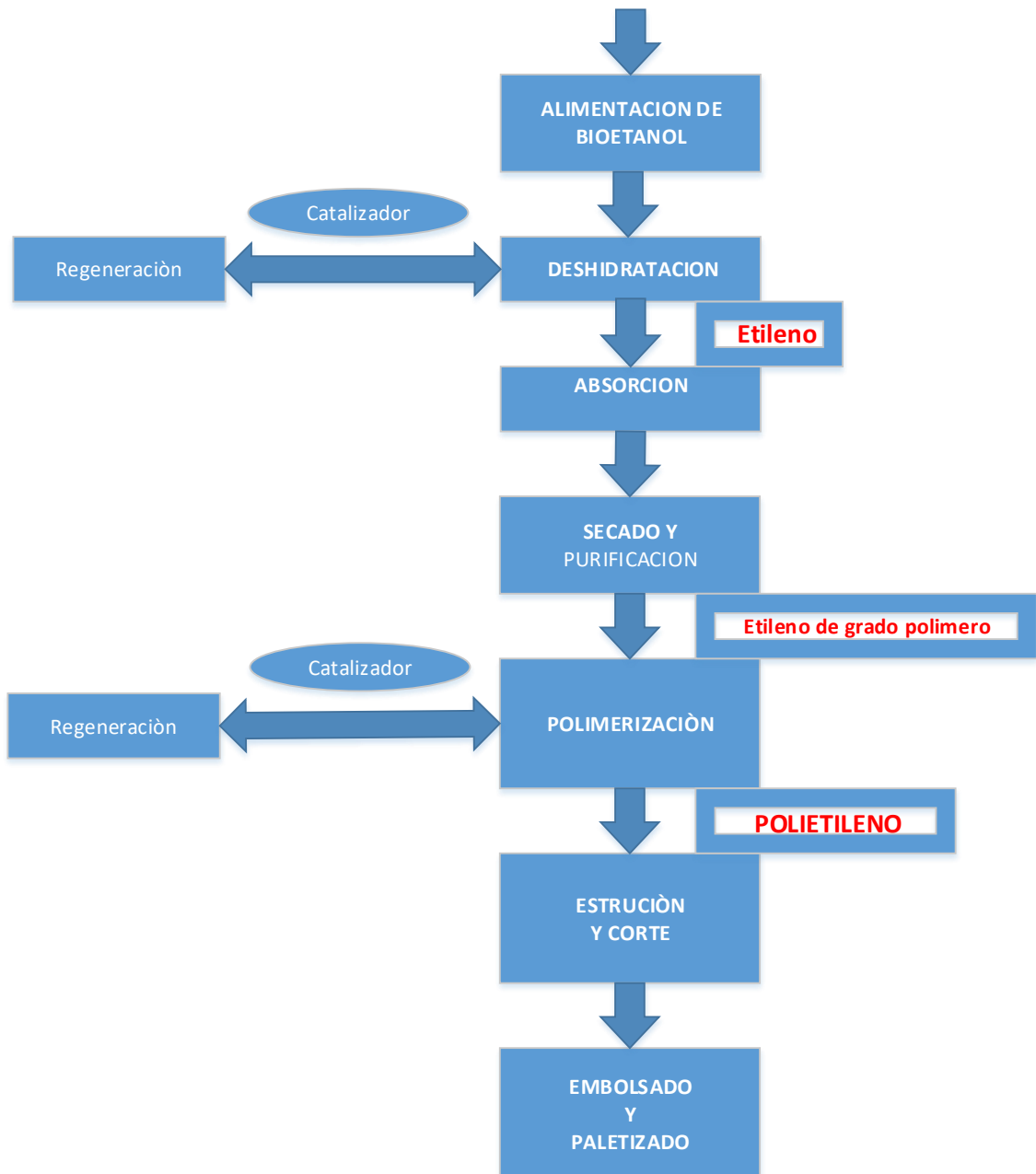


FIGURA N° 20. Diagrama de bloque del balance de materia

LISTADO DE EQUIPOS

A continuación, se listan los equipos empleados en la unidad de Polietileno y se emplea la nomenclatura que figura en los planos y diagramas del ANEXO I “PLANIMETRIA”

Nombre	Descripción
A-101	Acumulador
A-102	Acumulador
C-101	Columna regeneradora
CT-201	Centrifuga
E-101	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-102	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-103	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-104	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-201	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-202	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-203	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-204	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-205	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-206	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-207	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-208	Intercambiador de calor de casco y tubos
E-209	Intercambiador hacia compresión secundaria
E-210	Intercambiador hacia compresión primaria
ES-201	Estrusor
F-201	Filtro hacia compresión primaria
F-202	Filtro hacia compresión secundaria
FFS-201	Embolsado-Paletizado
H-101	Horno
K-101	Compresor hacia E-102
K-102	Compresor hacia SC-101
K-201	Compresor primario
K-202	Compresor secundario
K-203	Compresor
P-101 A/B	Bomba impulsora de Bioetanol
P-102 A/B	Bomba impulsora de AST
P-103 A/B	Bomba para recirculación de aceite
P-201 A/B	Bomba impulsora hacia ES-201
RG-101	Regenerador
RG-201	Regenerador
RX-101	Reactor de lecho fluidizado
RX-201	Reactor de Polimerización
S-101	Separador
S-201	Separador de alta presión

S-202	Separador de baja presión
SC-101	Secador de etileno
SC-102	Secador de etileno
T-101	Torre absorbedora
TK-101	Tanque almacenamiento de Bioetanol
TK-102	Tanque almacenamiento de Aceite
TK-104	Tanque almacenamiento de catalizador gastado
TV-101	Tolva de catalizador fresco
TV-201	Tolva de catalizador
TV-202	Tolva de polietileno
V-101	Válvulas
V-102	Valvulas
V-103	Valvulas
V-104	Valvulas
V-201	Valvulas
V-202	Valvulas
V-203	Válvulas
V-204	Válvulas
V-205	Válvulas

EFLUENTES

Realizamos un breve análisis de los posibles impactos ambientales que se tendrían al instalar la planta de polietileno a partir de bioetanol.

Tenemos tres principales fuentes de contaminación:

a) Corriente de purga: esta corriente contiene 0.64 % de materia orgánica, donde sobresale bioetanol y acetaldehído. Se considera que esta corriente debe someterse a un tratamiento mínimo para disminuir la carga orgánica. Estos componentes orgánicos son de fácil oxidación a compuestos inocuos como dióxido de carbono.

b) Corriente de salida del sistema de secado: esta corriente de agua carga con 1.126% de materia orgánica (bioetanol y eterdietílico). Por el contenido relativamente alto de materia orgánica se necesita obligatoriamente un tratamiento antes de ser dispuesto a la línea de desagüe. Se propone un tratamiento biológico tipo filtro de percolación, el cual tiene una eficiencia de remoción de 90% de carga orgánica.

c) Corriente de salida del regenerador de catalizador: este flujo no está cuantificado, pero resulta del gas formado por la combustión de las moléculas de carbono que se adhieren en la superficie del catalizador.

Debido a que la regeneración es continua y la cantidad de carbono que se debe eliminar por hora es muy pequeña, entonces los gases de combustión formados

serán en pequeña cantidad y por lo tanto no se considera un problema de contaminación. Se debe tener cuidado de que la chimenea tenga la altura suficiente para evitar contaminación a los trabajadores de la futura planta industrial.

5.7 SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Residuos sólidos: Los residuos sólidos, al ser generados por el sector administrativo y de mantenimiento de la planta, recibirán los tratamientos previstos por el parque industrial San Lorenzo, recibiendo su respectivo tratamiento si fuesen considerados Residuos Peligrosos (elementos contaminados) que puede incluir incineración de los mismos. En el caso de papeles de oficina, cartones y plásticos limpios y de comida, podrán destinarse al tratamiento correspondiente para residuos reciclables.

En el caso del catalizador, este es recibido por el proveedor para su regeneración, dada la naturaleza valiosa de sus componentes constructivos, razón por la cual no se emitirían residuos sólidos.

Efluentes líquidos: Los mismos serán enviados a una planta de tratamiento de aguas residuales perteneciente a la empresa SLB Ingeniería ubicada en la ciudad de San Lorenzo.

Emisiones gaseosas: La totalidad de estos gases de residuo es enviada a un sistema de antorcha. Se considera la descarga a antorcha como un mecanismo de seguridad, con el objetivo de eliminar el exceso de gas, y con ello evitar una sobrepresión excesiva e incontrolada que genere finalmente una explosión. El sistema de antorcha permite la recogida y eliminación de forma segura de los vapores procedentes de las válvulas de control, venteos, y mecanismos de alivio de seguridad. En el caso de un fallo total de energía, la planta se lleva a situación de paro, y cualquier operación de descarga se detiene, de modo que sólo el mínimo vapor de los tanques de almacenamiento y de los sistemas de tuberías, es dirigido al venteo para su eliminación.

En el caso de un fallo parcial de energía que afecte sólo a los compresores nuevamente se dirige al colector de venteo, y cualquier operación de descarga deberá realizarse con un caudal reducido.

Muchas situaciones de descarga a antorcha, tienen que ver con fallos en el suministro de energía eléctrica a planta, es por ello que la planta, debe buscar fuentes de suministro alternativas, o sistemas de seguridad que garanticen la no interrupción del suministro de energía eléctrica a planta.

Las situaciones de emergencia en planta pueden ser debidas a:

- Cambio de materia prima
- Fallo de los equipos
- Infraestructura vieja
- Mantenimiento deficiente
- Error humano

- Desviación de los procedimientos operacionales
- Fallos en el suministro eléctrico • operación por encima de la capacidad de diseño

El objeto de la combustión en antorcha, es conseguir un proceso de combustión controlado de compuestos orgánicos que son transportados hasta un quemador, donde mediante una llama al aire, se produce una inertización o destrucción completa. Una vez tienen lugar las condiciones que llevan a una descarga a antorcha, dicho gas será transportado desde el punto de sobrepresión, y a través del mecanismo de alivio, hasta el colector de antorcha. Una vez accede a ella, viajará a través del fuste hasta el sello molecular o dinámico, en la parte alta de la antorcha y previo al quemador, que imposibilita el acceso de oxígeno aguas arriba del quemador a través de un sello o tapón de gas (generalmente nitrógeno de purga). Finalmente, el gas accede al quemador, donde la llama de los pilotos aporta la energía de activación que da lugar a la inflamación del gas natural. La eliminación vía combustión de dicho gas está garantizada, puesto que los pilotos se encuentran encendidos en todo momento. La monitorización vía termopares de llama piloto y principal, permiten tener confirmación siempre de ello. La descarga a antorcha no cesará hasta que las causas origen de la sobrepresión sean eliminadas, produciéndose el cierre de los mecanismos de alivio de presión, y con ello la extinción de la llama principal poco tiempo después, no así la llama de los pilotos, que debe permanecer encendida en todo momento. El caudal a antorcha, siendo máximo en los primeros instantes debido a una mínima contrapresión ligeramente por encima de la presión atmosférica, irá disminuyendo a medida que la sobrepresión del equipo o línea, comience a reducirse. Una vez sea alcanzada una presión inferior a la de tarado de la válvula de seguridad, esta se cerrará, y posteriormente la llama principal de la antorcha se apagará.

FASES DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

1) FASE DE CONSTRUCCIÓN: En esta etapa se centralizan las tareas de limpieza del terreno, excavación, cimentación, instalación de suministros, viales y aceras. Incluye la construcción de oficinas y aparcamiento, instalación de soportes, escaleras, plataformas y barandillas, así como los edificios de oficinas, también se comprende la construcción de edificios de proceso. Por último, se instalan los equipos se hace las conexiones entre los equipos a través de tubería, al mismo tiempo que se instala los instrumentos de control y el cableado eléctrico, así como el aislamiento de los equipos como la fase de acabos de pintura y limpieza.

2) FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO: Esta etapa comprende los requerimientos para la puesta en marcha de la planta, como son el transporte de insumos, disposición y control de la cantidad y calidad de los mismos. En esta etapa se empiezan a generar los residuos y efluentes (gaseosos, líquidos, sólidos y ruidos).

3) FASE DE INCREMENTO DE LA PRODUCCION: En esta se evalúa un posible incremento de la capacidad de la planta. Para ello se buscan nuevos mercados, nuevos canales de distribución y disponibilidad de recursos para su ampliación.

4) FASE DE ABANDONO: En esta etapa se dismantelaría la planta industrial a fin de reciclar y/o reutilizar sus componentes. Esta operación debe ser realizada por empresas de construcción civil y montaje, conforme las disposiciones que exprese el contrato correspondiente.

5.8 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.8.1 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES IMPACTADOS Y ACCIONES

IMPACTANTES

A los fines de establecer los potenciales impactos que se generarán como consecuencia de la actividad, tanto para la etapa de construcción como de funcionamiento y abandono, se utilizará el método descriptivo para evaluar la incidencia de las acciones sobre el entorno. Solo se tomarán en cuenta para la presente evaluación los factores relevantes de cada medio, susceptibles de ser impactados.

Factores impactados

1. Calidad del Aire: es un factor ambiental importante, y su afectación tiene consecuencias indirectas y globales.
2. Calidad del Agua: se considera un factor ambiental determinante para la calidad de vida en la zona. La contaminación de ríos y acuíferos no es de menor importancia ya que limita las posibilidades futuras de abastecimiento de este recurso, además de favorecer la propagación de enfermedades varias en caso de estar contaminada.
3. Suelo: el uso del recurso debe ser cuidadosamente monitoreado ya que las afecciones que sufra repercuten directamente en las napas y acuíferos ubicados en formaciones inferiores del suelo.
4. Nivel de Ruido: factor socioeconómico relacionado al bienestar de la comunidad.

5. Flora y Fauna: los animales que se encuentran en la zona donde está emplazada la unidad incluyen mamíferos terrestres y acuáticos, variedad de peces y aves acuáticas, entre otros animales pequeños.

6. Paisaje: es un factor correspondiente al medio perceptual.

7. Salud pública: se considera a este factor como de importancia muy alta, pudiendo ser su afectación irreversible. Durante operaciones normales los impactos podrán manifestarse en la salud de la población, tanto en el corto como en el largo plazo.

8. Empleo: se lo considera un factor socio-económico determinante para la aceptación de la comunidad.

9. Higiene y seguridad: es un factor que debe ser muy cuidado ya que el descuido de la seguridad operativa traerá aparejados accidentes varios y la negligencia en la seguridad de los procesos representa un riesgo altamente evitable para la comunidad.

ACCIONES IMPACTANTES

Actividades que deben considerarse:

FASE 1: CONSTRUCCIÓN

Incluye nivelación del terreno, trabajos de apilamiento, trabajo civil, construcción en acero, montaje de equipos, trabajo de cañería, electricidad e instrumentos, terminación mecánica, pre-comisionado.

- Trabajo
- Emisiones de polvo
- Emisiones (vehículos, equipos y material)
- Ruidos (vehículos y equipos)
- Residuos de la construcción (incluido la generación de sólidos y líquidos residuales municipales)
- Accidentes (vehículos y equipos)
- Derrames (vehículo y equipos)
- Contaminación visual
- Aguas residuales

FASE 2: PRUEBA, PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO –

Generación de ruidos y vibraciones

- Transporte de materia prima y productos
- Movimiento de vehículos y camiones
- Infraestructura y utilización de servicios
- Emisiones de gases, polvos y olores

- Generación de residuos sólidos y líquidos
- Funcionamiento y mantenimiento de instalaciones
- Almacenamiento de materia prima
- Utilities (agua, vapor, gas, electricidad.)

FASE 3: ABANDONO DE LA PLANTA

- Depósito de materiales de derribo.
- Ruido por explosiones y voladuras
- Mano de obra requerida.

Cuantificación de la importancia de las acciones impactantes

Una vez identificadas las acciones impactantes y los factores impactados se realiza la matriz de importancia, la cual brindará una valoración cualitativa del impacto que cada acción producirá sobre cada factor. En este estudio se mide el impacto mediante el grado de manifestación cualitativo que nos dará la importancia. La importancia es el gradiente mediante el cual se mide la incidencia o intensidad, la cual responde a una serie de atributos cualitativos (momento, sinergia, periodicidad, persistencia, tipo de efecto, acumulación, extensión, reversibilidad y recuperabilidad).

En la matriz de importancia aparecerán 11 símbolos ordenados de forma espacial, añadiendo uno más que será la importancia del impacto, según los 11 símbolos.

I	=	IMPORTANCIA DEL IMPACTO
±	=	Signo
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 por el impacto
RV	=	Reversibilidad
SI	=	Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples
AC	=	Acumulación o efecto de incremento progresivo
EF	=	Efecto
PR	=	Periodicidad
MC	=	Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

Por lo que la importancia del impacto se calcula mediante el siguiente polinomio como:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

TIPO DE IMPACTO (Signo)		INTENSIDAD (i)	
Impacto Positivo	(+)	Baja	1
Impacto Negativo	(-)	Media	2
PERIODICIDAD (PR)		Alta	4
Irregular o Discontinuo	1	Muy alta	8
Periódico	2	Total	12
Continuo	4	MOMENTO (MO)	
PERSISTENCIA (PE) del efecto		Largo plazo	1
Fugaz	1	Mediano plazo	2
Temporal	2	Inmediato	4
Permanente	4	Crítico	>4
RECUPERABILIDAD (MC)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Recuperable inmediatamente	1	Corto plazo	1
Recuperable a mediano plazo	2	Mediano plazo	2
Mitigable	4	Irreversible	4
Irrecuperable	8	ACUMULACIÓN (AC)	
EFFECTO (EF)		Simple	1
Indirecto	1	Acumulativo	4
Directo	4	EXTENSIÓN (EX)	
SINERGIA (SI)		Puntual	1
No sinérgico	1	Parcial	2
Moderadamente sinérgico	2	Extenso	4
Altamente sinérgico	4	Total	8
		Crítica	>4
IMPORTANCIA (I)			
(I) = +ó- (3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)			

El significado de cada uno de los términos del polinomio de importancia se da a continuación: SIGNO (+ ó -) El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

- Positivo: provoca un efecto que puede ser admitido por la comunidad técnica, científica y los habitantes.

- Negativo: sus efectos provocan la pérdida de un valor natural, estético- cultural, paisajístico, contaminación, erosión, degradación, etc.

INTENSIDAD (i)

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. La intensidad puede ser:

Mínima o Baja: su efecto expresa una modificación mínima del factor considerado.

- Media-Alta: su efecto provoca alteraciones en algunos de los factores del medio ambiente.

Muy Alta: su efecto provoca una modificación del medio ambiente y de los recursos naturales que producen repercusiones apreciables. Expresa una destrucción casi total del factor ambiental en juego. 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. Puede ser:

- Puntual: cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.
- Parcial: cuyo efecto supone incidencia apreciable en el medio.
- Total: cuyo efecto se detecta de manera generalizada en el entorno considerado.

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. Puede ser:

- Latente (corto, mediano y largo plazo): como consecuencia de una aportación progresiva, por acumulación o sinergia. Implica que el límite es sobrepasado (por ejemplo, la contaminación del suelo como consecuencia de la acumulación de productos químicos agrícolas).
- Inmediato: en donde el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación de impacto es nulo. Se asimila al impacto de corto plazo. 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. Puede ser:

- Permanente: cuyo efecto supone alguna alteración indefinida en el tiempo, y la manifestación del efecto es superior a diez años (por ej. construcción de carreteras, conducción de aguas de riego).
- Temporal: cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo. Si el efecto es inferior a un año, el impacto es fugaz. Si dura entre uno y tres años, es impacto temporal. Si permanece entre cuatro y diez años, impacto persistente (por ej. la reforestación que cubre progresivamente los desmontes).
- Fugaz: no admite valoración. 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). Puede ser:

- Recuperable: (inmediato o a mediano plazo) cuyo efecto puede eliminarse por medidas correctoras asumiendo una alteración que puede ser reemplazable (por ejemplo: cuando se elimina la vegetación de una zona, la fauna desaparece; al reforestar la zona, la fauna regresará).
- Mitigable: cuyo efecto puede paliarse o mitigarse mediante medidas correctoras.

- Irrecuperable: cuya alteración o pérdida del medio es imposible de reparar (por ej. toda obra de cemento u hormigón).
- Irreversible: cuyo efecto supone la imposibilidad de retornar por medios naturales a la situación anterior (por ej. zonas degradadas en proceso de desertización).
- Reversible: cuya alteración puede ser asimilada por el entorno a corto, mediano o largo plazo, debido a los mecanismos de autodepuración del medio (por ej. desmontes para carreteras). 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. Puede ser:

- Simple: cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental (por ej. La construcción de un camino de penetración en el bosque incrementa el tránsito).
- Acumulativo: cuyo efecto al prolongarse en el tiempo incrementa progresivamente su gravedad al carecer de mecanismos de eliminación temporal similar al incremento causante del impacto (por ej., construcción de un área recreativa junto a un camino de penetración en el bosque). Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

EFFECTO (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: cuyo efecto tiene incidencia inmediata en algún factor ambiental (por ej. tala de árboles en zona boscosa).

- Indirecto o Secundario: cuyo efecto supone una incidencia inmediata en relación a un factor ambiental con otro (por ej. degradación de la vegetación como consecuencia de la lluvia ácida). 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. Puede ser:

- Continuo: cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia (por ej. las canteras).

- Discontinuo: cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia (por ej. las industrias poco contaminantes que eventualmente desprendan sustancias contaminantes).

- Periódico: cuyo efecto se manifiesta por acción intermitente y continua (por ej. incendios forestales en verano). 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)

Se denomina Impacto al efecto o cambio que provoca una alteración, negativa o positiva, en la calidad de vida del ser humano. Se distinguen algunas clasificaciones de los distintos tipos de impactos que se verifican comúnmente, considerando que algún impacto concreto puede pertenecer a la vez a dos o más grupos tipológicos. 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 términos 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:

Valores Negativos		Valores positivos
	Crítico	
(I entre 25 y 50)	Moderado	(I entre 25 y 50)
(I menor de 25)	Bajo	(I menor de 25)
0	Sin afectación	0

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.

Valoración cuantitativa del impacto ambiental

Una vez que se calculan mediante esta metodología antes detallada de las intensidades de las acciones impactantes se procede, generalmente al desarrollo de una Matriz de Importancia Depurada u otras matrices de distinto tipo cuya finalidad sea la misma, es decir, la de cuantificar la incidencia de las acciones impactantes asociadas a las fases de construcción, funcionamiento y abandono de un proyecto de inversión.

Matriz de causa – efecto: matriz de Leopold

Este método de análisis cualitativo consiste en un cuadro de doble entrada en el que se dispone como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones propuestas que tienen lugar y que pueden causar posibles impactos. Cada celda (producto de la intersección de filas y columnas) se divide en diagonal, haciendo constar en la parte superior la magnitud del impacto (M) y en la parte inferior la intensidad o grado de incidencia del impacto (I). Según sea la valoración para M: Magnitud del Impacto medido en una escala ascendente de 1 a 10, precedido del signo + ó-, si el impacto es positivo o negativo respectivamente. Según sea la valoración para I: Incidencia del Impacto medido en una escala ascendente de 1 a 10. La suma de los valores que arrojen las filas indicará la fragilidad de cada factor ambiental, mientras que la suma de los valores de las columnas, arrojará la agresividad de la acción sobre el medio. Ambas estimaciones se realizan desde un punto de vista subjetivo al no existir criterios de valoración, pero si el equipo evaluador es multidisciplinario, la manera de operar será bastante objetiva y servirá como estudio preliminar. De esta manera la Matriz de Leopold se convierte en eje del Estudio del Impacto Ambiental a la hora de evaluar la magnitud e importancia, y formará parte de Estructura de la Evaluación de Impacto Ambiental. En total resultan 8800 interacciones totales (100 acciones posibles x 88efectos ambientales). Una vez realizada la matriz de importancia aparecen efectos que necesitan un tratamiento individualizado.

- Cuando los efectos son pocos relevantes por no sobrepasar su valor un umbral mínimo se excluye del proceso de cálculo
- Cuando los efectos son difíciles de cualificar se excluyen del cálculo, pero se estudian paralelamente y luego se tienen en cuenta en la decisión
- Cuando los efectos son muy relevantes y pueden enmascarse en la matriz se excluyen del cálculo y también se estudian paralelamente y se tienen en cuenta al tomar la decisión
- Los efectos normales que son los que no forman parte de los anteriores son los que componen la matriz de importancia depurada. Para realizar la matriz de Leopold se toman como referencia estudios de impacto ambiental de plantas industriales fabricantes de etilenglicol y similares, los cuales consideran los factores principales que se ven afectados al realizar este tipo de proyecto.

A- Construcción de la Matriz de Leopold

Ver ANEXOX.

B- Interpretación de resultados.

A partir de la Matriz de Leopold construida para el presente proyecto se puede observar que el grado de impacto sobre los distintos factores afectados es moderado, dando un resultado de -45/405.

Una de las principales causas de esta calificación es el empleo de sustancias inflamables y sometidas a presión, así como un tipo de catalizador cuyo accidental derrame podría incidir muy peligrosamente en las aguas subterráneas que recorren la zona. Otros impactos importantes corresponden a la elevada generación de ruido debido a los varios compresores que posee la planta.

En lo que respecta a la agresividad por fase del proyecto, como se puede ver es la de mayor impacto la fase de abandono.

Entre los factores menos afectados por este proyecto de inversión podemos encontrar los biológicos, constituidos por la flora, fauna y por otro lado el paisaje. Por otro lado, se observa que la salud pública y el nivel sonoro son factores sensiblemente afectados. Todo esto es debido a que la planta se encuentra emplazada en un polo petroquímico rodeado por un gran centro urbano.

Es importante resaltar que en el factor empleo tenemos un impacto positivo, esto se debe a que el proyecto demanda mucha mano de obra en sus distintas fases.

5.8.2 MEDIDAS MITIGADORAS DE IMPACTOS NEGATIVOS.

Las medidas de mitigación tienden a compensar o revertir los efectos adversos o negativos del proyecto. Se aplican según correspondan en cualquiera de las fases (planificación y constructiva, operativa y de abandono). Estas son:

1. Medidas preventivas: evitan la aparición del efecto modificando los elementos definitorios de la actividad (tecnología, diseño, materias primas, localización, etc.)
2. Medidas correctoras de impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre procesos constructivos, condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor o receptor, etc.
3. Medidas compensatorias de impactos irrecuperables e inevitables, que no evitan la aparición del efecto ni lo anulan o atenúan, pero compensan de alguna manera la alteración del factor. Según la gravedad y el tipo de impacto.

Las medidas preventivas se introducen en la fase de planificación (proyecto), mientras que las correctoras y mitigatorias en la fase de funcionamiento (constructiva, operativa o de abandono).

El objeto de las medidas de mitigación puede resumirse en:

- a) Medidas para mejorar el funcionamiento durante la fase operacional.
- b) Medidas dirigidas a mejorar la capacidad receptiva del medio.
- c) Medidas dirigidas a la recuperación de impactos inevitables, medidas compensatorias para los factores modificados por efectos inevitables e incorregibles.
- d) Medidas previstas para el momento de abandono de la actividad, al final de su vida útil.
- e) Medidas para el control y la vigilancia medioambiental, durante las fases operacionales y de abandono.

Se deben tener en cuenta al tomar la decisión de aplicar una medida de mitigación los siguientes aspectos:

- Efecto que pretende corregir la medida.
- Acción sobre la que se intenta actuar o compensar.
- Especificación de la medida.
- Otras opciones correctoras que brinda la tecnología.
- Momento óptimo para la introducción. Prioridad y urgencia.
- Viabilidad de la ejecución.
- Proyecto y costo de la ejecución.
- Eficacia esperada (importancia y magnitud).
- Impactos posibles inherentes a la medida.
- Conservación y mantenimiento.
- Asignación de un responsable para la gestión de la medida mitigatoria.

5.8.3 MEDIDAS MITIGADORAS GENERALES

- Prever un adecuado mantenimiento de los equipos y maquinaria a utilizar de forma tal que los procesos se desarrollen en condiciones óptimas de funcionamiento, cumpliendo con los rendimientos para los que fueron diseñados.
- Cumplir con una correcta gestión de los residuos generados procurando un adecuado proceso de minimización en la fuente, control y tratamiento.
- Mantener un adecuado sistema de control sobre los gases y sustancias inflamables a manipular.
- Implementar capacitaciones en seguridad para todo el personal de planta, dando a conocer el Plan de Actuación ante Emergencias, lugares de encuentro ante evacuaciones y simulacros de emergencias.
- Implementar la construcción de casillas para albergar bombas y compresores, con el fin de atenuar los niveles de ruido emitidos.
- Contratar un cuerpo de personal especializado en seguridad e higiene para constante control en seguridad hacia los operarios, evacuación de dudas en cuanto a procedimientos y manipuleo de sustancias y facilitación de elementos de protección personal.

MEDIDAS MITIGATORIAS EN FASE 1) CONSTRUCCIÓN:

- Maximizar el cuidado en las tareas de movimiento de suelos, minimizando la generación de materiales sólidos, así como los cuidados en la carga y descarga de materiales.
- Señalizar áreas de movimiento de unidades y maquinarias para evitar accidentes.
- Establecer un sistema de recolección y disposición de residuos de obra, identificando su origen y tipo para determinar su destino final.
- Establecer e identificar claramente los sitios de recolección de residuos especiales, principalmente productos químicos y de limpieza, sus contenedores, y otros, como equipos eléctricos o electrónicos fuera de uso, pilas, baterías y establecer un programa de tratamiento o disposición final, evitando su acumulación. Por ejemplo, almacenamiento en lugares acondicionados para ello, hasta enviarlos con un gestor autorizado, en caso de no disponer de sistema de recogida y gestión municipal de este tipo de residuos.

MEDIDAS MITIGATORIAS EN FASE 2) OPERACIÓN:

- Establecer un efectivo sistema de control y alarma de posibles fugas, mediante el empleo de sensores localizados inmediatamente próximos a los eventuales puntos de fuga, a fin de disponer de una rápida respuesta y consiguiente notificación al personal afectado.

- Establecer un programa de monitoreo de los recursos agua, suelo y aire a fin de evitar su contaminación.
- Dado que el cloro no resulta inflamable, no es necesario especificar tanto el límite inferior de explosividad (LIE) como el límite superior de explosividad (LSE)
- Mantener un vademécum conteniendo todas las hojas de seguridad de las sustancias manipuladas en la planta en cada unidad de la misma y asegurarse el conocimiento de la existencia del mismo por parte de los operarios.
- Establecer una correcta gestión del cambio, es decir, todas las modificaciones en planta deberán ser tratadas y discutidas previamente por un grupo de procesistas y especialistas con el fin de determinar la factibilidad de los mismos y de crear un documento que avale la seguridad del procedimiento.
- Establecer y cumplimentar programas de gestión tanto de residuos especiales como de residuos asimilables a domésticos, adecuándolos a la normativa vigente.
- Establecer planes de contingencias específicos en casos de derrames, accidentes u otros, a fin de maximizar la seguridad en las operaciones. Por ejemplo, mediante sistemas de contención para derrames en tanques de almacenamiento, contenedores, etc., situándolos preferiblemente en las áreas cerradas.

MEDIDAS MITIGATORIAS EN FASE 3) ABANDONO:

- Establecer procedimientos seguros a seguir para derribo de estructuras. De acuerdo a lo que se decida derribar el método de aplicación podrá variar pudiendo ser manuales lo que requiere del uso de pico, martillo neumático, soplete, motosierra o cuñas o bien, mecánicos como son por empuje, por tracción, cizalla y mordaza, sistemas de corte, etc.
- Gestionar la recolección de escombros y el correcto manipuleo del mismo.

5.8.4 PLANES DE EMERGENCIA INTERNA O PLAN DE CONTINGENCIAS.

Se realizó un análisis de riesgo en la planta de polietileno de baja densidad para determinar la identificación de riesgos y sus causas, así como, también se determinaron algunas pérdidas económicas en las secciones de la planta ocasionadas por algún accidente o incidente.

De acuerdo al análisis se demostró que no existe un gran riesgo en la compresión secundaria del proceso debido a que si existe una explosión solo se daña el compresor y no ocasiona ningún daño físico a cualquier otra sección de la planta o del complejo, pero si ocasiona una gran pérdida económica debido al tiempo de reparación de la máquina, o daño total de la máquina ocasionado por una explosión en el compresor.

La sección de mayor riesgo estaría situada en la sección de polimerización ya que si existiera alguna fisura en el reactor podría ocasionar una fuga de etileno e incendio ya que se trabaja con altas presiones y elevadas temperaturas. Al aumentar la temperatura podría ocasionar una explosión debido a la descomposición del etileno que es la principal materia prima, en varios elementos químicos como carbono.

En base a esto se recomienda:

- Seguridad industrial: Dar seguimiento en el área de operación, la aplicación de la inspección completa en equipos críticos de Equipos de protección personal y accesorios como: herramientas eléctricas y manuales, escaleras portátiles y andamios, manejo de gases comprimidos, guardas en bridas contra fugas, material para neutralizar derrames, equipos y botiquines de primeros auxilios y diques de contención de derrames.

Darle seguimiento a la supervisión que realizan los comités de seguridad, en el área de operación.

- Seguridad en procesos: Llevar a cabo la actualización del análisis de riesgo siempre que se realice la integración de nuevos procesos o modificación del mismo (administración del cambio).

Darle seguimiento al procedimiento que indica que cada que se realice una modificación en el diseño u operación de la instalación original se debe documentar tal actividad y procurar que tal escrito quede archivado por el área de seguridad industrial y protección ambiental (SIASPA), para tener el respaldo que confirme tal cambio.

Continuar con la difusión de los procedimientos de paro de emergencia que realiza el área operativa y de mantenimiento, donde se incluyen las propiedades y riesgos de los materiales y acciones de primeros auxilios, así como donde se especifican las desviaciones que puedan causar la emergencia y se describen las acciones para corregir la desviación y los sistemas de seguridad.

Continuar con el programa de entrenamiento de operadores, donde se encuentran incluidas las medidas de prevención para incidentes y accidentes, si como primeros auxilios.

Mantener en cada planta de la petroquímica, principalmente en el área de mantenimiento y operación, los programas de entrenamiento para personal huésped, como contratistas u otros. Integrar al programa de mantenimiento, programas específicos para el mantenimiento de edificios y estructuras, que especifique las indicaciones de seguridad para la realización del trabajo.

- Sistemas y equipos de respuesta:

Instalar detectores de fugas de materiales riesgosos y detectores de fuego en las estaciones de carga y descarga en áreas de proceso.

Mantener activadas y en buenas condiciones las regaderas de emergencia.

Continuar con la supervisión que se realiza a los extintores para verificar que tienen colocados la etiqueta que indica el registro de fechas de adquisición y su recarga.

Incluir en los botiquines de primeros auxilios indicaciones precisas

Ver ANEXO VIII. Datos sobre la seguridad en el manejo de etileno

5.9 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Del estudio del impacto ambiental implementado en este capítulo se desprenden las siguientes conclusiones:

Como queda demostrado mediante el método cuantitativo, aunque subjetivo de la Matriz de Leopold, la implantación de una planta para producir polietileno de baja densidad tiene un impacto negativo sobre el medio inerte y positivo sobre el medio socioeconómico en San Lorenzo (Santa Fe).

Por otro lado, el tratamiento de aguas residuales está controlado mediante el sistema de tratamiento provisto por la empresa SBL.

Para finalizar, se concluye que la implantación de la planta para producir Polietileno a partir de bioetanol es completamente factible de estar acorde a las exigencias medioambientales de la legislación vigente en la Provincia de Santa Fe, lugar propuesto para la localización de la misma.

CAPITULO VI: ESTUDIO Y EVALUACION ECONOMICA

6.1 INTRODUCCION

El estudio económico determina los costos totales en que incurrirá el proyecto, clasificándolos en costos de producción, administración, ventas, financieros, etc.

Su finalidad es determinar el monto de capital y los recursos que serán necesarios para la realización del proyecto, el costo total de la operación normal de la planta, y también otros indicadores que servirán como base para el paso siguiente, la evaluación económica.

6.2 INVERSIÓN 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.

6.3 DEFINICIONES

Antes de comenzar a cuantificar la inversión inicial del presente proyecto, será necesario repasar algunas definiciones de parámetros económicos. Ellos son:

ACTIVOS TANGIBLES: (que se puede tocar) o **FIJO**, son los bienes propiedad de la empresa, como terrenos, edificios, maquinaria, equipo, mobiliario, vehículos de transporte, entre otros. Se le llama *fijo* porque la empresa no puede desprenderse fácilmente de él sin que ello ocasiona problemas a sus actividades productivas.

ACTIVOS INTANGIBLES (o **DIFERIDOS**): conjunto de bienes propiedad de la empresa necesarios para su funcionamiento, y que incluyen: patentes de invención, marcas, diseño comerciales o industriales, nombres comerciales, asistencia técnica, gastos preoperativos de instalación y puesta en marcha, contratos de servicios, capacitación del personal dentro y fuera de la empresa, etcétera.

DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN: Son términos que tienen exactamente la misma connotación, pero *depreciación* sólo se aplica al activo fijo, ya que con el uso estos bienes valen menos, es decir, se deprecian; en cambio la *amortización* sólo se aplica a los activos intangibles o diferidos, ya que, si se ha comprado una marca comercial, ésta con el uso del tiempo no baja de precio o se deprecia, por

lo que el término *amortización* significa el cargo anual que se hace para recuperar la inversión.

El gobierno pretende, por medio de la depreciación y la amortización, que el inversionista recupere toda la inversión por la vía fiscal (excepto el capital de trabajo). Esto lo logra el inversionista haciendo un cargo llamado *costos por depreciación y amortización*. La inversión y el desembolso del dinero ya se realizaron en el momento de la compra, hacer un cargo por el costo mencionado implica que en realidad ya no se está desembolsando ese dinero, entonces se está recuperando. Al ser cargado un costo sin hacer el desembolso de dinero, se aumentan los costos totales y esto causa, por un lado, un pago menor de impuestos, y por otro, es dinero en efectivo disponible.

CAPITAL DE TRABAJO: Se define como la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante.

$$\text{Capital de trabajo} = \text{Activo circulante} - \text{Pasivo circulante}$$

Está representado por el capital adicional (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa, esto significa que es la financiación de la primera producción antes de recibir ingresos. Aunque el capital de trabajo es también una inversión inicial, tiene una diferencia fundamental con respecto a la inversión en activo fijo y diferido, y tal diferencia radica en su naturaleza circulante. Esto implica que mientras la inversión en activo fijo y diferido puede recuperarse por medio de la vía fiscal, el capital de trabajo no, ya que se supone que a empresa se resarcirá de él a corto plazo.

ACTIVO CIRCULANTE: está constituido por tres rubros:

$$\text{Activo circulante} = \text{CyB} + I + \text{C.C.}$$

CAJA Y BANCOS (CyB): Es el efectivo que siempre debe tener la empresa para afrontar no sólo gastos cotidianos, sino también los imprevistos. La empresa necesita siempre tener dinero disponible por varias razones: la primera, para solventar gastos cotidianos, la segunda, para enfrentar contingencias; y la tercera, para aprovechar ofertas de materia prima que se presentaran en el mercado. Se estima entre un 10% y 20% (15% promedio) del monto total invertido en inventarios y cuentas por cobrar.

$$\text{Caja y Bancos} = 0.15 * (\text{inventarios} + \text{cuentas por cobrar})$$

INVENTARIOS (I): Constan de:

-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\$/unidad) y la capacidad de almacenaje de los mismos (tn o m3).

-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.

CUENTAS POR COBRAR (CC): 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.

$$\text{Cuentas por cobrar} = \text{Ventas anuales} * 365 * \text{PPR}$$

PASIVO CIRCULANTE: consta 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:

$$\text{Tasa circulante} = \text{AC/PC} \geq 3$$

$$\text{PC} = \text{AC}/3$$

- **COSTO DE EQUIPOS**

En la siguiente tabla se desarrolla la lista de equipos necesarios para nuestro proceso:

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

PRECIO DE EQUIPOS				
Nombre	Descripción	Cantidad	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
A-101	Acumulador	1	210.000,00	210.000,00
A-102	Acumulador	1	210.000,00	210.000,00
C-101	Columna regeneradora	1	190.000,00	190.000,00
CT-201	Centrifuga	1	72.000,00	72.000,00
E-101	Intercambiador de calor de casco y tubos	2	70.000,00	140.000,00
E-102	Intercambiador de calor de casco y tubos	2	100.000,00	200.000,00
E-103	Intercambiador de calor de casco y tubos	1	80.000,00	80.000,00
E-104	Intercambiador de calor de casco y tubos	1	50.000,00	50.000,00
E-201	Intercambiador de calor de casco y tubos	2	65.000,00	130.000,00
E-202	Intercambiador de calor de casco y tubos	2	65.000,00	130.000,00
E-203	Intercambiador de calor de casco y tubos	2	70.000,00	140.000,00
E-204	Intercambiador de calor de casco y tubos	2	70.000,00	140.000,00
E-205	Intercambiador de calor de casco y tubos	2	70.000,00	140.000,00
E-206	Intercambiador de calor de casco y tubos	2	70.000,00	140.000,00
E-207	Intercambiador de calor de casco y tubos	2	73.000,00	146.000,00
E-208	Intercambiador de calor de casco y tubos	2	73.000,00	146.000,00
E-209	Intercambiador hacia compresion secundaria	2	75.000,00	150.000,00
ES-201	Estrusor	1	350.000,00	350.000,00
F-201	Filtro hacia compresion primaria	1	48.000,00	48.000,00
F-202	Filtro hacia compresion secundaria	1	48.000,00	48.000,00
FFS-201	Embolsado-Paletizado	1	90.000,00	90.000,00
H-101	Horno	1	1.500.000,00	1.500.000,00
K-101	Compresor hacia E-102	2	60.000,00	120.000,00
K-102	Compresor hacia SC-101	2	65.000,00	130.000,00
K-201	Compresor primario	1	1.150.000,00	1.150.000,00
K-202	Compresor secundario	1	1.950.000,00	1.950.000,00
K-203	Compresor	2	82.000,00	164.000,00
P-101 A/B	Bomba impulsora de Bioetanol	2	98.000,00	196.000,00
P-102 A/B	Bomba impulsora de AST	2	96.000,00	192.000,00
P-103 A/B	Bomba para recirculacion de aceite	2	92.000,00	184.000,00
P-201 A/B	Bomba impulsora hacia ES-201	2	65.000,00	130.000,00
RG-101	Regenerador	1	960.000,00	960.000,00
RG-201	Regenerador	1	1.580.000,00	1.580.000,00
RX-101	Reactor de lecho fluidizado	1	2.900.000,00	2.900.000,00
RX-201	Reactor de Polimerizacion	1	4.500.000,00	4.500.000,00
S-101	Separador	2	72.000,00	144.000,00
S-201	Separador de alta presion	1	100.000,00	100.000,00
S-202	Separador de baja presion	1	100.000,00	100.000,00
SC-101	Secador de etileno	1	86.000,00	86.000,00
SC-102	Secador de etileno	1	86.000,00	86.000,00
T-101	Torre absorbedora	1	1.150.000,00	1.150.000,00
TK-101	Tanque almacenamiento de Bioetanol	2	670.000,00	1.340.000,00
TK-102	Tanque almacenamiento de Aceite	1	550.000,00	550.000,00
TK-104	Tanque almacenamiento de catalizador gastado	1	230.000,00	230.000,00
TV-101	Tolva de catalizador fresco	1	140.000,00	140.000,00
TV-201	Tolva de catalizador	1	140.000,00	140.000,00
TV-202	Tolva de polietileno	1	200.000,00	200.000,00
V-101	Valvulas	1	8.000,00	8.000,00
V-102	Valvulas	1	8.000,00	8.000,00
V-103	Valvulas	1	8.000,00	8.000,00
V-104	Valvulas	1	8.000,00	8.000,00
V-201	Valvulas	1	20.000,00	20.000,00
V-202	Valvulas	1	70.000,00	70.000,00
V-203	Valvulas	1	90.000,00	90.000,00
V-204	Valvulas	1	70.000,00	70.000,00
V-205	Valvulas	1	70.000,00	70.000,00
				23.224.000,00

- COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

En el estudio económico debemos considerar también los costos directo e indirectos:

COSTOS DIRECTOS		
	% sobre el equipo	Costos (US\$)
Costo de equipos	-	23.224.000,00
Controles e instrumentos	6	1.393.440,00
Instalación de equipos	37	8.592.880,00
Tuberías y accesorios	35	8.128.400,00
Costo del terreno	6	1.393.440,00
Acondicionamiento	4	928.960,00
Servicios auxiliares	20	4.644.800,00
Instalación eléctrica	15	3.483.600,00
Construcciones civiles	17	3.948.080,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (US\$)		55.737.600,00
COSTOS INDIRECTOS		
Ingeniería	8	1.857.920,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS (US\$)		1.857.920,00
COSTOS TOTALES		
TOTAL COSTOS TOTALES (US\$)		57.595.520,00

Además de los costos totales recién mencionados, tenemos que tener en cuenta los costos en honorarios y gastos eventuales. A todo esto llamamos inversión en capital fijo.

- INVERSION EN CAPITAL FIJO**

Inversión en capital fijo= costos totales + costos de honorarios + costos eventuales

INVERSIÓN EN CAPITAL FIJO		
	%sobre el costo total	Costo (US\$)
Costo total		57.595.520,00
Honorarios del contratista	3	1.727.865,60
Eventuales	10	5.759.552,00
TOTAL (US\$)		65.082.937,60

- CAPITAL DE TRABAJO**

Como fue mencionado anteriormente, el Capital de Trabajo se calcula como sigue:

$$\text{Capital de trabajo} = \text{Activo circulante} - \text{Pasivo circulante}$$

Luego:

$$\text{Capital de trabajo} = I + C.C. + CyB - \text{Pasivo circulante}$$

A continuación, se procede a cuantificar cada uno de los términos de la última ecuación:

ACTIVO CIRCULANTE		
Inventarios		
Tanques de materia prima	Capacidad (ton/día)	331,20
	Costo (US\$/ton)	500,00
	Costo total (US\$)	165.600,00
Producto terminado	Capacidad (ton/día)	142,80
	Costo (US\$/ton)	1.700,00
	Costo total (US\$)	242.760,00
TOTAL (US\$)		242.760,00
Cuentas por cobrar		
Producción anual (ton)		50.000,00
Ventas anuales (US\$/ton)		85.000.000,00
TOTAL (US\$)		10.479.452,05
Caja y bancos		
Inventarios		242.760,00
Cuentas por cobrar		10.479.452,05
TOTAL (US\$)		1.608.331,81
Activo circulante		
Inventarios		10.479.452,05
Cuentas por cobrar		1.608.331,81
Caja y bancos		1.813.167,58
TOTAL (US\$)		13.900.951,44

Finalmente el capital de trabajo:

CAPITAL DE TRABAJO	
Activo circulante (US\$)	13.900.951,44
Pasivo circulante (US\$)	4.633.650,48
TOTAL (US\$)	9.267.300,96

6.4 INVERSIÓN INICIAL

Luego la inversión inicial es igual a la suma de los costos fijos y el capital de trabajo.

$$\text{Inversión inicial} = \text{Activo fijo} + \text{Capital de trabajo}$$

- COSTOS**

Los Costos se definen como un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente, en el futuro o en forma virtual.

El método de determinación de costos (costeo) es una actividad de ingeniería más que de contabilidad. Además, se dice que el método de costeo en la evaluación de proyectos es un costeo absorbente, esto significa que no es necesario desglosar

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

los importes específicos pertenecientes a un rubro, sino que el rubro entero puede expresarse como un porcentaje de otro presupuesto conocido, como el presupuesto anual, por ejemplo.

Los costos se clasifican en Directos e Indirectos. Los Costos Directos son aquellos que están directamente relacionados con el proceso y se conforman por la mano de obra directa y materiales directos, mientras que los Costos Indirectos se conforman por la mano de obra indirecta y materiales indirectos, servicios y seguros.

• **COSTOS FIJOS**

Los costos fijos son aquellos que son independientes del volumen de producción. Estos costos incluyen los sueldos de la mano de obra de operación y administración, los impuestos locales, patentes y seguros. Los mismos, para una planta como la estudiada de una capacidad instalada de 50.000 toneladas anuales que opera al 100% de su capacidad se detallan en la siguiente tabla.

Costo Anual de Mano de Obra de Operación			
Puesto	Cantidad de personal por puesto	Sueldo Básico [USD/mes]	Sueldo anual [USD/año]
Jefe de planta	2,00	1.950,00	50.700,00
Ingeniero de proceso	2,00	1.670,00	43.420,00
Supervisor	5,00	1.645,00	106.925,00
Operador de sala	5,00	1.450,00	94.250,00
Operador de campo	5,00	1.296,00	84.240,00
Analista de laboratorio	5,00	1.578,00	102.570,00
COSTO ANUAL DE MANO DE OBRA DE OPERACIÓN [USD/año]:			482.105,00

Costo Anual de Mano de Obra Ejecutiva y Administrativa			
Puesto	Cantidad de personal por puesto	Sueldo Básico [USD/mes]	Sueldo anual [USD/año]
Gerente	1,00	3.002,00	39.026,00
Secretaria	2,00	788,50	20.501,00
Contador	2,00	1.577,00	41.002,00
Comercial	3,00	1.410,00	18.330,00
RRHH	3,00	1.215,00	47.385,00
TOTAL MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA (USD/año)			166.244,00

COSTOS FIJOS	
Depreciación (10% del activo fijo)	2.322.400,00
Impuestos (17% precio del terreno)	3.948.080,00
Seguros (12% de la inversión fija)	10.800,00
Ingresos de los trabajadores	648.349,00
TOTAL (US\$/año)	6.929.629,00

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

• **COSTOS VARIABLES**

Los costos variables son los que varían directamente con el volumen de producción. Dentro de estos costos se incluyen los relacionados a la materia prima la electricidad, el consumo de vapor y agua de enfriamiento, así como también otros insumos como catalizadores y reparaciones propias por el uso en el tiempo.

COSTOS VARIABLES			
Materia prima	Consumo (ton/año)	Precio (US\$/ton)	Costo (US\$/año)
Bioetanol	85.000,00	500	42.500.000,00
Catalizador	9,60	1800	17.280,00
Total (US\$)			42.517.280,00
Insumos	Consumo (ton/año)	Precio (US\$/ton)	Costo (US\$/año)
Agua de enfriamiento	1.008.000,00	0,015	15.120,00
Gas de Red	45.000,00	50	2.250.000,00
Aceite sintético	100.261,14	50	5.013.057,00
Energía eléctrica			235.821,60
Total (US\$)			7.513.998,60
TOTAL COSTOS VARIABLES (US\$/año)			50.031.278,60

ENERGIA ELECTRICA			
Equipos		Potencia (kW)	Consumo Anual [kWh/año]
Bombas	P-101 A/B	61,20	514.080,00
	P-102 A/B	36,40	305.760,00
	P-201 A/B	4,25	35.700,00
	TOTAL CONSUMO BOMBAS		
Compresores	K-201	187,00	1.570.800,00
	K-202	413,00	3.469.200,00
	TOTAL CONSUMO COMPRESORES		
CONSUMO ANUAL TOTAL DE ENERGIA ELECTRICA			5.895.540,00
PRECIO ENERGIA [U\$/kWh]			0,04
COSTO ANUAL TOTAL DE ENERGIA ELECTRICA [U\$/año]			235.821,60

• **COSTOS TOTALES**

En la siguiente tabla se detallan los costos totales anuales según el plan de producción proyectado a 10 años, contando con un avance operativo anual en la capacidad productiva acorde a dicho plan.

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

COSTOS TOTALES ANUALES					
Año	Capacidad (% de Cap. Máx)	Producción (ton/año)	Costos Fijos (U\$D/año)	Costos Variables (U\$D/año)	Costos Totales (U\$D/año)
0	0	-	6.929.629,00	-	6.929.629,00
1	75	37.500,00	6.929.629,00	37.523.458,95	44.453.087,95
2	80	40.000,00	6.929.629,00	40.025.022,88	46.954.651,88
3	85	42.500,00	6.929.629,00	42.526.586,81	49.456.215,81
4	90	45.000,00	6.929.629,00	45.028.150,74	51.957.779,74
5	100	50.000,00	6.929.629,00	50.031.278,60	56.960.907,60
6	100	50.000,00	6.929.629,00	50.031.278,60	56.960.907,60
7	100	50.000,00	6.929.629,00	50.031.278,60	56.960.907,60
8	100	50.000,00	6.929.629,00	50.031.278,60	56.960.907,60
9	100	50.000,00	6.929.629,00	50.031.278,60	56.960.907,60
10	100	50.000,00	6.929.629,00	50.031.278,60	56.960.907,60

6.5 INGRESO POR VENTAS

A continuación, se detallan los ingresos por ventas en un año de producción teniendo en cuenta el precio en dólares por toneladas de producto y la producción anual en toneladas por año.

INGRESOS POR VENTAS			
	Precio (US\$/ton)	Producción anual (ton/año)	Ingreso anual (US\$/año)
Polietileno de baja densidad	1700	50000	85000000

Analizando los ingresos en los primeros 5 años de producción se observa un crecimiento positivo alcanzando la máxima capacidad de la planta al cumplirse el quinto año.

COSTOS ANUALES vs INGRESOS ANUALES						
Año	Capacidad (% de Cap. Máx)	Producción (ton/año)	Costos Fijos (U\$D/año)	Costos Variables (U\$D/año)	Costos Totales (U\$D/año)	Ingresos por ventas (US\$)
0	0	0	6.929.629,00	-	6.929.629,00	0
1	75	37500	6.929.629,00	38.394.465,99	45.324.094,99	63.750.000,00
2	80	40000	6.929.629,00	40.954.097,06	47.883.726,06	68.000.000,00
3	85	42500	6.929.629,00	43.513.728,12	50.443.357,12	72.250.000,00
4	90	45000	6.929.629,00	46.073.359,19	53.002.988,19	76.500.000,00
5	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00
6	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00
7	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00
8	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00
9	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00
10	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00

6.6 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es el nivel de producción donde los beneficios obtenidos por las ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y variables.

Puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$Pe = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{V}}$$

Donde CF son los costos fijos, CV el costo variable unitario y V el ingreso por venta unitario.

Sin embargo, es importante mencionar que el punto de equilibrio no es una técnica para evaluar la rentabilidad de una inversión, sino que sólo es una importante referencia a tomar en cuenta. Además, posee las siguientes desventajas:

- Para su cálculo **no se considera la inversión inicial**, que da origen a los beneficios proyectados, por lo que no es una herramienta de evaluación económica.
- Es **difícil determinar** si los **costos** se clasifican como **fijos o variables**, y esto es importante, ya que mientras los costos fijos sean menores, se alcanzará más rápido el punto de equilibrio.
- Es **inflexible en el tiempo**, ya que el equilibrio se calcula para unos costos dados, pero si estos cambian en el tiempo, también lo hará el punto de equilibrio.

Datos obtenidos:

Producción (ton/año)	Ingreso por ventas V (US\$/año)	Costos fijos CF (US\$/año)	Costos variables CV (US\$/año)	Costos totales CT (US\$/año)
50.000,00	85.000.000,00	6.929.629,00	50.031.278,60	56.960.907,60

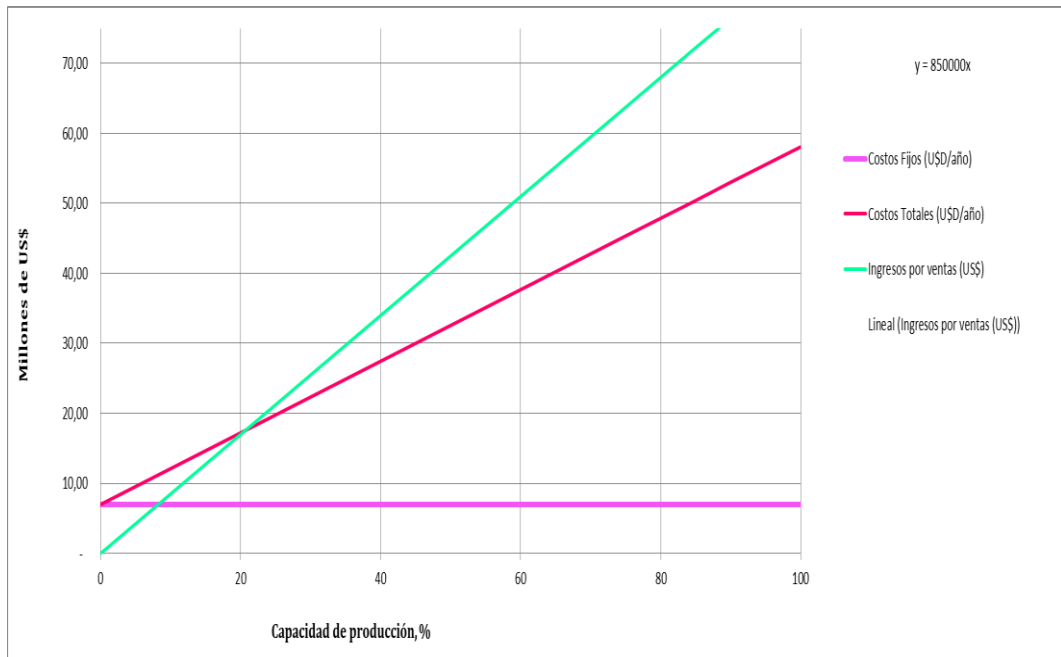
Punto de equilibrio

16.844.152,19

6.6.1 CÁLCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Con los valores obtenidos en la tabla del inciso 6.5 es posible graficar la capacidad de producción anual (en Miles de toneladas de Polietileno) vs los

montos de ingresos por ventas y de costos totales. De este modo se puede obtener el punto de equilibrio gráficamente:



Concluimos así, que el punto de equilibrio se alcanza para un nivel de producción del 20,77%.

6.7 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica es la herramienta que nos permitirá comprobar la rentabilidad económica del proyecto. Para ello se utilizan indicadores económicos, los cuales nos permiten contemplar los cambios del valor real del dinero a través del tiempo.

Adicionalmente hay dos maneras de evaluar económicamente un proyecto, sin financiamiento y con financiamiento. A continuación, procederemos a realizar este análisis sin financiamiento externo y cuantificaremos los indicadores económicos.

6.7.1 DEFINICIONES

CUADRO DE FLUJO DE FONDOS (ESTADO DE RESULTADOS PRO-FORMA):

Es un cuadro que tiene como finalidad el análisis del resultado de pérdidas y ganancias para calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, que son, en forma general, el beneficio real de la operación de la planta, y que se obtiene restando a todos los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que deba pagar. Dichos ingresos pueden provenir de fuentes externas e internas y no sólo de la venta de productos.

Se le llama *cuadro Pro-forma* porque esto significa proyectado, lo que en realidad hace el evaluador es proyectar (normalmente a 10 años) los resultados económicos que supone tendrán la empresa.

TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR): Es la tasa mínima de ganancia que el inversor le exige al proyecto. En países donde el déficit inflacionario tiene importancia, si la TMAR fuese igual al índice inflacionario, sólo se estaría manteniendo el valor del dinero a través del tiempo, sin generar beneficios adicionales por la inversión. Por lo tanto, se dice que el inversionista debería fijar una TMAR calculada sumando dos valores: el índice inflacionario f , y un premio sobretasa por arriesgar su dinero en determinada inversión, i .

De este modo:

$$TMAR = f + i$$

INDICADORES ECONÓMICOS

Los indicadores económicos que se utilizarán para evaluar la rentabilidad del proyecto a través del tiempo son los siguientes:

1. VALOR ACTUAL NETO (VAN):

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Esto equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir las ganancias, en términos de su valor equivalente al tiempo cero.

Para aceptar un proyecto las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos, lo cual se producirá cuando el VAN sea mayor a 0.

Con un VAN = 0 no se aumenta el patrimonio de la empresa durante el horizonte de planeación estudiado, si la TMAR es igual al promedio de la inflación en ese período. Pero, aunque el VAN sea cero, habría un aumento en el patrimonio de la empresa si la TMAR aplicada para calcularlo fuera superior a la tasa inflacionaria promedio de ese período.

El VAN se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$VAN = I_0 + FNE_1(1+i)_1 + FNE_2(1+i)_2 + \dots + FNE_n(1+i)_n$$

Donde:

- I_0 = inversión inicial
- FNE = flujo neto de efectivo anual

- i = TMAR (en este proyecto, del 12%)

- n = número de años del horizonte del proyecto (en este caso, 10 años)

2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):

La tasa interna de retorno es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Es decir, es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

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.

El criterio de aceptación que emplea este método establece que si la TIR es mayor que la TMAR se acepta la inversión. Dicho de otra manera, si el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, la inversión es económicamente rentable.

Matemáticamente, la TIR es la tasa de descuento i que establece la siguiente igualdad:

$$I_0 = FNE_1(1+i)_1 + FNE_2(1+i)_2 + \dots + FNE_n(1+i)_n$$

3. 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 fórmula para calcular el IVAN es la siguiente:

$$IVAN = \frac{\text{Flujos descontados}}{\text{Inversión inicial}}$$

El criterio permite medir cuánto VAN aporta cada dólar invertido individualmente en cada proyecto.

4. PERÍODO DE RETORNO (PR):

Es el tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial. Se calcula como:

$$\text{Periodo de retorno} = \text{Inversión total de capital} * \text{Ganancia media año}$$

PLAN DE PRODUCCIÓN

Se establece un plan de producción con un horizonte a 10 años. En el primer año se supone una producción anual operando al 75% de la capacidad instalada de 50.000 toneladas de polietileno (PEBD). Para el segundo año se supone una producción anual operando al 80% de la capacidad instalada. Durante los

siguientes 2 años se supone una producción al 85/90% y el 100% el resto de los años.

COSTOS E INGRESOS POR AÑO

Según el plan de producción presentado en la siguiente tabla, se muestran los flujos de ingreso por ventas anuales y los costos totales anuales en los 10 años de producción previstos.

COSTOS ANUALES vs INGRESOS ANUALES						
Año	Capacidad (% de Cap. Máx)	Producción (ton/año)	Costos Fijos (U\$D/año)	Costos Variables (U\$D/año)	Costos Totales (U\$D/año)	Ingresos por ventas (US\$)
0	0	0	6.929.629,00	-	6.929.629,00	0
1	75	37500	6.929.629,00	38.394.465,99	45.324.094,99	63.750.000,00
2	80	40000	6.929.629,00	40.954.097,06	47.883.726,06	68.000.000,00
3	85	42500	6.929.629,00	43.513.728,12	50.443.357,12	72.250.000,00
4	90	45000	6.929.629,00	46.073.359,19	53.002.988,19	76.500.000,00
5	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00
6	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00
7	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00
8	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00
9	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00
10	100	50000	6.929.629,00	51.192.621,32	58.122.250,32	85.000.000,00

6.7.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA SIN FINANCIAMIENTO

En este caso, se proyectan los costos e ingresos por ventas en el tiempo de evaluación del proyecto (10 años) teniendo en cuenta la capacidad operativa. En el año 0 se supone que se realiza la inversión de capital inicial (inversión en activo fijo más inversión en capital de trabajo).

Primero, se calculan los **ingresos netos de la empresa**, restándole a los ingresos por ventas el impuesto a los ingresos brutos (6% de los ingresos por ventas).

Luego se obtiene la **utilidad bruta**, restando el total de costos por producción más la amortización (la cual es un 10% del activo fijo), a los ingresos netos. Seguido a eso, se descuenta el impuesto a las ganancias (35% de la utilidad bruta) para obtener la **utilidad neta**.

Posteriormente, a ésta última se le suma la **amortización**, dando como resultado el flujo de fondo anual. Para finalizar, se calculan los flujos de fondos descontados aplicando la TMAR (en este caso de un 12%), mediante la siguiente fórmula:

$$P=(1+i)^n$$

Donde:

P = Monto de dinero equivalente a F en el presente

F = Monto de dinero acumula en el futuro

i = Tasa de descuento, en este caso, $i = \text{TMAR}$

n = cantidad de períodos de capitalización.

CUADRO DE FLUJO DE FONDOS

El flujo de fondo para los 10 años de horizonte de este proyecto sin financiamiento externo es el siguiente:

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

FLUJO ANUAL DE FONDOS DESCONTADOS SIN FINANCIAMIENTO	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+ Ingresos por ventas	-	63.750.000,00	68.000.000,00	72.250.000,00	76.500.000,00	85.000.000,00	85.000.000,00	85.000.000,00	85.000.000,00	85.000.000,00	85.000.000,00
- Ingresos brutos (6% de ingresos por ventas)	-	3.825.000,00	4.080.000,00	4.335.000,00	4.590.000,00	5.100.000,00	5.100.000,00	5.100.000,00	5.100.000,00	5.100.000,00	5.100.000,00
INGRESOS NETOS, US\$	-	59.925.000,00	63.920.000,00	67.915.000,00	71.910.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00
- Costos totales	-	44.453.087,95	46.954.651,88	49.456.215,81	51.957.779,74	56.960.907,60	56.960.907,60	56.960.907,60	56.960.907,60	56.960.907,60	56.960.907,60
- Amortización (10% de activo fijo)	-	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00
TOTAL COSTOS, US\$	-	46.775.487,95	49.277.051,88	51.778.615,81	54.280.179,74	59.283.307,60	59.283.307,60	59.283.307,60	59.283.307,60	59.283.307,60	59.283.307,60
UTILIDAD BRUTA, US\$	-	13.149.512,05	14.642.948,12	16.136.384,19	17.629.820,26	20.616.692,40	20.616.692,40	20.616.692,40	20.616.692,40	20.616.692,40	20.616.692,40
- Impuesto a las ganancias (35% de utilidad bruta)	-	4.602.329,22	5.125.031,84	5.647.734,47	6.170.437,09	7.215.842,34	7.215.842,34	7.215.842,34	7.215.842,34	7.215.842,34	7.215.842,34
UTILIDAD NETA, US\$	-	8.547.182,83	9.517.916,28	10.488.649,72	11.459.383,17	13.400.850,06	13.400.850,06	13.400.850,06	13.400.850,06	13.400.850,06	13.400.850,06
+ Amortización (10% de activo fijo)	-	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00	2.322.400,00
- Inversión de capital fijo	-	65.082.937,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Capital de trabajo	-	9.267.300,96	-	-	-	-	-	-	-	-	9.267.300,96
FLUJO DE FONDOS, US\$	-	74.350.238,56	10.869.582,83	11.840.316,28	12.811.049,72	15.723.250,06	15.723.250,06	15.723.250,06	15.723.250,06	15.723.250,06	15.723.250,06
FLUJOS DESCONTADOS, US\$		9.704.984,67	8.952.980,17	8.423.473,15	7.879.779,26	7.817.234,13	6.797.594,90	5.910.952,09	5.139.958,34	4.469.528,99	3.886.546,95
PERIODO DE RETORNO		- 64.645.253,89	- 55.692.273,72	- 47.268.800,57	- 39.389.021,31	- 31.571.787,18	- 24.774.192,28	- 18.863.240,20	- 13.723.281,86	- 9.253.752,87	- 5.367.205,93

6.7.3 EVALUACION ECONÓMICA CON FINANCIAMIENTO

En este caso, los flujos de fondos anuales se calculan con la misma metodología que en el caso anterior, con la particularidad de que se deben restar la anualidad de pago de deuda por financiamiento en cada año.

Para empezar, se calcula un monto de Anualidad de pago, para determinar la cifra anual a pagar en devolución del monto financiado más los intereses que el Ente financiero exija. De este modo, la anualidad A se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

A continuación, se construye una tabla de pago de deuda para los diez años:

Caraterísticas de la deuda	
Inversión en capital fijo, US\$	65.082.937,60
Financiamiento, %	50
Plazo de pago (años)	10
Monto de préstamo, US\$	32.541.468,80
Tasa de interés anual, %	0,04
Anualidad, US\$	4.012.068,42

PAGO DE DEUDA				
Año	Interés (4%)	Anualidad	Pago principal (A-interes)	Deuda después del pago
0				32.541.468,80
1	1.301.658,75	4.012.068,42	2.710.409,67	29.831.059,13
2	1.193.242,37	4.012.068,42	2.818.826,05	27.012.233,08
3	1.080.489,32	4.012.068,42	2.931.579,10	24.080.653,99
4	963.226,16	4.012.068,42	3.048.842,26	21.031.811,73
5	841.272,47	4.012.068,42	3.170.795,95	17.861.015,78
6	714.440,63	4.012.068,42	3.297.627,79	14.563.387,99
7	582.535,52	4.012.068,42	3.429.532,90	11.133.855,09
8	445.354,20	4.012.068,42	3.566.714,21	7.567.140,88
9	302.685,64	4.012.068,42	3.709.382,78	3.857.758,09
10	154.310,32	4.012.068,42	3.857.758,09	0,00

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

CUADRO DE RESULTADOS

FLUJO ANUAL DE FONDOS DESCONTADOS CON FINANCIAMIENTO	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+ Ingresos por ventas	-	63.750.000,00	68.000.000,00	72.250.000,00	76.500.000,00	85.000.000,00	85.000.000,00	85.000.000,00	85.000.000,00	85.000.000,00	85.000.000,00
- Ingresos brutos (6% de ingresos por ventas)	-	3.825.000,00	4.080.000,00	4.335.000,00	4.590.000,00	5.100.000,00	5.100.000,00	5.100.000,00	5.100.000,00	5.100.000,00	5.100.000,00
INGRESOS NETOS, USD	-	59.925.000,00	63.920.000,00	67.915.000,00	71.910.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00	79.900.000,00
- Costos totales	-	44.453.087,95	46.954.651,88	49.456.215,81	51.957.779,74	56.960.907,60	56.960.907,60	56.960.907,60	56.960.907,60	56.960.907,60	56.960.907,60
- Amortización (10% de activo fijo)	-	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00
TOTAL COSTOS, USD	-	45.673.787,95	48.175.351,88	50.676.915,81	53.178.479,74	58.181.607,60	58.181.607,60	58.181.607,60	58.181.607,60	58.181.607,60	58.181.607,60
UTILIDAD BRUTA, USD	-	14.251.212,05	15.744.648,12	17.238.084,19	18.731.520,26	21.718.392,40	21.718.392,40	21.718.392,40	21.718.392,40	21.718.392,40	21.718.392,40
- Impuesto a las ganancias (35% de utilidad bruta)	-	4.987.924,22	5.510.626,84	6.033.329,47	6.556.032,09	7.601.437,34	7.601.437,34	7.601.437,34	7.601.437,34	7.601.437,34	7.601.437,34
UTILIDAD NETA, USD	-	9.263.287,83	10.234.021,28	11.204.754,72	12.175.488,17	14.116.955,06	14.116.955,06	14.116.955,06	14.116.955,06	14.116.955,06	14.116.955,06
+ Amortización (10% de activo fijo)	-	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00	1.220.700,00
- Inversión de capital fijo	-	32.541.468,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Capital de trabajo	-	9.267.300,96	-	-	-	-	-	-	-	-	9.267.300,96
- Pago de deuda	-	2.710.409,67	2.818.826,05	2.931.579,10	3.048.842,26	3.170.795,95	3.297.627,79	3.429.532,90	3.566.714,21	3.709.382,78	3.857.758,09
FLUJO DE FONDOS, USD	-	41.808.769,76	7.773.578,17	8.635.895,23	9.493.875,63	10.347.345,91	12.166.859,11	12.040.027,27	11.908.122,16	11.770.940,85	11.628.272,28
FLUJOS DESCONTADOS, USD		6.759.633,19	6.529.977,49	6.242.377,33	5.916.128,61	6.049.079,29	5.205.236,05	4.476.704,20	3.847.941,44	3.305.480,73	2.837.654,96
PERIODO DE RETORNO		- 35.049.136,57	- 28.519.159,09	- 22.276.781,75	- 16.360.653,15	- 10.311.573,85	- 5.106.337,81	- 629.633,61	3.218.307,83	6.523.788,56	9.361.443,51

6.8 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO Y EVALUACION ECONOMICA

Para una producción anual de 50000 toneladas de polietileno de baja densidad en un periodo en evaluación de 10 años, los ingresos por ventas son suficientes para recuperar la inversión en los dos escenarios evaluados acorde el periodo de retorno calculado.

Se observa un elevado costo de inversión; debido a esto, el VAN resulta negativo para el periodo evaluado, sin financiamiento. No así con financiamiento.

Por otro lado, a partir del punto de equilibrio se concluye que con una producción anual del 21% de la capacidad instalada se estaría cubriendo los costos fijos y variables. Este es un resultado muy precario, ya que el punto de equilibrio no tiene en cuenta la inversión inicial del proyecto.

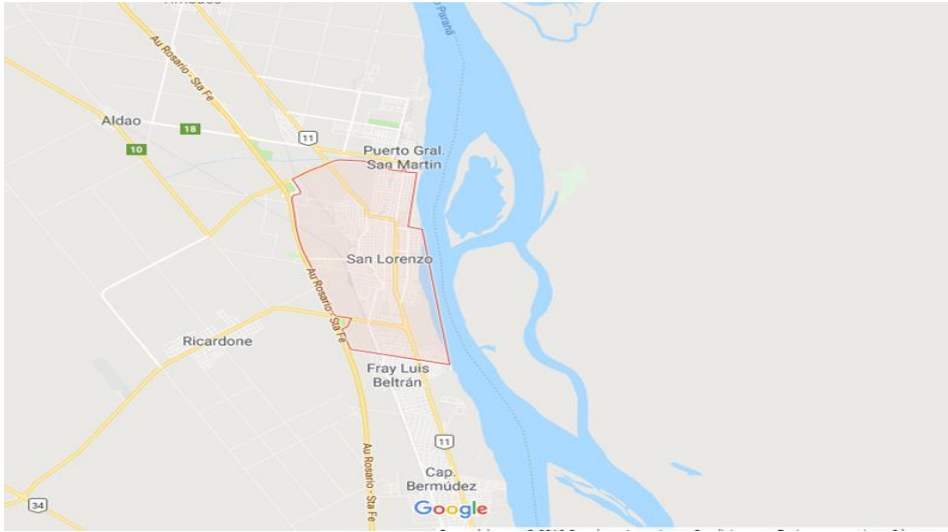
De otro modo, no se recomienda la implementación de este proyecto debido a que cambios menores en el sueldo del personal permanente de planta o súbitas bajas de precio del producto producen que el proyecto sea no rentable.

INDICADORES ECONOMICOS		
	SIN FINANCIAMIENTO	CON FINANCIAMIENTO
TMAR	12%	12%
VAN	-US\$ 5.367.205,93	US\$ 9.361.443,51
TIR	13,13%	20,00%
Periodo de recuperacion	7 años	6 años

ANEXO I. PLANIMETRIA

1. Diagrama isométrico de circulación de materia prima desde TK-101 hacia E- 101
2. Diagrama de flujo de proceso:
PFD: sección 1 y sección 2.
3. Diagrama de cañerías e instrumentos:
P&D: sección 1 hasta sección 4
4. Plot plan

ANEXO II. UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA PLANTA



VISTA DESDE LA RP 10. Autopista Au. Rosario – Santa Fe. Polo industrial de San Lorenzo



VISTA DESDE LA RUTA PRONICIAL Nº 10



ANEXO III. IDENTIFICACION DE RIESGOS EN LA PLANTA DE POLIETILENO

El análisis " ¿qué pasa sí? " consiste en determinar las consecuencias no deseadas originadas por un evento.

El método puede aplicarse para examinar posibles desviaciones en el diseño, construcción, operación o modificación de la planta.

- **¿Qué pasa si el bioetanol no alcanza la temperatura de trabajo del reactor?**

Inmediatamente actúa un dispositivo de seguridad, el cual ya no permite que siga fluyendo bioetanol hacia dicho equipo. La corriente gaseosa se envía a antorcha.

- **¿Qué pasa si se cierra la válvula de control cuando está operando el reactor?**

Se incrementa la presión en el reactor dañando los discos de ruptura diseñados para actuar a la presión de trabajo.

- **¿Qué pasa si el etileno gaseoso no alcanza la temperatura de trabajo del absorbedor?**

No se removerán las trazas de dióxido de carbono presentes en la corriente gaseosa que sale del reactor. Esto afectaría la pureza deseada de etileno.

- **¿Qué pasa si aumenta la presión en la llegada del etileno?**

Inmediatamente actúa un dispositivo de seguridad calibrado a 24 kg/cm² el cual ya no permite que siga fluyendo el gas hacia la compresión primaria.

- **¿Qué pasa si falla la válvula?**

Se generaría una ruptura en el recipiente, la cual ocasionaría una fuga de gas. En este caso si solo se descalibró la válvula se debe que mandar a calibrar.

- **¿Qué pasa si se bloquean las líneas de descarga de los compresores?**

Se incrementa la presión en la máquina ocasionando que los cilindros se fisuren provocando una fuga de gas considerable. El tiempo de reparación depende del daño que sufra la máquina que va desde 1 mes hasta 2 años si se daña completamente.

Si la fuga es con incendio el problema sería un daño total de la máquina, noteniendo reparación. Se debe proceder a la compra e instalación de un equipo nuevo.

- **¿Qué pasa si se eleva la temperatura a más de 110 °C debido a las altas presiones de gas?**

Se deposita polímero residual en las paredes de los cilindros de la compresora, así como en las líneas de descarga ocasionando una caída de presión por obstrucción en las líneas de descarga o cilindros de compresión.

- **¿Qué pasa si existe una fisura en el reactor de polimerización?**

Puede ocasionar una fuga de gas etileno e incendio ya que trabaja en un rango de presión de 1100 - 1900 kg/cm² y a una temperatura de 150 a 280 °C.

- **¿Qué pasa si falla la válvula de control?**

Si al fallar la válvula, esta se abre totalmente provocando que la presión en el reactor disminuya sin causar inconvenientes.

- **¿Qué pasa si existe una elevación en la temperatura?**

El peso molecular del polímero disminuye, y esto provocaría otras reacciones de descomposición del etileno. La descomposición producida sería en carbono y metano, ó en carbono e hidrogeno, los cuales son fuertemente exotérmicos y pueden elevar su temperatura hasta una altura explosiva.

- **¿Qué pasa si existe una variación en la temperatura del sistema de enfriamiento?**

La temperatura de polímero se le controla intercambiando calor con agua-vapor. Si el producto se calienta a lo máximo de la temperatura del vapor solo afectaría las propiedades del producto. Si se enfría (no inyección de vapor) el polímero se solidificaría en el enfriador provocando obstrucción en el flujo del producto afectando la producción sin causar daños en el equipo. Tiempo de reparación del equipo cuando no hay inyección de vapor es de 72 horas.

- **¿Qué pasa si falla la válvula automática del separador de baja presión?**

a) Si se cierra totalmente bloquearía el flujo del producto ocasionando un reprocesamiento hacia atrás ocasionando la ruptura de los 2 discos de seguridad del separador de alta presión sin causar ningún daño al equipo, solo pérdidas de producción.

b) Si se descalibra la válvula abriendo totalmente causaría un incremento de presión en el separador de baja presión ocasionando la ruptura del disco de seguridad.

- **¿Qué pasa si se para el motor del extrusor?**

Se pararía el transporte del producto ocasionando un nivel alto en el separador de baja presión rompiendo el disco de ruptura, ocasionando daños en la pérdida del producto ocasionando el paro de la planta.

- **¿Qué pasa si se para el motor que mueven las cuchillas que cortan el producto?**

Ocasionaría que el producto continuara fluyendo ocasionando obstrucción en las líneas de transporte, provocando un paro de producción.

ANEXO IV. TABLAS Y GRAFICOS

1. Propiedades de cañerías de acero. Tomado de Perry (pp. 10.78)

TABLE 10-22 Properties of Steel Pipe (Continued)

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
					Metal, in ²	Flow, ft ²	Outside	Inside	U.S. gal/min	lb/h water	
5	5.563	80XS, 80S	.337	3.826	4.41	.07986	1.178	1.002	35.8	17,900	14.98
		120	0.438	3.624	5.58	0.07170	1.178	0.949	32.2	16,100	19.00
		160	.531	3.438	6.62	.06647	1.178	0.900	28.9	14,450	22.51
		XX	.674	3.152	8.10	.05419	1.178	0.825	24.3	12,150	27.54
		5S	.109	5.345	1.87	.1558	1.456	1.399	69.9	34,950	6.36
		10S	.134	5.295	2.29	.1529	1.456	1.386	68.6	34,300	7.77
		40ST, 40S	.258	5.047	4.30	.1390	1.456	1.321	62.3	31,150	14.62
		80XS, 80S	.375	4.813	6.11	.1263	1.456	1.260	57.7	28,850	20.78
		120	.500	4.563	7.95	.1136	1.456	1.195	51.0	25,500	27.04
		160	.625	4.313	9.70	.1015	1.456	1.129	45.5	22,750	32.96
6	6.625	XX	.750	4.063	11.34	.0900	1.456	1.064	40.4	20,200	38.55
		5S	.109	6.407	2.23	.2239	1.734	1.677	100.5	50,250	7.60
		10S	.134	6.357	2.73	.2204	1.734	1.664	98.9	49,450	9.29
		40ST, 40S	.280	6.065	5.58	.2006	1.734	1.588	90.0	45,000	18.97
		80XS, 80S	.432	5.761	8.40	.1810	1.734	1.508	81.1	40,550	28.57
		120	.562	5.501	10.70	.1650	1.734	1.440	73.9	36,950	36.39
		160	.719	5.187	13.34	.1467	1.734	1.358	65.9	32,950	45.34
		XX	.864	4.897	15.64	.1308	1.734	1.282	58.7	29,350	53.16

2. Diagrama de Moody. Tomado de Perry (pp. 6.10)

6-10 FLUID AND PARTICLE DYNAMICS

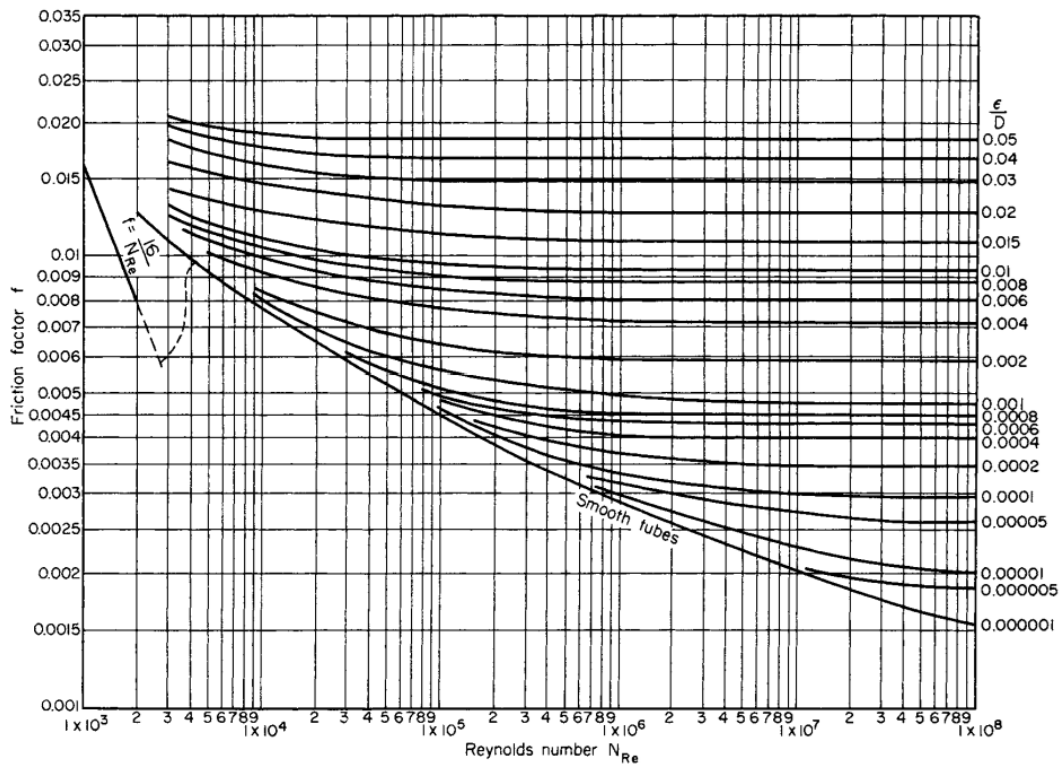


FIG. 6-9 Fanning Friction Factors. Reynolds number $Re = DV\rho/\mu$, where D = pipe diameter, V = velocity, ρ = fluid density, and μ = fluid viscosity. (Based on Moody, Trans. ASME, 66, 671 [1944].)

3. Rugosidades relativas para distintos materiales. Tomado de Perry (pp. 6.10)

TABLE 6-1 Values of Surface Roughness for Various Materials*

Material	Surface roughness ϵ , mm
Drawn tubing (brass, lead, glass, and the like)	0.00152
Commercial steel or wrought iron	0.0457
Asphalted cast iron	0.122
Galvanized iron	0.152
Cast iron	0.259
Wood stove	0.183–0.914
Concrete	0.305–3.05
Riveted steel	0.914–9.14

* From Moody, *Trans. Am. Soc. Mech. Eng.*, **66**, 671–684 (1944); *Mech. Eng.*, **69**, 1005–1006 (1947). Additional values of ϵ for various types or conditions of concrete wrought-iron, welded steel, riveted steel, and corrugated-metal pipes are given in Brater and King, *Handbook of Hydraulics*, 6th ed., McGraw-Hill, New York, 1976, pp. 6-12–6-13. To convert millimeters to feet, multiply by 3.281×10^{-3} .

4. Longitudes equivalentes de accesorios de tuberías. Tomado de Ludwig, Vol I (pp. 188-199)

188 FLUID FLOW

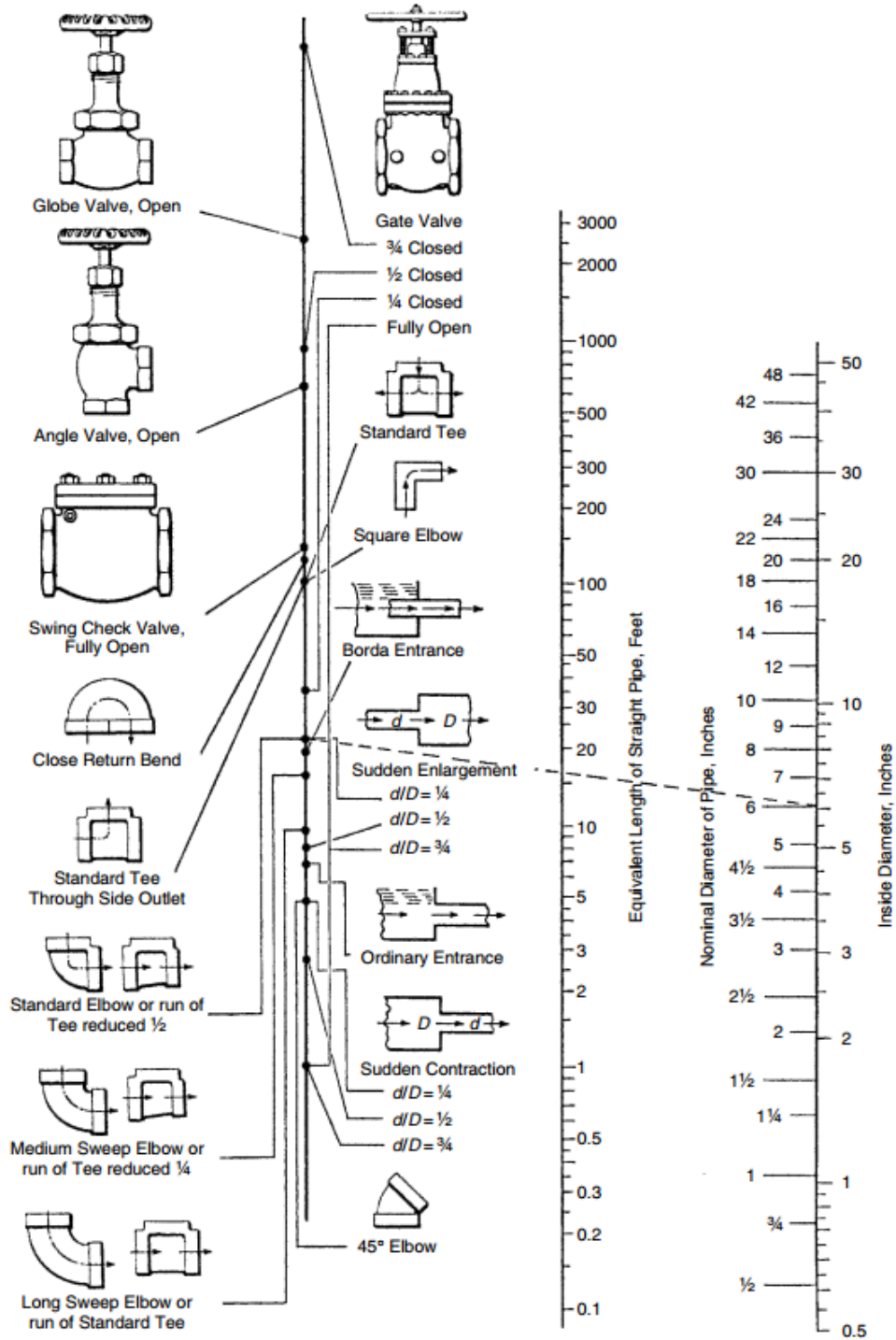


Figure 4-24a Equivalent length resistance of valves and fittings to flow of fluids. Note: Apply to 2 in. and similar threaded pipe for process applications (Ludwig [19]). (By permission from Crane Co., Technical Paper No. 409, Engineering Div., 1942, also see [4].)

5. Gráfico de Factor Calórico F_c . Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 77)

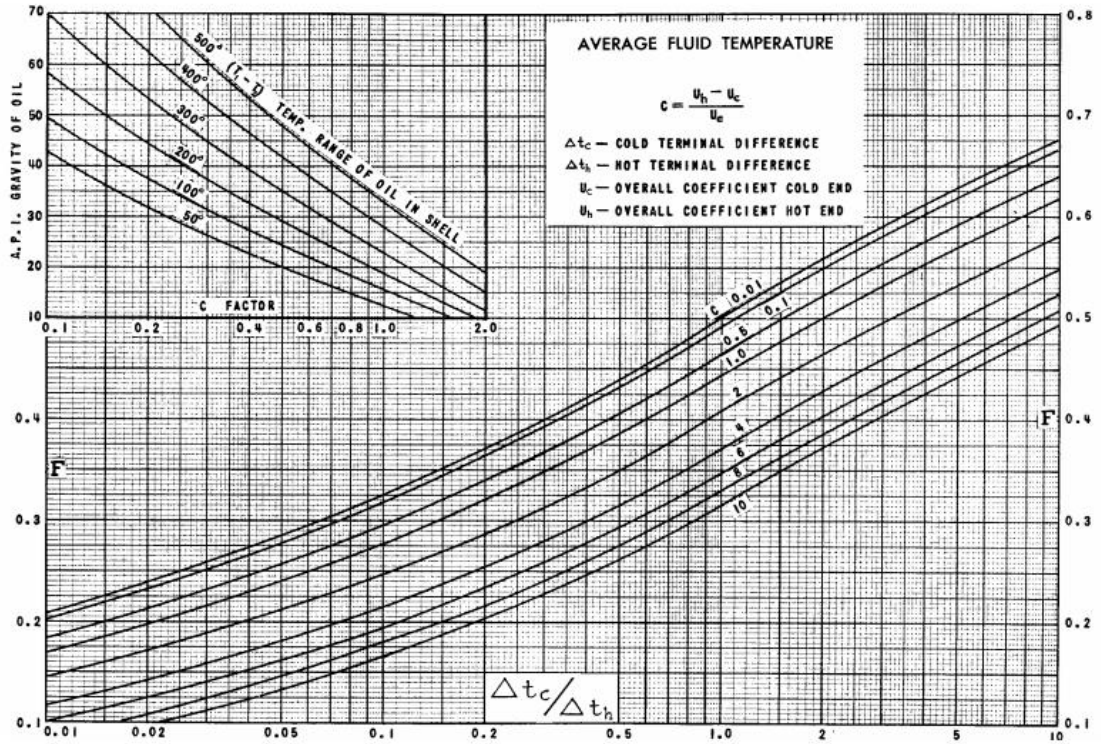


Figure 10-38. Caloric or true average fluid temperature. (Used by permission: Standards of Tubular Exchanger Manufacturers Association, ©1959 and 1968. Tubular Exchanger Manufacturers Association, Inc. All rights reserved.)

6. Factor F_t de Corrección de Diferencia de Temperaturas Medias. Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 59)

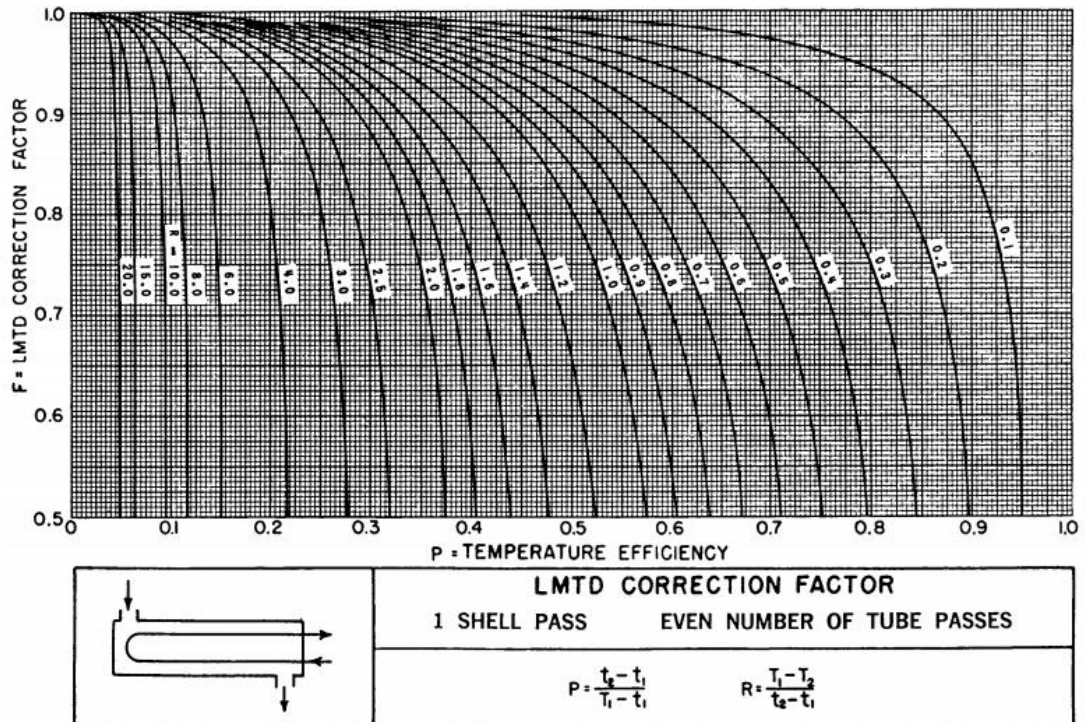


Figure 10-34A. MTD correction factor, 1 shell pass, even number of tube passes. (Figures 10-34A–10-34J used by permission: Standards of Tubular Exchanger Manufacturers Association, 7th Ed., Figure T-32, ©1988. Tubular Exchanger Manufacturers Association, Inc.)

7. Gráfica de Coeficiente Pelicular de Transferencia de Calor Lado Coraza. Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 106)

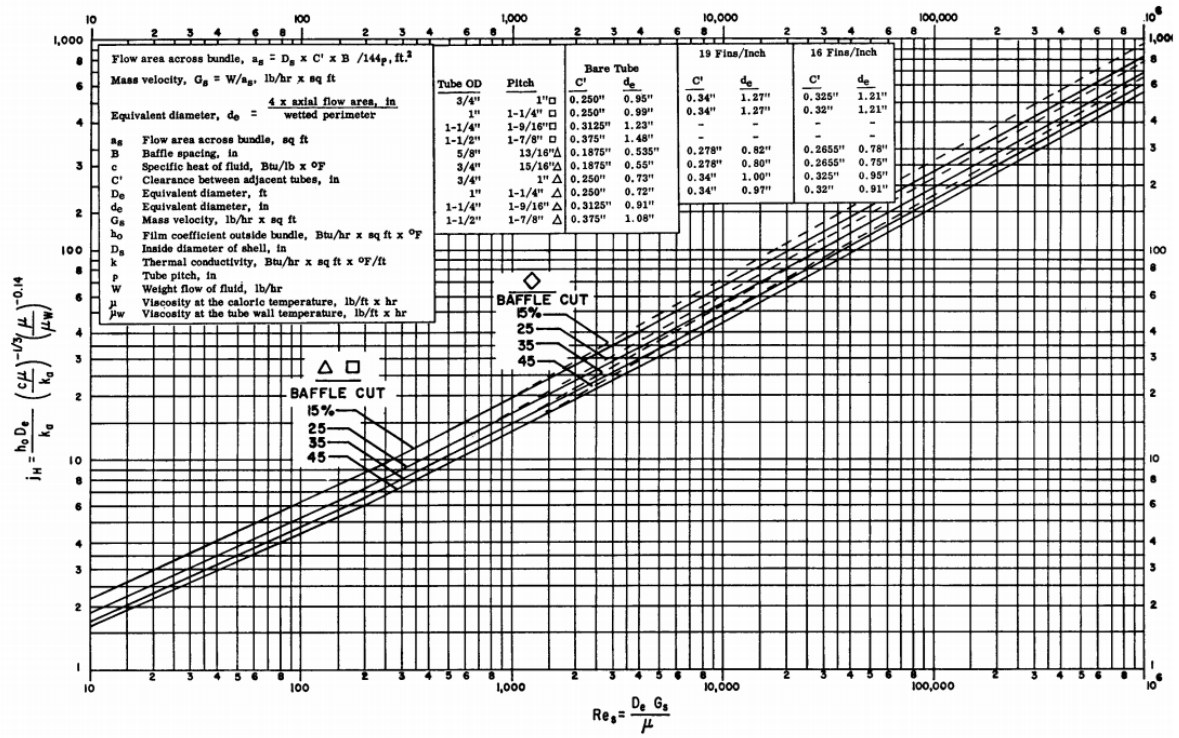


Figure 10-54. Shell-side heat transfer curve for segmental baffles. (Used by permission: Engineering Data Book Section II, ©1959. Wolverine Tube, Inc.)

8. Factor de Fricción Lado Coraza. Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 216)

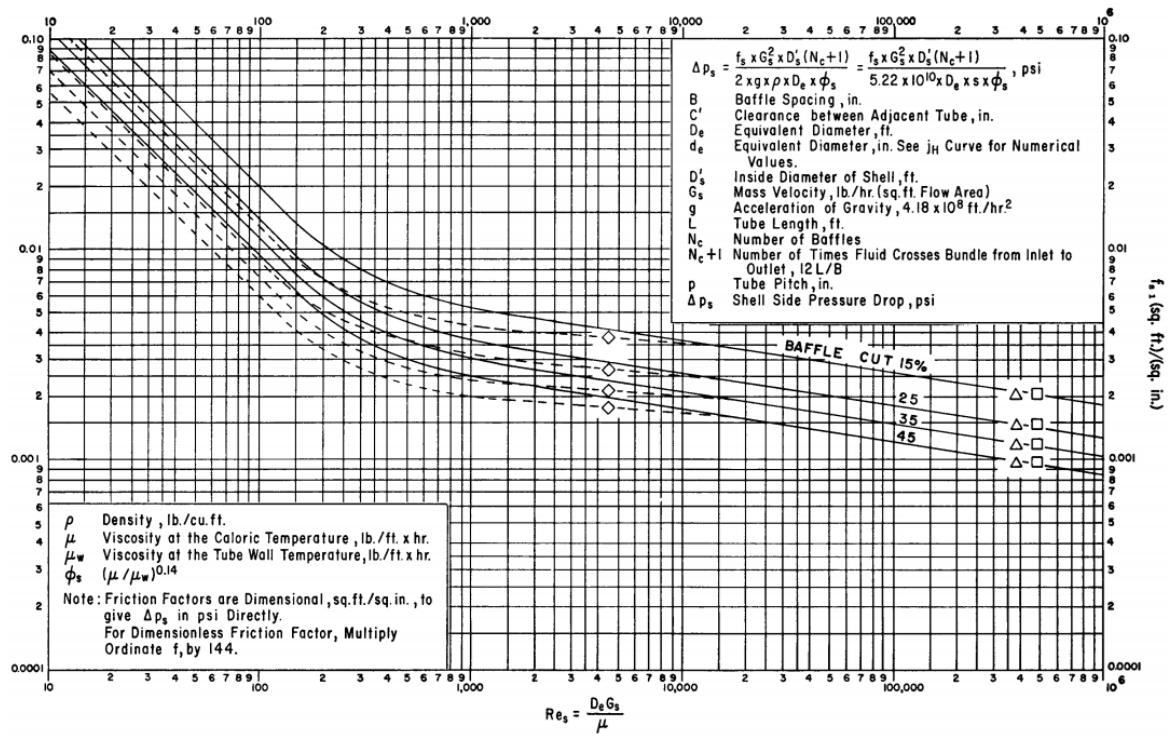
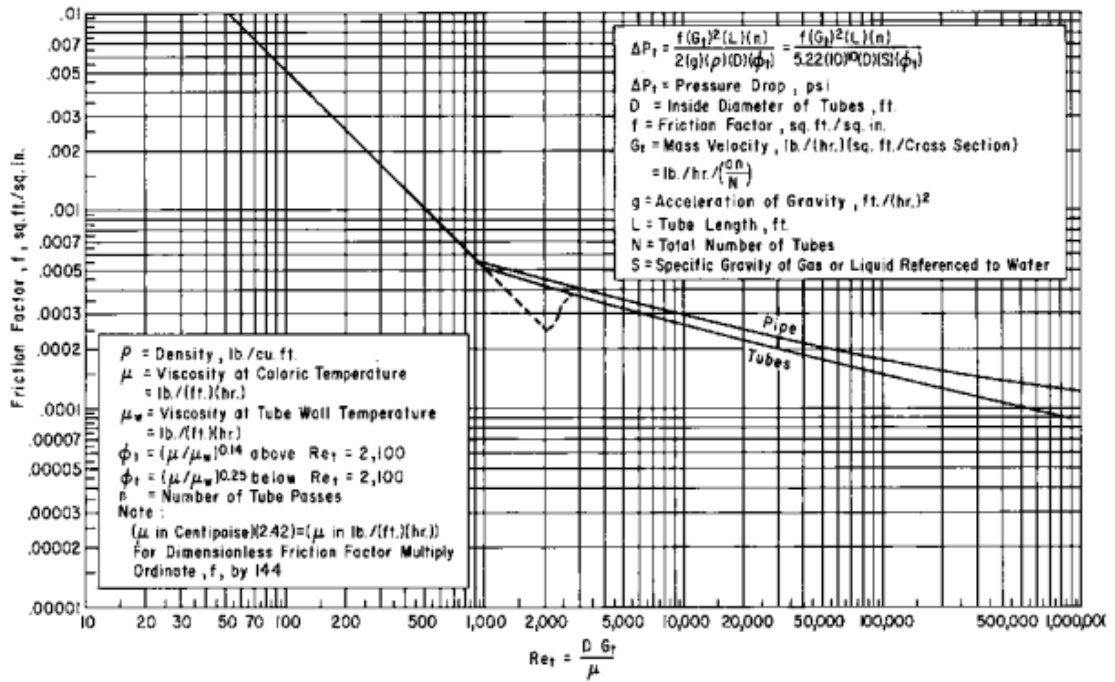


Figure 10-140. Shell-side friction factors for low-finned and plain tubes. (Used by permission: Engineering Data Book, © 1960. Wolverine Tube, Inc.)

9. Factor de Fricción Lado Tubos. Tomado de Ludwig, Vol III (pp. 214)



10. Gráfica de Coeficiente Pelicular de Transferencia de Calor Lado Tubos.

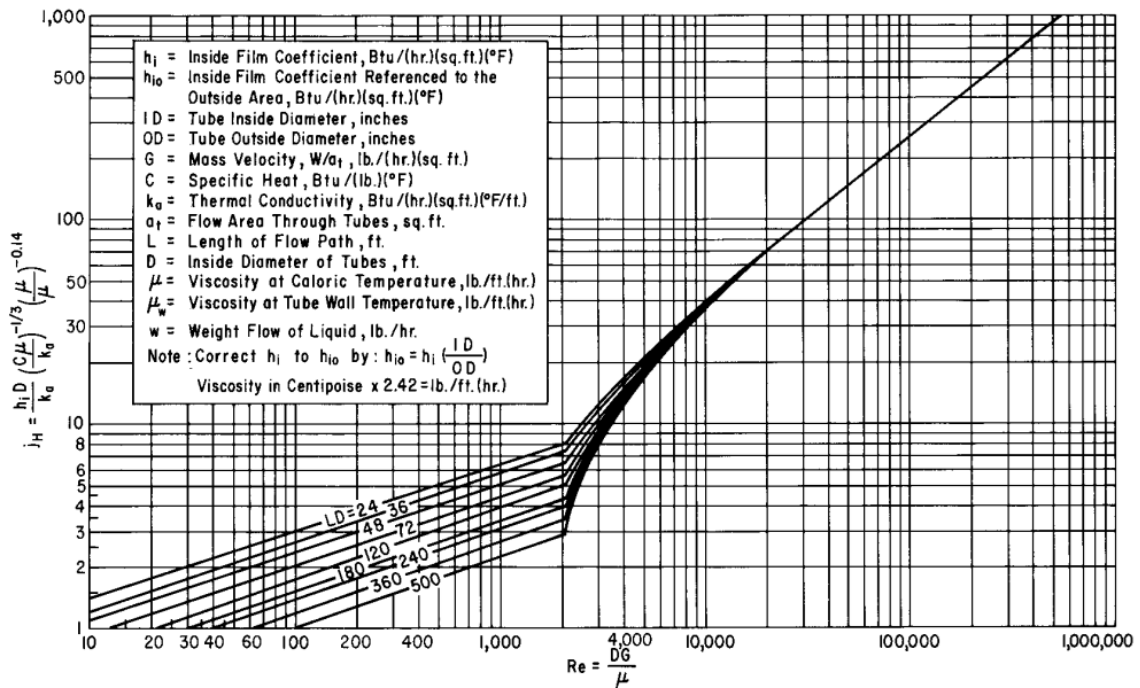


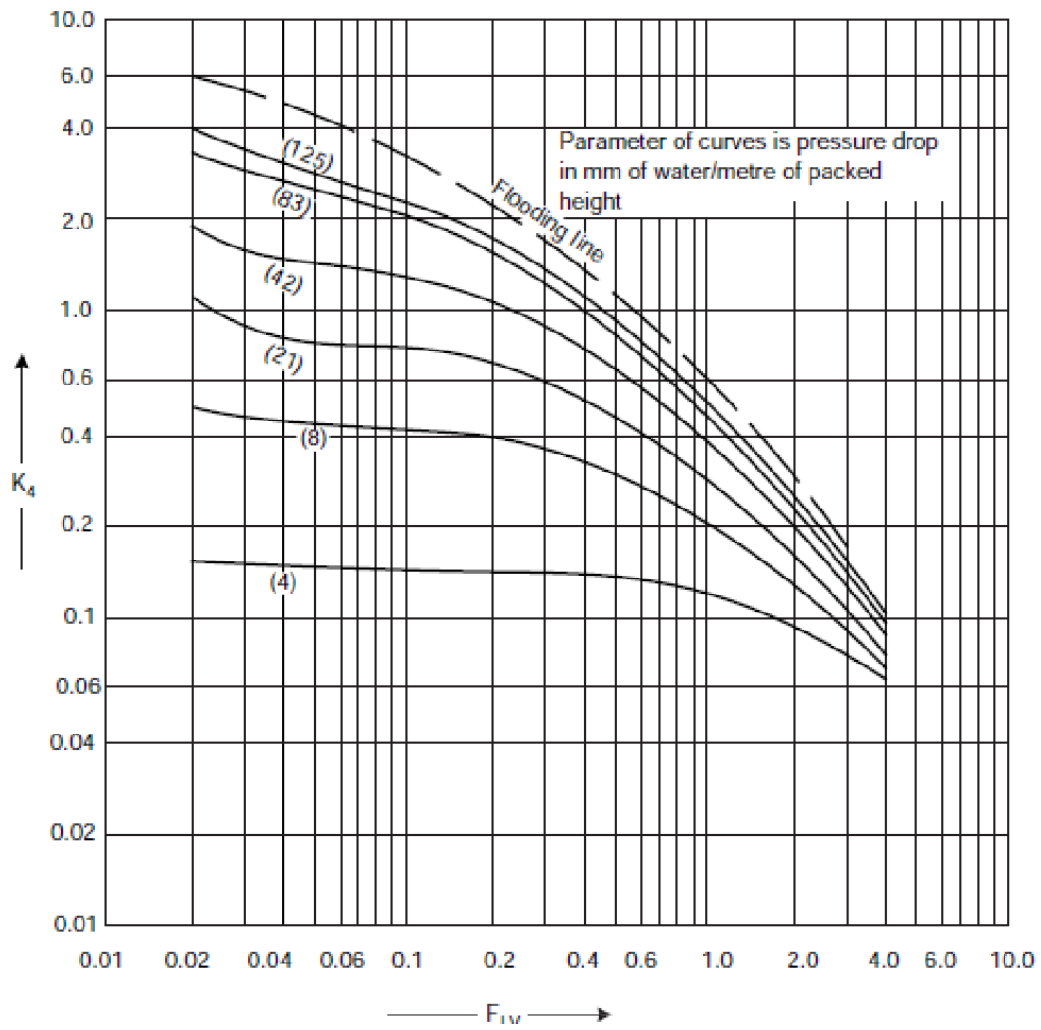
Figure 10-46. Tube-side heat transfer, heating and cooling. (Adapted and used by permission: Kern, D. Q. Process Heat Transfer, 1st Ed., ©1950. McGraw-Hill Book Co. All rights reserved. Originally adapted by Kern from Sieder and Tate.)

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

11. Tabla de diámetros nominales de cañerías:

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	(in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160	-	-	2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-	-	-	2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176
4	100	4.500	114.3	0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
				0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197

12.



PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

13. Número de tubos a partir del diámetro de 3 carcasa

37	35	33	31	29	27	25	23 1/4	21 1/4	19 1/4	17 1/4	15 1/4	13 1/4	12	10	8	I.D. of Shell (in.)		
1269	1143	1019	881	763	603	553	481	391	307	247	193	135	105	69	33	8	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes
1127	1007	889	765	607	577	493	423	343	277	217	157	117	91	57	33	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
905	865	765	665	587	495	419	355	287	235	183	139	101	85	53	33	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
090	033	551	481	427	301	307	247	205	163	133	103	73	57	33	15	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
595	545	477	413	359	303	255	215	179	139	111	83	65	45	33	17	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
1242	1088	964	846	734	626	528	452	370	300	228	166	124	94	58	32	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
1088	972	858	746	646	556	468	398	326	264	208	154	110	90	56	28	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
846	840	746	644	560	486	408	346	280	222	172	126	94	78	48	26	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
638	608	530	462	410	346	292	244	204	162	126	92	62	52	32	16	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
584	522	460	402	348	298	248	218	172	136	106	76	56	40	26	12	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
1126	1008	882	768	648	558	460	398	304	234	180	134	94	64	34	8	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
1000	882	772	674	566	484	406	336	270	212	158	108	72	60	26	8	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
854	778	688	586	506	436	362	304	242	188	142	100	72	52	30	12	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
610	532	466	396	340	284	234	192	154	120	84	58	42	26	8	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
526	464	406	356	304	256	214	180	134	100	76	58	38	22	12	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
1172	1024	904	788	680	576	484	412	332	266	196	154	108	84	48	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
1024	912	802	692	596	506	424	360	292	232	180	134	96	72	44	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
830	778	688	590	510	440	366	308	242	182	142	126	88	72	48	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
638	560	486	422	368	308	258	212	170	138	104	78	60	44	24	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
534	476	414	360	310	260	214	188	142	110	84	74	48	40	24	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
1066	928	822	740	622	534	436	378	300	238	180	134	96	72	44	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
968	852	744	648	542	462	386	318	254	198	146	98	64	52	20	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
852	748	660	560	482	414	342	286	226	174	130	90	64	44	24	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
584	508	444	376	322	266	218	178	142	110	74	50	36	20	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
500	440	384	336	286	238	198	166	122	90	66	50	32	16	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
1106	964	844	732	632	532	440	372	294	230	174	116	80	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
904	852	744	640	548	464	388	322	258	202	156	104	66	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
818	724	634	536	460	394	324	266	212	158	116	78	54	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
586	514	442	382	338	274	226	182	150	112	82	56	34	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
484	430	368	318	268	226	184	154	116	88	66	44	XX	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
1058	944	826	716	596	510	416	358	272	206	156	110	74	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
940	826	720	626	518	440	366	300	238	184	134	88	56	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
820	718	632	534	458	392	322	268	210	160	118	80	56	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
562	488	426	356	304	252	206	168	130	100	68	42	30	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
478	420	362	316	268	224	182	152	110	80	60	42	XX	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
1040	902	790	682	576	484	398	332	258	198	140	94	XX	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
802	798	694	588	496	422	344	286	224	170	124	82	XX	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
760	662	576	490	414	352	286	228	174	132	94	XX	XX	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
542	466	400	342	298	240	190	154	120	90	66	XX	XX	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
438	388	334	280	230	192	150	128	94	74	XX	XX	XX	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	Fixed Tubes	
1032	916	796	688	578	490	398	342	254	190	142	102	68	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
908	790	692	600	498	422	350	286	226	170	122	82	52	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
792	692	608	512	438	374	306	254	194	146	106	70	48	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
540	464	404	340	290	238	190	154	118	90	58	38	24	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
456	396	344	300	254	206	170	142	98	70	50	34	XX	XX	XX	XX	1 1/2" on 1 1/2" Δ	U Tubes	
37	35	33	31	29	27	25	23 1/4	21 1/4	19 1/4	17 1/4	15 1/4	13 1/4	12	10	8	I.D. of Shell (in.)		

¹ Allowance made for Tie Rods.

² R. O. D. = 2 1/2 × Tube Dia. Actual Number of "U" Tubes is one-half the above figures.

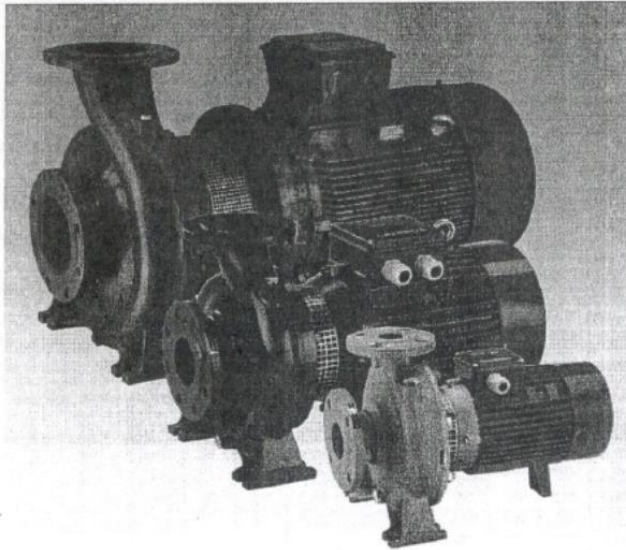
14. Datos de tubos para intercambiadores

Tubo DE, pul	BWG	Espesor de la pared,	DI, pul	Área de flujo por tubo, pulg ²	In. pies ²		Peso por pie lineal, lb. de acero
					Exterior	Interior	
1/2	12	0.109	0.282	0.0625	0.1309	0.0749	0.493
	14	0.093	0.324	0.0976		0.0974	0.403
	16	0.065	0.370	0.1676		0.0969	0.329
	18	0.049	0.402	0.127		0.1052	0.258
	20	0.025	0.430	0.145		0.1125	0.190
3/4	10	0.134	0.482	0.162	0.1963	0.1263	0.965
	11	0.120	0.510	0.204		0.1335	0.884
	12	0.109	0.532	0.221		0.1393	0.817
	13	0.095	0.560	0.247		0.1466	0.727
	14	0.083	0.584	0.268		0.1529	0.647
	15	0.072	0.606	0.289		0.1587	0.571
	16	0.065	0.629	0.302		0.1623	0.528
	17	0.058	0.634	0.314		0.1660	0.469
	18	0.049	0.652	0.314		0.1707	0.401
1	8	0.165	0.670	0.355	0.2618	0.1754	1.61
	9	0.148	0.704	0.399		0.1843	1.47
	10	0.134	0.732	0.421		0.1916	1.36
	11	0.120	0.760	0.455		0.1990	1.23
	12	0.109	0.782	0.479		0.2048	1.14
	13	0.095	0.810	0.515		0.2121	1.00
	14	0.083	0.834	0.546		0.2183	0.876
	15	0.072	0.856	0.576		0.2241	0.781
	16	0.065	0.870	0.594		0.2277	0.710
	17	0.058	0.884	0.613		0.2314	0.639
18	0.049	0.902	0.639	0.2361	0.565		
1 1/4	8	0.165	0.920	0.665	0.3271	0.2409	2.09
	9	0.148	0.954	0.714		0.2498	1.91
	10	0.134	0.982	0.757		0.2572	1.75
	11	0.120	1.01	0.800		0.2644	1.56
	12	0.109	1.03	0.836		0.2701	1.45
	13	0.095	1.06	0.884		0.2775	1.28
	14	0.083	1.08	0.923		0.2839	1.13
	15	0.072	1.11	0.960		0.2886	0.991
	16	0.065	1.12	0.985		0.2932	0.908
	17	0.058	1.13	1.01		0.2969	0.809
18	0.049	1.15	1.04	0.3015	0.688		
1 1/2	8	0.165	1.17	1.075	0.3925	0.3063	2.57
	9	0.148	1.20	1.14		0.3152	2.34
	10	0.134	1.22	1.19		0.3225	2.14
	11	0.120	1.26	1.25		0.3299	1.98
	12	0.109	1.28	1.29		0.3356	1.77
	13	0.095	1.31	1.35		0.3430	1.56
	14	0.083	1.33	1.40		0.3492	1.37
	15	0.072	1.36	1.44		0.3555	1.20
	16	0.065	1.37	1.47		0.3587	1.09
	17	0.058	1.38	1.50		0.3623	0.978
18	0.049	1.40	1.54	0.3670	0.831		

15. Catálogo de bombas calpeda

NM, NMS

Bombas centrífugas monobloc con bridas



Ejecución

Electrobombas centrífugas monobloc con acoplamiento directo motor-bomba y eje único hasta 30 kW, ejecución para motores normalizados IEC con cojinete axial integrado desde 37 hasta 75 kW (ejecución Stub-shaft). Cuerpo bomba con orificio de aspiración axial y orificio de impulsión vertical-radial, con dimensiones principales y prestaciones según EN 733 (UNI 7467).

NM(S): Ejecución con cuerpo bomba y acoplamiento en hierro.
B-NM(S): Ejecución con cuerpo bomba y acoplamiento/tapa del cuerpo en bronce. Las bombas en bronce se suministran totalmente pintadas.

Orificios: Bridas PN 10, EN 1092-2.

Contrabridas (bajo demanda)

Modelos	Bridas
de NM 32/... a NM 50/...	Bridas roscadas EN 1092-1, PN 16
de NM 65/... a NMS 100/250	Bridas para soldar con aportación EN 1092-1, PN 10

Aplicaciones

- Para líquidos limpios sin partes abrasivas, y no agresivos para los materiales de la bomba (con partes sólidas hasta 0,2% máx).
- Para el aprovisionamiento de agua.
- Para instalaciones de calefacción, acondicionamiento, refrigeración y circulación.
- Para aplicaciones civiles e industriales.
- Para instalaciones contra incendios.
- Para irrigación.

Límites de empleo

Temperatura del líquido de -10 °C a +90 °C.
Temperatura ambiente hasta 40 °C.
Altura de aspiración manométrica hasta 7 metros.
Presión final máxima admitida en el cuerpo de la bomba 10 bar.
Servicio continuo.

Motor

Motor a inducción a 2 polos, 50 Hz (n = 2900 1/min).
NM, NMS: trifásico 230/400 V ± 10% hasta 3 kW.
400/690 V ± 10% de 4 a 75 kW.
Aislamiento clase F, Protección IP 54.
Clase alta eficiencia IE2 para motor trifásico de 0,75 kW.
Ejecución según EN 60034-1; EN 60034-30.

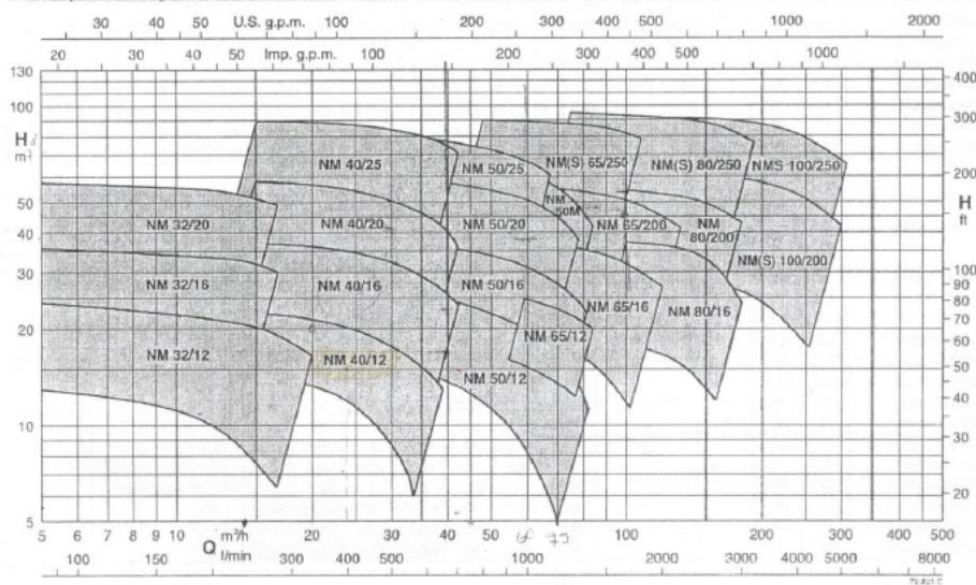
Otras ejecuciones bajo demanda

- Otras tensiones.
- Frecuencia 60 Hz.
- Protección IP 55.
- Sello mecánico especial.
- Prensa estopas (solo para ejecución normal NM).
- Motor monofásico (NMM) hasta 1,5 kW.
- Ejecución monobloc antideflagrante según 94/9/CE (ATEX).
- Para líquidos o ambientes con temperaturas más elevadas o más bajas.

Materiales

Componentes	NM, NMS	B-NM, B-NMS
Cuerpo bomba	Hierro	Bronce
Acoplamiento NM	G.JL 200 EN 1561	G-Cu Sn 10 EN 1982
Tapa del cuerpo para NMS	Hierro G.JL 200 EN 1561	
Acoplamiento NMS	Hierro G.JL 200 EN 1561	
Rodete	Hierro	Bronce
	G.JL 200 EN 1561	G-Cu Sn 10 EN 1982
	Latón P- Cu Zn 40 Pb 2 UNI 5705	
	Para NM, B-NM 32/12-16-20, NM, B-NM 40/20	
Eje	Acero AISI 303 hasta 2,2 kW	Acero al Cr-Ni-Mo AISI 316
	Acero AISI 430 de 3 kW a 75 kW	
Sello mecánico	Carbón - Cerámica - NBR	
Contrabridas	Acero Fe 430B UNI 7070	

Campo de aplicaciones n ≈ 2900 1/min



PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

Prestaciones $n \approx 2900$ 1/min

B-NM	NM	P ₂		Q m ³ /h l/min	6,6	7,5	8,4	9,6	10,8	12	13,2	15	16,8	18,9	21	24	27	30
		kW	HP		110	125	140	160	180	200	220	250	280	315	350	400	450	500
B-NM 32/12F	NM 32/12FE	0,55	0,75	H m	12,5	12,5	12	11,5	11	10	9	7,5						
B-NM 32/12D	NM 32/12DE	0,75	1		18	18	17,5	17	16,5	16	15,5	14						
B-NM 32/12A	NM 32/12AE	1,1	1,5		23	23	22,5	22	21,5	21	20,5	19						
B-NM 32/12S	NM 32/12SE	1,5	2		23,5	23,5	23	22,5	22	21,5	21	20,5	19*	18,5*	16,5*	13*		
B-NM 32/16B	NM 32/16BE	1,5	2		29,5	29,5	29	28,5	27,5	27	26	25*	22,5*					
B-NM 32/16A/A	NM 32/16A/A	2,2	3		35,5	35,5	35	34,5	34	33,5	33	32*	30*					
B-NM 32/20D/A	NM 32/20D/A	2,2	3		38	37,5	37	36	35	33,5	32							
B-NM 32/20C/A	NM 32/20C/A	3	4		45	44,5	44	43,5	42,5	41	40	38	36*					
B-NM 32/20A/A	NM 32/20A/A	4	5,5		57,5	57	56	55,5	55	54,5	53,5	51,5	49*					

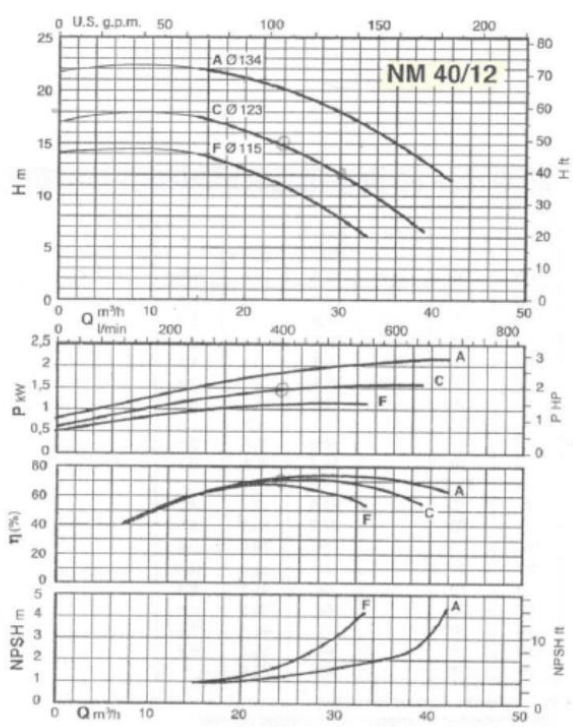
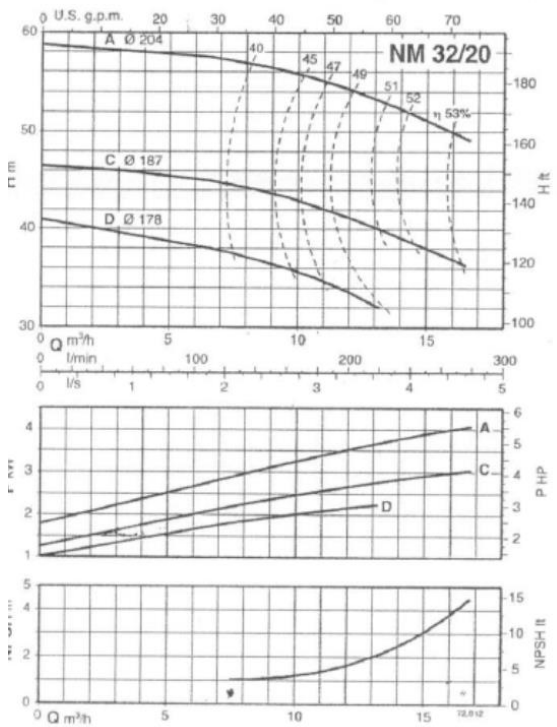
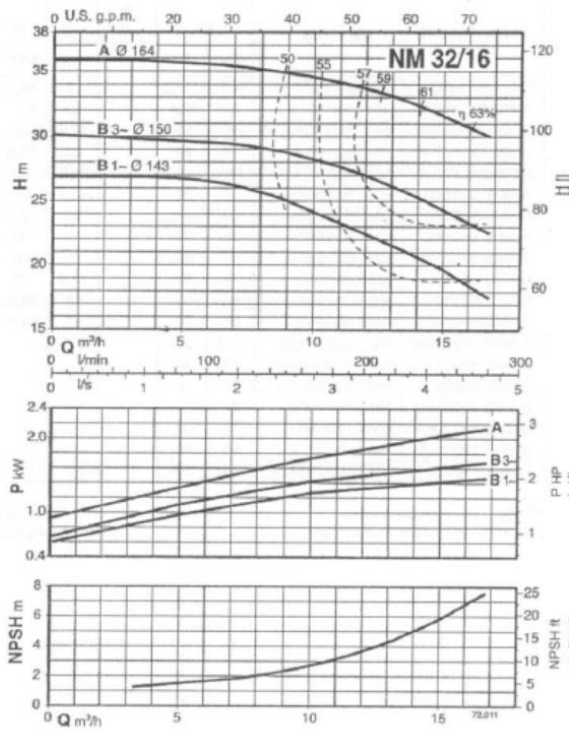
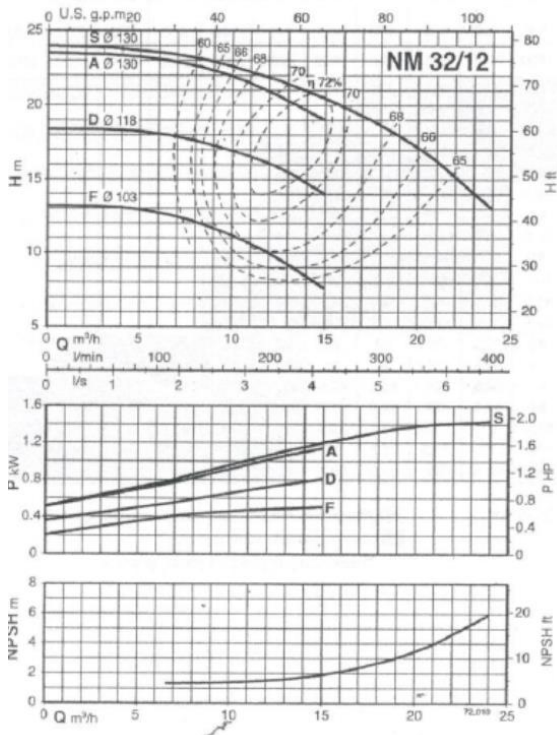
B-NM	NM	P ₂		Q m ³ /h l/min	15	16,8	18,9	21	24	27	30	33	37,8	39	42	45	48	54
		kW	HP		250	280	315	350	400	450	500	550	630	650	700	750	800	900
B-NM 40/12F	NM 40/12F/A	1,1	1,5	H m	14	13,5	13	12	11	9,5	8	6						
B-NM 40/12C	NM 40/12C/A	1,5	2		17,5	17	16,5	16	15	13,5	12	10,5	7,5	6,5				
B-NM 40/12A/A	NM 40/12A/B	2,2	3		22	22	21,5	21	20	19	18	16,5	14	13	11,5			
B-NM 40/16C/A	NM 40/16C/B	2,2	3		23	22,5	22	21,5	20	18,5	16,5	14,5	11	10				
B-NM 40/16B/A	NM 40/16B/B	3	4		29	28,8	28	27,5	26,5	25	23,5	21,5	18	17	14			
B-NM 40/16A/A	NM 40/16A/B	4	5,5		37	36,5	36,5	36	35	33,5	32	30,5	27	26	23,5	20	17	
B-NM 40/20D/A	NM 40/20D/A	4	5,5		39	38	37	36,5	35,5	34,5	33,5	32	27	22,5	14			
B-NM 40/20C/A	NM 40/20C/A	4	5,5		41,5	40,5	39,5	38	36	33,5								
B-NM 40/20B/A	NM 40/20B/A	5,5	7,5		50	49,5	48,5	47,5	45,5	43,5	41,5	37,5	30,5					
B-NM 40/20A/A	NM 40/20A/A	5,5	7,5		55	54,5	54	53	51	49								
B-NM 40/200A/A	NM 40/200A/A	7,5	10		57,5	57	56,5	55,5	54,5	52,5	50,5	48	42,5	40,5	35			
B-NM 40/25C/B	NM 40/25C/B	9,2	12,5		61	61	60,5	59,5	58,5	56,5	53,5	49,5	41,5	40	33,5			
B-NM 40/25B/B	NM 40/25B/B	11	15		69,5	69,5	69	68,5	67	65,5	63,5	60,5	53,5	51	45			
B-NM 40/25A/B	NM 40/25A/B	15	20		90	90	89,5	89	88,5	87	85	83	77,5	76	70,5			

B-NM	NM	P ₂		Q m ³ /h l/min	24	27	30	33	37,8	42	48	54	60	66	69	72	75	78	81	84
		kW	HP		400	450	500	550	630	700	800	900	1000	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400
B-NM 50/12F/A	NM 50/12F/B	2,2	3	H m			15,5	15	14	13,5	12	10	8	6						
B-NM 50/12D/A	NM 50/12D/B	3	4				20	19,5	18,5	18	16,5	14,5	13	10,5	9	8				
B-NM 50/12A/A	NM 50/12A/B	4	5,5				24	24	23	22,5	21	19,5	17,5	15	14	12,5	11,5	10		
B-NM 50/12S/A	NM 50/12S/B	4	5,5				26,5	26	25,5	24,5	23,5	22	20	18	16,5	15,5	14	13	11	
B-NM 50/16B/B	NM 50/16B/B	5,5	7,5				31	30,5	29,5	28	26	24	21,5	19	17,5	15,5	13,5	11,5	9,5	
B-NM 50/16A/B	NM 50/16A/B	7,5	10				38,5	38	37,5	36,5	34,5	32,5	30	27	25,5	24	22,5	20,5	19	
B-NM 50/20B/B	NM 50/20B/B	9,2	12,5		48	47,5	47,5	47	45,5	44,5	42,5	40	37	33	30,5	28	25,5	23		
B-NM 50/20A/B	NM 50/20A/B	11	15		55	55	54,5	54,5	53,5	52	50	48	45	41,5	39,5	37	35	32,5		
B-NM 50/20S/B	NM 50/20S/B	15	20		60	60	59,5	59,5	58,5	57,5	55,5	53,5	50,5	47	45	43	40,5	37		
B-NM 50/25C/B	NM 50/25C/B	11	15		55	54,5	54	53	51,5	49,5	46	41,5	35,5	28,5	24,5					
B-NM 50/25B/B	NM 50/25B/B	15	20		69	68,5	68	67,5	66	64	61	57	52,5	46,5	43					
B-NM 50/25A/B	NM 50/25A/B	18,5	25		80,5	80,5	80	79,5	78,5	77	74,5	71,5	67	61,5	58,5					
B-NM 50/25/65E/A	NM 50M/E/A	11	15				48	47,5	47	46	45	43	40	37	32	29,5	27	24		
B-NM 50/25/65D/A	NM 50M/D/A	15	20				57	56,5	56	55	53	51	48	44,5	42	39,5	37	32	29	25*
B-NM 50/25/65C/A	NM 50M/C/A	18,5	25				68	67,5	67	66,5	65	63	61	58	56	53,5	51,5	48	45,5	42*

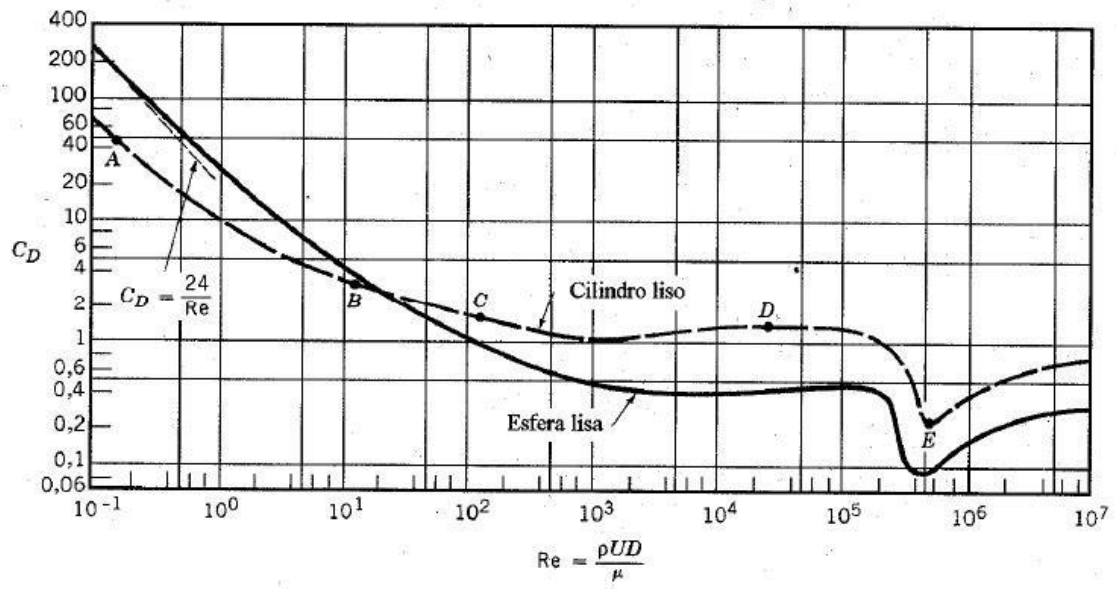
B-NM - B-NMS	NM - NMS	P ₂		Q m ³ /h l/min	37,8	42	48	54	60	66	75	84	96	108	120	132	150	168
		kW	HP		630	700	800	900	1000	1100	1250	1400	1600	1800	2000	2200	2500	2800
B-NM 65/125C/A	NM 65/12C/A	4	5,5	H m	18	17,5	17	16,5	16	15	13,5*							
B-NM 65/125A/A	NM 65/12A/A	5,5	7,5		22	21,5	21	20,5	20	19,5	18	15,5*						
B-NM 65/160E/A	NM 65/16E/A	5,5	7,5				25	24,5	24	23,5	22	20*						
B-NM 65/160D/A	NM 65/16D/A	7,5	10				26	25,5	25	24,5	23,5	22	20*	16,5*	13*			
B-NM 65/160C/A	NM 65/16C/A	9,2	12,5				30	29,5	29	28,5	28	26,5	24,5*	21,5*	18*			
B-NM 65/160B/A	NM 65/16B/A	11	15				33,5	33	32,5	32	31	30	28*	25,5*	22*			
B-NM 65/160A/A	NM 65/16A/A	15	20				38	37,5	37	36,5	36	35	33*	30,5*	27*			
B-NM 65/200C/A	NM 65/20C/A	15	20					44	43,5	43	42,5	41	39,5	37,5*	35*	31*	27*	
B-NM 65/200B/A	NM 65/20B/A	18,5	25					50	49,5	49	48,5	47,5	46,5	44,5*	42*	39*	35*	
B-NM 65/200A/A	NM 65/200A/A	22	30					56,5	56	55,5	55	54,5	53,5	51*	48,5*	45,5*	41,5*	
B-NM 65/250C/A	NM 65/250C/A	22	30					64	63,5	63	61,5*	60*	57,5*	54,5*	50*			
B-NM 65/250B/A	NM 65/250B/A	30	40					79,5	79	78,5	78*	77*	75*	72*	67*			
B-NMS 65/250A	NMS 65/250A	37	50					90	89,5	89	88,5*	87,5*	86*	83,5*	78,5*			

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

Curvas Características $n \approx 2900$ 1/min



16. Gráfico C_D vs Re



ANEXO V. SELECCIÓN DEL CATALIZADOR

Un catalizador eficiente es la clave de la tecnología de industrialización de deshidratación del bioetanol a etileno. Catalizadores reportados para la deshidratación del bioetanol incluye sílice alúmina, heteropoliácido y zeolitas.

El catalizador basado en alúmina activada es el más importante tipo de catalizador para la deshidratación de bioetanol es el catalizador predominantemente utilizado en la producción industrial. Por ejemplo, $\text{TiO}_2 / \gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$ tiene alta conversión del bioetanol y selectividad a etileno de 99.96% y 99.4% respectivamente. Sin embargo, la alúmina activada tiene desventajas como baja actividad, bajo LHSV de la alimentación, alto rendimiento de etileno 99.5 >99 >99 99.2 temperatura de reacción y alto consumo de energía. Se sigue investigando de zeolitas a baja temperatura. El catalizador TZSM-5 es una zeolita con alto contenido de sílice. Permite el uso bioetanol muy diluido lo cual puede eliminar la necesidad de la deshidratación costosa del bioetanol. La temperatura de operación es debajo de 300°C y tiene una alta velocidad espacial horaria basada en el peso (WHSV) en el rango de 0.1 hr⁻¹ a 50 hr⁻¹. En el 2011 se mejoró un catalizador modificándolo con fosforo con la ventaja de obtener un catalizar más estable y activo. El catalizador de zeolita SAPO-34 es otro catalizador usado para la deshidratación de bioetanol. Tiene un menor rendimiento que el TZSM-5 pero tiene una mayor estabilidad.

El catalizador de zeolita TZSM-5 se prefiere debido a que actividad y selectividad son las más alta que los otros catalizadores a una temperatura más baja. Da cerca de 100% de conversión de bioetanol y selectividad a etileno. Además, la regeneración en el proceso Lummus remueve el coque formado sobre los sitios activos del catalizador TZSM-5 lo cual mejora la reactividad y estabilidad del catalizador. Adicionalmente varios estudios han mostrado que modificaciones del TZSM-5 con especies de Mo o P han mejorado exitosamente su actividad y estabilidad. Por lo tanto, se considera con bastante certeza que el catalizador TZSM-5 es el más adecuado para el proceso.

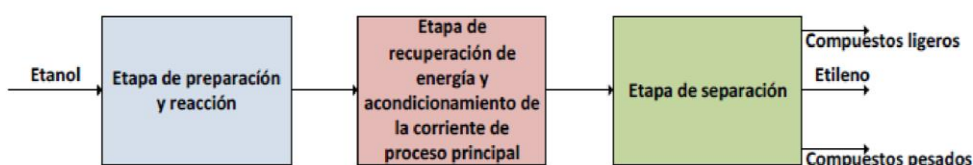


FIGURA 20

El mecanismo de reacción de deshidratación, representado en la figura, se realiza mediante un catalizador ácido (H-A) en el cual el radical H del catalizador se une al grupo hidroxilo (-OH); esto produce una inestabilidad en el grupo hidroxilo de la

molécula de bioetanol y provoca que se forme una molécula de agua. Posteriormente el catalizador que se encuentra como A⁻ se une a un hidrógeno del CH₃ de la molécula de bioetanol, por lo que se rompe el enlace con el carbono y se da lugar a la formación del etileno.

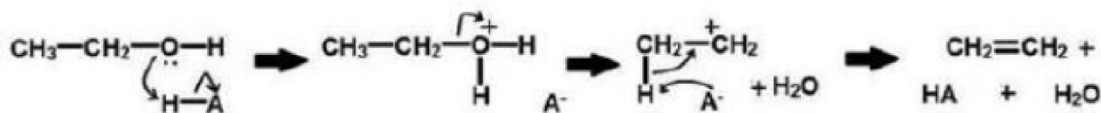


FIGURA 21. Mecanismo de reacción

Uno de los principales problemas de esta ruta es la alta temperatura que necesita el reactor para que se produzca la reacción de formación del etileno, lo que encarece los equipos y el coste de operación de la planta. Por eso se han empezado a investigar modificaciones en diversos catalizadores como alúminas, metales de transición, silicoaluminofosfato (SAPO), catalizador de zeolita HZSM-5, y catalizadores heteropoliácidos. A pesar de que las modificaciones en estos catalizadores han mostrado mejores rendimientos y temperaturas más bajas de reacción, la mayoría de ellos no se encuentra aún disponible para su utilización a escala industrial.

Tabla N° 13 *Catalizadores para deshidratación catalítica de bioetanol*

Catalizador	Max selectividad de etileno	Conversión del etanol	Temperatura del reactor	Presión	LHSV(a) WHSV(b) GHSV(c)	Vida util/ estabilidad	Comentario
TiO ₂ / Gamma- Al ₂ O ₃	99,40%	100%	360-500°C	1,01325 bar	26-234 h ^{-1a}	400 h/ Estable	Lab
0,5%La- 2%P- HZSM-5	99,90%	100%	240-280°C	1,01325 bar	2 h ^{-1b}	Muy estable	Lab
HZSM-5 NanoCat	99,70%	100%	240°C	1,01325 bar	1 h ^{-1b}	630 h/ Muy estable	Lab
Ag ₃ PW ₁₂ O ₄	99,20%	100%	220°C	1,01325 bar	6000 h ^{-1c}	Estabilidad con un 9% de humedad	Lab
TPA- MCM-41	99,90%	98%	300°C	-	2,9 h ^{-1b}	Muy estable	Lab
STA-MCM- 41	99,90%	99%	250°C	-	2,9 h ^{-1b}	Estable	Lab
TRC-92	99%	70%	280°C	-	2,9 h ^{-1b}	Muy estable	Lab
Syndol	99%	99,9%	450°C	1,4-24 bar	0,8-4,8 h ^{-1a}	Muy estable	Comercial

Se utilizará el catalizador comercial Syndol® DehydrationCatalysts. Es un catalizador basado en MgO-Al₂O₃/SiO₂ desarrollado por la empresa Halcon SD; es muy estable y tiene una larga duración (de 6 a 12 meses).

Este catalizador proporciona una alta selectividad, típicamente del 97% en etileno para una conversión por paso del 99% del bioetanol.

Reacciones catalíticas

Una vez seleccionado el catalizador que se utilizará en la etapa de reacción, se deben analizar las reacciones principales que ocurren en el mismo.

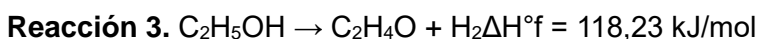
Las reacciones principales que se produzcan en la reacción dependerán en gran medida de la temperatura a la que opere el reactor; para temperaturas entre 320-500°C la reacción predominante será la formación de etileno, C₂H₄ (Reacción 1).



En el caso de que se trabaje con temperaturas de reacción entre 150-300°C, las reacciones predominantes serán las de formación de C₂H₄ y dietiléter, C₄H₁₀O, pero este componente puede formar etileno en presencia del catalizador, por lo que el tiempo de contacto con el catalizador hace que se convierta en un parámetro importante si se trabaja en este rango de temperaturas.

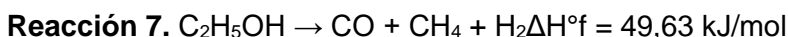
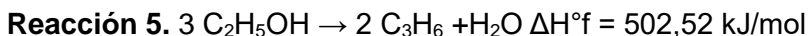


Para temperaturas superiores a 500°C aparece la formación de acetaldehído, C₂H₄O, por lo que la selectividad para el etileno se reduce.



Visto lo anterior es obvio que se operará a las temperaturas de reacción que garanticen que el componente principal que se forme sea el etileno, es decir, a temperaturas comprendidas entre 320°C y 500°C.

La etapa de reacción genera una gran variedad de subproductos además de acetaldehído (C₂H₄O), dietiléter (C₄H₁₀O) e hidrógeno (H₂), se produce etano (C₂H₆), buteno (C₄H₈), propano (C₃H₆), metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y monóxido de carbono (CO). Las reacciones estequiométricas que dan lugar a estos subproductos son:



Con los catalizadores de hoy en día, es necesaria una temperatura de 400°C para iniciar la reacción. El mecanismo de reacción varía según el catalizador utilizado.

Acorde al conocimiento actual, la oxidación sobre un catalizador de vanadio es una reacción homogénea que tiene lugar en una masa fundida líquida de compuestos activos tanto en la superficie externa e interna de un catalizador soportado en un sólido inerte. El mecanismo de reacción y la estructura química de los compuestos activos aún no se han aclarado totalmente. El límite superior

de temperatura del catalizador se ajusta por la estabilidad térmica. Por encima de 600-650°C la actividad del catalizador se pierde de forma permanente debido a los daños en la estructura del soporte y a la reducción de la superficie interna.

ANEXO VI. HOJA DE SEGURIDAD DEL CATALIZADOR PEROXIDO DE DITERC-BUTILO

PEROXIDO DE DI-TERC-BUTILO

ICSC: 1019



Peróxido de bis(1,1-dimetiletilo)
Peróxido de tert-butilo
PDTB
 $C_8H_{18}O_2 / (CH_3)_3COOC(CH_3)_3$
Masa molecular: 146.2

Nº CAS 110-05-4
Nº RTECS ER2450000
Nº ICSC 1019
Nº NU 3107
Nº CE 617-001-00-2



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. NO poner en contacto con sustancias inflamables. NO poner en contacto con contaminantes. NO poner en contacto con superficies calientes.	Polvo, agua pulverizada, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSION	Las mezclas vapor/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.
EXPOSICION		¡EVITAR LA FORMACION DE NIEBLA DEL PRODUCTO!	
• INHALACION	Tos. Jadeo. Dolor de garganta.	Ventilación.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Proporcionar asistencia médica.
• PIEL		Guantes protectores.	Aclarar con agua abundante, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo.
• OJOS	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas de protección de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Calambres abdominales. Vómitos. (Para mayor información, véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
------------------	----------------	-----------------------

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

Ventilar. Eliminar todas las fuentes de ignición. Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo al alcantarillado. NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. (Protección personal adicional: respirador de filtro para gases y vapores orgánicos).	A prueba de incendio. Separado de sustancias combustibles y reductoras. Mantener en lugar fresco. Bien cerrado.	Material especial. NU (transporte): Clasificación de Peligros NU: 5.2 Grupo de Envasado NU: II CE: símbolo O símbolo F R: 7-11 S: 2-3/7-14-16-36/37/39
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE		
ICSC: 1019 Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003		



D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Líquido incoloro hasta amarillo, de olor característico.</p> <p>PELIGROS FISICOS El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente, a 111°C, aumenta el peligro de incendio. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV no establecido. MAK no establecido.</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor.</p> <p>RIESGO DE INHALACION No puede indicarse la velocidad a la que se alcanza una concentración nociva en el aire por evaporación de esta sustancia a 20°C.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio.</p>
PROPIEDADES FISICAS	Punto de ebullición (se descompone): 111°C Punto de fusión: -40°C Densidad relativa (agua = 1): 0.8 Solubilidad en agua: ninguna Presión de vapor, kPa a 20°C: 2.6	Densidad relativa de vapor (aire = 1): 5 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.1 Punto de inflamación: 12°C c.c. Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 1-4
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
No se encuentran referenciados en la bibliografía los límites de explosividad. Los efectos de la exposición de ésta sustancia no han sido investigados adecuadamente. Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio). Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-52G01. Código NFPA: H 3; F 2; R 4; ox		

PROYECTO FINAL: Planta de Polietileno de Baja Densidad

INFORMACION ADICIONAL

FONT SIZE=2> Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: <http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm>

Última revisión IPCS: 1998
Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado:
2003
FISQ: 6-156

ICSC: 1019

PEROXIDO DE DI-TERC-BUTILO

© CE, IPCS, 2003

NOTA LEGAL IMPORTANTE:

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

ANEXO VII.HOJA DE SEGURIDAD DEL ACEITE TERMICO



Hoja de seguridad

1. Identificación del producto

Nombre comercial del producto: Pirobloc HTF-HT
Uso del producto: Fluido de transmisión de calor
Empresa: Pirobloc S.A.
Av. Castell de Barberà, 31
P.I. Santiga
08210 – Barberà del Vallès (Barcelona) – España
Telf. +34 937 189 064 Fax +34 902 908 812
E-mail: sales@fluidotermico.com
Fecha de revisión: 01/07/2011
Teléfono de emergencia: +34 937 189 064 (sólo en horario de oficina)

2. Identificación de los riesgos del producto

Este producto no está considerado como peligroso según el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos

3. Composición

Preparado formulado con bases lubricantes y aditivos de alta calidad. La base lubricante contiene menos del 3% de PCA's (extracto DMSO medio según IP 346).

No hay ningún ingrediente que, bajo el conocimiento actual del proveedor y en las concentraciones aplicables, sea clasificado como de riesgo para la salud o el medio ambiente y por lo tanto deban ser reportados en esta sección.

1

PIROBLOC, S.A. • P.I. SANTIGA • AV. CASTELL DE BARBERÀ, 31 •
08210 BARBERA DEL VALLÈS (BARCELONA)
TEL. 00 34 937 189 064 • FAX 00 34 902 908 812
E-MAIL: sales@fluidotermico.com • www.fluidotermico.com

Registro Mercantil de Barcelona, tomo 3324, libro 2685, sec. 2ª, folio 110, hoja nº 35434, Incrip. 1ª - NIF A08-451965



4. Procedimientos de emergencia y primeros auxilios

- Indicaciones generales
No es necesaria ninguna medida especial
- Contacto con la piel
Lavar con agua y jabón neutro. Sacar la ropa contaminada y lavarla antes de reutilizar
- Contacto con los ojos
Lavar con agua abundante durante al menos 15 minutos
- Inhalación
Llevar al aire fresco. Acudir al médico en caso de paro respiratorio y aplicar masaje artificial
- Ingestión
No inducir al vómito. Buscar asistencia médica

5. Medidas de lucha contra incendios

- Medios de extinción adecuados
Polvo seco, CO₂, espuma
- Medios de extinción no adecuados
Agua a presión
- Riesgos de exposición
En la descomposición térmica y combustión puede desprenderse óxido de carbono
- Equipo de protección especial
Vestir equipo completo para productos químicos y llevar aparato de respiración autónoma

6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental

- Protección individual
Usar guantes adecuados y ropa de protección
- Protección medioambiental
Prevenir la contaminación de suelo, aguas y desagües. Notificar a las autoridades en caso de derrame al alcantarillado público
- Métodos de limpieza
Uso de materiales absorbentes y depositar en un contenedor de residuos que se pueda cerrar. Lavar la zona afectada con agua

2

PIROBLOC, S.A. • P.I. SANTIÀ • AV. CASTELL DE BARBERÀ, 31 •
08210 BARRERA DEL VALLÈS (BARCELONA)
TEL. 00 34 937 189 064 • FAX 00 34 902 908 812
E-MAIL: sales@fluidotermico.com • www.fluidotermico.com

Registro Mercantil de Barcelona, tomo 3324, libro 2685, sec. 2ª, folio 110, hoja nº 35434, Incrip. 1ª - NIF A08451965



7. Manipulación y almacenamiento

- Manipulación
No comer, beber ni fumar en el lugar del trabajo
- Almacenamiento
Mantener alejado de fuentes de ignición. Almacenar en el recipiente original cerrado de forma segura y a temperatura ambiente
- Usos específicos
No aplicable

8. Controles de Exposición / Protección personal

- Control de límites de exposición
Límite de exposición durante el trabajo para aceite mineral:
 - VLA-ED*: 5 mg/m³
 - VLA-EC*: 10 mg/m³*Según la lista de Valores Límite Ambientales de Exposición Profesional adoptados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) para el año 2007
- Protección personal
 - Respiratoria: En caso de insuficiencia respiratoria llevar equipo respiratorio adecuado
 - Manos: Guantes adecuados
 - Ojos: Gafas de seguridad adecuadas
 - Piel: Ropa adecuada para el trabajo y zapatos cerrados
- Medidas generales de protección e higiene
Las estipuladas en empresas con manipulación de productos químicos

9. Propiedades físicas y químicas

Aspecto: líquido	Punto de fusión: -45°C
Color: ASTM L 1.5	Punto de ebullición: >290 °C
Olor: característico	Punto de inflamación: >180°C
Densidad: 0,8735 gr/cm ³	Autoinflamabilidad: N.A. °C
Viscosidad a 40 °C: 16,25 cSt	Coefficiente de reparto: N.D.
Solubilidad en agua: Insoluble	Peligro de explosión: N.A.
Solubilidad en aceite: Soluble	Contenido solventes: N.D.
pH Concentrado: N.A.	Velocidad de evaporación: N.D.
pH al N.A. %: N.A.	Propiedades comburentes: N.A.
Presión de vapor: N.D.	Otras:

N.A.: No aplicable – N.D.: No determinado

3

PIROBLOC, S.A. • P.I. SANTIÀ • AV. CASTELL DE BARBERÀ, 31 •
08210 BARBERA DEL VALLÈS (BARCELONA)
TEL. 00 34 937 189 064 • FAX 00 34 902 908 812
E-MAIL: sales@fluidotermico.com • www.fluidotermico.com

Registro Mercantil de Barcelona, tomo 3324, libro 2685, sec. 2ª, folio 110, hoja nº 35434, Inscrp. 1ª - NIF A08-451965



10. Estabilidad y reactividad

- Condiciones a evitar: superficies calientes, fuentes de ignición
- Materiales a evitar: ácidos y agentes oxidantes fuertes
- Productos de descomposición peligrosos: en la descomposición térmica y combustión pueden desprenderse óxidos de carbono

11. Información toxicológica

- Toxicidad oral: puede provocar náuseas o irritación del aparato digestivo
- Toxicidad por inhalación: en cantidades apreciables por los conductos respiratorios, puede producir dolor de cabeza
- Toxicidad dérmica: el contacto prolongado puede producir irritación en la piel
- Toxicidad ocular: el contacto prolongado puede producir irritación ocular
- Sensibilización: se desconocen efectos de sensibilización
- Información adicional: no aplicable

12. Informaciones ecológicas

- Movilidad: no determinado
- Bioacumulación: no determinado
- Biodegradabilidad: por su composición, este producto es de lenta biodegradabilidad
- Ecotoxicidad: no determinado
- Otros efectos nocivos: prevenir la contaminación del suelo, aguas o desagües

13. Consideraciones sobre la eliminación

- Producto: incinerar o depositar de acuerdo con las reglamentaciones locales
- Envase/Embalaje: los embalajes no contaminados se tratarán como los residuos domésticos o como material reciclable. Los contaminados se tratarán igual que el producto
- Legislación estatal y comunitaria: Ley 10/1998 de Residuos, Ley 11/1997 de Envases y Residuos de Envases y posteriores modificaciones. Real Decreto 679/2006 sobre aceites usados



14. Información relativa al transporte

No es peligroso en el transporte. En caso de accidente y vertido del producto actuar según el punto 6

15. Información reglamentaria

El preparado no está clasificado como peligroso según el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos,

La clasificación anterior es aplicable al producto en su forma de suministro, no en emulsión.

16. Otras informaciones

La información facilitada en esta ficha de Datos de Seguridad ha sido redactada de acuerdo con el REGLAMENTO (CE) nº 1907/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de Diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por lo que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.

Esta información se basa en el estado actual de nuestros conocimientos. Su objetivo es describir nuestros productos desde el punto de vista de la seguridad, por lo que no se garantiza propiedades concretas de los productos.

ANEXO VIII. DATOS SOBRE LA SEGURIDAD EN EL MANEJO DE ETILENO

Peligros potenciales:

Incendio o explosión

- Extremadamente inflamable.
- Se encenderá fácilmente por calor, chispa o flamas.
- Formara mezclas explosivas con el aire.
- El silano puede encenderse espontáneamente al contacto con el aire.
- Algunos pueden polimerizarse explosivamente cuando se calientan o se involucran en un incendio.
- Los vapores de gas licuado son inicialmente más pesados que el aire y se separan a través del piso.
- Los vapores pueden viajar a una fuente de incendio y regresar en flamas.
- Los contenedores pueden explotar cuando se calientan.
- Los cilindros con rupturas pueden proyectarse.

A la salud

- Los vapores pueden causar mareos o asfixia sin advertencia.
- Algunos pueden ser tóxicos si se inhala en altas concentraciones.
- El contacto con el gas o el gas licuado puede causar quemaduras, lesiones severas y/o quemaduras por congelación.
- El fuego puede producir gases irritantes o tóxicos.

Seguridad pública

- Aísle el área del derrame o fuga inmediatamente a por lo menos 100 metros alrededor.
- Mantener alejado el personal no autorizado.
- Permanezca en dirección del viento.
- Manténgase alejado de las áreas bajas.

Ropa protectora

- Use el equipo de aire autónomo de presión positiva.
- El traje para bomberos profesional proporcionará solo protección limitada.

Evacuación

- Considere la evacuación inicial a favor del viento de por lo menos 800 metros (derrame grande).
- Aísle a la redonda 1600 metros también, considere la evacuación inicial a la redonda a 1600 metros.

Respuesta de emergencia:

Fuego

- No extinga un incendio de fuga de gas a menos que la fuga pueda ser detenida.

Incendios pequeños

- Polvos químicos secos o CO₂.

Incendios grandes

- Use rocío de agua o niebla.
- Mueva los contenedores del área de fuego si lo puede hacer sin ningún riesgo.

Incendio que involucra tanques

- Combatir el incendio desde una distancia máxima o utilice soportes fijos paramangueras o chiflones reguladores.
- Enfríe los contenedores con chorros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido.
- Siempre mantenerse alejado de los extremos de los tanques.
- No ponga agua directamente a la fuente de la fuga o mecanismos de seguridad; puede ocurrir congelamiento.
- Retírese inmediatamente si sale un sonido creciente de los mecanismos de seguridad de las ventilas, o si el tanque se empieza a decolorar.

Derrame de fuga

- Eliminar todas las fuentes de ignición
- Todo el equipo que se use durante el manejo del producto deberá estar conectado eléctricamente a tierra.
- Detenga la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.
- No tocar ni caminar sobre el material derramado.
- No ponga agua directamente al derrame o fuente de la fuga.
- Use rocío de agua para reducir los vapores; o desviar la nube de vapor a laderiva.
- Si es posible, voltee los contenedores que presenten fugas para que escapen los gases en lugar del líquido.
- Prevenga la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas.
- Aísle el área hasta que el gas se haya dispersado.

Primeros auxilios

- Mueva a la víctima a donde se respire aire fresco.
- Llamar a los servicios médicos de emergencia.
- Aplicar respiración artificial si la víctima no respira.
- Suministrar oxígeno si respira con dificultad.
- Quitar y aislar la ropa y el calzado contaminados.
- En caso de contacto con gas licuado, descongelar las partes con agua tibia.
- Mantener a la víctima en reposo y con temperatura corporal normal.

ANEXO IX. SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se llama protección contra incendios al conjunto de medidas que se disponen en las plantas para protegerlos contra la acción del fuego.

Generalmente, con ellas se trata de conseguir tres fines:

- Salvar vidas humanas
- Minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego.
- Conseguir que las actividades de la planta puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible.

En la planta se manipula soda caustica (NaOH) el cual causa serias quemaduras en la piel, por consiguiente, en las áreas donde está presente este reactivo debe existir chorros de agua, y en general equipos de primeros auxilios.

Como medida de seguridad contra incendios se instalarán extintores portátiles de polvo químico seco ABC de 10 o 12kg como mínimo. Además, y como complemento a estos se pueden añadir extintores de CO₂ de 5kg recomendados para fuegos eléctricos. Se aconseja su uso solo para fuegos incipientes. El personal deberá conocer el funcionamiento y como apagar un incendio. Para evitar incendios por cortocircuito, todas las instalaciones eléctricas serán subterráneos empotrados, y se instalarán interruptores tanto automático como manuales. Se deberá contar con agua contra incendios como también extintores portátiles de espuma, dióxido de carbono y compuestos químicos secos para la prevención de los incendios, distribuidos en toda la planta de manera estratégica de tal forma que puedan ser ubicados fácilmente por el personal previamente calificado y entrenado ante cualquier incidente.

Para evitar cualquier percance el personal de la planta recibirá periódicamente cursos de conocimientos sobre primeros auxilios, manejo de equipo de seguridad, etc. así como entrenamiento en amagues de incendio.

Unidades de proceso.

Se analizarán cada una de ella y se adoptarán medidas contra incendio que prevean el control, extinción o protección contra el incendio propuesto. No obstante, los métodos aplicados normalmente tratan de combinar las estrategias de sofocación, enfriamiento y desplazamiento de la llama.

De este modo estas son los principales equipos a proteger y sus diferentes métodos de protección:

- **Bombas de fluidos combustibles o inflamables transportados a temperaturas mayores:** se protegerán mediante sistemas de agua

pulverizada, agua nebulizada o sistemas de extinción automática mediante polvo extintor. Se protegerán con al menos dos boquillas siempre que se asegure la correcta cobertura del equipo, orientadas preferentemente para cubrir bridas de aspiración y descarga.

- **Compresores:** se protegerán mediante sistemas de agua pulverizada, nebulizada o un sistema mixto de agua espuma. Se instalarán al menos dos boquillas siempre que se asegure la correcta cobertura del equipo, orientadas preferentemente para cubrir bridas de aspiración y descarga. Grupo de lubricación del compresor: se protegerá con un sistema fijo de rociadores de agua nebulizada, pulverizada o un sistema mixto de agua – espuma.
- **Intercambiadores de calor:** se protegerán preferentemente las bridas de los cabezales y preferentemente mediante boquillas de agua pulverizada de alta velocidad para desplazar la llama y evitar enfriamiento del intercambiador.
- **Reactores:** se protegerán cuando contengan productos tóxicos, productos inflamables o combustibles a temperaturas mayores de su punto de inflamación. Además, si la reacción que se lleva a cabo en su interior es exotérmica se deberán proteger si contienen productos combustibles a temperaturas inferiores. Se proporcionarán medidas contra incendio basadas en agua pulverizada o agua nebulizada.
- **Instalaciones de suministro de aire:** Las instalaciones de suministro de aire para procesos, hornos o calderas deberán ser estudiadas para prever la posible formación de nubes de gas inflamable. Para ello se dispondrá de detectores de gas y un sistema de captación de gases (lavado de humos). Las técnicas empleadas para ello pueden ser agua nebulizada, cortinas de agua o vapor.
- **Hornos:** se deben instalar sistemas de vapor de ahogo para controlar el incendio dentro del equipo. Se instalarán líneas de vapor de ahogo independientes, que puedan operar a una distancia segura del peligro, en cada sección con radiación de quemadores, en la zona convectiva y en el conducto del aire aguas abajo del regulador de tiro o precalentador de aire. Estos sistemas de generación de vapor son conocidos como HydroShields, crea una cortina de agua (vapor) que no permite el paso de la radiación. Se instalarán columnas secas provistas de armarios de mangueras en las plataformas de hornos de alto riesgo.
- **Tanques:** Los campos de almacenamiento de combustibles difieren principalmente por los elementos a almacenar y su reacción frente al aumento de temperatura, presión o respuesta ante la combustión. Por ello en función de

estos productos se diseñan diferentes tipos de tanques y acorde a ello su estrategia frente al fuego. El escenario de incendio más acorde a este tipo de instalaciones es el vertido de líquidos inflamables. En cualquier área de almacenamiento donde se almacenan líquidos inflamables, combustibles o tóxicos se instalará un anillo de agua contra incendios alrededor de los cubetos de retención dotada de hidrantes. Además, se instalará la cantidad suficiente de extintores portátiles situados de acuerdo con los requisitos de NFPA 10, en una posición visible, de fácil acceso y estratégica alrededor de los cubetos de retención y preferiblemente cerca de las estaciones de bombeo, de los accesos a los cubetos y de las instalaciones de cara / descarga. Se cubrirá la superficie de parque de almacenamiento mediante monitores (o monitores montados sobre hidrantes) cuya función será refrigerar tanques y esferas. El tipo de monitor será acorde a los productos almacenados. Se instalarán bocas de incendio o carretes de mangueras cerca de las estaciones de bombeo y cerca de las estaciones de carga / descarga. Todas las áreas de almacenamiento se equiparán con la cantidad suficiente de pulsadores de alarma.

Instalaciones generales:

Protección Pasiva: los soportes metálicos de los haces de tuberías elevadas y las estructuras metálicas que soporten equipos de capacidad superior a 500 litros, o de un peso total superior a 2.500 kilogramos, deberán ser protegidos mediante una capa resistente al fuego. La capa de protección ignífuga podrá ser:

- a) Hormigón de 150 kilogramos/centímetro cuadrado de resistencia característica a la compresión, aplicado manualmente en una capa de 5 centímetros de espesor.
- b) Mortero de cemento en la proporción de 1:3, aplicado por el sistema de proyección neumática hasta obtener una capa de 4 centímetros de espesor.
- c) Otros materiales ignífugos de eficacia reconocida, con el espesor y modo de aplicación especificado por el fabricante para obtener un grado de resistencia al fuego de dos horas mínimo. El armado y anclaje del ignifugado, la selección de los agregados al hormigón o mortero y, en general, la aplicación de la protección ignífuga se realizará de acuerdo con la buena práctica propia de los materiales utilizados en cada caso. Las estructuras, incluso riostras, tornapuntas y vigas, serán protegidas hasta una altura mínima de 4,5 metros sobre el nivel del suelo.

En escenarios de incendio que sea posible una explosión se protegerán instalaciones cercanas y susceptibles de verse afectadas por la onda explosiva mediante muros de hormigón.

Estrategia de respuesta interna

Procedimientos de Operaciones Estándar (SOP) y Procedimientos de Operación de Emergencia (POE) debe ser desarrollados de forma apropiada para asegurar la seguridad de las instalaciones en caso de incendios en ellas se debe incluir un protocolo de actuación sobre las instalaciones de protección contra incendio consistente normas internas de actuación para operadores de la planta. Todo el personal debe entender su responsabilidad y conocer las operaciones seguras de la unidad y que condiciones pueden ser inseguras, circunstancias que pueden derivar en situaciones de emergencia. Estas son los incidentes ante los que tienen que estar prevenidos:

- a) Fugas, olores extraños o niveles de sonido.
- b) Acumulaciones de líquidos o gases inflamables.
- c) Equipo defectuoso o dañado.
- d) Temperaturas excesivamente altas o bajas o presiones.
- e) Trabajo en caliente no autorizado.
- f) Vehículos no autorizados o personal en un área.
- g) Mal funcionamiento de los sistemas de instrumentación y control que pueden afectar las operaciones de seguridad de la unidad.
- h) Evidencia de las debilidades estructurales causadas por el deterioro.

Fugas de Líquidos

Si una fuga o rotura grave se produce en una línea, la bomba debe apagarse y todas válvulas apropiadas de bloqueo cerradas. Si es posible, la succión puede ser aplicada a la porción afectada de la línea a menos que el ingreso resultante de aire crea un peligro. En ese caso, el agua o inertes de desplazamiento de gas puede ser deseable. Si la fuga consiste en un tanque o buque grande, si dispone de líneas para evacuar producto a un nivel inferior al de la fuga debe ser utilizado. Las zanjas, diques, o muros de desviación debe utilizarse para confinar el derrame o desviar a las alcantarillas o separadores. Si la fuga es de otra manera imparable, el agua puede ser utilizada para desplazar el líquido siempre que ello no cree un riesgo mayor.

Si se produce un derrame grande, bombas portátiles o camiones de vacío pueden ser necesarios para complementar el equipo permanente en la recuperación del hidrocarburo. Si es posible que se hayan producido vapores inflamables tras la fuga no deben utilizarse medios móviles de retirada de derrames ya que estos pueden ser una fuente de ignición del producto inflamable. El tráfico debe ser controlado y los vehículos deben ser excluidos de la zona afectada.

Fugas de gas

En el caso de una interrupción o fallo de un vapor de hidrocarburo o gas de petróleo licuado línea o buque, todas las fuentes próximas a favor del viento o de ignición deben ser abortadas inmediatamente. Los vapores de fugas pueden condensarse en el suelo y se deben diluir y dispersar. Las fugas grandes tienen la posibilidad de viajar grandes distancias y permanecen dentro de los límites de inflamabilidad de los hidrocarburos. Por ello tras el incidente se deben tomar medidas de precaución incluso en áreas alejadas, sobre todo en zonas habitadas. Algunos escapes de gas pueden ser tóxicos para los humanos, además de ser inflamable, los servicios de emergencia deberían utilizar equipo de protección personal y las poblaciones afectadas por el viento que contenga estos gases debe refugiarse en el lugar seguro. Puede ser posible dispersar las fugas de vapor mediante la utilización de agentes aire, vapor, agua u otros químicos para mitigar los posibles riesgos tóxicos inflamables. Si se produce la ignición, no se debe apagar el fuego hasta que la fuente de la fuga quede identificada y aislada.

Sistemas de alivio de presión y evacuación de fluidos

Instalaciones de alivio de sobrepresión

Para prevenir que las presiones en el equipo alcancen niveles que puedan producir roturas o fallos mecánicos se diseñarán sistemas de alivio de sobrepresión, normalmente llamados de seguridad, hasta que la presión, en el equipo o circuito que deban proteger, caiga de nuevo dentro de los límites normales de funcionamiento.

- Las instalaciones de alivio de sobrepresión y las de evacuación pueden ser comunes en cuanto al trasiego y la retirada de los fluidos evacuados. Los destinos de estos fluidos pueden ser:

1. Evacuación a la atmósfera (Venteo).
2. Combustión en una Antorcha.
3. Sistema especial de evacuación.
4. Retorno al proceso.
5. Colector de drenajes, según el carácter de los fluidos y las condiciones bajo las que se evacuan.

- Los sistemas que pueden utilizarse, según los casos son:

1. Válvulas de seguridad para líquidos y para vapores.
2. Discos de ruptura.
3. Portezuelas de seguridad o de explosión.

- Las válvulas de seguridad se instalarán de acuerdo con los requisitos del Reglamento de aparatos a presión. Como norma general, se instalará una válvula

de seguridad si hay alguna posibilidad de que se sobrepase la presión de diseño en algún punto de la planta. Los tubos de descarga de las válvulas de seguridad que evacuen directamente a la atmósfera se prolongarán al menos 2 metros por encima de la plataforma de operación más alta dentro de un radio de 15 metros, con una altura mínima sobre el suelo de 6 metros si se trata de gases de proceso. Si se trata de vapor de agua el radio considerado será de 2 metros.

Cuando la tubería de descarga se extienda en una dirección vertical se le instalará un drenaje para extraer cualquier cantidad de líquidos condensados formados por los escapes de vapor o por agua de lluvia. Cuando el fluido descargado sea vapor inflamable se instalará en la parte inferior de la tubería de descarga una inyección de fluido dispersante. Las tuberías de descarga directa a la atmósfera que requieran un dispersante llevarán acoplado en su salida un anillo de distribución provisto de orificios para favorecer el arrastre ascendente de los vapores de proceso.

Instalaciones de evacuación

Se preverá poder efectuar la descarga intencionada de vapor o líquidos, por presión autogenerada en el equipo, con uno o varios de los siguientes propósitos:

1. Reducir o controlar la presión no usual, tal como la que pueda producir una reacción química.
2. Vaciar el sistema de su contenido en situaciones de emergencia.
3. Efectuar las purgas previas a los trabajos de mantenimiento.

Las instalaciones de evacuación complementarán, sin reemplazarlas, a las válvulas de seguridad, y consistirán especialmente en válvulas de evacuación de conexión entre la unidad y las líneas de evacuación a los recipientes receptores desde los que se dispondrá de manera segura de los productos recibidos.

Válvulas de evacuación

Las válvulas de evacuación estarán instaladas de modo que les sea posible operar bajo condiciones de emergencia. Los puntos de conexión del sistema a la unidad se estudiarán cuidadosamente, considerando:

- El nivel de emergencia.
- La velocidad de reducción de presión.
- La posibilidad de obstrucciones del fluido en los tubos por depósitos de herrumbre, carbón o similares.

Líneas de evacuación

Puesto que uno de los requisitos más importantes de los sistemas de evacuación es la reducción rápida de la presión, las líneas del sistema no limitarán esta función. Cuando varias fuentes de líquido o de vapores descarguen en una línea

de evacuación común, ésta deberá estar prevista para la máxima circulación que pueda esperarse, y teniendo en cuenta las condiciones en que sea más urgente la reducción de la presión y la evacuación de los fluidos contenidos en recipientes, como, por ejemplo, cuando una parte de la unidad esté envuelta en llamas. Al diseñar las secciones de las líneas de evacuación, deberá considerarse también la posibilidad de que la descarga pueda ser de productos líquidos viscosos o vapores condensables. Las instalaciones de evacuación deben preverse para reducir la presión en los recipientes con la suficiente rapidez compatible con la seguridad del equipo, suponiendo que toda la presión se alivie por el propio sistema de evacuación

Circuito de evacuación

Los circuitos de evacuación para despresurizar los equipos que están sometidos a presión, estarán conformes con los requisitos del Reglamento de aparatos a presión.

Se tendrá en cuenta que los circuitos de evacuación de las distintas instalaciones no interfieran entre sí, para evitar que puedan surgir problemas en una parada de la planta, o que comprometan de algún modo su seguridad. Si el producto a despresurizar es líquido, o mezcla de gas y líquido, deberá descargarse a través de un recipiente donde la fase líquida pueda separarse.

Antorcha

Se considera la descarga a antorcha como un mecanismo de seguridad, con el objetivo de eliminar el exceso de gas, y con ello evitar una sobrepresión excesiva e incontrolada que genere finalmente una explosión. El sistema de antorcha permite la recogida y eliminación de forma segura de los vapores de los hidrocarburos procedentes de las válvulas de control, venteos, y mecanismos de alivio de seguridad.

El sistema de antorcha se dimensiona para la eliminación de los vapores de los hidrocarburos originados en condiciones de operación anormales y de emergencia. En el caso de un fallo total de energía, la planta se lleva a situación de paro, y cualquier operación de descarga se detiene, de modo que sólo el mínimo vapor de boil-off de los tanques de almacenamiento y de los sistemas de tuberías, es dirigido al venteo para su eliminación.

En el caso de un fallo parcial de energía que afecte sólo a los compresores de boil-off, el gas de boil-off nuevamente se dirige al colector de venteo, y cualquier operación de descarga deberá realizarse con un caudal reducido.

Muchas situaciones de descarga a antorcha, tienen que ver con fallos en el suministro de energía eléctrica a planta, es por ello que la planta, debe buscar

fuentes de suministro alternativas, o sistemas de seguridad que garanticen la no interrupción del suministro de energía eléctrica a planta.

Las situaciones de emergencia en planta pueden ser debidas a:

- Cambio de materia prima (hidrocarburos)
- Fallo de los equipos
- Infraestructura vieja
- Mantenimiento deficiente
- Error humano
- Desviación de los procedimientos operacionales
- Fallos en el suministro eléctrico • operación por encima de la capacidad de diseño

El objeto de la combustión en antorcha, es conseguir un proceso de combustión controlado de compuestos orgánicos que son transportados hasta un quemador, donde mediante una llama al aire, se produce una inertización o destrucción completa de dichos hidrocarburos. Una vez tienen lugar las condiciones que llevan a una descarga a antorcha, dicho gas será transportado desde el punto de sobrepresión, y a través del mecanismo de alivio, hasta el colector de antorcha. Una vez accede a ella, viajará a través del fuste hasta el sello molecular o dinámico, en la parte alta de la antorcha y previo al quemador, que imposibilita el acceso de oxígeno aguas arriba del quemador a través de un sello o tapón de gas (generalmente nitrógeno de purga). Finalmente, el gas accede al quemador, donde la llama de los pilotos aporta la energía de activación que da lugar a la inflamación del gas natural. La eliminación vía combustión de dicho gas está garantizada, puesto que los pilotos se encuentran encendidos en todo momento. La monitorización vía termopares de llama piloto y principal, permiten tener confirmación siempre de ello. La descarga a antorcha no cesará hasta que las causas origen de la sobrepresión sean eliminadas, produciéndose el cierre de los mecanismos de alivio de presión, y con ello la extinción de la llama principal poco tiempo después, no así la llama de los pilotos, que debe permanecer encendida en todo momento. El caudal a antorcha, siendo máximo en los primeros instantes debido a una mínima contrapresión ligeramente por encima de la presión atmosférica, irá disminuyendo a medida que la sobrepresión del equipo o línea, comience a reducirse. Una vez sea alcanzada una presión inferior a la de tarado de la válvula de seguridad, esta se cerrará, y posteriormente la llama principal de la antorcha se apagará.

ANEXO X. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Considerando factores como acceso para la circulación de vehículos, seguridad, una distribución económica, que permita una correcta supervisión, circulación peatonal y un área necesaria para el mantenimiento, se estimó que el área total de la planta es de 13520 m², consideramos un factor de expansión y crecimiento a futuro del 50 % del área de proceso. En el Plot Plan se pueden observar las diferentes áreas.

En cuanto a la distribución de los servicios auxiliares tales como el agua, planta de tratamiento de aguas residuales, se han localizado en zonas próximas al proceso.

Área de proceso: En el área de proceso se encontrarán los equipos principales de proceso: el reactor, la torre absorbadora, evaporador, sistema de secado, intercambiadores de calor.

Área de almacén de producto terminado: En esta área se almacenará el producto terminado, polietileno, por 1 día.

Oficinas: En esta área se encuentran las oficinas administrativas, gerencia, jefatura de contabilidad, secretaría, seguridad e higiene industrial y departamento de producción.

Taller de mantenimiento: Esta área estará a cargo de trabajadores experimentados en la solución de problemas y mantenimiento de los diferentes equipos que intervienen a lo largo del proceso, unidades de reacción y tratamiento con los implementos necesarios, así como de repuestos y accesorios útiles para tal fin. Para el normal funcionamiento de la planta. Esta área se encuentra cercano al área de proceso en la cual se encuentran los diferentes equipos para facilitar una mejor supervisión y reparación de los equipos de ser necesarios.

Laboratorio: Para lograr un control preciso de la calidad del producto, se realizará un control detallado en la reacción que se lleva a cabo en los reactores, así mismo de los diferentes procesos que ocurren en los equipos posteriores, para ello se deben realizar periódicamente análisis de la corriente de proceso, control de calidad del producto y de la materia prima. Para lo cual se requiere de un laboratorio equipado, con instrumentos modernos, adecuados y rápidos, con presencia en una zona cercana al área de proceso.

Primeros auxilios: Como en toda industria tanto como trabajadores obreros, ingenieros, administrativos, y demás personal que trabajan en una planta están expuestos continuamente a situaciones de peligro, consecuencias ya sea de un acto o una condición insegura, produciendo una lesión o situaciones que requieran de primeros auxilios o una atención médica, para lo cual antes de empezar el trabajo al iniciar el proceso, se harán los arreglos para los medios

médicos y personal capacitado para proporcionar la atención puntual al herido y para la consulta en la seguridad profesional y materias de salud. Se contará con un área destinada a un tópicico con el fin de brindar atención inmediata a todo aquel personal que lo requiera ya sea por algún accidente de trabajo, algún siniestro o por decaimiento en su salud que afecte directamente a su rendimiento en sus labores.

Protección personal y equipo de seguridad: Con el fin de mantener la seguridad e integridad física del trabajador en la planta y cumpliendo las normas de seguridad estipuladas en los distintos Sistemas de Gestión Integrados, basado en las valoraciones de riesgos laborales, así como también, el personal deberá contar con todos sus implementos de protección ante cualquier riesgo en el trabajo. El empleador deberá brindar a sus empleados, capacitaciones y charlas de seguridad en la industria a fin de que se tenga conocimiento sobre la protección del personal y equipo de seguridad; para tener conocimientos sobre la importancia de los EPP y cuidado apropiado, inspección, comprobación, mantenimiento, vida útil, almacenamiento.

OBRAS CIVILES

Suelos y cimientos: El objeto de la cimentación es distribuir las cargas de las estructuras y equipo de tal forma que el asentamiento del suelo que soporta las cargas, no obligue a efectuar un trabajo excesivo de mantenimiento o perjudique la utilidad de la planta.

La selección del tipo de cimiento se ha hecho teniendo en cuenta que la planta en estudio se encuentra ubicada en San Lorenzo. Se ha elegido la cimentación con base de concreto reforzado. Con este tipo de base se consigue que la intensidad de la presión sobre el suelo se reparta uniformemente sobre la cimentación. Los cimientos para las oficinas, laboratorios, etc.; como son edificios ligeros, pueden ser simplemente la continuación hacia debajo de la pared de concreto con una base extendida simple de forma cuadrada, con el objeto de reducir la presión, y evitar el excesivo hundimiento. Con el fin de asegurar el equipo, al cimiento se le coloca pernos de anclaje tipo desmontable; este tipo de perno facilita grandemente el montaje y desmontaje del equipo.

Los cimientos para tanque de almacenamiento verticales, son un solo bloque de concreto cuyas áreas son ligeramente superiores que las áreas ocupadas por los tanques. En el área de estacionamiento se usa simplemente grava.

Estructuras y edificios: La estructura de este edificio a diseñar, debe predominar la estética y solidez de una planta moderna y teniendo en cuenta el clima del lugar y

la naturaleza misma del proceso. La estructura de este tipo de edificio, permite la circulación del aire y de esta manera facilita la rápida y completa eliminación de vapores y gases de combustión. Se emplea estructura totalmente cerrada en el almacén, con el objeto de que el producto no se mezcle con el polvo, ni tampoco las posibles lluvias que pueden desmerecer su calidad.

También se emplea estructura cerrada en las oficinas, laboratorio y comedor por razones de protección y confort. Las estructuras cerradas y semicerradas son de material pre fabricado y la base de concreto de poca profundidad.

Para el caso de los talleres, laboratorios, almacenes, la caseta de control, control de planta serán estructuras cerradas; todos estos servicios deben cumplir con los siguientes requisitos de construcción:

Paredes y Techos: Las paredes serán de ladrillo y como aglomerante se usará cemento y arena; y los techos serán aligerados.

Pisos y Drenajes: La sala de procesamiento deberá poseer piso de cemento pulido con una débil pendiente que facilite la higiene. El piso de las oficinas será de losa vinílicas y los baños con cerámico.

Puertas y Ventanas: Las puertas y ventanas deberán estar ubicadas con el fin de dar mayor accesibilidad al personal que transita en la planta.

Iluminación y Acondicionamiento de Aire: La necesidad de una buena iluminación en la planta es muy importante ya que el buen alumbrado estimula limpieza y sanidad general, en cuanto al acondicionamiento de aire se debe tomar en cuenta la comodidad de los empleados durante los meses de frío y calurosos del año, si es que se desea lograr eficiencia máxima.

ANEXO XI. LÍNEA DE CRÉDITOS A Mi PyMEs

Dirigida a Micro, Pequeñas y Medianas Empresas en la concreción de inversiones o capital de trabajo que les permitan aumentar o mejorar su productividad y nivel de capacidad productiva.

Inversiones - Condiciones Generales

Usuarios:

Micro, Pequeñas y Medianas Empresas de todos los sectores económicos.

Destino:

Con criterio amplio.

Modalidad:

En pesos, en Unidades de Valor Adquisitivo (UVA) o en dólares estadounidenses.

Monto máximo:

Sin límite reglamentario, surgirá de la evaluación individual de cada caso.

Desembolsos:

Múltiples, a criterio del Banco, siendo el plazo máximo entre el primer y el último desembolso de 18 meses.

Proporción del apoyo:

Nuevas: 100% / Usadas: 70%

Amortización:

Sistema alemán con periodicidad mensual, trimestral o semestral, de acuerdo al flujo de fondos del solicitante.

Plazo:

Financiación en pesos hasta 10 años / Financiación en UVA hasta 15 años / Financiación en dólares estadounidenses hasta 10 años.

Periodo de gracia:

Hasta 6 meses.

Capital de Trabajo – Condiciones Generales

Usuarios:

Micro, Pequeñas y Medianas Empresas de todos los sectores económicos.

Destino:

Incluye gastos de evolución.

Modalidad:

En pesos, en Unidades de Valor Adquisitivo (UVA) o en dólares estadounidenses.

Monto máximo:

Sin límite reglamentario, surgirá de la evaluación individual de cada caso.

Desembolsos:

Habrará un único desembolso.

Proporción del apoyo:

Hasta el 100%.

Amortización:

Sistema alemán con periodicidad mensual, trimestral o semestral, de acuerdo al flujo de fondos del solicitante.

Plazo:

Financiación en pesos hasta 3 años / Financiación en UVA hasta 4 años / Financiación en dólares estadounidenses hasta 12 meses.

Período de Gracia:

Hasta 1 año para operaciones en UVA.

Consultar Condiciones Especiales, sujetas a disponibilidad de cupo:

- Para el sector turismo.
- Para adquisición de Inmuebles para alojamientos turísticos.
- Para la Provincia de Mendoza.
- Para créditos con Tasa de Interés Bonificada a Cargo de Empresas.
- Para la recomposición de capital de trabajo para productores.
- Para la Provincia de Salta.
- Para asistencia en inversiones y capital de trabajo asociado para productores tamberos a través de la Usina Láctea.
- Para proyectos de conectividad con bonificación de ENACOM.

Garantías:

A satisfacción del banco.

Comisiones y Tasas:

Usted puede consultar el "Régimen de Transparencia" elaborado por el Banco Central de la República Argentina sobre la base de la información proporcionada por los sujetos obligados a fin de comparar los costos, características y requisitos de los productos y servicios financieros.

ANEXO XII. MATRIZ DE LEOPOLD

ANEXO XIII. CAPACIDAD DEL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO.

El tratamiento de agua es de suma importancia, se necesita mantener el agua en un balance de parámetros permitidos de acuerdo a las condiciones de operación, ya que con esto se puede evitar la corrosión, incrustación de sólidos inorgánicos en los puntos de intercambio de calor, o la generación de materia orgánica (algas, cieno, lodos), todo esto provocando la falta de intercambio de calor o el paro inesperado del equipo, altos costos de operación del sistema principalmente.

En base a lo ya evaluado y calculado, se requieren 120 m³/h de agua de enfriamiento para abastecer la planta. Para esto se contara con circuitos de agua constituidos por:

Torres marca Hamon, en paquete de seis celdas (3000 m³/h),

Turbobombas (6000 m³/h), presión de descarga 4500 Kg/cm²

Electrobombas (3500 m³/h), presión de descarga 5000 Kg/cm²