

Proyecto Final

Tesis de Grado

**Planta industrial de ácido
tereftálico**

Año 2016

Director

Ing. Polito, Oscar Alberto

Alumnos

**Cirio, Santiago Ezequiel
Salas, Electo Matías**



1. Especificación del proyecto



Capítulo 1: Resumen del proyecto	5
1. Objetivos	6
2. Alcances.....	6
3. Datos generales.....	6
Capítulo 2: Estudio del Mercado	7
1. Introducción	7
2. Bienes a producir	23
A. INTRODUCCIÓN	23
B. DESCRIPCIÓN DEL ÁCIDO TEREFTÁLICO.....	24
C. PROPIEDADES FÍSICAS	26
D. PROPIEDADES TERMODINÁMICAS.....	27
E. PROPIEDADES QUÍMICAS.....	28
F. ESPECIFICACIONES DEL ÁCIDO TEREFTÁLICO GRADO POLÍMERO.....	29
G. USOS.....	29
H. TOXICIDAD.....	30
I. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN	31
J. SUBPRODUCTOS	32
K. BIENES COMPLEMENTARIOS	33
L. BIENES COMPETITIVOS	34
3. Tipo o idiosincrasia de los consumidores.....	36
4. Posibles cambios en el desarrollo económico.....	39
A. ANÁLISIS DEL MERCADO INTERNO	40
B. ANÁLISIS DEL MERCADO EXTERNO.....	45
Capítulo 3: Tamaño y Localización	47
1. Tamaño del proyecto.....	47
2. Localización del proyecto	49
Capítulo 4: Ingeniería del proyecto	55
1. Ensayos de investigación y patentes	55
A. Introducción	55
B. Comparación de Tecnologías.....	58
C. Selección de proceso	70
D. Oxidación de <i>p</i> -xileno	72
E. Proceso Amoco (Mid Century corporation).....	73
F. Proceso de purificación amoco	91
2. Proceso de Fabricación	93



A.	Diagrama de flujo de proceso.....	93
B.	Sección 200: reactor de oxidación (cstr).....	94
C.	Sección 300: separación LÍQUIDO solido	95
D.	Sección 400: unidad de hidrogenación	96
E.	Sección 500: Deshidratacion de ácido acético	97
F.	Sección 600: tratamiento off-gas.....	97
G.	Sección 700: recuperación del catalizador	98
3.	Diagramas de flujo de proceso (DFP).....	101
4.	Balance de materia.....	104



Capítulo 1: Resumen del proyecto

El proyecto realizado consiste en la producción de ácido tereftálico purificado mediante el proceso de oxidación e hidrogenación de Amoco.

El proceso de oxidación consiste en una reacción exotérmica catalítica del p-xileno, mediante un conjunto de catalizadores homogéneos de manganeso y cobalto, junto a un iniciador de reacción como es el ácido bromhídrico. En la hidrogenación de Amoco, la impureza 4-caboxilnenzaldehído (4-CBA), producida en la etapa de oxidación, reacciona con una pequeña cantidad de hidrogeno para producir ácido p-toluico, la cual es más sencilla de separar del ácido tereftálico por cristalización.

Para realizar estos procesos en la planta de ácido tereftálico purificado, se requiere de un reactor con agitación y un reactor catalítico de lecho fijo para la hidrogenación.

Junto a estos reactores la planta deberá disponer de al menos, dos columnas de destilación y una columna de absorción, seis equipos de cristalización.

Debido a la naturaleza de los compuestos manipulados, es necesario tomar ciertas medidas de seguridad en toda la planta, especialmente en la zona de oxidación, la cual utiliza un compuesto corrosivo.

Este proceso utiliza un sistema de control muy preciso debido a la complejidad de las reacciones, acompañada de la exigencia de la calidad final del producto.

En el proceso se intenta optimizar tanto el consumo de recursos (reutilización de los solventes y catalizadores) como el consumo energético (aprovechamiento de flujos caliente para precalentar otros fríos, cogeneración de energía a través de gases a alta temperatura emitidos por el reactor).

Sin embargo, no se consigue un beneficio económico, considerándolo así económicamente inviable. Esto ha sido resultado del estudio de los flujos de caja de cada año, los cuales arrojan un resultado negativo debido a los elevados costos de producción.



Se pueden realizar mejoras en el proceso, sin embargo, el precio de los reactivos y los productos deja un escaso margen para los costos de producción.

Los cambios que mejorarías la rentabilidad del proceso seria:

- Disminuir el costo del p-xileno, a través de la importación del mismo.
- Optimización del stock con la consigna “justo a tiempo”.
- Terciarizar departamento no claves para la producción final.

Los cambios de mercado que incentiva la promoción de los proyectos seria:

- Tasa de interés más baja.
- Promoción industrial del sector petroquímico.
- Precio del petróleo más alto.

1. OBJETIVOS

El diseño de una planta de proceso de ácido Tereftálico puro (PTA) para abastecer la demanda local en Argentina e internacional.

2. ALCANCES

Este proyecto contemplará el estudio de mercado y técnico, también una evaluación económica para conocer la rentabilidad del mismo.

Complementariamente se entregará la ingeniera básica del mismo, donde se detallaran los procesos y equipos necesarios para llevar a cabo la producción y purificación de PTA.

3. DATOS GENERALES

- Nombre del proyecto: Tereftálico La Plata.
- Objetivos específicos: Diseño de una planta petroquímica de ácido Tereftálico con una capacidad instalada de 65 mil toneladas anuales.
- Alcance del proyecto: Estudio de prefactibilidad técnico-económica.



- Localización: Polo petroquímico La Plata
- Cuantía de las inversiones: u\$s 45.705.549
- Presupuesto de gastos e ingresos: al 100% de la planta
 - Ingresos : u\$s 100.750.000
 - costo fijos y variables: u\$s 23.465.988 y u\$s 60.398.416
- Rentabilidad: TIR: 12%; VAN : -13.325.924 u\$s
- Fuente de financiamiento: Prestamos Banco Mundial e Interamericano (100%).

Capítulo 2: Estudio del Mercado

1. INTRODUCCIÓN

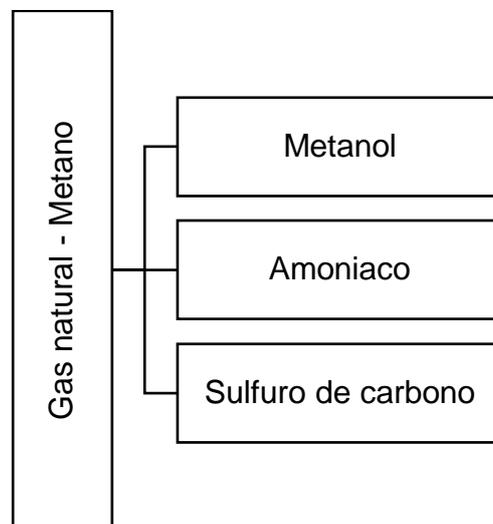
La petroquímica ha sido y sigue siendo actualmente objeto potenciador de estudios dedicados a producir un sinnúmero de derivados que poseen múltiples aplicaciones en otras industrias y que hoy en día conforman la inmensa gama de productos petroquímicos. Dicho sector es fundamental para el crecimiento y desarrollo de importantes cadenas industriales como son la textil y del vestido; la automotriz y del transporte; la electrónica; la de construcción; la de los plásticos; la de los alimentos; la de los fertilizantes; la farmacéutica y la química, entre otras.

La industria petroquímica surge en los Estados Unidos a principio de los años 20 con la producción de isopropanol, a partir del propileno contenido en los gases de refinería. Durante la década de los 30 la subsistencia del rubro estuvo limitada a la síntesis de algunos compuestos oxigenados y la producción de amoníaco a partir del gas, se puso énfasis en la investigación y desarrollo con el objeto de ampliar la oferta de productos derivados de la petroquímica. De esta manera se Estados Unidos se consagra como potencia mundial y brinda una salida estratégica de la Gran Depresión (*Wall Street Crash, 1929*), la Segunda Guerra Mundial posibilitó la creación de una extensa variedad de materiales críticos-entre



ellos, materiales sintéticos que sustituyeron a los tradicionales- dando origen al desarrollo de la petroquímica moderna. El desarrollo tecnológico de la petroquímica permitió la sustitución del carbón por el petróleo y el gas natural, como punto de partida para la obtención de productos químicos orgánicos, puesto que resultaban insumos muchos más accesibles y gracias al desarrollo de técnicas de transformación de su estructura por las nuevas materias sintéticas así como en el notable crecimiento de la demanda de los productos petroquímicos desde sus inicios en la década de 1920.

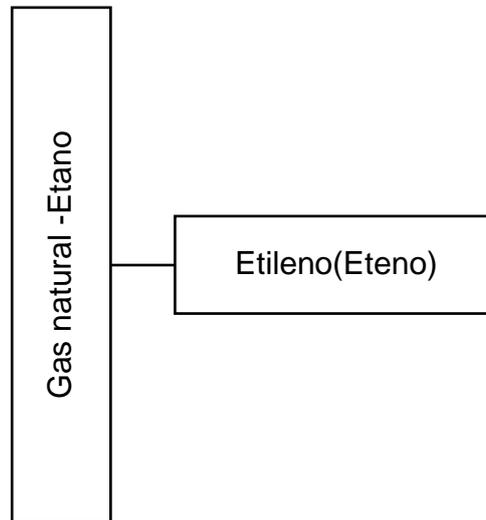
La petroquímica básica es el primer eslabón de la cadena de valor de la industria petroquímica, encargado de producir compuestos químicos básicos o elementales, los cuales se utilizan como insumo de los eslabones superiores de dicha industria para elaborar productos *intermedios* y *finales*. Esta se ocupa de tratar y transformar el petróleo y el gas natural en distintos productos orgánicos, de donde se derivan las olefinas ligeras (etileno, propileno y buteno) y los aromáticos (benceno, tolueno y xilenos). Los productos terminados de la petroquímica se clasifican en cinco grupos: plásticos, fibras sintéticas, cauchos sintéticos o elastómeros, detergentes y abonos nitrogenados.



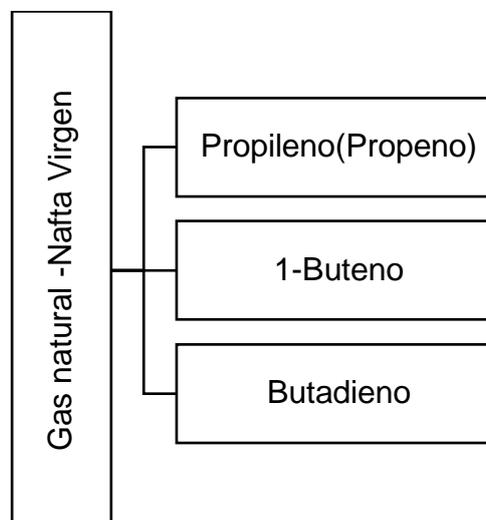
Nombre o denominación	Fórmula química	Estructura Tridimensional	Estado de Agregación- Apariencia	Principal aplicación
Metanol	CH ₃ OH		Líquido incoloro	Biodiesel



Amoniaco	NH_3		Gas incoloro (de olor penetrante y desagradable)	Fertilizantes (una base de Urea)
Sulfuro de Carbono	CS_2		Líquido incoloro o amarillento	Fabricación de fibra de celulosa

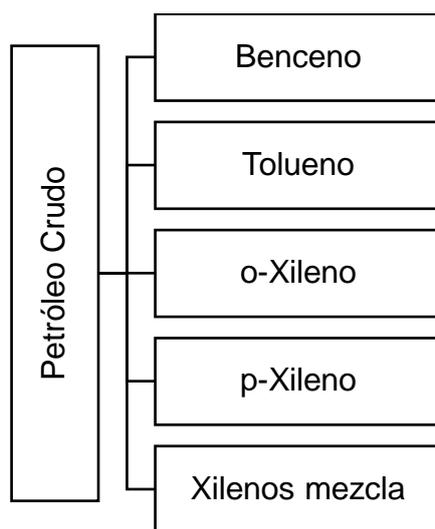


Nombre o denominación	Fórmula química	Estructura Tridimensional	Estado de Agregación-Apariencia	Principal aplicación
Etileno (Eteno)	C_2H_4		Gas incoloro	Fabricación de plásticos





Nombre o denominación	Fórmula química	Estructura Tridimensional	Estado de Agregación-Apariencia	Principal aplicación
Propileno (Propeno)	C_3H_6		Gas incoloro	Fabricación de plásticos
1-Buteno	C_4H_8		Gas incoloro	Fabricación de Caucho sintético
Butadieno	C_4H_6		Gas incoloro	Fabricación de Caucho sintético



Nombre o denominación	Fórmula química	Estructura Tridimensional	Estado de Agregación-Apariencia	Principal aplicación
Benceno	C_6H_6		Líquido Incoloro	Fabricación de plásticos
Tolueno	C_7H_8		Líquido Incoloro	Solvente no polar-Aditivo para combustible
o-Xileno	$C_6H_4(CH_3)_2$		Líquido incoloro	Solvente no polar-aditivo para combustibles
p-Xileno	$C_6H_4(CH_3)_2$		Líquido incoloro	Solvente no polar-Aditivo para combustibles
Xilenos mezcla	$C_6H_4(CH_3)_2$		Líquido incoloro	Solvente no polar-Aditivo



				para combustible
--	--	--	--	------------------

En conjunto las siguientes compañías abarcan más del 90% del mercado mundial

Compañía	Origen del capital	Año de fundación	Cantidad de empleados	Facturación anual US\$ (X10 ⁹)	¿Actividad petrolera?
1 Dow	EE.UU	1897	43.000	56,786	No
2 Exxon Mobile Corp.	EE.UU	1999	76.900	453,123	Si
3 SABIC	Arabia Saudita	1976	40.000	51	No
4 Royal Dutch/Shell	Reino Unido / Holanda	1907	87.000	467,153	Si
5 Lyondell	EE.UU	2.000	376.201	455,244	Si
6 SINOPEC	China	1.998	15.000	43	no
7 Ineos	Suiza / Reino Unido				

La industria petroquímica ha sido una de las ramas industriales que ha obtenido altas tasas de beneficio y una gran velocidad de crecimiento. Las empresas pioneras de los años 50 y 60 fueron las que implementaron actividades de innovación en esta industria. El modelo de innovación, llevadas a cabo por las empresas, se caracterizó por el estudio de los productos y de los métodos de producción para los mismos. Las industrias transnacionales se fueron especializando en los productos que les era favorable su producción, instalando filiales a países productores de materias primas para asegurarse los insumos, en cantidad y calidad, suficientes para llevar a cabo la producción de ellos. Aunque estas innovaciones no incluían desarrollo e investigación.

Conforme el negocio petroquímico avanzaba las empresas petroleras aumentaban su producción para abastecer estas industrias, las cuales fueron adquiriendo capacidades tecnológicas lo que ayudo a que se establezcan como líderes, debido a que estas capacidades eran una barrera de entrada para nuevos competidores o imitadores.

Entre la década de los 60 y 70 se fue conformando un mercado oligopolizado. Al final de la década del setenta el 90% de la producción mundial era de Estados Unidos, Europa



Occidental y Japón. Entre los 70 y 80 la entrada de nuevas empresas creó un modelo de innovación complementaria, entre el empuje de la oferta y de la demanda. En los años ochenta la industria petroquímica se vio favorecida por una gran demanda de sus productos lo que implemento un gran cambio en productos y procesos respondiendo a la demanda. Con el avènement de los avances tecnológico y la creciente demanda de bienes intermedios y finales, junto a la creciente globalización, luego de la década del 80 se fomentaron el despegue de la actividad petroquímica que hoy en día conforma alrededor del 0,5% de las exportaciones totales de bienes en el mundo. En lo que corresponde a elaboración de productos petroquímicos en la última década se registraron los mayores volúmenes de producción total a nivel mundial; a partir de las compañías mundiales: Dow (EE.UU), Exxon Mobile Corp. (EE.UU), SABIC (Arabia Saudita), Royal Dutch/Shell (U.K,Holanda), Lyondell, SINOPEC (EE:UU), Ineos (Suiza, UK).



Los mayores productores de petróleo en el año 2014 son:

Arabia Saudí	11.730.000
Estados Unidos	11.110.000
Rusia	10.440.000
China	4.197.000
Canadá	3.856.000
Irán	3.594.000

Los mayores consumidores para el año 2014 son:

Estados Unidos	19,150,000
China	9,400,000
Japón	4,452,000
India	3,182,000
Arabia Saudí	2,643,000

Exportaciones mundiales de petróleo año 2014 son:

Arabia Saudí	11,730,000
Estados Unidos	11,110,000
Rusia	10,440,000
China	4,197,000
Canadá	3,856,000

Importaciones mundiales de petróleo año 2014

Estados Unidos	9,213,000
China	5,664,000
Japón	3,472,000
India	3,272,000
Corea del Sur	2,590,000
Alemania	1,876,000



Petroquímica en Argentina

El desabastecimiento de materia química generado por la Segunda Guerra Mundial obliga a la industria Argentina a incorporar el sector petroquímico a la matriz de desarrollo industrial hasta entonces planteada. Entre 1943 y 1958, se consolidan una serie de proyectos petroquímicos, entre los que se incluyen la construcción y puesta en marcha de plantas industriales fabricantes de tolueno, BTX, isopropanol, clorobenzenos, resinas fenólicas y ureicas, metanol, tricloro-etileno, poliestireno, anhídrido ftálico cuya finalidad última consistía en destinar lo producido a satisfacer la demanda del incipiente mercado local.

Durante la década del 1960, la sustitución de las importaciones en conjunto con una intensa política de promoción industrial, alentaron el crecimiento sostenido de la petroquímica a lo largo de todo el período. El aumento de la producción de hidrocarburos y las obras de infraestructura lograron abastecer el tamaño de planta de la época. Aunque la capacidad productiva de la Argentina no alcanzaba niveles mundiales, la adopción de nuevas tecnologías, los precios promocionales a la materia prima y las protecciones arancelarias para productos elaborados permitieron aumentar la competitividad del sector.

La década de 1970 se caracterizó por contar con la participación preponderante del Estado, a través de DGFM e YPF, en la instalación de un polo petroquímico en Bahía Blanca que apuntaba a la reubicación estratégica y a un mayor dominio estatal de la actividad. La disponibilidad de agua en la zona, la salida al puerto, la minas de sal en las inmediaciones y la extensa red vial y ferroviaria son las razones fundamentales que motivaron la relocalización geográfica. Sin embargo las turbulencias políticas, características del período, y la falta de inversión estatal no solo demoraron la construcción de plantas satélites



sino que además fomentaron las crecientes tendencias a la privatización que se acentuaría en los períodos posteriores.

Los períodos posteriores (1980-1995), la creciente deuda externas y las infructuosas políticas de ajuste para contenerla, no solo acentuaron los altos niveles de inflación, sino que además minaron el terreno que aseguraba al Estado mayor participación en el desarrollo industrial petroquímico. La privatización pareció una salida natural a la pérdida de rentabilidad empresarial que generaron políticas de convertibilidad y apertura económica vigentes durante el gobierno de Carlos Menem: el Estado-YPF, Gas del Estado, Fabricaciones Militares- pasó de tener 51% de las acciones del polo de Bahía Blanca a dejar todo el complejo en manos privadas, mediante una licitación llevada a cabo a fines de 1995. Como consecuencia, subsidiarias extranjeras como Dow Chemical, Petrobás y Repsol YPF además de un conjunto de empresas nacionales (privadas) y extranjeras de porte diverso (Petroquímica Cuyo, Atano, Carboclor, Petroken, etc.) se pusieron al frente de la industria petroquímica reduciendo a cero la participación estatal.

A raíz de la concreción de proyectos a partir del año 2000 y hasta la actualidad, la Argentina cuenta con una industria petroquímica y química que produce 35.080 millones de dólares, cifra 2012, y genera una cantidad de 61.000 puestos de empleo en todo el país además de aportar el 7,39% del PBI del país –en el año 2012 esta cifra trepó a los 474.900 millones de dólares. Con cinco polos industriales en su haber, y la participación de varias empresas trasnacionales, la petroquímica se destaca por ser multiplicadora de la actividad económica debido fundamentalmente a la disponibilidad a precios muy competitivos (yacimientos de gas natural en Loma la Lata), el crecimiento de la demanda local, la mayor integración de los distintos sectores de la industria y la concentración de plantas satélites en polos industriales; vale destacar el papel fundamental de las inversiones que durante todo el período ascendieron a 2.500 millones U\$S.



A partir de los datos proporcionados por el IPA acerca de la producción de petróleo, insumo principal de la industria petroquímica, se puede observar que la producción nacional fue descendiendo paulatinamente de 38.268.292 m³, en el año 2006 a 35.268.310 m³, en el año 2010. Dicho descenso se puede leer en la industria petroquímica básica como una caída en las exportaciones: 1.913.100 toneladas en 2006 a 951.000 en 2010. Por su parte, las importaciones se mantuvieron constantes durante el mismo período. Respecto de la producción petroquímica se puede afirmar que no mostró mayores fluctuaciones a las detectadas en la producción de petróleo. En términos macroeconómicos, la situación expuesta anteriormente pone en evidencia que la Argentina tuvo que dejar de exportar productos petroquímicos a fin de abastecer el consumo interno, y a falta de alcanzar un volumen deseable de consumo, culminó con el aumento de las importaciones.

En lo que a extracción de gas natural respecta, los datos revelados por el IPA registran una caída sostenida de las exportaciones, que se acentúa severamente hacia el final de dicho período. Considerando que los niveles de consumo no sufrieron grandes fluctuaciones, señala la tendencia generalizada que poseen los niveles de exportación de petróleo y gas natural a caer, y da cuenta de la creciente disminución de competitividad del sector.

Obtención de materia prima

En Argentina, una de las principales compañías dedicadas a la obtención de materias primas para la industria petroquímica básica es Compañía Mega S.A. Esta comenzó cuando la sociedad integrada por YPF S.A., Petrobras y Dow Argentina decidió a mediados de 1997 concretar un proyecto que explotara integralmente el gas natural. Así, con la concreción del mismo, los componentes ricos del gas natural pasaron a constituir el insumo básico de la industria del plástico, permitiendo la expansión de dicha industria fundamental para el crecimiento de la economía argentina. La inversión total del proyecto fue de U\$S 715 millones, formados aproximadamente por U\$S 506 millones de "hard costs" (ingeniería,



provisión de equipos y construcción) y U\$S 209 millones de “soft costos” (costos pre-operativos y de desarrollo, costos financieros, impuestos y otros). La financiación provino de préstamos a través de obligaciones negociables y del aporte de los socios.

Compañía Mega S.A. posee dos instalaciones productivas, una de ellas ubicada en Loma La Lata, provincia del Neuquén, y la otra en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. La primera de estas instalaciones es la denominada “Planta Separadora”, donde se recuperan los componentes ricos del gas natural como una mezcla líquida homogénea. Este proceso de recuperación consta básicamente de dos etapas: el acondicionamiento y la recuperación propiamente dicha. Durante el acondicionamiento el gas natural, proveniente de distintos yacimientos, pasa a través de un separador a fin de evitar que partículas líquidas dañen los equipos ubicados en el proceso de recuperación y por un sistema de deshidratación donde se elimina el agua contenida en estado de vapor en el gas natural alimentado a la planta. Este proceso es absolutamente necesario dado que el proceso de recuperación se lleva a cabo a muy bajas temperaturas y por lo tanto el agua podría solidificarse obstruyendo equipos y/o tuberías. Las bajas temperaturas requeridas se logran aprovechando la energía de las corrientes de proceso en un claro ejemplo de integración energética y utilizando un turboexpansor. El turboexpansor baja bruscamente la presión del gas natural hasta los valores requeridos para realizar la demetanización.

El proceso de demetanización se lleva a cabo en una columna de destilación en la que se recuperan los líquidos del gas natural como producto de fondo, mientras que el gas que abandona la misma por el tope constituye el gas residual. Dicho gas residual es comprimido hasta las presiones requeridas para su posterior transporte a los centros de consumo.

Luego, el líquido obtenido es transportado a través de los 600 kilómetros que separan Loma La Lata de Bahía Blanca utilizando un ducto construido especialmente para este fin. La unidad productiva ubicada en Bahía Blanca es la denominada “Planta Fraccionadora”. En



esta Planta se obtiene, mediante destilación, el etano, propano, butano y gasolina natural contenidos en el líquido del gas natural recuperado en la Planta Separadora. El etano es transportado hasta las Plantas de Etileno abasteciendo al mayor Polo Petroquímico del país, mientras que el propano, el butano y la gasolina natural son almacenados en tanque especialmente dedicados para su posterior despacho por vía marítima.

En Argentina el consumo aparente es, en mayor medida, de los productos Etileno y Amoníaco. El Tolueno, Benceno y Metanol son los 3 productos posteriores, referidos al consumo. El consumo de los productos Amoníaco, 1-Buteno, Metanol, Sulfuro de Carbono, Tolueno, o-Xileno y Xilenos mezcla fueron abastecido en un 100% por la producción nacional. Mientras tanto, el Benceno fue abastecido por la producción nacional en solo un 57,84%, el Etileno en un 93,58%, teniendo que abastecerse con productos importados en los últimos dos casos.

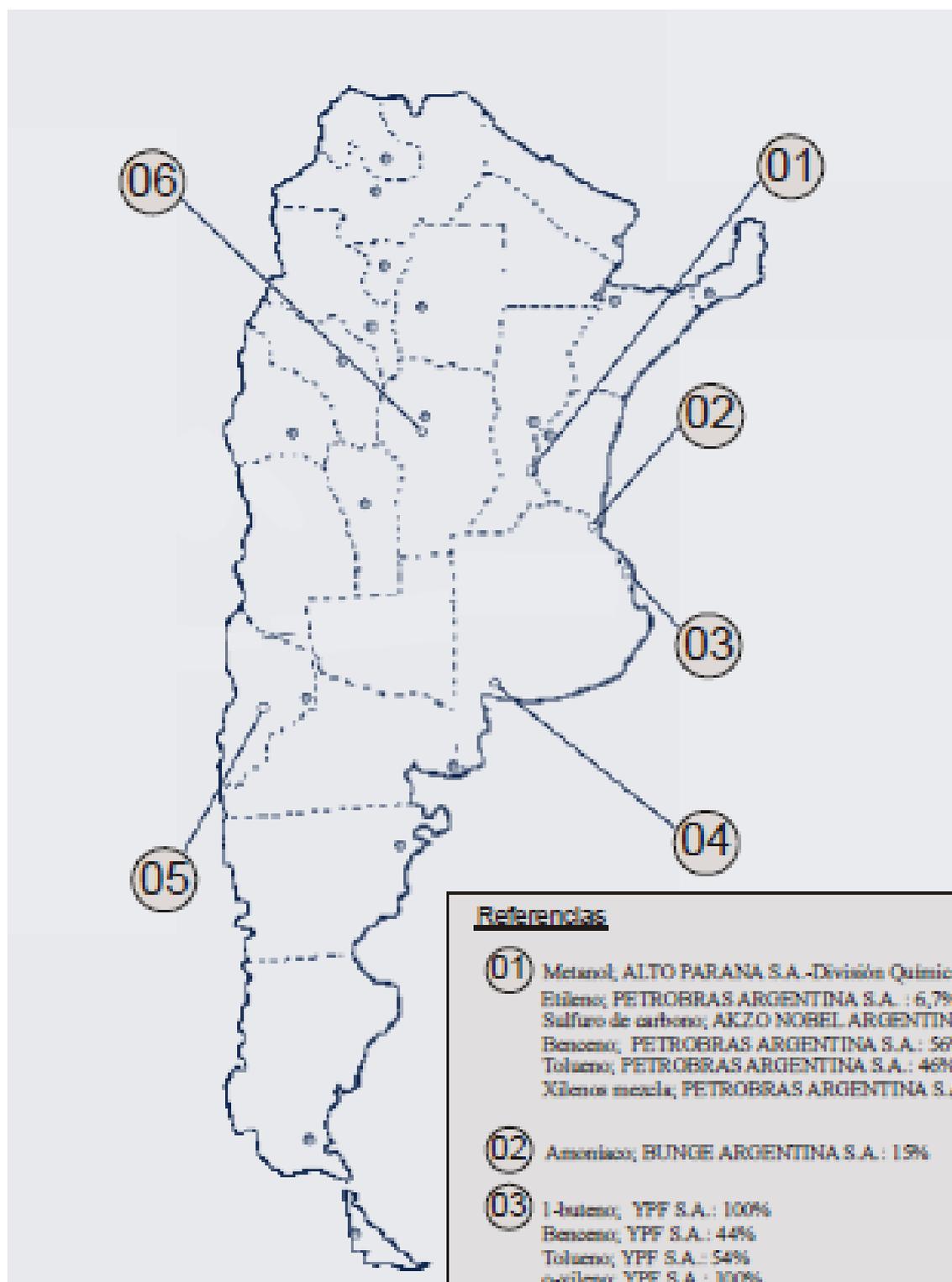
Por este motivo, Argentina, en la mayoría de casos (exceptuando al benceno, butadieno, p-xileno en los últimos años) la producción nacional alcanza a cubrir la demanda del país

En todos los casos, los productos básicos son usados para manufactura otros productos finales.



	Productos final o intermedio	%
Metanol	Biodiesel	55
	Formaldehido (incluyendo colas ureicas, etc.)	15
	MTBE	
	TAME	5
	Varios (solvente y otros)	11
Amoniaco	Urea	96
	Varios (Fertilizante, refrigeración e industria química)	4
Sulfuro de carbono	Síntesis química	100
Etileno	Polietileno de baja densidad	51
	Cloruro de vinilo	12
	Estireno	6
	Polietileno de alta densidad	31
1-Buteno	Polietileno de baja densidad lineal	100
Butadieno	Látices	5
	Cauchos	95
Benceno	Etilbenceno	77
	Ciclohexano	9
	LAB	12
	Varios	2
Tolueno	Solventes/Combustible	90
	TDI	10
o-Xileno	Anhídrido Ftálico	100
p-Xileno	Exportación	100
Xileno Mezcla	Solventes/Combustibles	100

En término de localización, el 89% de la producción de metanol la tiene la empresa YPF ubicada en Neuquén. Esto va en contra de la tendencia centralizadora de las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, donde se encuentran más del 98% de la producción total del país en productos petroquímicos:



Referencias

- 01** Metanol, ALTO PARANA S.A.-División Química: 11%
Etileno, PETROBRAS ARGENTINA S.A. : 6,7%
Sulfuro de carbono, AKZO NOBEL ARGENTINA S.A. : 100%
Benceno, PETROBRAS ARGENTINA S.A.: 56%
Tolueno, PETROBRAS ARGENTINA S.A.: 46%
Xilenos mezcla, PETROBRAS ARGENTINA S.A.: 62,5%
- 02** Amoniaco; BUNGE ARGENTINA S.A. : 15%
- 03** 1-buteno, YPF S.A.: 100%
Benceno, YPF S.A.: 44%
Tolueno, YPF S.A.: 54%
o-xileno, YPF S.A.: 100%
p-xileno, YPF S.A.: 100%
Xilenos mezclas, YPF S.A.: 37,5%
- 04** Amoniaco, PROFERTIL S.A.: 84%
Etileno, PHEPolisar S.A.: 93%
- 05** Metanol, YPF S.A.: 89%
- 06** Amoniaco; Fabrica Militar Río tercero: 1,3%



Bajo el marco del Plan Estratégico Industrial 2020 (PEI 2020) dispuesto por el Estado Nacional en el año 2010, la Comisión de Hidrocarburos y Energía de la Cámara de la Industria Química y Petroquímica (CIQyP), con la colaboración y participación del Instituto Petroquímico Argentino (IPA) se llevó a cabo una estimación del perfil del sector con el objetivo de aportar, desde el sector privado, datos cualitativos y cuantitativos de la industria petroquímica que permita del desarrollo industrial propuesto.

Las premisas realizadas a partir de los datos técnicos e informativos de 14 empresas petroquímicas o de base petroquímica fueron:

1. Crecimiento promedio de la economía argentina 2014-2025= 3%aa.
2. La disponibilidad de materias primas necesarias para el cumplimiento de los objetivos planteados se haría evidente en los dos primeros años de la década de 2020, en cantidad, calidad y a precios competitivos.
3. Condiciones competitivas necesarias y suficientes como para alentar inversiones compatibles con la demanda local y con una economía de escala internacional; eventuales desajustes serían compensados con un adecuado sistema de promoción.
4. Consumos aparentes y escalas de producción acorde al conocimiento actual de las empresas y su experiencia productiva.
5. Precios de los productos vigentes en el mercado internacional en el año 2011.

Para el análisis se consideraron los siguientes productos petroquímicos:

- Ácido Tereftálico Puro (PTA)
- Aminas
- Amoniaco
- Urea



- Etilenglicol (EG)
- Metanol
- Óxido de Etileno (OE)
- Óxido de Propileno (OP)
- Paraxileno (PX)
- Policloruro de Vinilo (PVC) y copolímeros
- Poliestireno (PS)
- Polietileno lineal, de baja y alta densidad (LLDPE, LDPE y HDPE)
- Polipropileno y sus copolímeros
- Politereftalato de Etileno (PET)

Los productos intermedios y finales indicados representan más del 90% de la producción del sector petroquímico.

La Comisión concluyó que algunos productos no tendrán escalabilidad ni condiciones competitivas y por lo tanto no se podrán producir en Argentina y/o aumentar la capacidad bajo esos supuestos. Ellos son el Óxido de Propileno y el Metanol entre otros y que deberían seguirse importando.

Nuevos productos se incorporarían a la producción nacional, como ser el Ácido Tereftálico Puro (PTA), Paraxileno (PX), Aminas, Etilenglicol (EG) y Óxido de Etileno (OE), y se ampliarían las capacidades productivas existentes de productos como ser polietilenos, polipropileno (PP) y Politereftalato de Etilo (PET) entre otros.

Bajo este lineamiento estratégico de aumento de capacidad para la producción de materias primas básicas para alimentar aguas abajo la industria y el desarrollo productivo de materias primas que actualmente no se producen por caso ácido Tereftálico para producir



Politereftalato de Etileno (PET), Argentina debería encontrarse con una estructura productiva competitiva a nivel local, regional e internacional de provisión.

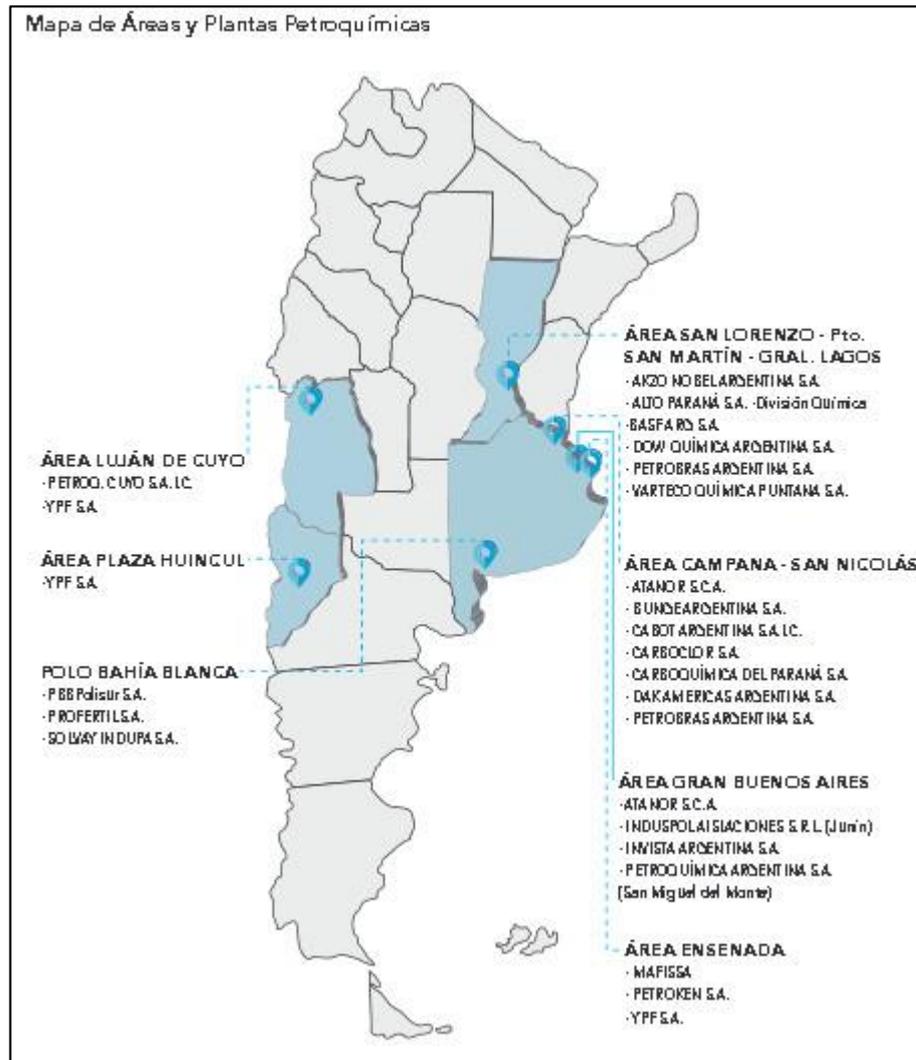


FIGURA 1 : EMPRESAS PARTICIPANTE DEL PEI 2020

2. BIENES A PRODUCIR

A. INTRODUCCIÓN

El ácido tereftálico (TA) es un componente esencial en la industria de los poliésteres, y es usado en poliéster tereftalato (PET) y en manufactura de fibras de poliéster. Cerca del 70% del TA es usado en la producción de PET, el TA es producido a partir del proceso de oxidación del *para*-xileno (PX). Además es usado en la manufactura de artículos plásticos



y botellas de bebida, el TA también puede ser usado en otras aplicaciones tales como las textiles, como formador de películas en pinturas y como resinas de revestimiento en botes. Los mayores productores a nivel comercial de TA son British Petroleum (BP), BP Zhuhai Chemical Company (Ltd.) and JBF Petrochemical Ltd. (JBF), con una producción anual de TA mayor 10 millones de toneladas. Todas las plantas se localizan en Europa y Norte América, China e India.

El proceso de oxidación de PX para la obtención de TA ha sido comercializado como el nombre del proceso AMOCO (Co/Mn/Br) que utiliza un catalizador homogéneo de cobalto (Co) y manganeso (Mn) con un compuesto de bromuro corrosivo como promotor de la reacciones. El proceso se realiza en un medio ácido a altas temperaturas (175-225°C). Los demás titulares de las licencias de producción del TA son DuPont, Dow Chemical, Mitsubishi Chemical, Eastman Chemical, Hitachi, Mitsui Chemicals, Interquisa, y Grupo Petromex.

Actualmente, el precio del mercado para TA es cercano a 1.100-1.200 U\$/t FOB. Es interesante mencionar que la mayor aplicación del PET está en el área textil y la producción de preformas-botellas.

B. DESCRIPCIÓN DEL ÁCIDO TEREFTÁLICO

El ácido Tereftálico (ácido 1-4 bencendicarboxílico) cuya fórmula molecular condensada es $C_6H_4(COOH)_2$, y su estructura molecular se observa en la Figura 2 .

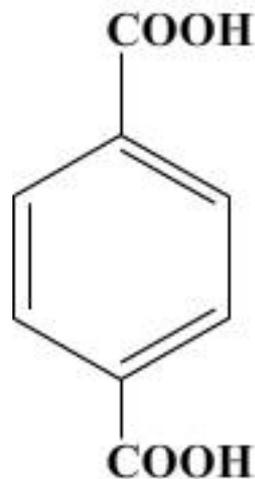


FIGURA 2: Estructura molecular ácido Tereftálico.

Tiene un peso molecular de 166,13 kg/kgmol y un grado técnico mayor o igual a 99%.

Comúnmente conocido como PTA (por sus siglas en inglés), es la materia prima principal para la fabricación de los plásticos y polímeros utilizados en la producción de fibra, resina y película de poliéster junto con otros materiales, como el etilenglicol. Se usan cuatro normas de ASTM internacionales para determinar la presencia de las impurezas 4-carboxibenzaldehído (4-CBA) y ácido *p*-toluico (pTOL) en el PTA.

Las cuatro normas recientemente aprobadas son:

- Norma D7881, Método de prueba para determinar la presencia de 4-carboxibenzaldehído y ácido *p*-toluico en el ácido tereftálico purificado por electroforesis capilar de alto rendimiento en modo de tensión inversa.
- Norma D7882, Método de prueba para determinar la presencia de 4-carboxibenzaldehído y ácido *p*-toluico en el ácido tereftálico purificado por electroforesis capilar de alto rendimiento en modo de tensión normal.
- Norma D7883, Método de prueba para determinar la presencia de 4-carboxibenzaldehído y ácido *p*-toluico en el ácido tereftálico purificado por



cromatografía de intercambio aniónico débil y cromatografía líquida de alto rendimiento;

- Norma D7884, Método de prueba para determinar la presencia de 4-carboxibenzaldehído y ácido p-toluico en el ácido tereftálico purificado por cromatografía de fase inversa y cromatografía líquida de alto rendimiento.

No es deseable la presencia de 4-CBA y p-TOL en el PTA debido a que puede lentificar el proceso de polimerización (producción de PET). Además, el 4-CBA confiere una coloración al polímero debido a la inestabilidad térmica.

Los productores de PTA de todo el mundo utilizan los cuatro métodos de prueba nuevos para dicho ácido para controlar e inspeccionar su calidad. Esta adopción de normas facilita el comercio a nivel internacional y disminuye las barreras para los productos de PTA.



FIGURA 3 : CRISTALES DE ÁCIDO TEREFTÁLICO

C. PROPIEDADES FÍSICAS

Presenta un estado sólido en forma de cristal o polvo blanco en condiciones de temperatura y presión normal (760 mmHg y 25 °C), con una densidad de 1.510 g/l a 25°C. El punto de fusión es de 427°C. Su punto de sublimación normal es de 300 °C. Es relativamente insoluble en agua, cloroformo, éter, ácido acético; y ligeramente soluble en etanol caliente



y piridina, algunos datos de la solubilidad se observan en la Tabla 1. Los datos de presiones de vapor del ácido Tereftálico se muestran en la Tabla 2. Es importante destacar en este punto que las propiedades físicas obstaculizaron por muchos a la obtención de tereftálico puro con el fin de realizar una policondensación directa de este ácido para la obtención de PET.

En resumen el ácido Tereftálico puro es difícil de obtener, porque no se puede recristalizar con facilidad, es infusible y solo por encima de 300°C es sublimable.

Solubilidad del Ácido Tereftálico g/100g solvente					
Solvente	25°C	120°C	160°C	200°C	240°C
Metanol	0,1		2,9	15	
Agua	0,0019	0,08	0,38	1,7	9
Ácido Acético	0,035	0,3	0,75	1,8	4,5

TABLA 1 : SOLUBILIDAD DE ÁCIDO TEREFTÁLICO EN DISTINTOS DISOLVENTES

Temperatura (°C)	Presión de vapor (kPa)
303	1,3
353	13,3
370	26,7
387	53,3
404	101,3

TABLA 2 : PRESIÓN DE VAPOR DE ÁCIDO TEREFTÁLICO

D. PROPIEDADES TERMODINÁMICAS

La entalpia de formación es de -816 kJ/mol, el calor de sublimación de 142 kJ/mol y el calor de combustión de 3223 kJ/mol.

La capacidad calorífica a presión constante en estado sólido a 20°C es 154,378 kJ/kmol-K y a 250 °C es de 244,326 kJ/kmol-K



Propiedades termodinámicas estado sólido				
Temperatura (°C)	Entalpia (kJ/kmol)	Entropia (kJ/kmol-K)	Volumen (ml/mol)	Densidad (kg/m³)
25	0	0	100,688	1332,174
250	45279	110,487	109,449	1225,548

TABLA 3: PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE ESTADO SÓLIDO.

E. PROPIEDADES QUÍMICAS

El ácido tereftálico tiene sus 2 grupos carboxilo en la posición *para*, en vez de la posición *orto*. Consecuentemente el ácido es estable; y es manufacturado y vendido como tal. Exhibe las reacciones características de los ácidos dicarboxílicos y esteres, dona el ion hidrogeno sí se encuentra en presencia de una base. Esta reacción de neutralización es exotérmica produciendo agua más sal tereftalato. Su baja solubilidad no impide la absorción de pequeñas cantidad de agua del aire, las cuales disuelven el ácido, generando problemas de corrosión sobre hierro, acero y aluminio. Su baja solubilidad y alto punto de fusión hace que sus reacciones sean más difíciles de llevarse a cabo que las reacciones de los otros ácidos. Reacciona con alcoholes simples en presencia de un catalizador ácido fuerte a temperaturas bajas y moderadas o sin catalizador a altas temperaturas. El ácido tereftálico puede reaccionar con glicoles para formar polímeros para usarse en la fabricación de fibras y películas. Un gran número de sales del ácido tereftálico han sido preparadas. Las sales de amonio, sodio y potasio son solubles en agua. Estas sales proveen un medio conveniente para la purificación del ácido para su uso en poliésteres.

Algunas otras reacciones de importancia ambiental y sanitaria, son las reacciones con soluciones de cianuro, produciendo cianuro de hidrogeno. También reacciona con compuestos diazo, ditiocarbamatos, isocianatos, mercaptanos, sulfuros y nitruros, generando calor y gases inflamables y/o tóxicos. La reacción con sulfato, nitrato y tiosulfatos produce H₂S y SO₃, con ditionito produciendo (SO₂), gases que son inflamables y/o tóxicos,



todas estas reacciones son exotérmicas. Las reacciones con carbonatos y bicarbonatos generan un gas inofensivo (CO_2) pero la reacción es exotérmica.

Puede ser oxidado y reducido con agentes fuertemente oxidantes o reductores, estas reacciones transfieren calor.

Puede iniciar las reacciones de polimerización y usarse como catalizador en otras reacciones.

F. ESPECIFICACIONES DEL ÁCIDO TEREFTÁLICO GRADO POLÍMERO

Pocas especificaciones son aplicadas al ácido Tereftálico grado técnico. Un mínimo contenido de ácido del 98,5% en peso, un máximo contenido de humedad del 0,5% en peso, y un mínimo número ácido de 670,0 mg KOH/g han sido usados como valores promedios. A diferencia, el ácido tereftálico grado polímero (PTA) debe ajustarse a muchas especificaciones, debido a que se emplea para producir fibras poliéster, película y resina. No obstante que estándares industriales no han sido establecidos oficialmente, el ácido tereftálico grado polímero producido por Amoco Chemical Corporation y Mobil Chemical Company cumple con las especificaciones que se muestran en la siguiente Tabla 4.

PROPIEDADES	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS
Número ácido, mg KOH/g	675 2	Titulación
Ceniza, ppm	15 máx.	Pirólisis
Total de metales significativos (Mo, Cr, Ni, Co, Fe, Ti, Mg), ppm	10 máx.	Absorción atómica
4-CPA, ppm	25 máx.	Polarografía
Humedad, % en peso	0.5 máx.	Karl Fischer
5% dimetilformamida sol. color APHA	10 máx.	Colorímetro

TABLA 4 : ESPECIFICACIONES DE PTA.

G. USOS

El principal uso del PTA es usado para fabricar polietilentereftalato (PET), el polímero básico empleado en la fabricación de fibras, películas y botellas. La película de poliéster,



cuando es recubierta con una emulsión química se emplea en rayos-X y microfilms; cuando se recubre con emulsión magnética se usa en cintas de audio y video y cuando se recubre con un adhesivo se emplea para cintas de envoltura. Dentro de estas aplicaciones las fabricaciones de botellas de poliéster, son las de mayor demanda tanto para el PTA como para el dimetil Terftalato (DMT), los cuales le confieren la propiedad de ser transparentes, ligeras y resistentes y por lo tanto un sustituto ideal para las botellas de vidrio.

Otra pequeña porción de ácido tereftálico purificado (PTA) es utilizado para aplicaciones diversas; por ejemplo, intermediarios en adhesivos, recubrimientos, resinas, etc.

El ácido tereftálico es también producido en grado técnico los cuales son compatibles para usarse en la fabricación de PET. Generalmente un grado técnico es usado principalmente por el fabricante para producir DMT o PTA.

Si bien el DMT es usado ampliamente para la producción de PET, el uso de ácido PTA ofrece ventajas de costo para el fabricante. Especialmente, los procesos que están basados en el DMT deben ser diseñados para recuperar el metanol el cual es un subproducto de la esterificación. Procesos comparables basados en el PTA no necesitan dicho diseño. Además, el PTA provee un mayor rendimiento de poliéster por kilogramo de materia prima, y menos etilenglicol es necesario durante la poliesterificación lo cual reduce el tamaño de las corrientes de recirculación y mejora la calidad final del polímero.

H. TOXICIDAD

El ácido tereftálico tiene un bajo orden de toxicidad. Pruebas realizadas en ratas a un nivel de exposición de 25 mg/m³ durante 6 horas/días, 5 días/semanas durante semanas no produjo fatalidades. El promedio para toxicidad aguda vía oral para ratas es mayor a 15g/kg. Las precauciones normales usadas en el manejo de productos químicos deben ser observadas con el PTA.



I. PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y PRODUCCIÓN

El proceso de producción de PTA se llevará a cabo mediante un proceso continuo. Por lo general el consumo de productos petroquímicos fluctuaciones durante todo año, presentándose la mayor capacidad instalada en las estaciones de primera- verano y siendo su menor capacidad en las estaciones de otoño-invierno.

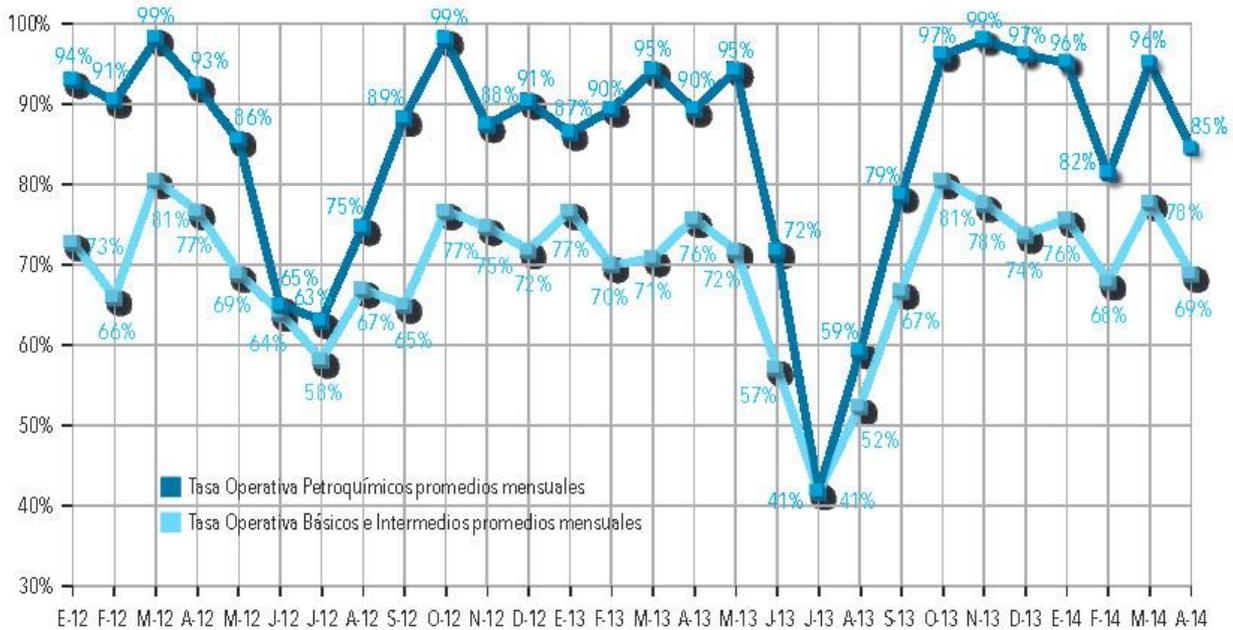


FIGURA 4: USO DE LA CAPACIDAD INSTALADA MENSUAL EN PETROQUÍMICA.

El tiempo estimado de producción es de 312 días, es decir 7.488 horas y 53 días de paro estimado.

A continuación se muestra el programa de construcción del proyecto, el cual tendrá una duración fina de 2 años hasta la puesta en marcha de la planta.

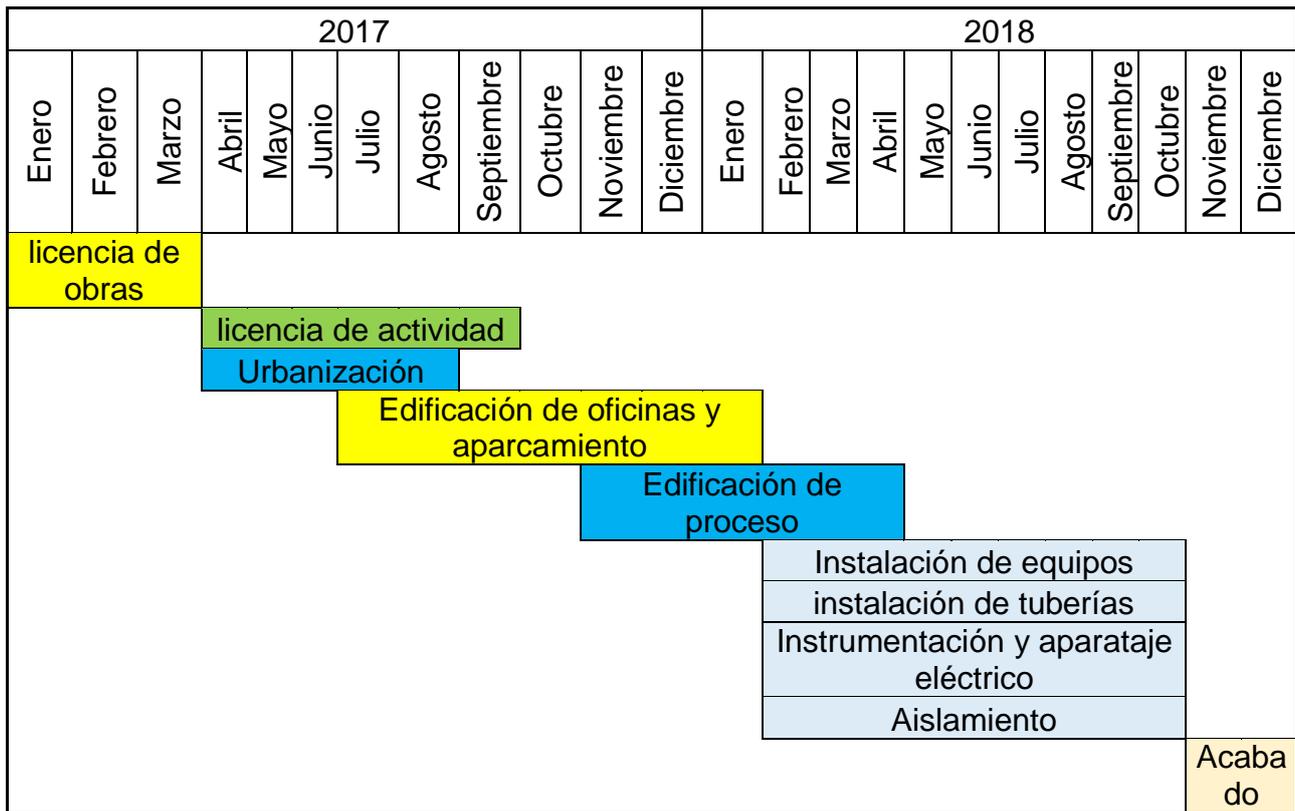


FIGURA 5 . PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN

J. SUBPRODUCTOS

Los subproductos que se obtiene principales son los contaminantes del producto final, principalmente 4-carboxibenzaldehido (4-CBA), que luego de la hidrogenación catalítica produce una pequeña cantidad de ácido *p*-toluico (*p*-TOL) usado principalmente como reactivo de laboratorio, con un precio de 44,77 U\$D los 5 gramos en botella de vidrio, 66,03 y 171,15 U\$D en botellas plásticas de 100 g y 500 g respectivamente (Fuente: Sigma-Aldrich).

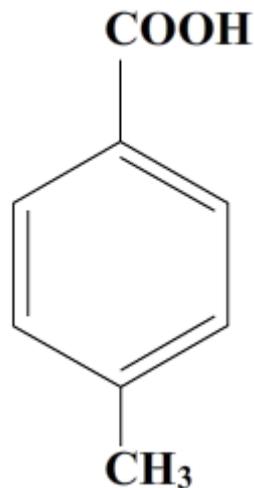


FIGURA 6 : ÁCIDO P-TOLUICO

K. BIENES COMPLEMENTARIOS

El bien complementario principal es el etilenglicol (EG), $C_2H_6O_2$. Figura 3, es un producto químico que pertenece al grupo de los dioles. Es un líquido transparente, incoloro, ligeramente espeso como el almíbar. El proceso de producción es a partir de la hidrólisis del óxido de etileno (EO), este proceso se realiza en un reactor de hidrólisis con un gran exceso de agua (proporción en peso de agua: EO=4:1 hasta 15:1).

Se utiliza como materias primas en la producción de poliésteres, anticongelantes, tensioactivos de solución y como disolventes y materiales de base en la producción de PET (por ejemplo, para fibras o botellas).

El etilenglicol, como tal, es tóxico, por lo que hay que impedir que los materiales fabricados a partir de él lo contengan como impureza, como plásticos y fibras, impidiendo el contacto con las personas.

El consumo aparte en el año 2010 fue de 85.000 toneladas, materia principalmente importada. Se espera un consumo aparte total para el año 2025 de 350.000 toneladas (IPA 2025). A un precio promedio de 1.600 U\$D FOB la tonelada.

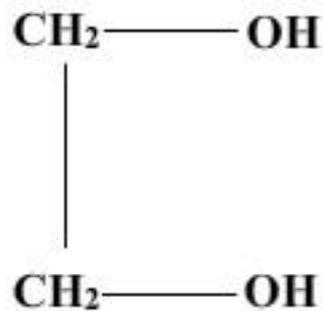


FIGURA 7 : MOLÉCULA DE ETILENGLICOL

L. BIENES COMPETITIVOS

El bien competitivo es el tereftalato de dimetilo (DMT), $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$. Figura 4. Tereftalato de dimetilo, es un monómero de poliéster. Para la síntesis de fibras de poliéster, resinas, películas, pinturas de poliéster y plásticos de ingeniería.

El DMT debe presentarse en forma de sólido blanco cristalino o de líquido incoloro transparente, libre de material suspendido y de impurezas visibles. Es peligrosa su exposición en forma pulverulenta o granular, con el aire genera una mezcla explosiva.

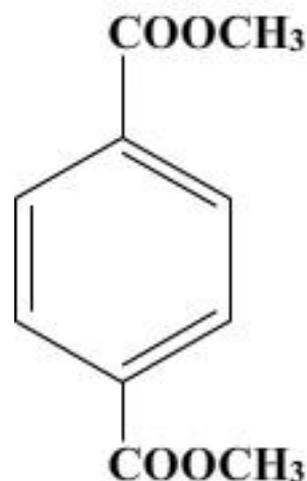


FIGURA 8 : MOLÉCULA DE TEREFTALATO DE DIMETILO.

Este se obtiene a partir de la esterificación alcohólica de ácido tereftálico crudo (CTA) y metanol (CH_3OH).



Usos de DTM: se utiliza principalmente para producir resinas de poliéster, fibras y películas. Sin embargo, para la mayoría de los grados de poliéster utilizada en textiles y recipientes para alimentos y bebida, que es más económica usar ácido tereftálico purificado (PTA) en lugar de DMT. El tereftalato de dimetilo se puede utilizar en resinas de ingeniería, tales como tereftalato de polibutileno (PBT). Para aplicaciones de películas, DMT puede ser preferido debido a su buena calidad además de la buena adhesión.

Las importaciones de este producto en Argentina en el año 2014 fueron de 33 toneladas, sin registro de exportaciones. A un valor de 1.650 U\$D FOB por tonelada.

Algunas de las ventajas de PTA sobre DMT son las siguientes:

- Se requiere un 15% menos de PTA por poliéster producido.
- La densidad aparente de PTA es de 1,0 t/m³ en comparación con DMT 0.5 t/m³. Por lo tanto el costo de transporte y requisitos de almacenamiento son relativamente más bajos para PTA.
- El proceso de PTA para obtener poliésteres requiere una relación molar menor en la alimentación de glicol (1,2) contra el proceso vía DMT (1,6).
- El DMT es alimentado al proceso de transesterificación en forma fundida, mientras que el PTA no puede ser fundido.
- La esterificación de PTA no requiere de ningún catalizador, mientras que la transesterificación de DMT tiene que ser catalizada.
- Con PTA es más simple mantener el grado de esterificación. En el caso de la transesterificación de DMT este paso es muy sensible en cuanto a la calidad del material utilizado, al cambio de relaciones en la alimentación, etc.



- Con el proceso de PTA se obtiene agua como subproducto, mientras que con el proceso DMT se obtiene metanol como subproceso. Por lo tanto, es un proceso menos amigable al medioambiente.
- Con el proceso de PTA, es más fácil reformar el polímero.
- La producción vía PTA es mejor con respecto a la estabilidad térmica e hidrolítica.
- El costo del producto final, a partir de PTA es menor debido a la reducción de los requisitos de materia prima, transporte y costo de manejo.

3. Tipo o idiosincrasia de los consumidores

Los consumidores en Argentina de ácido tereftálico purificado, buscan principalmente un producto de calidad, debido a que producto fuera de especificación baja el rendimiento aguas abajo del proceso de producción, es decir, genera un tereftalato de poliéster de baja calidad. Como segundo parámetros los consumidores tiene en cuenta el costo final (transporte, almacenamiento e impuestos), que se verían reducidos al poder abastecerlo localmente. El tercer parámetro importante es la cantidad abastecida y la programación de abastecimiento (stock), esto se debe a la gran demanda del producto final que fabrica la industria.

Los principales consumidores son DAK y MAFISSA (manufactura de fibras sintéticas S.A) ubicadas en Zarate y La Plata provincia de Buenos Aires, respectivamente.

Finalmente para comprender a los consumidores desde el punto de vista empresarial citaremos los siguientes 10 grandes empresarios (directores, gerentes, cofundadores,...) que están instalados en Argentina.

1) *Andy Freire, titular de Quasar*



“Nos distingue que tenemos la piel ya muy curtida por todo lo que nos toca pasar. Tenemos también una muy buena capacidad de adaptación a diferentes escenarios. En el mundo emprendedor, por ejemplo, gran parte de los proyectos que resultan exitosos en América latina son argentinos.”

2) *Horacio Barbeito, presidente de Walmart*

“Nos enfocamos en el cliente, algo que también haremos en 2015, sin ignorar la coyuntura. Habrá que asegurar el abastecimiento, mejorar la eficiencia y maximizar la venta, que salir a buscarla. Es un año con mucha incertidumbre y todos son prudentes en el gasto.”

3) *Juan José Aranguren, presidente de Shell*

“Somos una sociedad muy individualista. El ‘sálvese quien pueda’ es casi un credo entre los argentinos. Pero un líder es alguien que debe hacer mejor a los demás y ese es mi punto.”

4) *Daniel Fernández, presidente de Carrefour*

“Somos importantes, pero no formadores ni nuestros precios son abusivos. A nivel mundial, el margen menos los costos es del 5%. En la Argentina, no más del 2% o 3%, porque los costos son realmente altos en la comparación internacional. Eso exige márgenes más altos.”

5) *Guibert Englebienne, cofundador y CTO de Globant*

“En primer lugar se debe entender por qué la gente elige irse (de los trabajos de relación de dependencia). Las nuevas generaciones quieren crecer rápido, pero también buscan autonomía y encontrar incentivos que vayan más allá de lo económico.”



6) *Claudia Mundo, presidente de MetLife*

“Nos preparamos no sólo para un nuevo año, sino para un nuevo ciclo, porque con una nueva administración siempre llega un nuevo ciclo. Somos optimistas para los años que vienen. Igualmente, si bien lideramos el mercado, no nos quedamos tranquilos, tenemos que seguir invirtiendo en la gente y en infraestructura.”

7) *Esteban Galuzzi, gerente General de Intel*

“La tecnología hoy transforma al negocio e incluso te puede dejar afuera; sino pregúntenle a Kodak. La tecnología no es algo que se deba tomar en cuenta sólo para reducir costos.”

8) *Gonzalo Ramírez Martiarena, director de Louis Dreyfus*

“Tenemos que trabajar en conjunto: como cadena completa, con los proveedores, productores e industria y por sobre todas las cosas, con la coordinación del Estado.”

9) *Luiz Beling, CEO de Monsanto*

“Los fondos de inversión en el mundo, que están viendo dónde poner la plata, miran a la Argentina y sólo necesitan políticas más claras y estables y ver trabajo conjunto.”

10) *Guillermo Brinkmann, gerente General de SAP*

“La tecnología puede colaborar a reducir costos, e incluso ser más competitivo. El 90% de los CEOs sabe que los negocios hoy se tornan más complejos”.



En resumen los grandes empresarios necesitan condiciones políticas claras y estables, ya que esto genera un escenario claro para las inversiones, también se puede decir que se apunta a mejorar la competitividad a través del crecimiento de la tecnología.



FIGURA 9 : LOCALIZACIÓN DE PLANTAS CONSUMIDORAS DE PTA.

4. Posibles cambios en el desarrollo económico

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 es de 3% anual, de este modo el análisis se extienden hasta el años 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 intermedios para el sector industrial, y el aprovechamiento de los recursos naturales agregándoles valor (gas y petróleo).

Como se mencionó anteriormente los nuevos productos se incorporarían a la producción nacional, como ser el Ácido Tereftálico (PTA), Paraxileno (PX), Aminas, Etilenglicol (EG) y



Óxido de Etileno (OE), y se ampliarían las capacidades productivas existentes de productos como ser polietilenos, polipropileno (PP) y Politereftalato de Etilo (PET) entre otros.

En particular se espera sustituir las más de 170.000 toneladas de PTA que hoy se importan, a través de la creación de plantas industriales que se abastecerán de productos elaborados localmente, entre ellos el *para-xileno* (PX) y etilenglicol (EG). El PX no se importa, y su producción se utilizada directamente en la producción de naftas de alto octanaje junto a los isómeros de xilenos y el consumo aparte de EG es de 85.000 toneladas de las cuales, el 100% se importa.

El escenario que se observa para el 2016 según algunas consultoras.

Las perspectivas económicas para 2016, el producto bruto interno (PBI) crecerá 1,3%, con escenarios de máxima de 3,4% y mínima de 0,8%. Algo similar sucede con la inflación: se estima que será de 27,3%, con escenarios de máxima de 28,2% y un piso de 15,3%. Pero se prevé prácticamente un estancamiento para este año (0,1%), pero un avance del 1,5% para 2016.

A. ANÁLISIS DEL MERCADO INTERNO

“El proceso de sustitución de importaciones tiene dos áreas donde desarrollarse:

1-Aumentar la oferta local, en aquellos bienes que hoy ya se producen, pero cuya oferta es insuficiente para la demanda existente y por lo tanto se generan importaciones por el faltante. En ese sentido, el Estado continuará defendiendo el mercado interno frente a la competencia desleal al mismo tiempo que desplegará todo el apoyo necesario para el desarrollo de la producción local, ya sea de nuevas especialidades o de productos aplicables a industrias competitivas y de gran demanda:

- Incentivos a la producción de especialidades químicas y petroquímicas, pensando no sólo en el mercado interno, sino de cara a una estrategia de complementariedad regional.*



- *Articulación con el INTI y demás instituciones relacionadas, de las acciones tendientes al incremento de eficiencia productiva en PyMES.*
- *Normalización y certificación de calidad de la fabricación nacional, de modo de dotar de un “sello cualitativo” a la producción argentina. Impulsando el alcance regional de las mismas.*
- *Promoción del desarrollo y adquisición de máquinas, equipos y productos de software de origen nacional, aplicables al sector a fin de generar encadenamientos productivos horizontales y sustituir importaciones.*

2-Cubrir nichos vacíos de la cadena local, produciendo bienes que hoy no están abastecidos por la oferta nacional como los casos de fertilizantes fosfatados, insumos para especialidades químicas, etc.

El esfuerzo de sustituir importaciones debe estar basado tanto en el aumento de capacidad de producción como en la mejora tecnológica. Esto último implica la incorporación de investigación y desarrollo en productos y procesos. La cadena ya desarrolla actividades de I+D, pero el mayor esfuerzo sigue haciéndolo el sector público nacional, que hoy dedica 0,4% del PBI a la ciencia y la tecnología para todos los sectores económicos.

En ese contexto, se proponen acciones específicas:

- *Identificar las producciones que tengan capacidad ociosa para alentar la producción local sustitutiva de importaciones.*
- *Generar mecanismos de información sobre demanda de materias primas y oferta de subproductos generados por la actividad minera.*
- *Promover acuerdos contractuales de largo plazo de transferencia tecnológica y know how empresario entre las empresas matrices y sus subsidiarias y a su vez, entre las grandes empresas y las pymes nacionales potenciando la asociatividad.*



- Vincular los desarrollos alcanzados por los centros de estudios e institutos tecnológicos con la industrialización y producción de bienes (por ejemplo, la fabricación de etileno de sorgo uranífero).
- Potenciar la capacitación empresaria principalmente entre las PyMEs en lo referente a gestión, innovación, asociativismo (en tecnología, comercio exterior, producción) y control de procesos. Ampliando al mismo tiempo la oferta de programas de capacitación para recursos especializados: escuelas técnicas y pasantías, entre otros.”

Fuente: Ministerio de Industria.

Argentina importa todo el ácido tereftálico (PTA) que consume, casi exclusivamente, en la producción de PET y otra pequeña fracción en la industria textil, el grupo DAK Américas Argentina es el único fabricante de PET a nivel nacional. Mientras que MAFISSA consume una pequeña fracción para producir fibras sintéticas.

La cantidad de PTA importada en el año 2013 fue mayor a 188.000 toneladas, acusando un total de más de 220.300 miles de dólares (220 millones de U\$D). La Tabla 5. Muestra el consumo aparente del ácido tereftálico en los últimos años.

	2009 Tn	2010 Tn	2011 Tn	2012 Tn	2013 Tn	2014 Tn
Producción Nacional	0	0	0	0	0	0
Importaciones	145.122	170.324	185.328	173.547	188.477	179494
Exportaciones	0	0	0	0	0	0
Consumo Aparente	145.122	170.324	185.328	173.547	188.477	179494

TABLA 5 : Estadísticas consumo aparente.

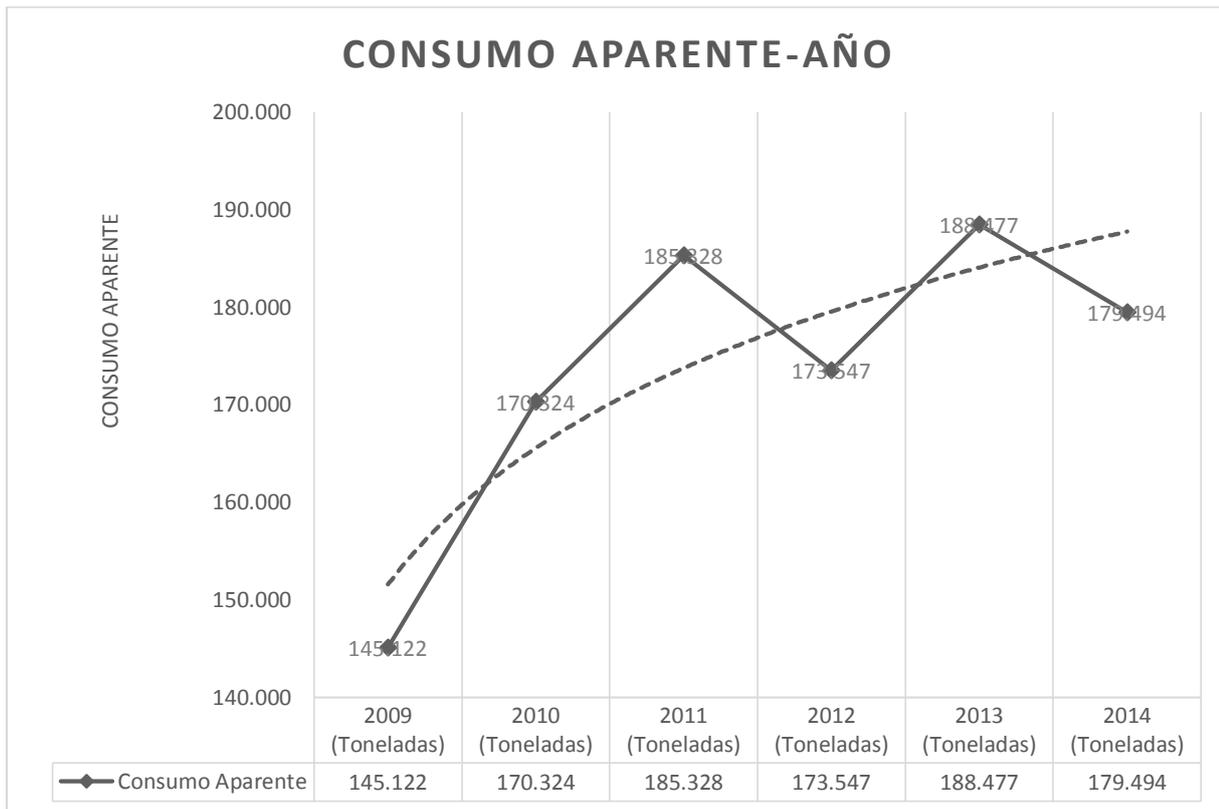


FIGURA 10. Tendencia de Consumo aparente.

Se puede observar que hay una tendencia al aumento de las importaciones, debido al crecimiento del consumo de tereftalato de polietileno (PET).

Como se mencionó anteriormente el principal consumidor de PTA es la compañía DAK, ubicada en el parque industrial de Zarate, provincia de Santa Fe. Con una capacidad instalada de 185.000 toneladas métricas anuales. Según datos internacionales la demanda Argentina de PET se ubica en 200.000 toneladas promedio.

En cuanto a la demanda futura prevista para el PTA, según el marco de Plan Estratégico Industrial (PEI 2020) para el año 2025 será de 1.000.000 toneladas métricas con un excedente de 385.000 toneladas y un precio de 1.340 U\$D FOB la tonelada. Como se mencionó un crecimiento de 3% anual. Sin embargo el autoabastecimiento de materia prima está previsto para comienzo del año 2020 por lo tanto, el *p*-xileno deberá importarse fracción durante los primeros años del proyecto.



Las proyecciones tienden a ser exponenciales, por lo tanto poco factibles, por tal motivo se propone un modelo de crecimiento logarítmico, el cual da proyecciones más verosímiles.

Por eso motivo, si se estima que la puesta en marcha de la planta es para el 2018, los primeros dos años de producción deberá importarse un 5% aproximado el *p*-xileno utilizado para la producción.

Año	Período	Toneladas por período
2018	1	64.286
2019	2	76.416
2020	3	83.511
2021	4	88.546
2022	5	92.451
2023	6	95.642
2024	7	98.339
2025	8	100.676

TABLA 6 : Estimación de la Consumo Aparente de PTA.

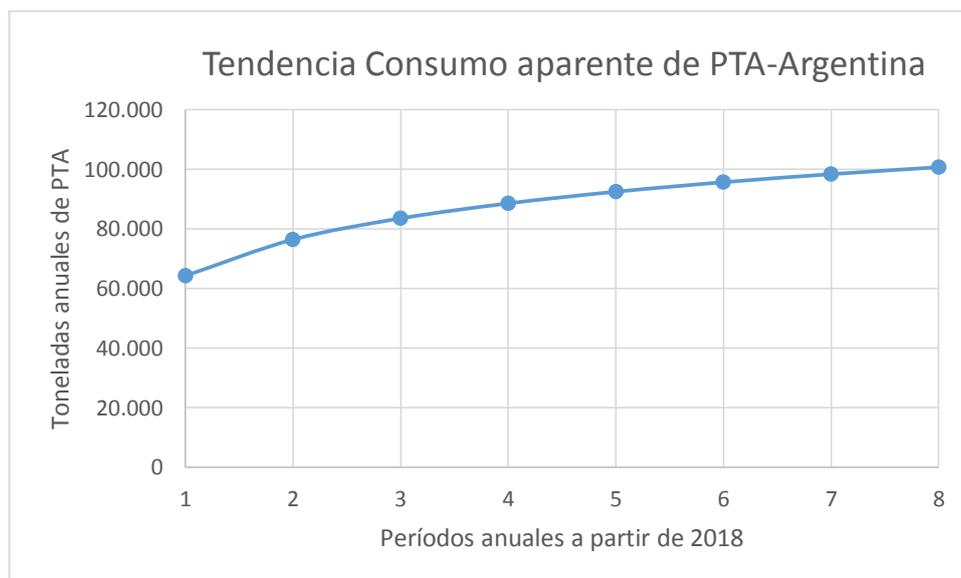


FIGURA 11 : Tendencia de consumo aparente proyecta.



Luego de analizar las estimaciones acerca del crecimiento económico previsto en Argentina, se decidió tomar una medida conservadora acerca de este, por lo cual el modelo de crecimiento económico no es lineal, sino logarítmico.

El precio del producto en el año 2014 fue de 1.040 U\$D FOB la tonelada métrica y se estima para el año 2025 un precio de 1.350 U\$D FOB la tonelada.

En cuanto a los sistemas de comercialización, al ser un producto importado se realiza con buques hasta el muelle Zarate, Buenos Aires; donde luego es transportado aproximadamente 5 km vía carretera por camiones hasta la planta de DAK.

B. ANÁLISIS DEL MERCADO EXTERNO

“La profundización de la inserción internacional, aumentando las exportaciones, no solo genera divisas y corrige el déficit comercial de la cadena, sino que permite que muchos de sus eslabones alcancen escalas competitivas. De esa forma se posibilita la fabricación local de productos químicos y petroquímicos que – por escala – no serían atractivos de producir solo para el mercado local. La mayor escala permite también, para aquellos productos químicos y petroquímicos que hoy ya se producen localmente, una mejora de competitividad que se traslada, en forma de mejores precios, “aguas abajo” de la cadena y a otras cadenas vinculadas. Finalmente, la mayor exportación, que está vinculada también con la incorporación de tecnología e innovación, permitirá la agregación de valor en la propia cadena y en otras industrias, ya sea que los productos se exporten directamente como que lo hagan como insumos, incorporados a otros bienes de exportación. Como efecto adicional se evita la primarización de las exportaciones del sector y se reduce la exposición frente a una competencia en mercados sobreofertados. La profundización de la estrategia exportadora debe basarse no sólo en la mejor competitividad interna ya señalada, sino en una mayor integración productiva y comercial con la región,



especialmente con Brasil. Esto permitirá generar escalas de producción eficientes e inversiones sostenibles, sea por complementariedad o por especialización. Paralelamente, en la actualidad existen productos que ya están vendiéndose a mercados no tradicionales y que muestran un alto grado de competitividad como son algunas pinturas y barnices, jabones y detergentes y cosméticos, entre otros. En estos casos se debe lograr una mayor penetración en dichos mercados, además de generar ventas a nuevos destinos (sobre todo, en países emergentes) y así expandir la gama de productos exportados aprovechando la ventana de oportunidad ya abierta”. Fuente: Ministerio de Industria.

Tomando las importaciones y exportaciones mundiales de los últimos años se puede ver una caída de las mismas de un 12% y 18% respectivamente, Figura 12, Sin embargo, los mayores consumidores de ácido tereftálico (China e India) impulsan una demanda mundial de PET, por lo tanto afecta de manera directa la producción de PTA. Este crecimiento de la demanda también es impulsado por Rusia, bajo estas condiciones se espera un crecimiento de 5% del mercado mundial anual.

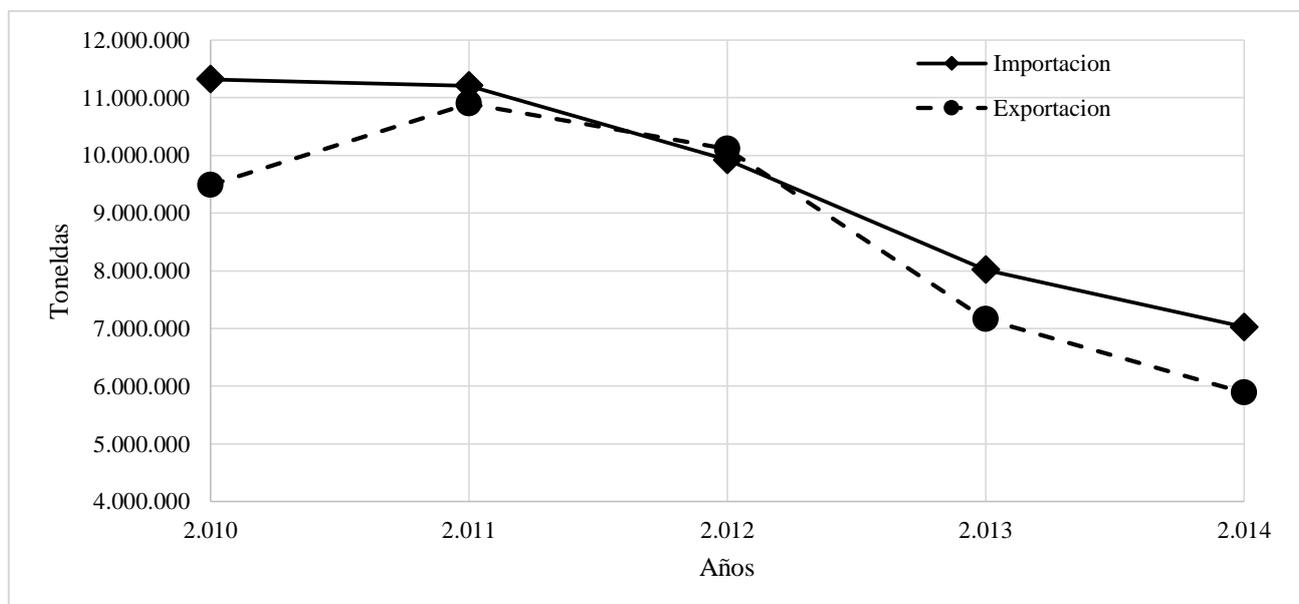


FIGURA 12 : Exportaciones e importaciones mundiales. (Fuente: Trademap)



Los precios CIF de países importadores y/o sumideros se estiman en 1.340U\$/t, mientras que el precio FOB puerto exportaciones es de 1.440 U\$/t.

Capítulo 3: Tamaño y Localización

1. Tamaño del proyecto

Para el siguiente análisis se tendrá en cuenta 8 parámetros principales, entre ellos el mercado de consumo, relacionado directamente con la demanda aparente del producto; la materia prima a utilizar, teniendo en cuenta la disponibilidad de la misma; mano de obra, tecnología, transporte, recursos financieros, problemas legales (ambiental, social y laboral). Según las proyecciones de consumo aparente del mercado la cual arroja una cantidad demandada a partir del año 2018, del orden de 65.000 toneladas anuales de PTA y una proyección a 8 años de una demanda de 100.000 toneladas anuales aproximadamente. Estos valores se tomarán como máximos para la capacidad de diseño de la planta.

Los consumos de materias primas y sus costos, de literatura, se detallan en la Tabla 7

Consumo por tonelada de producto	
Materia prima	
p-xileno (t)	0,68
Químicos	
Ácido Acético (kg)	60
Utilities	
Vapor(t)	2
Electricidad (kWh)	700
Fuel (10 ⁶ kJ)	9
Agua de enfriamiento (m ³)	220
Agua de proceso (m ³)	0,2
Agua Tratada (m ³)	10
Nitrógeno (Nm ³)	15
Catalizador (U\$S)	24

TABLA 7 : Consumos tipos de una planta de producción típica.



Precio Unitario (U\$/t)	1.250
Costo Variable Unitario (U\$/t)	900
Costo Fijo (U\$)	15.000.000

TABLA 8 : Resumen de precio unitario y costos fijos y variables.

Cantidad mil toneladas por año	Ventas (miles U\$)	Costos variables (miles U\$)	Costos Fijos (miles U\$)	Utilidades (miles U\$)
10	12.500	9.000	15.000	-11.500
14	17.500	12.600	15.000	-10.100
18	22.500	16.200	15.000	-8.700
22	27.500	19.800	15.000	-7.300
26	32.500	23.400	15.000	-5.900
30	37.500	27.000	15.000	-4.500
34	42.500	30.600	15.000	-3.100
38	47.500	34.200	15.000	-1.700
42	52.500	37.800	15.000	-300
46	57.500	41.400	15.000	1.100
50	62.500	45.000	15.000	2.500
54	67.500	48.600	15.000	3.900
58	72.500	52.200	15.000	5.300
62	77.500	55.800	15.000	6.700
66	82.500	59.400	15.000	8.100
70	87.500	63.000	15.000	9.500
74	92.500	66.600	15.000	10.900

TABLA 9 : Punto de equilibrio según los datos

Como se puede observar en la Tabla 9 el punto de equilibrio se da aproximadamente en 46 mil toneladas, por lo tanto, el tamaño de diseño deberá ser mayor a este. Teniendo en cuenta que el primer año de producción la planta operará a un 70 % de la capacidad de diseño y el segundo a un 75%, para no tener problemas financieros al comenzar la producción, el tamaño de diseño de la planta deberá ser mayor a 65 mil toneladas.

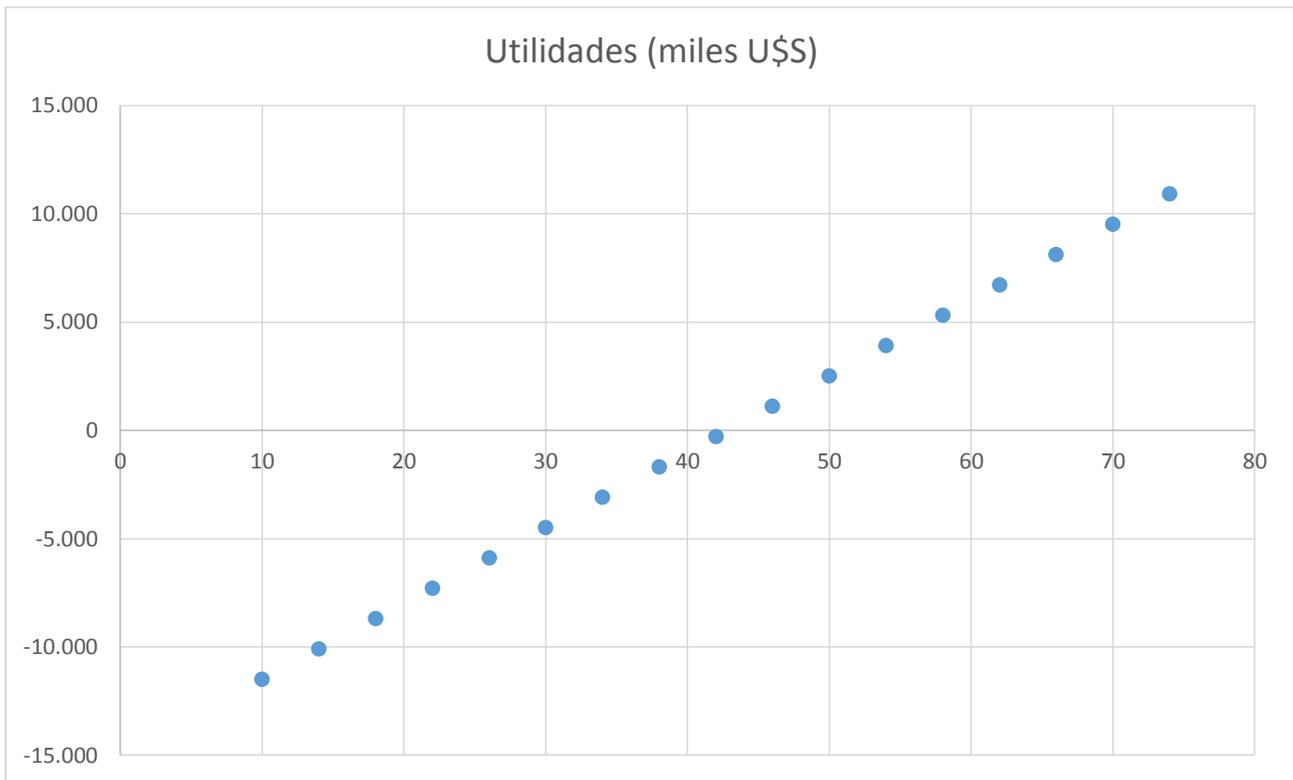


FIGURA 13 : PUNTO DE EQUILIBRIO

Finalmente el tamaño de diseño será de 65 mil toneladas anuales, con el fin de cubrir más del 65% de la demanda nacional proyectada en el año 2025.

2. Localización del proyecto

Para determinar la localización del proyecto, se tendrá en cuenta factores económicos, factores geográficos, factores sociales y ambientales.

En una preselección de la localización se valoró, las zonas con petroquímica en Argentina. Estas están distribuidas principalmente de cuatro provincias, entre ellas están, Buenos Aires, Santa Fe, Mendoza y Neuquén. En estas provincias están radicadas varias empresas petroquímicas que se pueden observar en la Tabla 10.



Provincia	Área	Empresa
Buenos Aires	Campana-San Nicolás	Atanor S.C.A.
		Bunge Argentina S.A
		Carbot Argentina S.A.I.C.
		Carbochlor S.A.
		Carboquímica del Paraná S.A.
		DAK Américas Argentina S.A.
		Petrobras Argentina S.A.
	Gran Buenos Aires	Atanor S.C.A.
		Induspol aislaciones S.R.L.
		Invista Argentina S.A.
		Petroquímica Argentina S.A.
	Ensenada	MAFISSA
		Petroken S.A.
		YPF S.A.
	Polo Bahía Blanca	PBBPolisur S.A.
		PROFERTIL S.A.
		SOLVAY INDUPA S.A.
	Santa Fe	San Lorenzo-Pto. San Martín-GRAL. LAGOS
ALTO PARANÁ S.A.		
BASF ARG. S.A.		
DOW QUÍMICA ARGENTINA S.A.		
Petrobras Argentina S.A.		
Varteco Química Puntana S.A.		
Neuquén	Plaza Huincul	YPF S.A.
Mendoza	Luján de Cuyo	Petroquímica Cuyo S.A.I.C.
		YPF S.A.

TABLA 10 : Empresas petroquímicas (Fuente IPA.)

En primera medida se tomará en cuenta las cercanías con refinerías y puertos debido al costo de transporte de la materia prima, *p*-xileno. Dado que la producción de este aromático en Argentina no cubrirá la demanda de la planta durante los primeros 2 años de producción. Por este motivo se eliminaron los polos petroquímicos de Neuquén y Mendoza.



Se valorará cada uno de estas áreas restantes teniendo en cuenta la infraestructura disponible, energía, transporte, agua, desagüe, tratamiento de afluentes y efluentes. Disponibilidad zonal de mano de obra. Disponibilidad de materias primas y materiales. Fuentes de Combustibles. Zona de despacho (puerto, trenes y carreteras) y beneficios fiscales (desgravaciones).

Estos factores se dividirán en 12 principales, se ponderan en la siguiente Tabla 11.

Provincias		Campan a San Nicolás	Gran Bueno s Aires	Ensenad a	Polo Bahía Blanca	San Lorenz o
Factores						
Materia Prima (9)	Fuente de la M.P	5	5	7	5	3
	Disponibilidad	8	8	9	8	5
	Importación	8	8	8	8	7
Subtotal		189	189	216	189	135
Mercado (4)	Cercanía con la Demanda	8	7	6	6	10
	Costo de transporte	8	8	8	7	9
Subtotal		64	60	56	52	76
Control Ambiental (8)	Legislación	8	8	8	6	9
	Afluentes	8	8	8	8	7
	Concentración Polución	7	5	7	9	9
	Disección de Efluentes	9	9	9	9	7
	Disección de desperdicios	9	9	9	9	7
Subtotal		328	312	328	328	312
Energía Eléctrica y Combustible (7)	Disponibilidad	9	9	9	9	5
	Fuentes de Energía	9	9	9	7	7
	Costo de Energía	9	9	9	9	8
Subtotal		189	189	189	175	140
Factores de la comunidad (5)	Aspecto cultura	8	8	8	7	7
	Educación	9	9	9	9	9
Subtotal		85	85	85	80	80
Agua (7)	Disponibilidad	9	9	9	9	9
	Costo del Suministro	9	9	9	8	7
Subtotal		126	126	126	119	112



Desarrollo del lugar y disponibilidad del Terreno (7)	Características del terreno	8	8	8	8	9
	Disposición de Espacio	8	6	7	8	10
	Costo del Suelo	8	8	8	7	9
	Acceso a servicios	10	10	10	10	5
Subtotal		238	224	231	231	231
Condiciones Climáticas (5)	Presión Atmosférica	9	9	9	9	9
	Temperatura	9	9	9	7	9
	Altura	9	9	9	9	9
	Humedad	7	7	7	9	9
Subtotal		170	170	170	170	180
Comunicaciones (3)	Disponibilidad	9	9	9	9	7
Subtotal		27	27	27	27	21
Medio de transporte (8)	Hacia las fuentes de materia prima	9	9	9	9	8
	Hacia el mercado	8	8	8	7	10
Subtotal		136	136	136	128	144
Aspectos Legales (9)	Impuestos	8	8	8	8	10
	Incentivos	8	8	7	7	10
	Promociones	7	7	7	7	9
Subtotal		207	207	198	198	261
Mano de obra (9)	Disponibilidad	10	10	10	9	7
	Calidad	10	10	10	10	10
	Costo	7	7	8	9	10
	Relaciones Sindicales	7	7	7	7	9
Subtotal		306	306	315	315	324
Total		2065	2031	2077	2012	2016

Tabla 11. Ponderación de factores relevantes para la localización de la planta.



Se seleccionará el polo petroquímico de Ensenada.

En la siguiente Figura 13. Se puede ver las áreas disponibles.



Figura 13. Áreas disponibles cercanas al polo petroquímico (Fuente: © 2015 Google).

El área 1 tiene una superficie de aproximadamente 130.000 m² (13 ha) y el área 2 tiene una superficie de 160.000 m² (16 ha). El área requerida para una planta de producción (500 mil toneladas) es de 16 ha, ubicada en Montreal, Quebec, Canadá. Cuyo propietario es la compañía española de petróleo CEPSA.



Figura 14. Planta de Producción Ácido Tereftálico (Fuente: © 2015 Google)

Finalmente se seleccionará el área 2 con un total de 16 ha, con el fin de diseñar un planta de tratamiento de efluentes y afluentes, producidos y demandados por la planta, respectivamente.

En resumen la localización determinada nos permite generar una aplicación de petroquímica La Plata, creando nuevos puestos de trabajo de mano de obra directa e indirecta, como así también insertado un producto estratégico hoy importado para el crecimiento regional y nacional. Integrando verticalmente el negocio de petróleo y gas con el de productos petroquímicos finales, y horizontalmente con productos derivados como son las fibras sintéticas, adhesivos, aislantes y botellas de plástico.



Capítulo 4: Ingeniería del proyecto

1. ENSAYOS DE INVESTIGACIÓN Y PATENTES

A. Introducción

El ácido tereftálico puro es uno de los dos productos petroquímicos intermedarios principales para la producción de tereftalato de poliéster (PET), el cual se utiliza en fibras de poliéster y films.

El PET se puede obtener por dos procesos, uno es la transterificación de dimetil tereftalato (DMT) con etilenglicol y el otro es por esterificación directa de ácido tereftálico grado polímero (PTA), el resumen de las reacciones se pueden ver en la Figura 15.

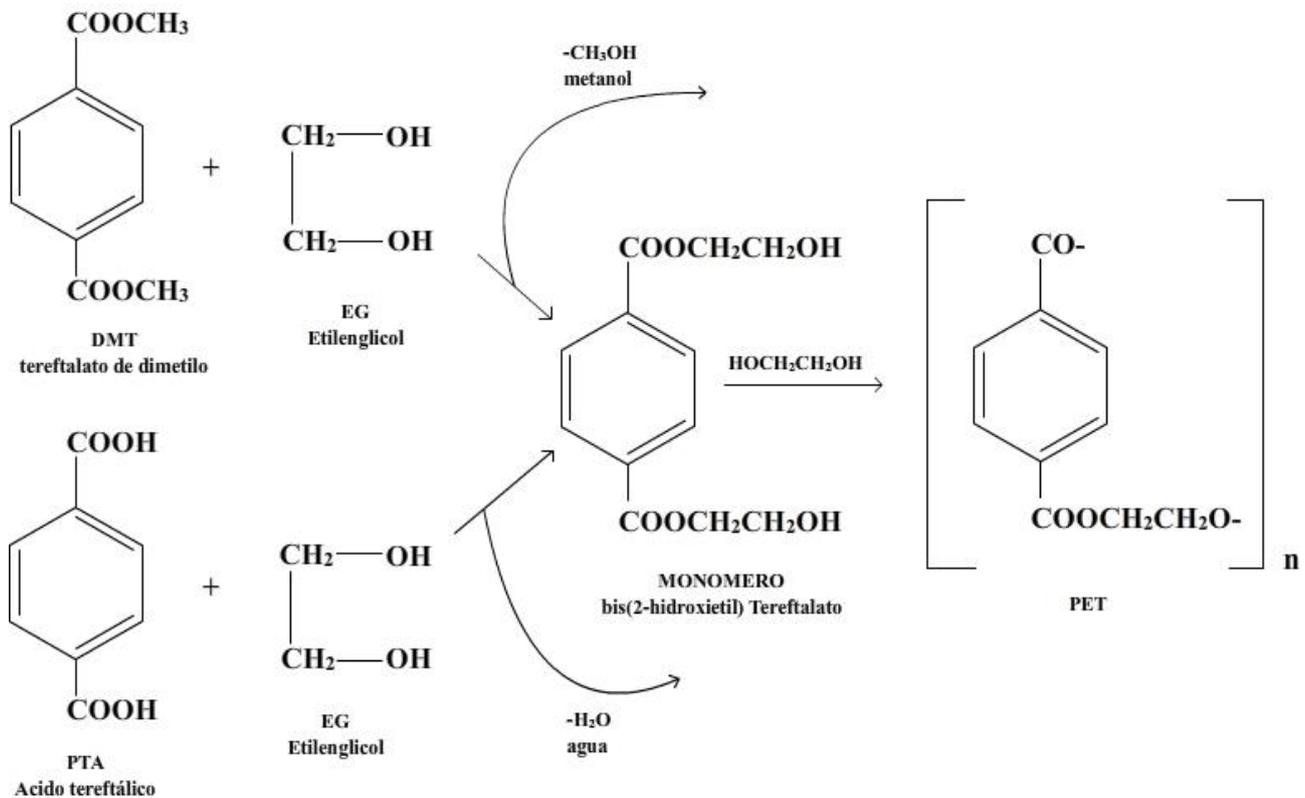


Figura 15. Producción de PET.



En general la ruta para producir ácido tereftálico consiste en la oxidación del *p*-xileno en presencia de un catalizador y un solvente. El ácido tereftálico grado polímero (PTA) se obtiene a partir diversas materias primas entre ellas, el *p*-xileno, ftalato de dipotasio y benzoato de potasio.

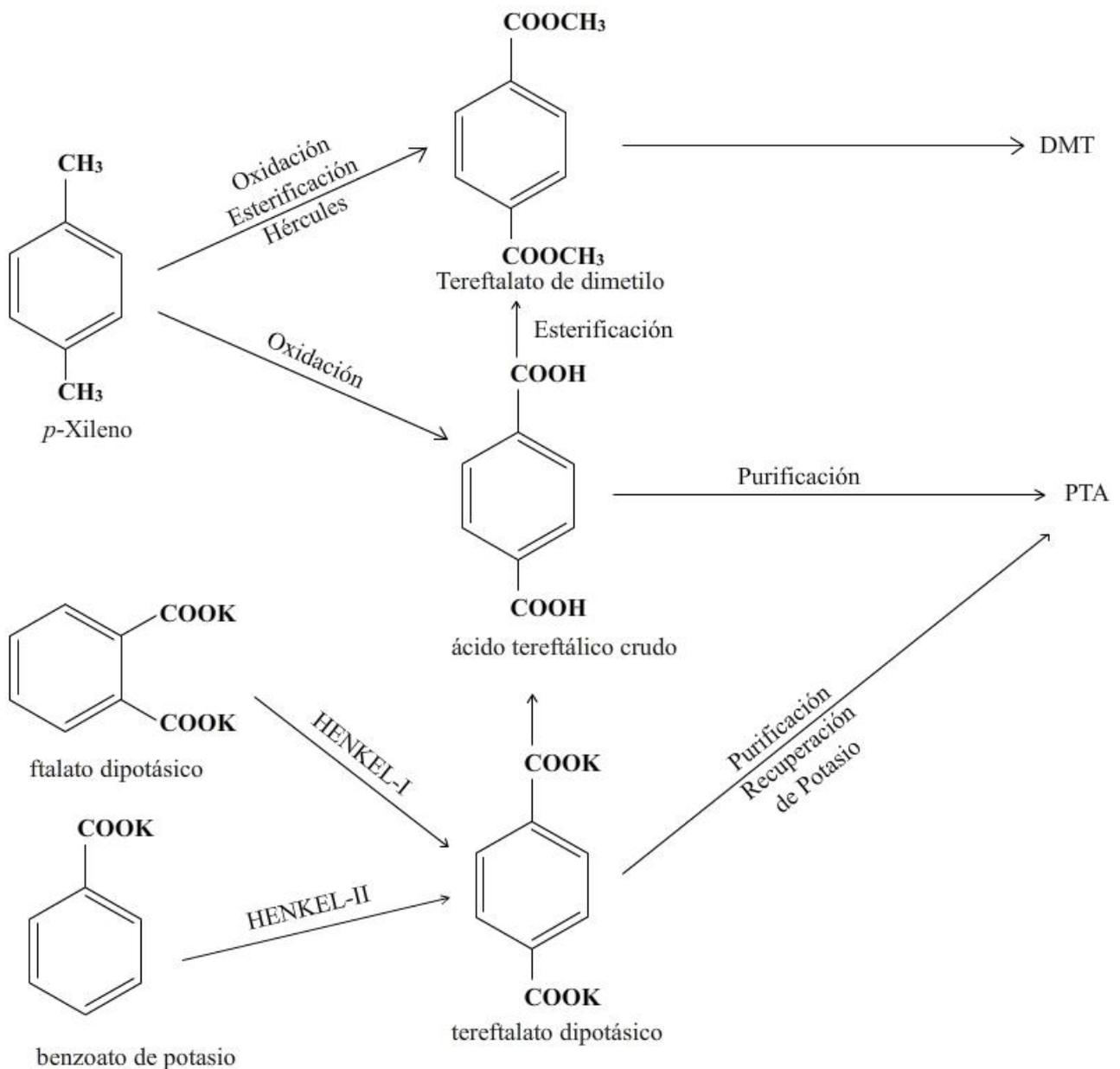


Figura 17. Obtención de DMT y PTA.



En el año 1963 todo el ácido tereftálico crudo (CTA) proveniente de varios procesos de oxidación eran esterificados a DMT, que podía ser purificado con tecnologías comerciales de cristalización y destilación.

Otros procesos importantes de obtención de DMT es conocido como Witten-Hercules, cuya característica es que las etapas de oxidación y esterificación sin formar como intermediario PTA. Por otro lado, el PTA presenta algunas excepciones al comportamiento de compuesto orgánico de la misma familia, debido a su extrema insolubilidad en agua y en disolventes orgánicos más comunes y la imposibilidad de fundirlo. Por lo tanto la purificación del PTA estaba lejos del alcance de la tecnología en ese tiempo. A pesar de las dificultades, Amoco (quien adquiere el proceso de oxidación de Mid Century) y Olin-Mathieson (más tarde asignado a Mobil) fueron desarrollando sus tecnologías para producir PTA en los fines de los años cincuenta y comienzo de los sesenta. Siguiendo a Amoco y Mobil, Teijin y otros más tienen sus desarrollos propios en el proceso de oxidación y purificación. Amoco y Mobil comercializaron sus procesos, basados en el proceso de Henkel-I que comercializaron por Teijin en Japón en Enero del año 1963. Dos años más tarde Mitsubishi Chemical, establece su propio proceso de PTA a través del proceso Henkel-II. Como se observa en la Figura 15 el tereftalato de dipotasio se obtiene a través del proceso Henkel-II; la purificación de tereftalato de potasio es más simple que la purificación del ácido tereftálico proveniente de la oxidación de *p*-xileno.

B. Comparación de Tecnologías

B-1 HENKEL I:

Teijin y Kawasaki desarrollaron éste proceso basados en las reacciones descubiertas por Roecke de Henkel & Cie. GmbH. En la etapa temprana de su comercialización el CTA era esterificado a DMT. Teijin pronto tuvo éxito en la producción de PTA a través de la



combinación de la purificación de tereftalato de dipotasio y recuperación de potasio. Todo el proceso queda representado en el siguiente diagrama de reacción (Figura 18), junto a este un diagrama de bloques (Figura 19). El proceso consta de 3 partes:

- Isomerización: el ftalato de dipotasio catalizado con zinc o cadmio es isomerizado a tereftalato de dipotasio a aproximadamente 400°C bajo un atmosfera de dióxido de carbono a un presión de 5-20 Atm.
- Purificación: El producto de la isomerización es disuelto en agua y separado de los materiales insolubles en agua. La solución de tereftalato de dipotasio es tratado con carbón activado.
- Recuperación de potasio: la reacción química implicada en este paso se muestra en las dos ecuaciones inferiores de la Figura 16. La primera solución de tereftalato de dipotasio de la etapa de purificación se mezcla con la solución de tereftalato de monopotasio que se recircula a la segunda etapa y el tereftalato de monopotasio precipita separándose la solución del precipitado. En la segunda el precipitado en forma de torta proveniente de la etapa anterior reacciona con agua en presencia de anhídrido ftálico y el PTA se precipita, mientras que el tereftalato de monopotasio se recicla a la reacción del tereftalato de dipotasio. El PTA se seca y se presenta como producto final.

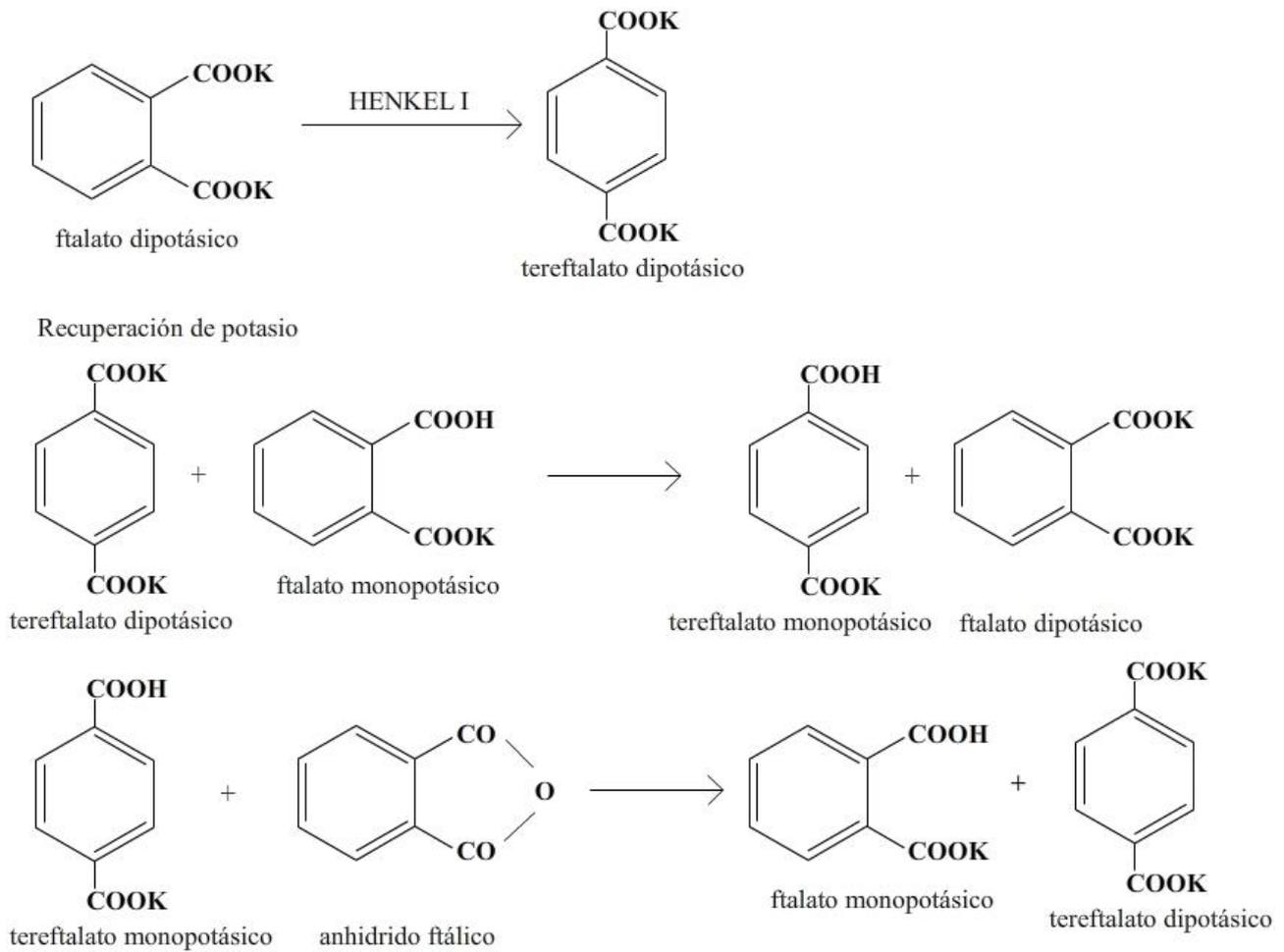


Figura 18 .Reacciones del proceso HENKEL I

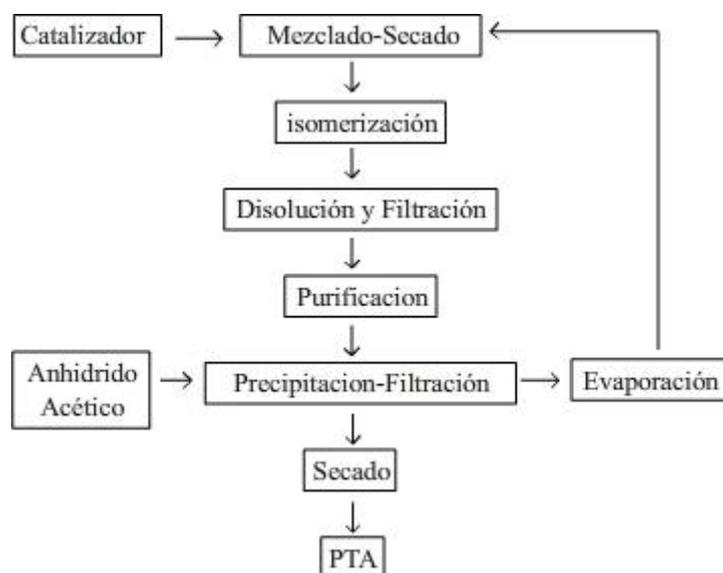


Figura 19. Diagrama de bloque proceso Henkel I.



B-2 HENKEL II:

Mitsubishi Chemical Industries desarrolló el proceso Henkel II, el cual utiliza la desproporción del benzoato de potasio en tereftalato de dipotasio y benceno. La ecuación química para la obtención de PTA, se pueden ver en la Figura 20.

El benzoato de potasio es mezclado con un catalizador (benzoato de cadmio o zinc) y secado. Las reacciones tienen lugar entre 400°C y 450°C, bajo una mayor presión de dióxido de carbono que el proceso de Henkel I.

El tereftalato de dipotasio es disuelto y filtrado sobre carbón activo. Esta es la clave del proceso de purificación. El PTA es recuperado en forma de solución con la adición de ácido sulfúrico.

El potasio es más fácil de recuperar en el proceso de Henkel I. Las reacciones y los diagramas de proceso se puede observar en las Figura 20 y 21.

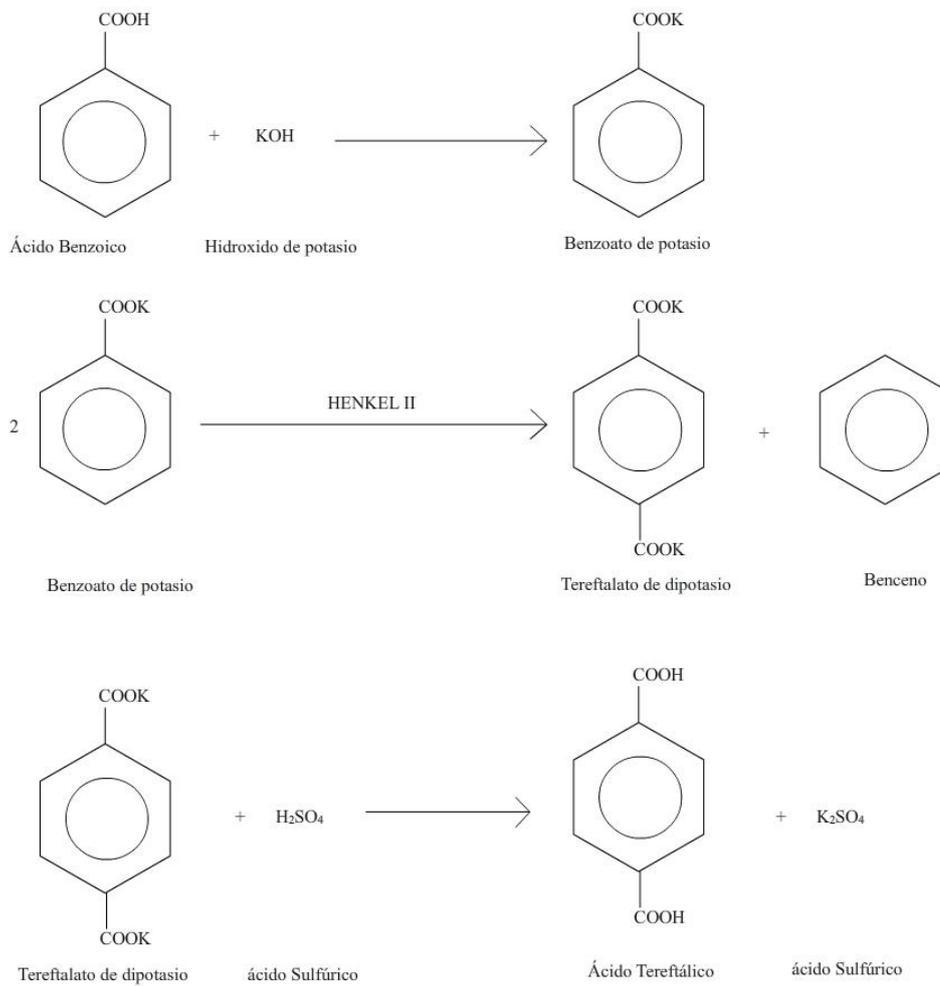


Figura 20. Reacciones del proceso Henkel II.

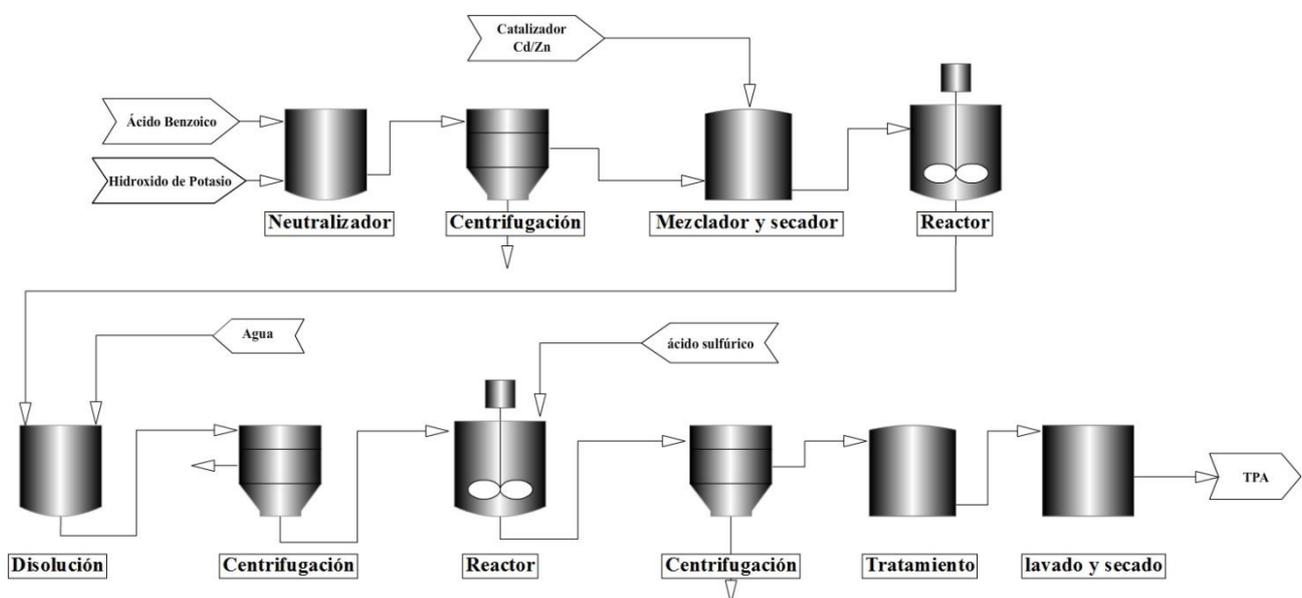


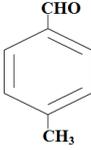
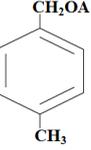
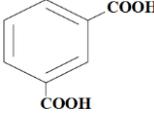
Figura 21. Diagrama del proceso Henkel II.



B-3 PTA A PARTIR DE *p*-XILENO

Solo dos procesos (Amoco y Mobil) producen PTA a partir de la oxidación del *p*-xileno, han sido comercializados hasta la fecha, aunque hay muchas patentes relativas a la purificación de CTA (ácido tereftálico crudo). Antes de discutir individualmente cada proceso, se tendrá en cuenta otros aspectos.

Las impurezas identificadas en el proceso de oxidación de PX son varias, listadas en la tabla 12 esta se limitan solo al proceso de oxidación en fase líquida.

Ácido <i>p</i> -toluico	
4-carboxibenzaldehido	
Ácido <i>p</i> -acetoximetilbenzoico	
<i>p</i> -tolualdehido	
<i>p</i> -metilbencilacetato	
Ácido isoftálico	
Ácido benzoico	



Ácido <i>o</i> -toluico	
Acetofenona	
<i>p,p'</i> - Dicarboxibenzofenona	
3,6-dicarboxifluorenona	
<i>p</i> -Cresol	

Tabla 12. Principales contaminantes de la oxidación de *p*-xileno.

En general el 4-carboxibenzaldehído (4-CBA) es una de las impurezas comúnmente encontradas en PTA, este compuesto se usa como parámetro de calidad. Las impurezas detectadas dependen del proceso de oxidación y las condiciones en que se realiza. El proceso de oxidación de Amoco, el cual es una oxidación a alta temperatura dará más materiales de color amarillento, debido a la condensación de subproductos, tales como los fluorenona y sus derivados, que a baja temperatura no se transforman.

Los métodos de eliminación de impureza de listan en la tabla 13.

METODO	COMPAÑÍA	Nº DE PATENTE
Químico		
Reducción	Celanese	British 1.191.792
	Mobil	Belgian 719.187



		British 1.163.665
	Standard Oil (Indiana)	French 1.480.013
		German 1.299.628
Oxidación	Mitsui Petrochemical	British 983.667
		British 982.629
Físico		
Extracción y lixiviación	Gulf	French 1.489.457
Recristalización	Allied Chemical	British 1.069.856
	Progil	French 1.569.704
	Standard Oil (Indiana)	British 1.056.319
Sublimación	Mobil	U.S. 3.362.989

Tabla 13. Métodos de purificación de CTA.

En esta se omite la purificación mediante la formación de la sal y la acidificación posterior debido a pertenecer a uno de los procesos de manufactura.

Las impurezas son más reactivas que el PTA por lo tanto bajo condiciones reductoras u oxidativas, las impurezas son convertidas en otros productos de fácil preparación. El tratamiento químico no es una etapa de purificación independiente, sino que necesita de etapas físicas para completarse, como la recristalización.

Muchos disolventes se han sugerido para la recristalización de PTA, pero el agua y ácido acético fueron seleccionados para el proceso comercial.

B-4 AMOCO PROCESO:

La parte de oxidación de este proceso está caracterizado por el uso de un compuesto de bromuro como un promotor. La reacción se lleva a cabo en ácido acético en presencia de



catalizador de cobalto y manganeso, a aproximadamente 200°C, bajo una presión superior a 20 atmósferas, manteniendo una fase líquida.

Las condiciones son tan corrosivas que se debe tener en cuenta en el momento de diseñar los materiales de los equipos del proceso.

La parte de purificación consiste en la hidrogenación catalítica y recristalización de CTA en solución acuosa y a una alta presión y temperatura. Por medio de la hidrogenación catalítica, el 4-CBA es reducido a ácido *p*-toluico (p-TOL) mientras las demás impurezas coloreadas son también reducidas a materiales extraíbles. En las figuras 22 y 23 se puede ver un diagrama de este proceso, según las descripciones de las patentes revisadas.

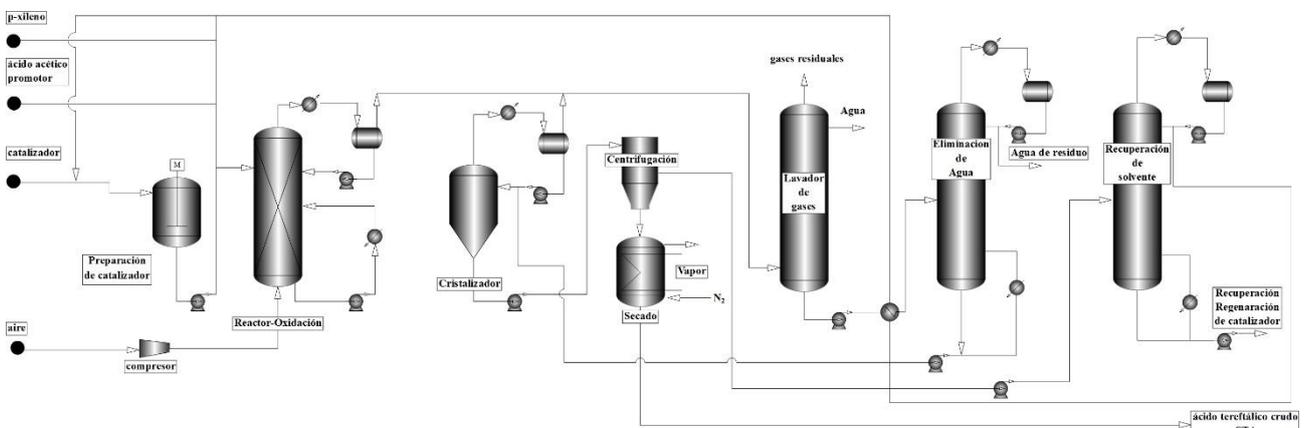


Figura 22. Proceso Amoco obtención de CTA.

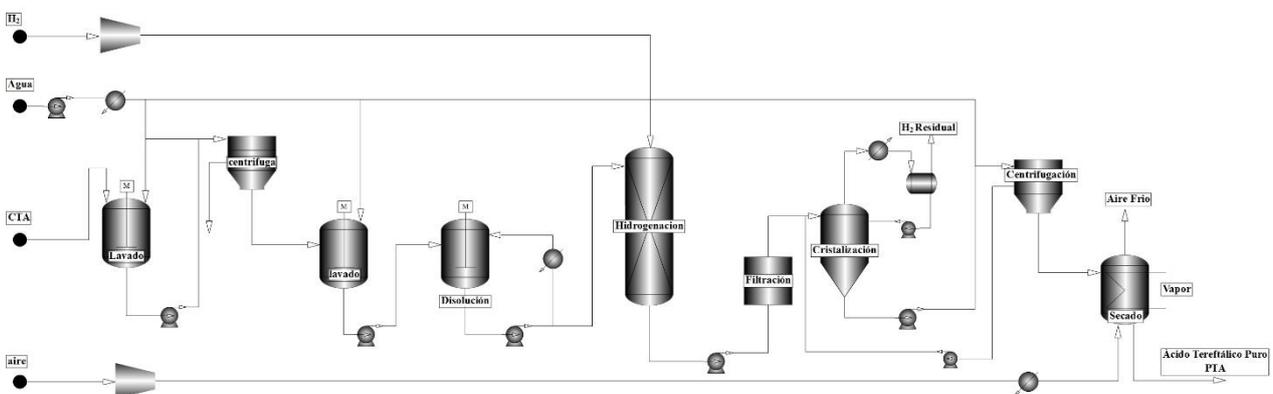


Figura 23. Proceso de purificación Amoco.



B-5 MOBIL PROCESO:

En este proceso la oxidación catalítica con catalizador de cobalto se lleva a cabo sin promotor de bromuro. La reacción se desarrolla en ácido acético a una temperatura moderada (cerca de 130°C). El uso de metil etil cetona (MEK) como activador del catalizador es otro punto que caracteriza este proceso.

El CTA es suspendido en ácido acético y cargado en la etapa de lixiviación, donde las impurezas tales como 4-CBA y *p*-TOL, son eliminadas.

El paso siguiente es un proceso continuo de sublimación. El TA grado técnico obtenido en la etapa de lixiviación se dispersa en vapor. El hidrogeno y el catalizador sólido son insertados a la dispersión, que pasa a través de un horno tubular donde el PTA se vaporiza. Después de filtrar, el catalizador y las impurezas no volátiles pasan a través de otros dos filtros más, uno catalizado y otro de cenizas. El PTA es condensado por adición de agua desmineralizada a baja temperatura.

B-6 MARUZEN PROCESO:

Este proceso opera en condiciones similares al proceso Amoco, en cuanto al solvente y catalizador. La temperatura y la presión son ligeramente inferiores, pero la diferencia esencial es en el diseño del reactor de oxidación. En el proceso Maruzen se usa un reactor agitado en el cual el *p*-xileno es introducido a tres diferentes niveles. Además, en la sección de recuperación consta de 2 o incluso 3 cristalizadores. El primero, es más pequeño que los otros, opera en presencia de aire, resultando en una oxidación suplementaria en lo cual se reduce el 4-CBA a un contenido de aproximadamente 200 ppm. Esta modificación en el proceso Amoco demanda un estricto control en las condiciones de operación, produciendo un ácido tereftálico de grado medio, sin la necesidad de purificación por hidrogenación. Este



grado de ácido tereftálico se acepta para las fibras, pero generalmente es inaceptable para films o PET.

En resumen se enlistan las distintas tecnologías patentadas para la generación de ácido tereftálico.



TECNOLOGÍA	MATERIAS PRIMAS	PROCESO	RENDIMIENTO	PRESION	TEMPETURA	CATALIZADOR
MOBIL	<i>p</i> -xileno, MEK	Oxidación Lixiviación Cristalización Condensación	96.7%	3.000 kPa	100°C-140°C	Co
AMOCO	<i>p</i> -xileno, ácido acético, promotor (bromuro)	Oxidación. Centrifugación, lavado y secado. Purificador de licor madre.	>95% p/p	3.000 kPa	250°C	Co/Mn
HENKEL I	Ftalato de dipotasio, Ftalato de monopotasio, anhídrido acético.	Isomerización Cristalización Recuperación de potasio	>90% p/p	2.000 kPa	400°C	Sales de cadmio
HENKEL II	Tolueno, Acido benzoico, hidróxido de potasio y ácido sulfúrico.	Oxidación Neutralización Desproporción Acidificación	95%	5.000 kPa	430°C-440°C	Cd, Zn
LUMMUS	<i>p</i> -xileno, amoniaco y agua.	Oxidación con amonio 1º Hidrólisis Pirólisis 2º Hidrólisis	50%	1.300 kPa	400-450°C	V ₂ O ₅ /Al ₂ O ₃
EASTMAN KODAK	<i>p</i> -xileno, Acetaldehído	Oxidación Lixiviación Cristalización Condensación	96%	2.000- 3.000 kPa	100-140 °C	Co
MARUZEN	<i>p</i> -xileno, ácido acético. Bromuro.	Oxidación. 1 ,2 ,3 Cristalización Centrifugación, lavado	<95% p/p	3.000 kPa	250°C	Co/Mn



C. Selección de proceso

Se seleccionó el proceso más adecuado teniendo en cuenta una serie de criterios técnicos-económicos, los cuales son ponderados con los valores de 1 al 10 según la importancia, estos a su vez se le asigna un valor numérico de 1 a 10 según la satisfacción del proceso en cada criterio. De esta manera se proporciona un valor numérico general, el cual se obtiene a partir de multiplicar cada fila por la correspondiente intervalo de prioridad y se suman para obtener un puntuación total. Debemos tener en cuenta que la puntuación global no solo indica cual es la mejor alternativa, sino el grado de superioridad.

Las consideraciones tomadas para la evaluación de cada criterio son:

1. **Factores técnicos:** Se deben a la disponibilidad de los recursos humanos y técnicos que se requieren para llevar a cabo el proceso, este criterio no tiene mayor relevancia en el análisis del proceso, de tal manera que se le otorga una jerarquía de 3.
2. **Materia primas:** El abastecimiento de la materia prima depende de la disponibilidad, obteniendo una jerarquía de 6.
3. **Subproductos y desechos:** Los subproductos y desechos no son importantes en el desarrollo del proceso principal, sin embargo, se debe tener en cuenta los inconvenientes ambientales por consiguiente adquiere una jerarquía de 4.
4. **Equipo:** si el equipo necesario es complejo, puede acarrear problemas tanto en la selección como en el diseño de este, inclusive en su operación y mantenimiento; debido a esto el equipo es de suma importancia en la elección del proceso teniendo en jerarquía de 8.



5. **Costo:** Este criterio es el más importante en el diseño del proyecto, ya que es recomendable mantenerse dentro de una estándar económico porque si se requiere inversiones mayores, es recomendable un estudio preliminar de viabilidad de proyecto, por tal motivo se dio una jerarquía de 9.

Tabla de ponderación.

CRITERIO	Mobil	Amoco	Henkel I	Henkel II	Lummus	Eastman Kodak	Maruzen
1- FACTORES TÉCNICOS (3)							
Flexibilidad del Proceso	7	7	8	8	3	8	8
Requerimientos de Energía	5	8	8	9	10	8	7
Equipo Especial	6	7	9	9	7	8	8
Puntuación Parcial:	54	66	75	78	60	72	69
2- MATERIAS PRIMAS (6)							
Disponibilidad	9	9	9	9	9	9	9
Procesamiento requerido	9	9	8	8	6	9	8
Manejo de materiales	7	8	7	7	5	8	9
Puntuación Parcial:	150	156	144	144	120	156	156
3- SUBPRODUCTOS Y DESECHOS (4)							
Cantidad de producción	7	9	8	8	5	9	10
Valor comercial	9	9	7	7	9	10	10
Mercado potencial y usos	10	10	8	8	7	9	10
Puntuación Parcial:	104	112	92	92	84	112	120
4- EQUIPOS (8)							
Disponibilidad	9	9	9	9	9	9	9
Material de construcción	8	7	9	9	7	8	10
Costo inicial de inversión	8	9	8	8	7	8	9



Costo de instalación y mantenimiento.	9	7	8	8	7	8	9
Diseño especial	8	7	8	8	7	8	9
Puntuación Parcial:	336	312	336	336	296	328	368
5- COSTOS (9)							
Materias Primas	10	10	9	9	6	9	9
Energía	6	8	9	9	6	5	6
Depreciación	8	10	8	8	3	5	7
Costo de patentes	5	5	5	5	5	5	5
Control Ambiental	7	9	8	8	6	9	7
Puntuación Parcial:	324	378	351	351	234	297	306
Puntuación Total:	968	1024	998	1001	794	965	1019

Tabla 14. Proceso de selección de la tecnología ponderación por puntos.

Como se puede ver en la Tabla 14 la tecnología a utilizar será la del proceso Amoco, debido a obtener el mayor puntaje. Además el nivel de producción y la pureza del producto es la adecuada para el mercado al que se desea abastecer.

D. Oxidación de *p*-xileno

La primera oxidación de PX se registró en 1912 por Ciamician and Silber. Ellos estudiaron los efectos de la luz en la oxidación de algunos derivados del benceno incluyendo *para*-xileno. El oxígeno molecular fue utilizado como oxidante, y estos derivados fueron expuestos a la luz solar durante un año. Como resultado, se obtuvo ácido tereftálico y como subproducto ácido *para*-toluico.

Una década después de los estudios de Ciamician y Silber's, Stephens (1926) cambia el proceso de oxidación a través de luz solar por un proceso de luz tenue. El estudio se realizó a 100°C, y el tiempo de reacción fue de 20-40 días, como productos principales se obtuvieron xilenos y monoaldéhdos. Las investigaciones de Stephens contribuyeron al estudio del mecanismo de oxidación del *para*-xileno, al revelar que los reactantes



(hidrocarburo y alcano) se someten a oxidaciones graduales dando como resultado aldehídos y cetonas como intermediarios de reacción. Aparte de eso, Stephens mostró el efecto de inhibición de la oxidación producido por el agua. Sin embargo, estos estudios realizados por Ciamician, Silber y Stephens no pueden ser aplicados a nivel industrial por los tiempos de reacciones demasiado largos. Por lo tanto, el uso de un catalizador, ya sea un catalizador homogéneo o heterogéneo, para la oxidación de *p*-xileno (PX) a ácido tereftálico (TA), era necesario para llevar a cabo la producción a nivel industrial.

E. Proceso Amoco (Mid Century corporation)

E-1 INTRODUCCION

Antes de que se comercialice el proceso AMOCO a fines de la década de 1970, unos pocos procesos fueron usados para producir Ácido Tereftálico de alta calidad. Uno de estos procesos se realizaba en condiciones peligrosas debido a que como agente oxidante se utilizaba ácido nítrico a alta temperatura 200°C y 1,35 MPa de presión de oxígeno. Se formó un precipitado de TA que se separó y purificó dando un compuesto de alta calidad. Un ácido tereftálico de alta calidad es definido como el producto purificado que contiene una impureza de 4-carboxibenzaldehido (4-CBA) menor a 25 ppm.

Sin embargo son muchos pasos los requeridos para la purificación y aun el producto quedaba contaminado con coloridas impurezas. Estas impurezas contribuyen subsecuentemente al deterioro de la calidad del producto. Por lo tanto, la esterificación con metanol a dimetil tereftalato (DMT) se introdujo como una ruta alternativa para evitar inconvenientes en el proceso de purificación.

Además, el DMT fue utilizado como reemplazo de TA. En la ruta de DMT, la oxidación de PX se lleva a cabo con un catalizador de cobalto en ausencia de un disolvente, la temperatura y presión son 180°C y 0,80 MPa de aire, respectivamente. El ácido *p*-toluico



producido es esterificación con metanol con metil *p*-toluato seguido por la oxidación a monometil tereftalato. Este es esterificado nuevamente con metanol para formar DMT.

El PET fue patentado por John Rex Whinfield en 1946. Como el ácido *p*-toluico es resistente a la oxidación por el catalizador de cobalto. El proceso se basa en la oxidación de metil *p*-toluato (producido como resultado de la esterificación por metanol) a monometil tereftalato. Esta situación limitó la producción del ácido tereftálico, ya que aumentó el costo de operación debido a los muchos pasos que se requieren en la esterificación por metanol.

La solución a la resistencia del ácido *p*-toluico fue resuelto por el descubrimiento de la oxidación promovida por bromuro, controlado con aire en 1955. Este descubrimiento se aplicó al proceso AMOCO. En el proceso de AMOCO, la oxidación de *para*-xileno es promovida por el uso combinado de tres iones como catalizador homogéneo, los cuales son iones cobalto, manganeso y bromuro. El ácido acético y oxígeno/aire son usados como solvente y oxidante, respectivamente. La fuente común del ion bromuro son el ácido bromhídrico (HBr) y el bromuro de sodio (NaBr). Las condiciones de operaciones son una temperatura entre 175-225°C y una presión de 1,5-3,0 MPa de oxígeno. El ácido tereftálico se forma principalmente en forma de sólido debido a la baja solubilidad en ácido acético. El proceso de AMOCO logra convertir más de 98% del PX, mientras que el rendimiento de selectividad hacia el ácido tereftálico es aproximadamente del 95% con un tiempo de reacción de 8-24hs.

Las oxidaciones consecutivas del grupo metilo que se lleva a cabo, hasta alcanzar el ácido *p*TOL y 4-CBA. Con el fin de obtener TA como producto, la purificación de las impurezas incluyendo el 4-CBA que contiene el ácido tereftálico crudo (CTA) se debe llevar a cabo, con el fin de obtener un producto dentro de las especificaciones que requiere el mercado. En el proceso de purificación, el CTA (un ácido tereftálico sólido que ha sufrido centrifugación y secado) se disuelve en agua caliente para reducir el 4-CBA a *p*TOL. Este



proceso de reducción se lleva a cabo por hidrogenación catalítica con un catalizador de platino. Entonces, se obtiene el ácido tereftálico purificado (PTA). Aparte del proceso AMOCO, otros procesos catalíticos producen ácido tereftálico por oxidación directa, los cuales han sido estudiados ampliamente en búsqueda de mejorar el proceso de producción industrial de ácido tereftálico.

E-2 RESUMEN

El *p*-xileno en ácido acético es oxidado, con aire, a aproximadamente 175°C-230° (200°C), y entre 1,5 a 3,0 MPa. El sistema de catalizador es en sí mismo el catalizador (Acetato Cobalto y Manganeso) y un iniciador que contiene bromuro (Bromuro de Sodio).

La reacción general es la siguiente:

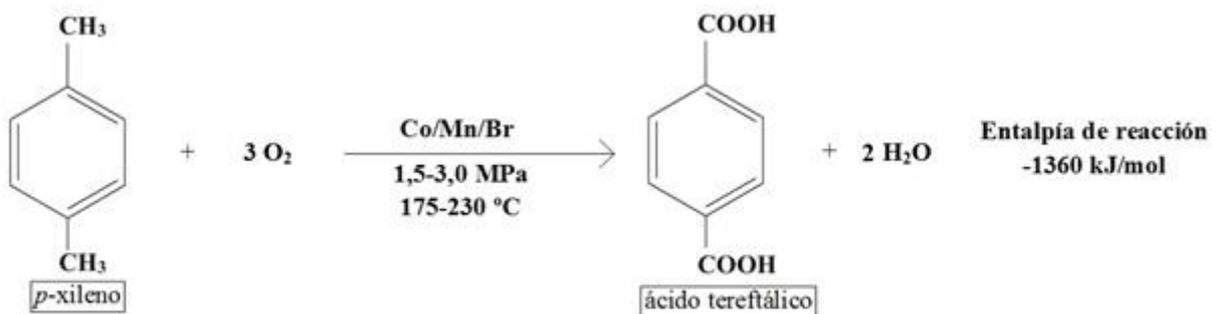


Figura 24. Reacción general del proceso Amoco.

Este es el resultado del mecanismo de una reacción en cadena que culmina en la producción de aldehído, que puede ser entonces oxidado rápidamente al ácido, el cual se lleva a cabo de la siguiente manera (Figura 25) de acuerdo a la aceptación general, pero está lejos de ser la interpretación definitiva.



-Iniciación



-Propagación



-Terminación

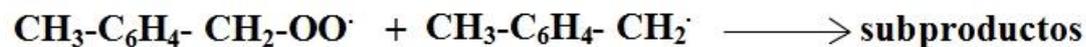


Figura 25. Mecanismo de reacción general.

E-3 MANUFACTURA INDUSTRIAL

Las instalaciones incluyen las siguientes secciones:

- Sección de reacción: donde las operaciones son llevadas a cabo en un reactor alimentado con una corriente descendente de una mezcla de *p*-xileno, ácido acético y una solución de catalizador preparada en un equipo aparte. El medio de reacción es agitado por la introducción de aire desde el fondo. La acción corrosiva del bromuro y del ácido orgánico sobre el acero al carbono, hace necesario el uso de equipos de aceros inoxidable especiales (Hastelloy C), tanto para el reactor como para ciertas parte de los equipos de proceso, particularmente los de recuperación de calor. La temperatura y el contenido de oxígeno en el medio de reacción, debe ser controlado para prevenir la formación de productos indeseables. El calor de reacción es removido por la vaporización



de parte de los compuestos que forman el medio de reacción (ácido acético, *p*-xileno y agua), y por la condensación y reflujo al reactor. El tiempo de residencia en el reactor es aproximadamente una hora, y el rendimiento es mayor a 95% molar.

- Sección de recuperación y purificación de ácido tereftálico crudo: El efluente del reactor es enviado a una primera operación de cristalización alrededor de 180°C, entre 0,5 y 0,7 MPa absolutos, el enfriamiento es provisto por la vaporización parcial del ácido acético, *p*-xileno no oxidado y el agua formada, una mezcla que, después de la condensación, es fraccionado por destilación (40 a 45 platos) para reciclar el hidrocarburo y el solvente al reactor. El ácido tereftálico crudo es enfriado adicionalmente en una segunda operación de cristalización a presión atmosférica, alrededor de 110°C, también con la vaporización parcial del medio. Entonces la suspensión es centrifugada y el ácido tereftálico crudo es enviado a la etapa de purificación, mientras el ácido acético contenido en la solución madre es recuperado por destilación (20 platos) y recirculado. En esta etapa, la pureza del producto es de aproximadamente 95% en peso.

Esas impurezas son ácidos aromáticos resultantes de la oxidación de *p*-xileno (ácido *p*-toluico) y otros aromáticos en la alimentación (Ácido benzoico, isoftálico, *o*-toluico), aldehídos y cetonas, pero, principalmente el 4-carboxibenzaldehído, es el responsable de la coloración en los polímeros obtenidos a partir del ácido tereftálico por la quelación con trazas de metales.

El contenido de 4-CBA es alto cuando la temperatura de oxidación es baja y el porcentaje de oxígeno es pobre en el reactor. Este contenido, aproximadamente 2000 ppm, es demasiado alto para permitir el uso directo en la polimerización, este no debe exceder los 50 ppm. Este se puede reducir por la hidrogenación catalítica. Para lograr esto, el ácido crudo es puesto en suspensión en agua a 95°C, es centrifugado y enviado a un tanque de disolución a 250°C y 4 MPa.



La solución acuosa es enviado al reactor de hidrogenación, operando en la misma condiciones en presencia de un lecho de catalizador de paladio en carbón activado, y alimentado con una leve corriente de hidrogeno. El producto hidrogenado es centrifugado, lavado con agua, y secado con aire.

Otro parámetro importante que afecta la pureza final del producto y los gastos de energía implicados para cumplir las especificaciones, es el diámetro de la partícula del ácido tereftálico crudo, por lo general alrededor de 150 μ m.

E-4 OXIDACION CATALITICA DE P-XILENO (TECNOLIGÍA)

OXIDACION CATALITICA HOMOGENEA DE P-XILENO

El proceso AMOCO es una oxidación catalítica en fase líquida. Si bien el proceso es tiene buenos rendimientos, la utilización del ácido bromhídrico (HBr) o bromuro de sodio (NaBr) como fuente de ion bromuro conduce a una condición de reacción peligrosa en la producción de ácido tereftálico debido a la naturaleza corrosiva de HBr. Además que, las fuentes de bromuro no son ambientalmente bien vistos, ya que son nocivos y peligrosos, tanto para los operarios, como para el medio ambiente. Por lo tanto, se han realizado esfuerzos para la utilización de un catalizador homogéneo que contenga el ion bromuro pero no su naturaleza corrosiva. Por ejemplo, se usa catalizador de CoBr_2 y MnBr_2 como fuente de radical bromuro libre. Usando estos catalizadores, se registraron altos rendimientos de conversión de ácido tereftálico, cercanos a 93% a 100°C con una relación atómica Br/Co de 3. Además, la utilización de estos iones bromuros, si bien son menos corrosivos, igualmente necesitan de un reactor de titanio que soporte la atmosfera corrosiva, elevando los costos de inversión y operación. En consecuencia, esta desventaja hace menos atractivo el proceso de oxidación. En la oxidación *p*-xileno que se utiliza el ion



bromuro, la temperatura de oxidación debería ser menor a la comercial (175-225°C) con el fin de:

- Para hacer el proceso de reacción menos peligroso.
- Disminuir la velocidad de corrosión del reactor
- Para impedir los efectos negativos del ion bromuro a altas temperaturas.

TENDENCIAS EN LA OXIDACION CATALITICA HOMOGENEA DEL P-XILENO

Hay dos mayores tendencias en la investigación sobre la oxidación catalítica homogénea de la producción de ácido tereftálico:

- La oxidación en agua subcrítico y supercrítico
- Heterogeneización del catalizador homogéneo.

La oxidación de *p*-xileno en agua sub y supercrítica es debido al deseo de aplicar un disolvente más amigable al medioambiente. En este momento, se utiliza el agua como disolvente para reemplazar a los disolventes perjudiciales al medioambiente tales como el ácido acético, acetonitrilo y dimetilformamida (DMF).

Sin embargo, se requiere una temperatura alta debido a las limitaciones de agua como solvente en la producción de ácido tereftálico. Un mal solvente conducirá a una menor solubilidad de PX, y que dará lugar a un bajo rendimiento de ácido tereftálico. Por lo tanto, en el método de agua sub y supercrítica, una alta temperatura (>300°C) tiene que ser utilizado para asegurar una alta solubilidad del PX para la producción del TA deseado. Una vez que la temperatura se alcanza un punto crítico, las propiedades físicas del agua se asemejarán a las propiedades físicas de un solvente orgánico.

Adicionalmente, como a una temperatura de 300-800°C el agua mantiene sus propiedades, tales como la constante dieléctrica y la solubilidad del ácido tereftálico mostrando efectos



positivos para su utilización. Estudios sobre el comportamiento de fluidos supercríticos reveló que la constante dieléctrica disminuye a medida que aumenta la temperatura. Esto es debido a la interrupción de los enlaces de hidrogeno una vez que la temperatura aumenta de 27°C, hasta valores superiores.

Mientras tanto, la solubilidad del ácido tereftálico en agua aumenta linealmente con la temperatura. Por lo tanto se puede concluir que la reacción y el rendimiento de la reacción se pueden ajustar mediante la modificación de la temperatura de reacción. La aplicación de agua sub y supercrítica pueden dar un alto rendimiento en ácido tereftálico (> 50%). Sin embargo para las aplicaciones industriales, la energía, la naturaleza de los productos químicos, y los costos de operación son altos. Incluso teniendo en cuenta los altos rendimientos en cuanto a las grandes cantidades que se puede producir, la temperatura y la presión aplicada, en este método están lejos de ser seguros para las prácticas comerciales.

El segundo método para la oxidación catalítica homogénea de *para*-xileno es la heterogeneización del catalizador homogéneo. Debido a la buena capacidad del catalizador homogéneo en la producción de ácido tereftálico, este catalizador es normalmente deseado.

Las limitaciones en el catalizador homogéneos son:

- La precipitación del metal que impide el rendimiento efectivo del catalizador.
- Se requiere un proceso de separación luego de que la reacción se haya completado.
- Restricción en la reutilización del catalizador.

El objetivo último de la heterogeneización de un catalizador homogéneo es suprimir las limitaciones anteriormente mencionada. La bentonita es utilizada como medio de heterogeneización de un catalizador homogéneo de cobalto y manganeso, con este paso



se logra la posible reutilización del catalizador. Otros investigadores también han informado los intentos de heterogeneización de un catalizador homogéneo mediante el encapsulamiento de complejos metálicos activos y Co/Mn en zeolita. Estas investigaciones han llamado la atención de los investigadores sobre la aplicación de un catalizador heterogeneizado.

MECANISMO DE OXIDACION DEL PX CON UN CATALIZADOR HOMOGENEO

El mecanismo de oxidación del *para*-xileno para producir ácido tereftálico con un catalizador homogéneo se basa en la generación de radicales libres.

Los catalizadores de cobalto, manganeso o bromo son los más utilizados en el sistema catalítico homogéneo de PX a TA. El bromo del ácido bromhídrico (HBr) se utiliza como un promotor y el ácido acético se usa como un disolvente. Este catalizador juega un rol importante para la generación de una especie radical a través de un proceso de transferencia de electrones. Además, la presencia de HBr y ácido acético realza y acelera la generación de la especie radical por la reacción del ácido de Brønsted del ácido acético que dona protones del agua y por lo tanto producen aniones acetato. Los aniones acetato reaccionan con HBr y genera el radical bromo.

Por lo tanto, los radicales de bromo promueven la reacción mediante la abstracción del átomo de hidrógeno del grupo metilo resultando el segundo radical del sustrato. La oxidación posterior a continuación se lleva a cabo en presencia de O₂ como oxidante. Vale la pena mencionar que el catalizador de cobalto induce la abstracción de un átomo de hidrogeno en el comienzo de la reacción. Entonces la participación del catalizador de manganeso es causar la oxidación adicional a aldehído. Esto se debe la incapacidad del catalizador cobalto para lograr una nueva oxidación. Por lo tanto el efecto sinérgico de ambas, cobalto y manganeso, es importante para oxidar el PX a TA. Como se ha mencionado, el papel de bromo es como un promotor para generar la especie radical.



Hasta hace unas décadas, de acuerdo con Hronce y Hrabě (1.986), el uso de un catalizador heterogéneo en una fase líquida de hidrocarburo no fue tan eficaz como el uso de un catalizador homogéneo. También se han utilizado catalizadores con soporte de zeolita Co-Y y Mn-Y registrando baja productividad de TA a partir de PX y el rendimiento de selectividad fue menos a 15%.

Sin embargo recientemente realizaron numerosas investigaciones para dar con un catalizador heterogéneo que tenga buen rendimiento en la conversión de PX, es así que en el Grupo Chavan en el 2001 emplea un catalizador heterogéneo μ_3 -oxo- Co/Mn encapsulado en zeolita Y y ácido acético-agua como disolvente cuya condiciones de operación fueron 200 °C y 6,1 MPa de presión de aire. Se logró una conversión del 100% de PX con una selectividad de 98.9% hacia TA que se registraron en 2 horas de reacción. Sin embargo, la producción de TA por este método está acompañada por 2 problemas.

- Las condiciones de presión fueron superiores la utilizada comercialmente.
- Las cuestiones ambientales relacionada con el uso de ácido acético como disolvente de la reacción.

Sin embargo, este alto rendimiento demostró que un catalizador heterogéneo también puede ser utilizado para obtener altos rendimiento en la producción de TA. Además la aplicación de un catalizador heterogéneo tiene ciertas ventajas sobre el catalizador homogéneo.

- Es fácil de separar del producto.
- Puede ser reciclado de formas más sencilla.
- En su mayoría no necesita la presencia de un ion bromuro o un químico corrosivo como promotor.



Hay muchos catalizadores heterogéneos que han sido patentados y reclamados, muchos de ellos dando una alta conversión y selectividad por el PX y TA respectivamente. Estos catalizadores se acompañan con paladio, antimonio y molibdeno soportado en TiO_2 . Estos catalizadores también se pueden combinar con acetato del metal. Sin embargo, la capacidad de reciclaje del catalizador sigue siendo una preocupación en cuanto a la economía del proceso.

Algunos autores informaron en sus trabajos sobre la activación del enlace C-H presente en los xilenos y sus derivados frente a un catalizador heterogéneo. Estos catalizadores incluyen aleaciones de AuPd (nanopartículas) y oxígeno como agente oxidante para activar el enlace principal C-H de los xilenos (*para-orto-meta*) a compuestos oxigenados como el alcohol metilbenzilo, tolualdéhido y ácido toluico. Estas investigaciones confirmaron que el catalizador de aleación AuPd en base a nanopartículas puede oxidar el enlace C-H primario de PX y sus derivados con un número de recambios (TON) de 171 y 581 respectivamente, bajo condiciones de reacción suave, es decir, 160°C y 1,0 MPa de oxígeno. Por otra parte el mismo catalizador para una temperatura de reacción más baja se obtuvo se obtuvo metanol con una selectividad de 89.2% a partir de metano bajo una temperatura de 50°C y con H_2O_2 como agente oxidante. Los mismos autores estudiaron la oxidación de tolueno como otro modelo para la activación del enlace C-H primario. Además, la oxidación de tolueno se llevó a cabo en una condición libre de solvente con benzoato de bencilo con una selectividad de 85,5%, la conversión de 94,4% y TON de 1.543 y la reacción se llevó a cabo en condiciones suaves. Por lo tanto un método similar se puede utilizar para la activación del enlace C-H primario de PX con el fin de obtener TA.

Teniendo en cuenta, el esfuerzo de obtener un catalizador heterogéneo que presente una buena conversión y selectividad, para el PX y TA respectivamente, no solo apuntan a cumplir estos objetivos sino también a la aplicación de un proceso químico seguro y



ecológico tal como un disolvente menos problemático para el medioambiente y condiciones de reacción suave.

Vale mencionar que los mecanismos para un sistema catalítico homogéneo se diferente a un sistema catalítico heterogéneo. Mientras una procede vía radicales libre ruptura homolítica (Catalizador Homogéneo), el otro ocurre con ruptura heterolítica (Catalizador Heterogénea).

SELECTIVIDAD EN LA OXIDACION CATALITICA DE P-XILENO

En general, la selectividad en la reacción de oxidación de PX se puede definir como la selectividad para el producto deseado en este caso ácido tereftálico (TA), la estructura similar del TA y 4-CBA da un problema en la purificación de TA. Además, 4-CBA se co-cristaliza con el TA. Por lo tanto, en la fabricación normal de poliéster de tereftalato (PET), el contenido de 4-CBA en el TA debe ser inferior a 25 ppm, como se ha mencionado anteriormente. De lo contrario, la calidad del PET es cuestionable. La dificultad del problema en conseguir una buena selectividad en la oxidación de PX son:

- Controlar la producción de otro compuesto además de TA.
- Controlar las sobre oxidación de PX a CO₂.

El dilema del control de cada situación individual es su relación en cuanto que al disminuir la producción de 4-CBA, se tiende a aumentar la formación de CO₂.

Con el fin de obtener una buena selectividad, la preparación del catalizador debe ser adecuada. Para los catalizadores homogéneos comunes en la oxidación de PX (cobalto, manganeso y bromo) cuando la relación bromo/metal decrece, hay una disminución en la producción de 4-CBA. Esto es debido a la menor proporción de bromo en el catalizador reduciendo la actividad del mismo. Esto se debe al impedimento de la actividad catalítica de descomposición del peróxido (-O-O-). Por lo tanto la solución es aumentar la proporción



de cobalto y manganeso, con el aumento relativo de bromo, por lo tanto la actividad del catalizador será mayor. Esta mayor actividad del catalizador refleja la capacidad del mismo para catalizar la descomposición del peróxido. Como resultado, la generación de radicales libres puede ser aumentada. Sin embargo, esta situación se debe controlar bien, de lo contrario, la sobreoxidación se producirá, conduciendo a la formación de subproducto no deseado.

Por lo tanto en un catalizador heterogéneo, la selectividad es el principal problema, particularmente para el proceso de oxidación de PX a TA, esta es relativamente baja en comparación con un catalizador homogéneo y catalizador enzimático. Se estudiaron bacterias tales como las del género *burkholderia* y *nocardia* y algunas enzimas.

Generalmente la selectividad del producto deseado puede ser controlado por las condiciones de reacción tales como la temperatura, la presión, tipo de oxidante (suave o fuerte), co-oxidante y el tiempo de reacción. La selectividad puede lograrse mediante la desactivación de lugares activos mediante el envenenamiento, lixiviación, ensuciamiento y sinterización.

DIOXIDO DE CARBONO COMO CO-OXIDANTE

El CO₂ también puede facilitar la oxidación catalítica de PX, el CO₂ puede ser alimentado con ambos catalizadores homogéneos y heterogéneos. La introducción de CO₂ en la reacción es relevante ya que a veces el esfuerzo para maximizar la producción de TA requiere de un disolvente inflamable y una alta concentración de un oxidante explosivo tales como H₂O₂ y O₂. Por lo tanto, la adición de CO₂ puede disminuir la probabilidad de explosión y de incendio durante la reacción cuando se utilizan altas temperatura y concentraciones de O₂. Este aspecto de la seguridad es una ventaja de la utilización de CO₂ en la oxidación catalítica de PX.



Además el CO_2 también mejora la actividad de oxidación, Yoo J. S. y su equipo de investigación estudiaron los efectos de CO_2 en la oxidación en fase líquida de PX y encontraron que la adición de CO_2 ayuda a consumir del O_2 , al mejorar la solubilidad de este. Además, la presencia de CO_2 puede disminuir la impureza en el TA. Esto puede hacerse mediante el aumento de la presión de CO_2 y la disminución de la presión de O_2 . Con lo anterior se logra obtener un ácido tereftálico crudo (CTA) con una menor cantidad de impurezas.

Por lo tanto el CO_2 se puede utilizar para evitar la sobre oxidación del PX. La reactividad de CO_2 es baja comparada con el oxígeno y el agua, haciendo así al CO_2 un oxidante suave. Ya sea como único o co-oxidante la molécula de CO_2 conduce a la desactivación o envenenamiento del sitio activo.

Sin embargo la aplicación de CO_2 como co-oxidante no ha sido estudiado con profundidad, ya que los esfuerzos se aplicaron a mejorar el proceso de TA ya existente. Se cree que el CO_2 puede estar involucrado en la activación de PX o sustrato cuando la temperatura de reacciones es menor a 400°C , esto se debe a que puede ocurrir craqueo térmico por encima de esa temperatura.

Pero cuando la temperatura de operación es inferior a 400°C , el efecto de CO_2 es significativo ya que causa la activación del enlace C-H del PX. El CO_2 es conocido como oxidante diluyente y puede evitar la sobreoxidación a productos no deseados, esto se explica cómo sigue. Como la activación del enlace C-H se conoce como una etapa determinante de la velocidad de reacción, se puede decir que el oxidante suave conducirá a una etapa de determinante lenta, resultando en una reacción global con mayor tiempo de retención en el reactor. La activación del enlace C-H sigue el mecanismo de "Mars-Van Krevelen".



El CO_2 no juega un papel importante en la activación del enlace C-H. Sin embargo, es importante en el paso de reoxidación del catalizador con valencia inferior.

La reoxidación del óxido del metal de valencia más bajo conduce a la formación de especies de CO, el cual envenena el catalizador al bloquear los sitios activos sobre la superficie del mismo, de esta manera se controla el proceso de oxidación. En muchos estudios se puede observar que de hecho el envenenamiento del catalizador conduce a una mejor selectividad del producto.

Algunos investigadores siguieron que el rol de CO_2 es el secuestro del átomo de hidrogeno del sustrato (PX). Si este fuera el caso, el CO_2 está implicado en la etapa determinante de velocidad, este proceso está influenciado por la propiedad ácido-base del catalizador. Solo el sitio básico en el catalizador conduce al secuestro del hidrogeno, traduciéndose un la formación de un radical. Este compuesto será entonces oxidado adicionalmente en presencia de O_2 al producto objetivo.

PROMOTORES ALTERNATIVOS EN LA OXIDACION CATALITICA DE PARA-XILENO

Debido a la preocupación por los promotores corrosivos HBr y NaBr otras alternativas son demandadas. La N-hidroxiimida (NHPI). Es un promotor orgánico que se ha utilizado en la producción de ácido tereftálico.

La función principal de la NHPI es generar radicales peroxi para la oxidación de PX. La aplicación tiene un rendimiento de 84% en la producción de TA. Además, la NHPI también cataliza la oxidación de PX incluso en condiciones suaves (100°C y 0,1 MPa de O_2). Por lo tanto, la NHPI como un promotor alternativo puede dar un buen rendimiento incluso en las condiciones de reacción comerciales en las que se utiliza el ácido acético como disolvente, mientras que el cobalto y manganeso se utiliza como catalizador.

La otra alternativa es el promotor guanidina. En 2006 Cheng y su equipo de investigación estudiaron el papel de la guanidina en un catalizador Co/Mn/Br para la oxidación de PX.



Este estudio mostró que la guanidina tiene un efecto positivo sobre la selectividad del TA. Este efecto se observó a partir de la disminución de los óxidos de carbono. Por otra parte el esfuerzo para reemplazar el promotor HBr corrosivo, condujo al intento de utilizar compuestos que contiene bromuro menos corrosivo tales como CoBr_2 y MnBr_2 . Estos produjeron un rendimiento del 93,5% con una relación de Br/Co de 3.

Sin embargo, no hay muchos estudios sobre la aplicación del promotor en el sistema catalítico heterogéneo para la oxidación de PX.

El Grupo Cao informó un rendimiento similar a un proceso comercial Amoco, el promotor HBr fue reemplazado con un promotor de líquido iónico, que es bromuro 1-etil-3-metilimidazolio con ácido acético como disolvente. El catalizador utilizado se basa en las patentes de Sabc que utiliza un catalizador de cromo o cobalto, cuya condiciones de reacción son 215°C y 1.8MPa de oxígeno molecular.

PROCESOS ACTUALES, OBSTÁCULOS Y RETOS

El proceso comercial AMOCO es dominante en la oxidación de *p*-xileno a ácido tereftálico, la mayoría de las unidades de producción industrial usan esta tecnología, tales como las de BP, Eastman Chemical y Du Pont. Sin embargo algunas han introducido mejoras en el proceso AMOCO los cuales fueron patentados. Como se discutió anteriormente el proceso AMOCO ofrece altas conversiones de PX y altos rendimientos de obtención de TA, pero los problemas ambientales y de seguridad, que esto acarrea tiene sus inconvenientes en el cumplimiento de normas internacionales, particularmente en la utilización del ion bromuro, que conduce a la formación de bromuro de metilo. Este compuesto es muy tóxico y contribuye a la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera, lo que impulsa a los investigadores a reemplazar dicho promotor de reacción.

Algunas combinaciones de paladio con antimonio u oro para oxidar el PX a TA en la fase líquida han sido estudiadas, entre ellos procesos que utilizan oxígeno y agua como oxidante



y disolvente, respectivamente. Las proporciones de paladio, antimonio y agua fueron 10:1 y 30:1 respectivamente. Mientras que la temperatura de oxidación fue de 170. Las ventajas de este proceso son:

- Reducción de la conversión en el reactor.
- Que proporciona una producción de TA menos peligrosa al no usar bromuro.
- El rendimiento de ácido tereftálico es alto mayor a 88,8% en 5 horas.

Algunos investigadores también han estudiado la viabilidad de utilizar diferentes fuentes renovables para la obtención de *para*-xileno tales como almidón, azúcar y celulosa para producir PX, para luego de la oxidación obtener ácido tereftálico. La fuente renovable, se convierte a 2,5-dimetil furano (DMF) antes de ser convertido a PX a través de cicloadición de etileno de Diels-Alder. Sin embargo hay una complicación en este proceso de conversión el cual se lleva a cabo por polimerización reduciendo la cantidad de DMF. El DMF es convertido a 2,5 hexadiona (HD). Como resultado el rendimiento de PX se baja y esto afecta a la producción de TA.

Específicamente el catalizador utilizado en la conversión de PX usando fuentes renovables es CuCl_2 , con un rendimiento de 88,3%. El proceso de conversión se llevó a cabo a 250°C y 250 psig de etileno, y el tiempo de reacción es de 7 hs. El PX es oxidado a TA usando acetato de cobre y acetilacetato de cobre, con un rendimiento de 85,9% y 80,1%, respectivamente. Sin embargo a pesar de que este proceso produce con éxito PX y TA a partir de biomasa, el mismo requiere altos costos debido a la utilización de etileno. Junto con otras desventajas, esto hace que el proceso de biomasa no se aplicable a escala industrial.

La descarbonización de Mitsubishi y la modificación de proceso de Henkel también pueden producir ácido tereftálico. El proceso de descarbonización de Mitsubishi se lleva a cabo



como una oxidación con aire en fase líquida para convertir el PX a TA. El agua se utiliza como disolvente y la temperatura es de 250-300°C. El paladio con un soporte de carbón activado se utiliza como catalizador, la reacción principal es la descarbonización de 4-CBA a TA. En cuanto a la modificación del proceso Henkel, se inicia una vez que el tereftalato de dipotasio sufre una cristalización en la solución acuosa. Luego el carbón activado se introduce para eliminar las impurezas de color que es el principal problema en esta reacción. Finalmente se añade ácido acético para producir cristales puros de TA. Aunque estos dos procesos pueden producir TA, el uso de más de dos etapas lo hace complejo. Por lo tanto, todavía no se ha propuesto unidades de producción industrial que reemplace el proceso AMOCO comercial. Dado que estos procesos tienen ciertos inconvenientes tales como:

1. La aplicación de catalizadores costosos tal como un catalizador de metal noble y oro.
2. Aplicación de productos químicos caros tales como etileno.
3. Condiciones de reacción no amigables al medioambiente.
4. La aplicación de otros promotores para reemplazar el Br tales como NHPI que añade un costo operacional.

También vale la pena comentar que este promotor tiene una baja solubilidad en el ácido acético, por lo tanto es bastante menos práctico para la aplicación industrial. Por lo tanto, un método que puede oxidar PX a TA con un rendimiento mayor a 80%, sin problemas ambientales y de seguridad aún está siendo buscado.

DESCRIPCIÓN

Ácido acético, aire, *p*-xileno y catalizador (generalmente cobalto), son alimentados continuamente al reactor de oxidación, manteniendo a una temperatura de 175-230°C y 1.500 a 3.000 kPA. El aire es añadido en cantidades mayores a las estequiométricas para



minimizar la formación de subproductos y el calor de reacción es removido por condensación y reflujo de ácido acético. El tiempo de residencia en el reactor es de 30 min a tres horas, dependiendo del proceso. Más de 95% en peso es convertido y el rendimiento mínimo es de 90% mol.

El efluente del reactor es una suspensión, ya que el TPA no se disuelve muy bien en el solvente. Esta suspensión pasa a través de un tanque de agitación, el cual opera a temperatura y presión menores que el reactor. El ácido tereftálico es recuperado por centrifugación y los cristales son lavados, secados y almacenados adecuadamente.

Típicamente la pureza del producto es del 99%.

El licor madre de la sección de centrifugado es purificado en un tanque de residuo y una torre de deshidratadora. El ácido acético que resulta de la deshidratación es reciclado al reactor y los fondos del tanque de residuo se pueden procesar para recuperar el catalizador. Alternativamente, el licor madre puede ser reciclado al reactor.

El proceso Amoco es el más popular en el mundo, y puede ser aplicado a oxidación por aire de alquil-aromáticos.

Típicamente, se usan uno o más metales multivalentes (cobalto y manganeso, por ejemplo) para el catalizador de oxidación y bromo como una fuente renovable de radicales libre, lo cual obliga a usar equipos de titanio o hastelloy, lo que aumenta los costos de construcción, sin embargo, las plantas que utilizan esta tecnología son las líderes en el mercado.

F. Proceso de purificación amoco

F-1 APLICACIÓN

Proceso empleado para purificar ácido tereftálico producido por oxidación de *p*-xileno, promovida por bromo (Proceso Amoco). El ácido tereftálico crudo contiene menos de 25 ppm de ácido 4-carboxibenzaldehído, que es la principal impureza en la alimentación,



metales e impurezas orgánicas coloreadas todo lo cual es eliminado mediante la purificación.

F-2 DESCRIPCIÓN

Ácido tereftálico crudo y agua son alimentados a un tanque mezclador para obtener una suspensión conteniendo al menos 10% de ácido tereftálico. La suspensión es bombeada a través de un precalentador hacia un disolvedor que opera a temperatura igual o mayores de 250°C. El efluente del disolvedor es una solución y es llevada hacia un reactor de hidrogenación. La temperatura del reactor es la misma que la del disolvedor.

En el reactor, el ácido 4-formil benzoico es reducido a ácido *p*-toluico, y varios cuerpos coloreados son hidrogenados a productos incoloros. La actividad catalítica no causa una pérdida de rendimiento significativa; la hidrogenación de grupo arilo y la reducción de los grupos carboxilo proceden a velocidades muy bajas. El efecto global del paso de hidrogenación es la conversión de impurezas a formas que permanece el licor madre durante la subsecuente cristalización. El ácido tereftálico es recuperado por cristalización, centrifugación y secado. La distribución del tamaño de partícula puede ser modificada usando molinos.

F-3 RENDIMIENTO

El rendimiento global para el proceso es mayor del 97% en peso.

F-4 INSTALACIÓN COMERCIAL

Las empresas más competitivas a nivel mundial utilizan esta tecnología. Los equipos principales son:

- Recipientes a presión.
- Reactor CSTR multifásico.



- Bomba de presurización.
- Torres de destilación.
- Compresores.
- Secador rotativo.
- Lavadoras.
- Válvulas.
- Turbina de vapor.
- Aerocondensadores.
- Expansor de gases de combustión.
- Recipientes de separación bifásica.

2. PROCESO DE FABRICACIÓN

A. Diagrama de flujo de proceso

En esta sección, se visualizará el diagrama de proceso propuesto por el proyecto (Tecnología MC Amoco) con una breve descripción general de cada etapa, luego se discutirá a fondo cada una de las secciones.

El proceso se dividirá en las siguientes 3 secciones:

- Sección 100: Almacenamiento de materia prima.
- Sección 200: Oxidación de *p*-xileno.
- Sección 300: Separación líquido-sólido.
- Sección 400: Unidad de hidrogenación.
- Sección 500: Deshidratación de ácido acético.
- Sección 600: Tratamiento de gases.
- Sección 700: Recuperación de catalizador.

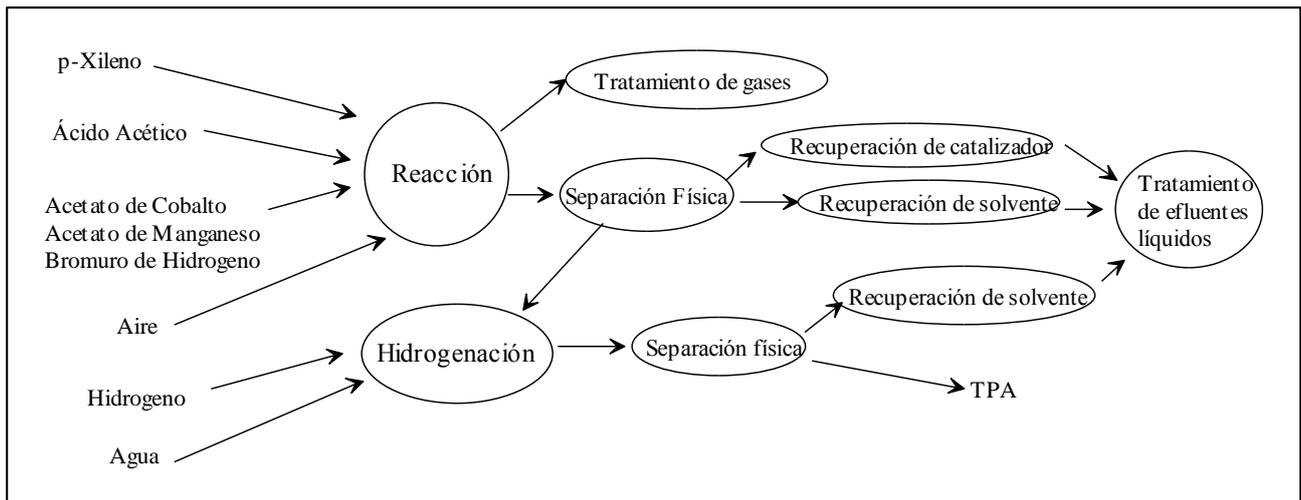


FIGURA 25. DIAGRAMA DE CONCEPTUAL DEL PROCESO GENERAL

B. Sección 200: reactor de oxidación (cstr)

La solución de alimentación bombeada dentro del reactor de oxidación contiene *p*-xileno, catalizador (acetato de cobalto, acetato de manganeseo y bromuro de hidrogeno) y solvente. El acetato de cobalto y acetato de manganeseo son recuperados en su totalidad en la unidad de recuperación de catalizador, de este modo el bromuro de hidrogeno es el componente mayoritario en el alimentación de recuperación. El ácido acético es el solvente de elección en la proceso TPA principalmente debido a su interacción única con Co que produce Co^{+3} que inicia el proceso de oxidación. En el proceso MC, el solvente ácido acético contiene aproximadamente 5% p/p de agua. El reactor de oxidación requiere una cantidad sustancial de ácido acético, la mayoría es recuperado mediante una columna de deshidratación donde es ácido acético es separado del agua. La alimentación fresca de ácido acético es aproximadamente el 3% de la cantidad de ácido alimentado al reactor de oxidación.

El aire (oxidante) pasa a través de dos etapas de compresión y es entonces alimentado también al reactor. El reactor de oxidación en el proceso de MC es generalmente un tanque agitado en el cual el PX es oxidado a TPA por el oxígeno en el aire. Se asume que el reactor



es adiabático y se mantiene a 200 °C y 1,5 MPa. Una cantidad importante de calor es generado debido a la reacción altamente exotérmica (el calor de reacción es de aproximadamente 1.300 kJ/mol por PX total convertido en TPA). El nivel del líquido se mantiene en un 70% del volumen del reactor proporcionando espacio suficiente para separar el vapor. La concentración del gas de salida está limitada a aproximadamente a 3% mol para prevenir la formación de una mezcla de vapor explosiva. Se estima que la combustión de ácido acético es de 5.4% p/p de ácido acético alimentado, lo cual se convierte en una pérdida importante de solvente debido a la formación de CO₂, CO y acetato de metilo (CH₃COOCH₃). (La mayoría del acetato de metilo formado en el reactor de oxidación es convertido a ácido acético vía catalizador de intercambio iónico y recuperado).

C. Sección 300: separación LÍQUIDO sólido

Los efluentes del reactor fluyen a través de tres etapas de cristalización flash, cada uno de los cuales tiene un condensador y separador. La suspensión de la tercera etapa de cristalización es enviada a una centrifuga, donde la solución madre que contiene impurezas disueltas en el ácido acético son separadas de los cristales de TPA crudo. Aproximadamente el 20% del ácido acético de la columna de deshidratación de solvente es desviado a la centrifuga para lavar los cristales de ácido acético. Luego de dejar la centrifuga, el TPA crudo es entonces enviado a un secador para remover el ácido acético remanente, produciendo ácido tereftálico crudo seco, el cual contiene aproximadamente 1.400 ppm de 4-CBA y 600 ppm p-TA. En las últimas décadas, se han realizado esfuerzos para eliminar la etapa de secado antes de la purificación por hidrogenación para reducir costos operativos. La tecnología alternativa relacionada es la de introducir el TPA crudo de la centrifuga en un filtro rotativo de tambor rotativo o un filtro de bandas y presurizar con agua para remover el ácido acético. Particularmente, la torta de filtrado es construida a



través del filtro rotativo o filtro de bandas y la torta de filtrado es cubierta con una capa de agua, y luego el agua es presurizada a través de la torta para desplazar el ácido acético.

D. Sección 400: unidad de hidrogenación

El ácido tereftálico crudo (CTA) de la sección de oxidación es mezclado con un vapor reciclado del evaporador de solvente y agua reciclada para formar una suspensión de aproximadamente 20 %p/p de CTA en agua. La suspensión es bombeada a un disolvedor que opera a 267°C y 63 bar y es agitado por aproximadamente 15 minutos para disolver todo el CTA en agua. El líquido es entonces bombeado al reactor de hidrogenación en el cual 4-CBA es transformado a *p*-TA por H₂. El reactor de hidrogenación tiene dos lechos de catalizador: en la parte superior (de mayor cantidad) el lecho de catalizador es Pd/C y en la zona inferior (de menor cantidad) un lecho de catalizador Rh/C. La solución CTA/agua que deja el reactor de hidrogenación fluye a través de 2 etapas de cristalizadores, una centrifuga y después a una etapa final de cristalización seguido por un filtro rotativo a vacío y a y un secador de PTA (ácido tereftálico puro). El PTA final contiene 7 ppm de 4-CBA y 100 ppm *p*-TA.

Uno de los mayores problemas asociados con el proceso de recuperación de cristalización es la potencial contaminación de los cristales de TPA purificados con *p*-TA. Se busca evitar el choque o enfriamiento brusco y el enfriamiento gradual se logra en una serie de cristalizadores minimizando la Co-precipitación de las impurezas. Una etapa subsecuente “resuspensión” es utilizada para remover las impurezas (principalmente *p*-TA) disueltas en el licor madre, y estas por lo tanto el contenido de *p*-TA en el TPA purificado es minimizado a 100 ppm. Se debería notar que la descripción anterior la tecnología de filtración a presión puede también ser aplicada a efecto de la separación de sólido-líquido para la obtención de



TPA purificado. Esta tecnología puede eliminar una segunda etapa de resuspensión y filtración de la purificación de cristales de TPA.

Aproximadamente el 51% del líquido madre de la centrifuga es reciclado al reactor de hidrogenación tal que la concentración de *p*-TA en la alimentación es aproximadamente 3000 ppm. El resto del agua es concentrada en el evaporador de solvente y los extremos más pesados son enviados nuevamente al reactor de oxidación, en el cual el *p*-TA es convertido de nuevo TPA. Aproximadamente la mitad del vapor proveniente del tope de evaporador de solvente es mezclado directamente con la suspensión de TPA crudo y el resto es usado para calentar el agua de resuspensión.

E. Sección 500: Deshidratación de ácido acético

El vapor de cabeza de stripper, la corriente líquida y los incondensables del cristalizador, las corrientes de fondo del lavador a alta presión y el solvente vaporizado del secador son alimentados a la columna de destilación para remover el agua generada en el reactor de oxidación. Aproximadamente el 80% del ácido acético deshidratado (~98% p/p) es entonces reciclado al reactor de oxidación. La destilación azeotrópica es generalmente usada para la separación ácido acético/agua y el acetato de metilo es usado como agente de arrastre en este caso. El agua y el agente de arrastre son destilados por la cabeza y separados en un decantador, siendo sólo la fase orgánica totalmente sometida a reflujo a la columna.

F. Sección 600: tratamiento off-gas

Además de nitrógeno, oxígeno y gases de combustión (CO₂ y CO), los gases de escape del reactor de oxidación contienen cantidades significantes de ácido acético y acetato de metilo, y una menor cantidad de *p*X que no ha reaccionado y bromuro de metilo. Un depurador a alta presión se usa para recuperar el ácido acético por contacto contracorriente con vapor de agua generado producto de cabeza en la columna de deshidratación. El



depurador tiene un relleno de resina de intercambio catiónico que convierte la mayoría del acetato de metilo en ácido acético y metanol. En otras palabras, el depurador es usado para recuperar el ácido acético de otros VOC's (compuestos orgánicos volátiles). El ácido acético es entonces enviado a la columna de deshidratación de solvente para reciclarlo mientras los VOC's son dejados en un reactor de combustión de lecho fijo en el cual los VOC's son quemados a CO₂ y agua sobre un catalizador de paladio. La alta temperatura del gas tratado (aproximadamente 400°C) pasa luego a través de una turbina de expansión donde la energía que contiene el gas es convertida en energía mecánica que es usada para conducir uno de los compresores de aire o para generación de energía eléctrica. Antes de ser venteados a la atmosfera, los efluentes gaseoso del expansor por lo general se alimenta a un lavador para remover los compuesto de bromuro residual por contracorriente con una solución caustica.

G. Sección 700: recuperación del catalizador

La mayor parte de la solución madre de la centrifuga es enviado a un stripper con rehervidor, en el cual casi todo el ácido acético es vaporizado y los componente pesados que contiene el TPA no cristalizado, intermedios y catalizador se forman en el fondo. Los pesados son bombeados a la unidad de recuperación de catalizador, que consiste en un incinerador donde el catalizador acetato metálico es convertido a un óxido de metal por pirolisis. A continuación, los óxidos metálicos se convierten en acetato tetrahidratado del metal por reacción con hidrazina y ácido acético.

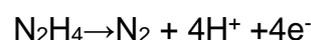
Los residuos de la oxidación de *p*-xileno usando cobalto y manganeso como parte del sistema catalizador, son quemado en un incinerador produciendo principalmente óxidos mixtos de cobalto y manganeso en la forma de ceniza volante y escoria. Las cenizas volantes son generalmente recolectadas en un precipitador electroestático o un filtro



manga. La escoria es removida periódicamente del interior del incinerador como depósitos pesados que requiere de molienda antes de ser utilizadas en el proceso posterior. Las cenizas del incinerador se combinan con ácido acético glacial o mezclas de ácido acético glacial –agua y un agente reductor adecuado. Los agentes reductores adecuados incluyen cobalto metálico en un estado finamente dividido e hidrazina.

Es importante el control de las sales de sodio porque estas reducen la selectividad del proceso de oxidación, la concentración de bromo en el catalizador inicial debe ser controlada. Por estos motivos para utilizar el cobalto y manganeso recuperado de la ceniza del incinerador como catalizador, los compuestos de sodio y bromuro presentes en el catalizador recuperado debe ser removido. Se requiere un lavado con agua de las cenizas del incinerador antes de la extracción del cobalto y manganeso. El lavado elimina la mayor parte de las sales de sodio y bromo de la ceniza. El lavado con un gran exceso de agua.

En la recuperación de cobalto y manganeso, la ceniza lavada se combina con ácido acético glacial o una mezcla de ácido acético-agua y se calienta a temperatura de reflujo en la presencia de un agente reductor tal como cobalto o manganeso. El ácido acético puede contener de 0 a 50 % p/p de agua pero se prefiere de 5 a 20 %p/p de agua. La relación de ácido acético a ceniza puede variar de 2,5:1 a 20:1 siendo el intervalo preferido. Los agentes reductores solubilizan el cobalto y manganeso mediante la donación de electrones para reducir los óxidos superiores insolubles de cobalto y manganeso para el estado +2 soluble. Una molécula de hidrazina es capaz de donar cuatro electrones de acuerdo con la ecuación:



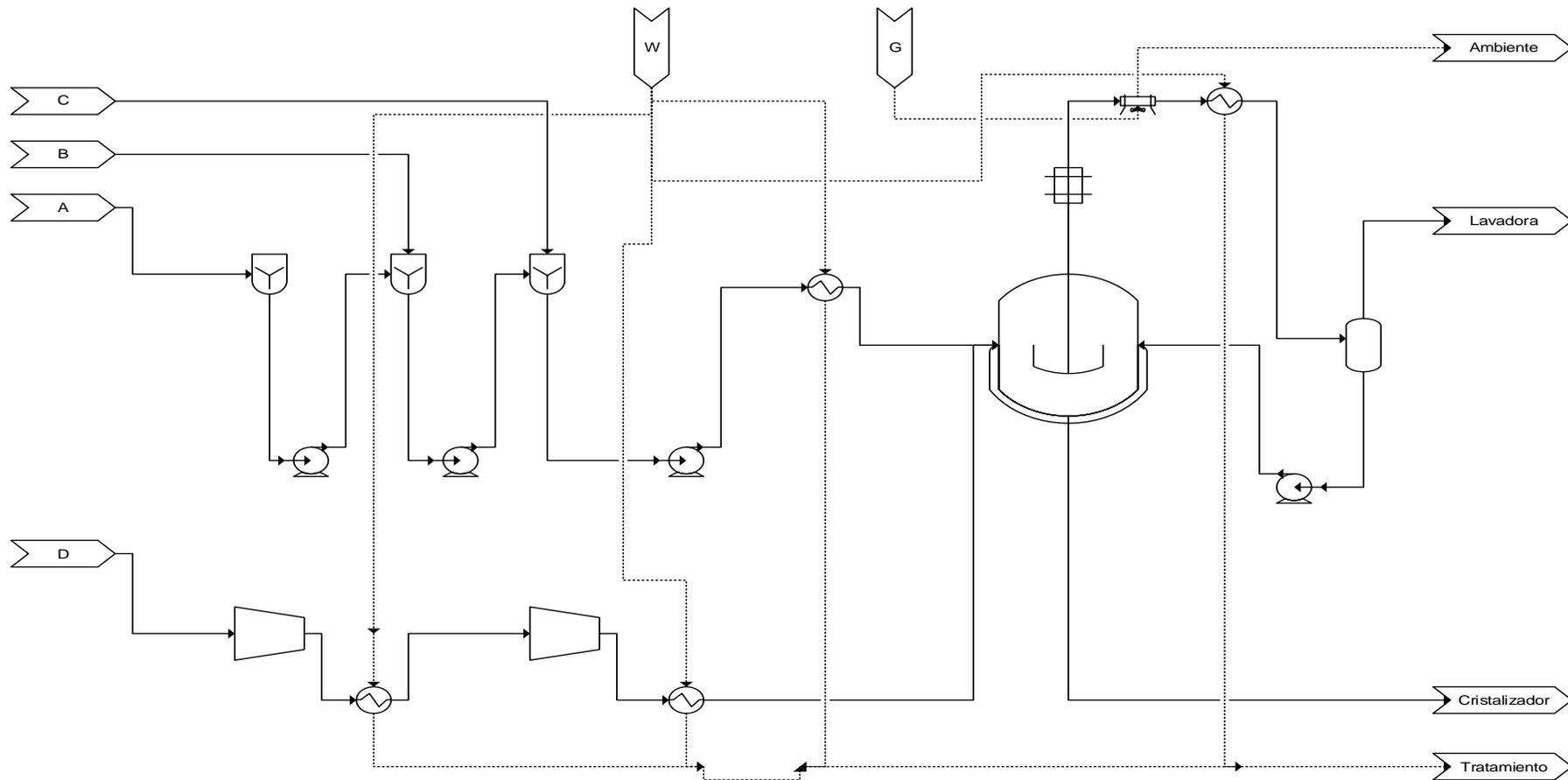
Se prefiere un intervalo de aproximadamente 0,05 – 0,5 moles de hidrazina por g-mol de cobalto de más de manganeso en la ceniza. La hidrazina utilizada es una solución de



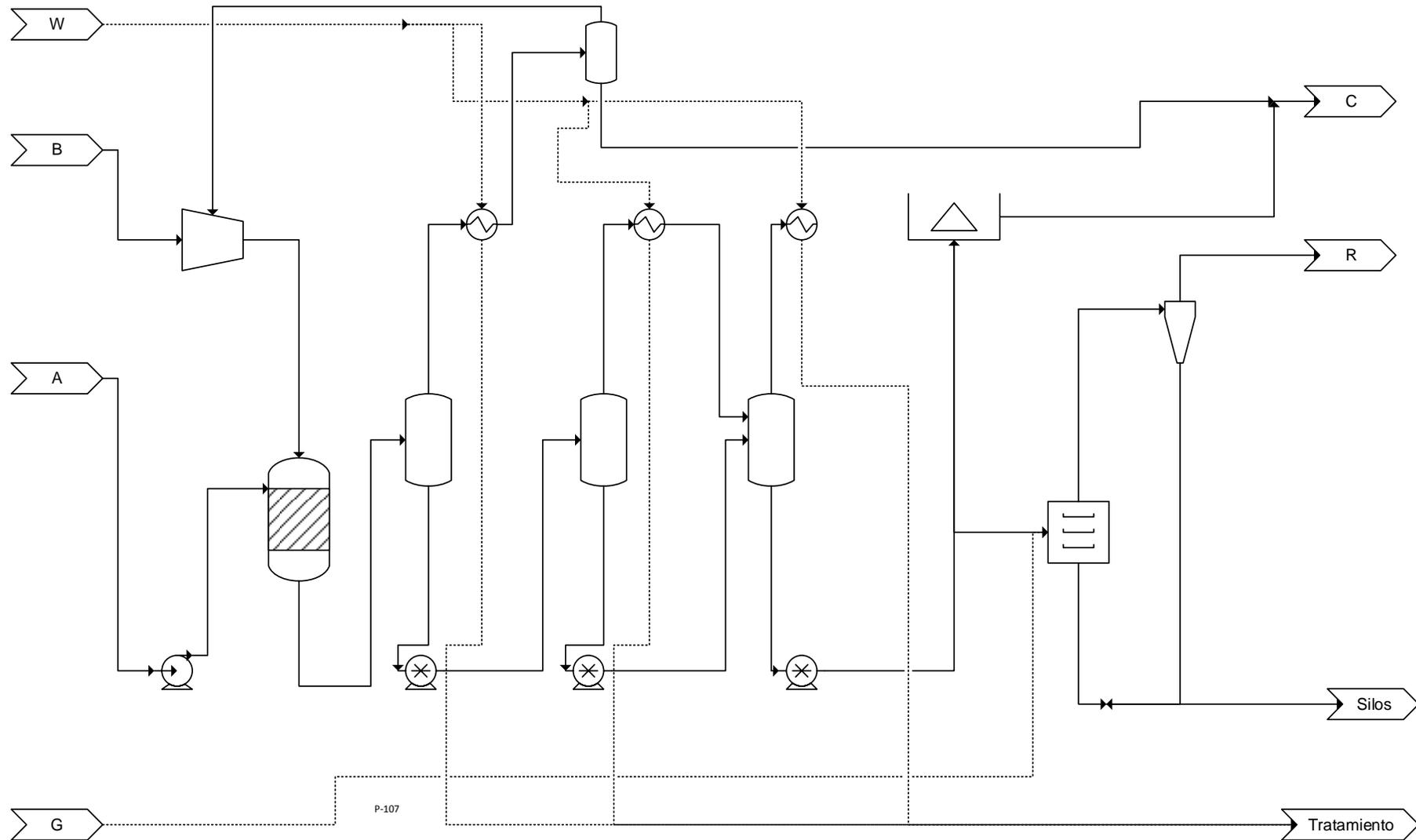
hidrazina en agua, en una amplia gama de concentración de hidrazina, preferiblemente un hidrato de hidrazina 85% en agua, que corresponde a una solución de 54,4 %. El periodo de reflujo es de unos 60 minutos o menos.



3. DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO (DFP)



A : Catalizador B : Ácido acético C : p-Xileno D : aire W : agua de enfriamiento 25°C G : aire ambiente 15°C a 30°C





4. BALANCE DE MATERIA

Corriente	S-101	S-102	S-103	S-104	S-105	S-106	S-107	S-108	S-109
Temperatura (°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Presión (bar)	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	4,8	1,01	1,01
Fraccion de vapor	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caudal Molar (kmol/h)	51,53842	51,53842	6,893961	6,893961	113,487	113,487	0,5770388	0,5770388	0,0361286
Caudal Másico (kg/h)	5471,7	5471,7	414	414	2044,5	2044,5	16,38	16,38	2,5
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	6,35505226	6,35505226	0,38583411	0,38583411	2,05065196	2,05065196	0,01228807	0,01228807	0,00220264
Densidad (kg/m ³)	861	861	1073	1073	997	997	1333	1333	1135
Fracción Másica									
PX	1	1	-	-	-	-	-	-	-
HAC	-	-	1	1	-	-	-	-	0,8
W	-	-	-	-	1	1	0,53	0,53	-
O2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-CBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Tol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Mn(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HBr	-	-	-	-	-	-	0,47	0,47	-
CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Corriente	S-110	S-111	S-112	S-113	S-114	S-115	S-201	S-202	S-203
Temperatura (°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Presión (bar)	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	5	1	1	1
Fracción de vapor	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caudal Molar (kmol/h)	0,0361286	0,0832459	0,0832459	10,18594	10,18594	0,6964134	4,68534	4,68534	867,8947
Caudal Másico (kg/h)	2,5	5,75	5,75	1183,2	1183,2	24,63	293,4	293,4	49116,09
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	0,00220264	0,005084	0,005084	1,36156502	1,36156502	0,02059365	0,261	0,261	46,34
Densidad (kg/m ³)	1135	1131	1131	869	869	1196	1123	1123	1060
Fracción Másica									
PX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HAC	0,8	0,8	0,8	-	-	0,27	0,74	0,74	0,97
W	-	-	-	-	-	0,35	0,04	0,04	0,03
O2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-CBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Tol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co(AC)2	0,2	-	-	-	-	0,02	0,05	0,05	284 ppm
Mn(AC)2	-	0,2	0,2	-	-	0,05	0,14	0,14	813 ppm
HBr	-	-	-	-	-	0,31	0,04	0,04	224 ppm
CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IBA	-	-	-	1	1	-	-	-	-



Corriente	S-204	S-205	S-206	S-207	S-208	S-209	S-210	S-211	S-212
Temperatura (°C)	25	23	25	200	25	215,8831	50	222	200
Presión (bar)	1	1	15	15	1	5	5	20	20
Fracción de vapor	-	-	-	-	1	1	1	1	1
Caudal Molar (kmol/h)	867,8947	919,4331	919,4331	919,4331	862,4154	862,4154	862,4154	862,4	862,4
Caudal Másico (kg/h)	49116,09	54587,79	54587,79	54587,79	24881	24881	24881	24881	24881
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	46,34	52,05	52,14	68,77	21099	6921	4574	1752	1674
Densidad (kg/m ³)	1060	1049	1047	794	1,18	3,59	5,44	14,2	14,86
Fracción Másica									
PX	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-
HAC	0,97	0,88	0,88	0,88	-	-	-	-	-
W	0,03	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-	-
O2	-	-	-	-	0,2329086	0,2329086	0,2329086	0,2329086	0,2329086
N2	-	-	-	-	0,7670914	0,7670914	0,7670914	0,7670914	0,7670914
H2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-CBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Tol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co(AC)2	284 ppm	256 ppm	256 ppm	256 ppm	-	-	-	-	-
Mn(AC)2	813 ppm	771 ppm	771 ppm	771 ppm	-	-	-	-	-
HBr	224 ppm	201 ppm	201 ppm	201 ppm	-	-	-	-	-
CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Corriente	S-213	S-214	S-215	S-216	S-217	S-218	S-301	S-302	S-303
Temperatura (°C)	200	65	64	64	64	200	200	187	187
Presión (bar)	20	20	9	20	9	20	20	9	9
Fracción de vapor	1	0,48	-	-	1	-	-	1	-
Caudal Molar (kmol/h)	1490	1490	767	767	724	1014,2	1014,55	40,92	973,63
Caudal Másico (kg/h)	54484	54484	33910	33910	20621	59047,17	59254,3	1743,8	57510,5
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	2894	1348	35,2	35,2	2226	69,9	62,71	171,7	60,19
Densidad (kg/m ³)	18,8	40,4	962	962	9,26	882	811	10	881
Fracción Másica									
PX	0,001	0,001	0,005	0,005	670ppm	0,002	0,002	0,005	0,002
HAC	0,32	0,32	0,853	0,853	0,025	0,8	0,8	0,77	0,8
W	0,19	0,19	0,149	0,149	0,008	0,05	0,05	0,13	0,05
O2	0,02	0,02	0,0036	0,0036	0,04	-	100ppm	0,006	26ppm
N2	0,46	0,46	-	-	0,92	-	2740ppm	0,081	350ppm
H2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA	-	-	-	-	-	0,14	0,14	-	0,14
4-CBA	-	-	-	-	-	2000ppm	1998ppm	-	2059ppm
p-Tol	-	-	-	-	-	600ppm	593ppm	-	610ppm
Co(AC)2	-	-	-	-	-	273ppm	237ppm	-	244ppm
Mn(AC)2	-	-	-	-	-	677ppm	677ppm	-	698ppm
HBr	200ppm	200ppm	-	-	-	-	-	-	-
CO	1500ppm	1500ppm	250ppm	250ppm	3000ppm	-	-	0,000325	-
CO2	4000ppm	4000ppm	61ppm	61ppm	12000ppm	-	-	0,0023	-
IBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Corriente	S-304	S-305	S-306	S-307	S-308	S-309	S-310	S-311	S-312
Temperatura (°C)	162	162	112	112	105	105	105	70	113
Presión (bar)	4	4	1	1	1	1	1	1	9
Fracción de vapor	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Caudal Molar (kmol/h)	369,8	603,83	369,7	603,9	687,2	601,5	518,24	369,7	40,92
Caudal Másico (kg/h)	18210	39300	18260,3	39249,7	44249,7	34000,7	29000,7	18260,3	1743,8
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	3298	35,72	11684	38,3	43,1	35,55	30,75	31,88	171,7
Densidad (kg/m ³)	5	1100	1,56	1025	1027	956	943	573	10
Fracción Másica									
PX	0,003	0,001	0,004	0,001	887ppm	0,0014	0,0014	0,004	0,005
HAC	0,9	0,76	0,9	0,76	0,79	0,964	0,964	0,9	0,77
W	0,09	0,03	0,09	0,02	0,02	0,029	0,029	0,09	0,13
O2	80ppm	0,2ppm	trazas	0,1ppm	trazas	trazas	trazas	trazas	0,006
N2	0,001	2,4ppm	0,001	0,8ppm	trazas	trazas	trazas	0,001	0,081
H2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA	-	0,208	-	0,21	0,19	-	-	-	-
4-CBA	-	3002ppm	-	3006ppm	2666ppm	0,0029	0,0029	-	-
p-Tol	-	889ppm	-	892ppm	791,2ppm	853ppm	853ppm	-	-
Co(AC)2	-	356ppm	-	357ppm	316,7ppm	412ppm	412ppm	-	-
Mn(AC)2	-	101,8ppm	-	101,9ppm	90,4ppm	1176ppm	1176ppm	-	-
HBr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO	5ppm	trazas	5ppm	trazas	trazas	trazas	trazas	5ppm	0,000325
CO2	82ppm	trazas	8ppm	trazas	trazas	trazas	trazas	8ppm	0,0023
IBA	-	-	-	-	-	-	-	-	



Corriente	S-313	S-314	S-315	S-316	S-317	S-318	S-319	S-320	S-401
Temperatura (°C)	105	105	105	170	170	11	170	70	70
Presión (bar)	1	1	1	1	1	4	1	1	1
Fracción de vapor	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Caudal Molar (kmol/h)	83,26	85,68	85,68	49,23	49,23	369,8	36,45	924,39	49,23
Caudal Másico (kg/h)	5000	10249	10249	8178,17	8178,17	18210	2070,8	44331,8	8178,17
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	4,8	7,55	7,55	5,4	5,4	3298	2,4	51,2506358	5,4
Densidad (kg/m ³)	1041	1357	1357	1514	1514	5,5	865	865	1514
Fracción Másica									
PX	0,0014	272ppm	272ppm	-	-	0,003	0,001	0,00569143	-
HAC	0,964	0,193	0,193	-	-	0,9	0,96	0,90756924	-
W	0,029	0,006	0,006	-	-	0,09	0,03	0,08523385	-
O2	trazas	trazas	trazas	-	-	80ppm	trazas	trazas	-
N2	trazas	trazas	trazas	-	-	0,001	trazas	trazas	-
H2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA	-	0,797	0,797	0,99	0,99	-	-	-	0,99
4-CBA	0,0029	1950ppm	1950ppm	1956ppm	1956ppm	-	-	trazas	0,001995
p-Tol	853ppm	585ppm	585ppm	600ppm	600ppm	-	-	trazas	0,0006
Co(AC)2	412ppm	-	-	-	-	-	-	trazas	-
Mn(AC)2	1176ppm	-	-	-	-	-	-	trazas	-
HBr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO	trazas	-	-	-	-	5ppm	trazas	trazas	-
CO2	trazas	-	-	-	-	82ppm	trazas	trazas	-
IBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Corriente	S-402	S-403	S-404	S-405	S-406	S-407	S-408	S-409	S-410
Temperatura (°C)	70	70	78	285	65	285	285	170	150
Presión (bar)	1	1	69	69	17,5	70	70	8	5
Fracción de vapor	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Caudal Molar (kmol/h)					0,24	0,5	2319,97	1752,28	900
Caudal Másico (kg/h)	40890	49068,17	49068,17	49068,17	0,484	1	49069,17	38846,21	23505,21
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	41,5126904	46,2870307	47,9844525	61,0742076	0,38110236	0,32894737	77,63	41,95	23,2
Densidad (kg/m ³)	985	1060,08463	1022,58476	803,418857	1,27	3,04	632,0903	926,012157	1013,1556
Fracción Másica									
PX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	1	0,83333045	0,83333045	0,83333045	-	0,000006	0,83331346	0,78952876	0,65222706
O2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	-	-	-	-	1	0,9999	0,0000105	-	-
TA	-	0,16500286	0,16500286	0,16500286	-	-	0,1649995	0,20842158	0,3444508
4-CBA	-	0,00033251	0,00033251	0,00033251	-	-	0,0003325	0,00042	0,00069412
p-Tol	-	0,0001	0,0001	0,0001	-	-	1E-04	5,8356E-05	7,0597E-05
Co(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HBr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Corriente	S-411	S-412	S-413	S-414	S-415	S-416	S-417	S-418	S-419
Temperatura (°C)	104	70	70	70	70	70	170	150	104
Presión (bar)	1	1	1	1	1	1	8	5	1
Fracción de vapor	-	-	-	-	-	-	1	1	1
Caudal Molar (kmol/h)	1326,54	1604,33	197,9	197,9	48,77	48,77	567,77	852	426,12
Caudal Másico (kg/h)	31175,21	36175,21	10852,563	10852,563	8178,17	8178,17	10222,96	15341	7671
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	30,4	35,4658561	8,1231759	8,1231759	5,64011724	5,64011724	2644,32488	16,5669546	3152,89766
Densidad (kg/m ³)	1025,50033	1020,00104	1336	1336	1450	1450	3,866	926	2,433
Fracción Másica									
PX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	0,73776462	0,7740098	0,24642962	0,24642962	-	-	0,99969089	0,9999	0,9999
O2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	-	-	-	-	-	-	5,0475E-05	-	-
TA	0,25970597	0,2238104	0,754	0,754	0,99	0,99	-	-	-
4-CBA	0,00052335	0,00053975	5,275E-06	5,275E-06	0,000007	0,000007	-	-	-
p-Tol	6,2528E-05	6,0062E-05	7,5357E-05	7,5357E-05	0,0001	0,0001	0,00025824	0,0000396	0,0000414
Co(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HBr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Corriente	S-420	S-421	S-422	S-423	S-424	S-425	S-426	S-427	S-428
Temperatura (°C)	70	150	70	65	70	70	70	70	70
Presión (bar)	8	5	1	17,5	1	1	1	1	1
Fracción de vapor	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Caudal Molar (kmol/h)	567,8	852,19	426,123	0,258	567,77	1406,8	148,6	2271,5	277,777778
Caudal Másico (kg/h)	10222,96	15341	7671	0,516	10222,444	25322,647	2674,393	40890,484	5000
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	14,1396404	17,921729	8,09177215	0,40629921	11,3709055	27,1702221	2,68513353	41,4290618	5,06585613
Densidad (kg/m ³)	723	856	948	1,27	899	932	996	987	987
Fracción Másica									
PX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	0,99969089	0,9999	0,9999	3,096E-06	0,99974135	1	1	0,99991658	1
O2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	5,0475E-05	-	-	0,9999	5,0477E-09	-	-	1,2619E-09	-
TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-CBA	-	-	-	-	-	0,00076881	-	0,0003976	0,00064204
p-Tol	0,00025824	0,0000396	0,0000414	-	0,00025826	5,3506E-05	-	0,0001	4,4684E-05
Co(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HBr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Corriente	S-429	S-501	S-502	S-503	S-504	S-505	S-506	S-507	S-508
Temperatura (°C)	70	50	50	50	70	90	45	45	45
Presión (bar)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fracción de vapor	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Caudal Molar (kmol/h)	277,777778	3928,22322	3928,22322	3928,22322	3928,22322	5572,22895	5572,22895	2375,06118	2375,06118
Caudal Másico (kg/h)	5000	100153	100153	100153	100153	312338	312338	254328	254328
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	5,06585613	100,353707	100,353707	100,353707	107,4	162676,042	350	300,7	300,7
Densidad (kg/m ³)	987	998	998	998	932,523277	1,92	892,394286	845,786498	845,786498
Fracción Másica									
PX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HAC	-	0,42	0,42	0,42	0,42	0,0015	0,0015	0,00109	0,00109
W	1	0,58	0,58	0,58	0,58	0,1964	0,1964	0,01535	0,01535
O2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-CBA	0,00064204	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Tol	4,4684E-05	-	-	-	-	-	-	-	-
Co(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HBr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IBA	-	-	-	-	-	0,802	0,802	0,9836	0,9836



Corriente	S-509	S-510	S-511	S-512	S-513	S-514	S-515	S-516	S-601
Temperatura (°C)	45	45	59	45	118	118	98	98	65
Presión (bar)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fracción de vapor	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Caudal Molar (kmol/h)	3198,12912	3198,12912	2,96394122	2,96394122	702,326386	702,326386	3204,5119	3205,58073	375,0805
Caudal Másico (kg/h)	58010	58010	291	291	42522	42522	57720	57720	6757,18
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	60,128	60,128	76,624	0,337	45,1	45,1	62,77	62,77	7,12031612
Densidad (kg/m ³)	964,775146	964,775146	3,79776571	863,501484	942,838137	942,838137	919,547555	919,547555	949
Fracción Másica									
PX	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HAC	0,0032	0,0032	-	-	0,98	0,98	0,00097	0,00097	-
W	0,9904	0,9904	0,0336	0,0336	0,00024	0,00024	0,999	0,999	1
O2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-CBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Tol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HBr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IBA	0,0064	0,0064	0,9663	0,9663	0,01976	0,01976	0,000239	0,00239	-



Corriente	S-602	S-603	S-604	S-605	S-606	S-607	S-608	S-609	S-610
Temperatura (°C)	65	65	65	250	400	157	30	58	25
Presión (bar)	9	9			11	1	1	9	9
Fracción de vapor	-	1	1	1	1	1	1	-	1
Caudal Molar (kmol/h)	375,0805	769,2067	732,6795	732,6795	732,6795	777,0855	777,0855	411,6077	45,21524
Caudal Másico (kg/h)	6757,18	22534,21	20538,84	20538,84	20538,84	21842,84	21842,84	8752,556	1304
Caudal Volumétrico (m ³ /h)	7,12031612	2253,421	2257,01538	3493	3493	4291,32417	19329,9469	9,25217336	123,018868
Densidad (kg/m ³)	949	10	9,1	5,88	5,88	5,09	1,13	946	10,6
Fracción Másica									
PX	-	0,00100004	0,00103524	0,00103524	-	-	-	0,00014537	-
HAC	-	0,0824635	6,9452E-18	6,9452E-18	-	-	-	0,2123095	-
W	1	0,0173807	0,0169317	0,0169317	0,0167468	-	-	0,7770397	-
O2	-	0,0370682	0,0404726	0,0404726	0,0470848	-	-	0,0004617	0,2300613
N2	-	0,8481579	0,9267781	0,9267781	0,9174149	0,773	0,773	0,00886892	0,7699387
H2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-CBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Tol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn(AC)2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HBr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO	-	0,00277044	0,00302649	0,003	0,0187534	0,182	0,182	3,0763E-05	-
CO2	-	0,0111591	0,0117557	0,0118	0,0585	0,0585	0,0585	0,00114399	-
IBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-



2. Estudio Técnico y Evaluación económica



Contenido

Capítulo 1: Listado de equipos	4
1. Sección 100.....	4
2. Sección 200.....	5
3. Sección 300.....	6
4. Sección 400.....	7
5. Sección 500.....	8
6. Sección 600.....	9
7. Sección 700.....	10
Capítulo 2: Hoja de especificaciones	11
1. Sección 100.....	11
Tk-101.....	11
Tk-102.....	13
2. Sección 200.....	15
P-203	15
C-201	16
C-202	17
Q-201.....	18
R-201	20
3. Sección 300.....	22
CR-301	22
CD-301.....	23
D-301.....	25
4. sección 500.....	27
T-501	27
Capítulo 3: Especificación y/o diseño de equipos.....	30
1. Selección de bomba de proceso (P-204).....	30
A. Requerimientos del proceso.....	30
2. Selección de compresor (C-201 C-202).....	36
3. Diseño de reactor	38
4. Sistema de deshidratación de ácido acético	54
5. Precalentado al reactor	67
Capítulo 4: Control e instrumentación	69
1. introducción	69
Estrategia de control	70



Elementos del sistema de control	70
Tipo de señal	71
Capítulo 5: Estudio económico	73
1. Estimación costo de la planta	73
2. Flujo neto	77
3. Rentabilidad	77



Capítulo 1: Listado de equipos

1. SECCIÓN 100

PTA La Plata	LISTADO DE EQUIPOS		Planta: Producción de Ácido Tereftálico Purificado		Fecha:		
	AREA:100				Revisión		
	UTN Facultad Regional La Plata				Hoja:1 de 1		
ITEM	Descripción	Unidades	Características	Materiales	Observaciones	Costo aprox. (u\$s)	Costo total
P-101AB	Bomba centrífuga p-xileno	2	P = 8 hp	AISI 304L	-	13.600	27.200
P-102AB	Bomba centrífuga ácido acético	2	P = 2 hp	AISI 304L	-	7.000	14.000
P-103AB	Bomba centrífuga agua	2	P = 2 hp	AISI 304L	-	7.000	14.000
P-104AB	Bomba centrífuga acetato de manganeso	2	P = 2 hp	AISI 304L	-	7.000	14.000
P-105AB	Bomba centrífuga acetato de cobalto	2	P = 2 hp	AISI 304L	-	7.000	14.000
P-106AB	Bomba centrífuga ácido bromhídrico	2	P = 2 hp	AISI 304L	Corrosivo	7.000	14.000
P-107AB	Bomba centrífuga acetato de isobutileno	2	P = 2 hp	AISI 304L	-	7.000	14.000
P-108AB	Tanque catalizadores	2	P = 2 hp	AISI 304L	-	7.000	14.000
TK-101AB	Tanque de almacenamiento PX	2	Cilíndrico V=3188 m3	AISI 316	-	300.000	600.000
TK-102AB	Tanque de almacenamiento HAC	2	Cilíndrico V= 75 m3	AISI 316	-	166.448	332.896
TK-103AB	Tanque de almacenamiento W	2	Cilíndrico V= 15 m3	AISI 304L	-	20.806	41.612
TK-104	Tanque de almacenamiento Mn(AC)2	1	Cilíndrico V= 2,5 m3	AISI 304L	-	3.467	3.467
TK-105	Tanque de almacenamiento Co(AC)2	1	Cilíndrico V= 2,5 m3	AISI 304L	-	3.467	3.467
TK-106	Tanque de almacenamiento HBr	1	Cilíndrico V= 5 m3	TC	Corrosivo (P=5 bar)	27.741	27.741
TK-107	Tanque de catalizadores	1	Cilíndrico V= 7,5 m3	TC	Corrosivo (P=5 bar)	40.000	40.000
TK-108	Tanque de almacenamiento IBA	1	Cilíndrico V= 2,5 m3	AISI 304L	-	3.467	3.467



2. SECCIÓN 200

PTA La Plata	LISTADO DE EQUIPOS		Planta: Producción de Ácido Tereftálico Purificado		Fecha:		
	AREA:200				Revisión		
	UTN Facultad Regional La Plata				Hoja:1 de 1		
ITEM	Descripción	Unidades	Características	Materiales	Observaciones	Costo aprox. (u\$s)	Costo Total
Q-204	Aerocondensador vapor de reactor	1	Área= 162 m2	TC	Q = 21 MW	57.000	57.000
P-203AB	Bomba centrífuga al reactor	2	P = 5 hp	TC	-	11.400	22.800
P-201AB	Bomba centrífuga catalizadores	2	P = 2 hp	TC	-	7.000	14.00
P-204AB	Bomba centrífuga de reflujo	2	P = 80 hp	TC	-	20.000	40.000
P-202AB	Bomba centrífuga solvente	2	P = 2 hp	TC	-	7.000	7.000
C-201	Compresor de aire primer etapa	1	P = 1670 hp	AISI 304L	D=7 ; W=4 ; H=3	300.000	300.000
C-202	Compresor de aire segunda etapa	1	P = 1670 hp	AISI 304L	D=7 ; W=4 ; H=3	300.000	300.000
Q-201	Intercambiador alimentación al reactor	1	Área= 62 m2	TC	Q = 4,3 MW	35.000	35.000
Q-202	Intercambiador de aire primera etapa	1	Área= 62 m2	AISI 304L	Q= 1,16 MW	35.000	35.000
Q-203	Intercambiador de aire segunda etapa	1	Área= 62 m2	AISI 304L	Q = 0,14 MW	35.000	35.000
Q-205	Intercambiador Tubo-Coraza	1	Área= 87 m2	AISI 304L	Q = 6,1 MW	45.300	45.300
M-202	Mezclador catalizador	1	Cilíndrico V= 5 m3	TC	Corrosivo hp=2	5.000	5.000
M-201	Mezclador de makeup	1	Cilíndrico V= 2,5 m3	AISI 304L	P = 2 hp	5.000	5.000
M-203	Mezclador PX	1	Cilíndrico V= 7,5 m3	TC	Corrosivo hp=2	9.000	9.000
R-201	Reactor de Oxidación	1	D=2,5 m ; H=7,5 m	TC	-	300.000	300.000
F-201	Separador bifásico horizontal	1	V=2,5 m3	TC	-	35.000	35.000



3. SECCIÓN 300

PTA La Plata	LISTADO DE EQUIPOS		Planta: Producción de Ácido Tereftálico Purificado		Fecha:		
	AREA:300				Revisión		
	UTN Facultad Regional La Plata				Hoja:1 de 1		
ITEM	Descripción	Unidades	Características	Materiales	Observaciones	Costo aprox. (u\$s)	Costo total
CC-301	Cristalizador por evaporación 1ª etapa	1	D=6 ; H=5	TC	Q = 0,33 MW	150.000	150.000
CC-302	Cristalizador por evaporación 2ª etapa	1	D=6 ; H=5	AISI 304L	Q= 0,20 MW	75.000	75.000
CC-303	Cristalizador por evaporación 3ª etapa	1	D=6 ; H=5	AISI 304L	Q= 0,10 MW	75.000	75.000
CD-301	Decantador centrifugo	1	P = 120 hp	AISI 304L		300.000	300.000
D-301	Secador rotativo	1	P = 50 hp	AISI 304L	Q= 0,5 MW	100.000	100.000
Q-301	Condensador del cristalizador 1ª etapa	1	A = 62 m2	AISI 304L	Q = 0,2 MW	35.000	30.000
Q-302	Condensador del cristalizador 2ª etapa	1	A = 62 m2	AISI 304L	Q= 0,13 MW	35.000	12.000
Q-303	Condensador del cristalizador 3ª etapa	1	A = 62 m2	AISI 304L	Q= 0,8 MW	35.000	12.000
TK-301	Tanque de acumulación pre centrifuga	1	V = 15 m3	AISI 304L	-	3.000	3.000
TK-302	Tanque de acumulación post centrifuga	1	V = 15 m3	AISI 304L	-	3.000	3.000
TK-303	Tanque acumulador	1	V = 15 m3	AISI 304L	-	10.000	10.000
TK-304	Silo acumulador CTA	1	V = 75 m3	AISI 304L	-	35.000	35.000
TK-305	Silo acumulador CTA	1	V = 75 m4	AISI 304L	-	35.000	35.000
TK-306	Silo acumulador CTA	1	V = 75 m5	AISI 304L	-	35.000	35.000
P-301AB	Bomba centrifuga	2	P = 5 hp	AISI 304L	-	11.400	22.800
P-302AB	Bomba centrifuga	2	P = 5 hp	AISI 304L	-	11.400	22.800



4. SECCIÓN 400

PTA La Plata	LISTADO DE EQUIPOS		Planta: Producción de Ácido Tereftálico Purificado		Fecha:		
	AREA:400				Revisión		
	UTN Facultad Regional La Plata		Hoja:1 de 1				
ITEM	Descripción	Unidades	Características	Materiales	Observaciones	Costo aprox. (u\$s)	Costo total
C-401	Compresor	1	P = 670 hp	AISI 304L	-	200.000	200.000
CC-401	Cristalizador por evaporación 1ª etapa	1	D=6 ; H=5	AISI 304L	Q = 0,1 MW	75.000	75.000
CC-402	Cristalizador por evaporación 2ª etapa	1	D=6 ; H=5	AISI 304L	Q= 0,05 MW	75.000	75.000
CC-403	Cristalizador por evaporación 3ª etapa	1	D=6 ; H=5	AISI 304L	Q= 0,05 MW	75.000	75.000
CD-401	Decantador centrífugo	1	P = 120 hp	AISI 304L	-	300.000	300.000
D-401	Secador rotativo	1	P = 25 hp	AISI 304L	-	100.000	100.000
F-401	Tanque de separación bifásico	1	V=2,3 m3	AISI 304L	-	35.000	35.000
M-401	Mezclador pre reactor	2	P = 2 hp	AISI 304L	-	5.000	10.000
P-401AB	Bomba centrífuga alimentación reactor	2	P = 80 hp	AISI 304L	-	35.000	70.000
P-402AB	Bomba centrífuga	2	P = 5 hp	AISI 304L	-	11.400	22.800
P-403AB	Bomba centrífuga	2	P = 5 hp	AISI 304L	-	11.400	22.800
Q-401	Intercambiador pre-reactor	1	Área= 62 m2	AISI 304L	Q= 10 MW	20.000	20.000
Q-402	Condensador del cristalizador 1ª etapa	1	Área= 62 m2	AISI 304L	Q = 0,1 MW	15.000	15.000
Q-403	Condensador del cristalizador 2ª etapa	1	Área= 62 m2	AISI 304L	Q= 0,05 MW	15.000	15.000
Q-404	Condensador del cristalizador 3ª etapa	1	Área= 62 m2	AISI 304L	Q= 0,05 MW	15.000	15.000
R-401	Reactor de hidrogenación	1	-	AISI 304L	Q= 1 MW	300.000	300.000
TK-401	Tanque de acumulación pre centrifuga	1	V= 7,5 m3	AISI 304L	-	2.000	2.000
TK-402	Tanque de acumulación post centrifuga	1	V= 7,5 m3	AISI 304L	-	2.000	2.000
TK-403	Tanque de almacenamiento	1	V= 7,5 m3	AISI 304L	-	5.000	5.000
TK-404	Silo de almacenamiento PTA	3	V= 75 m3	AISI 304L	-	10.000	30.000



5. SECCIÓN 500

PTA La Plata	LISTADO DE EQUIPOS		Planta: Producción de Ácido Tereftálico Purificado		Fecha:		
	AREA:500				Revisión		
	UTN Facultad Regional La Plata				Hoja:1 de 1		
ITEM	Descripción	Unidades	Características	Materiales	Observaciones	Costo aprox. (u\$s)	Costo total
M-501	Mezclador pre destiladora	1	P = 2 hp	AISI 304L	P = 2 hp	7.000	14.000
P-501AB	Bomba alimentación destiladora	2	P = 5 hp	AISI 304L		11.400	22.800
P-502AB	Bomba reflujo T-501	2	P = 10 hp	AISI 304L		15.000	30.000
P-503AB	Bomba reflujo T-502	2	P = 5 hp	AISI 304L		11.400	22.800
P-504AB	Bomba fondo T-501	2	P = 5 hp	AISI 304L		11.400	22.800
P-505AB	Bomba fondo T-502	2	P = 5 hp	AISI 304L		11.400	22.800
Q-501	Pre calentador a T-501	1	Área= 87 m ²	AISI 304L	Q = 25 MW	20.000	20.000
Q-502	Condensador T-501	4	Área= 87 m ²	AISI 304L	Q = 71 MW	60.000	240.000
Q-503	Condensador T-502	1	Área= 20 m ²	AISI 304L	Q = 2 MW	15.000	15.000
Q-504	Reboiler T-501	1	Área= 87 m ²	AISI 304L	Q = 69 MW	200.000	200.000
Q-505	Reboiler T-504	1	Área= 20 m ²	AISI 304L	Q = 1,5 MW	12.000	12.000
T-501	Destiladora de ácido acético	1	H = 45 m y D = 6,37 m	AISI 304L		1.500.000	1.500.000
T-502	Destiladora de Agua	1	H = 7m y D = 2m	AISI 304L		300.000	300.000
TD-101	Decantador fase orgánica y acuosa	1		AISI 304L	V= 30 M3	50.000	50.000



6. SECCIÓN 600

PTA La Plata	LISTADO DE EQUIPOS		Planta: Producción de Ácido Tereftálico Purificado		Fecha:		
	AREA:600				Revision		
	UTN Facultad Regional La Plata				Hoja:1 de 1		
ITEM	Descripción	Unidades	Características	Materiales	Observaciones	Costo aprox. (u\$s)	Costo total
EX-601	Turbina	1	2 MW	AISI 304L		170.000	170.000
P-601	Bomba de alimentación de agua de lavado	2	P = 5 hp	AISI 304L		11.400	22.800
Q-601	Intercambiador de calor	1	Área= 87 m ²	AISI 304L		10.000	10.000
Q-602	Intercambiador de calor	1	Área= 87 m ²	AISI 304L		10.000	10.000
R-602	Reactor de pirólisis de lecho fijo	1	-	AISI 304L		50.000	50.000
T-601	Lavado de gases	1	H = 7m y D = 2m	AISI 304L		60.000	60.000



7. SECCIÓN 700

PTA La Plata	LISTADO DE EQUIPOS		Planta: Producción de Ácido Tereftálico Purificado		Fecha:		
	AREA:700				Revision		
	UTN Facultad Regional La Plata				Hoja:1 de 1		
ITEM	Descripción	Unidades	Características	Materiales	Observaciones	Costo aprox. (u\$s)	Costo total
DPRC	Proceso de recuperación de catalizador	1		AISI 304L	-	150.000	150.000
P-701	Bomba centrífuga al stripping reboiler	2	P = 5 hp	AISI 304L	-	11.400	22.800
P-702	Bomba de catalizador recuperado	2	P = 5 hp	AISI 304L	-	11.400	22.800
Q-701	Reboiler	1	Área= 87 m ²	AISI 304L	-	10.000	10.000
T-701	Stripping Reboiler	1	H = 7m y D = 2m	AISI 304L	-	100.000	100.000
Tk-701	Tanque de catalizador recuperado	1	V= 7,5 m ³	AISI 304L	-	2.000	2.000



Capítulo 2: Hoja de especificaciones

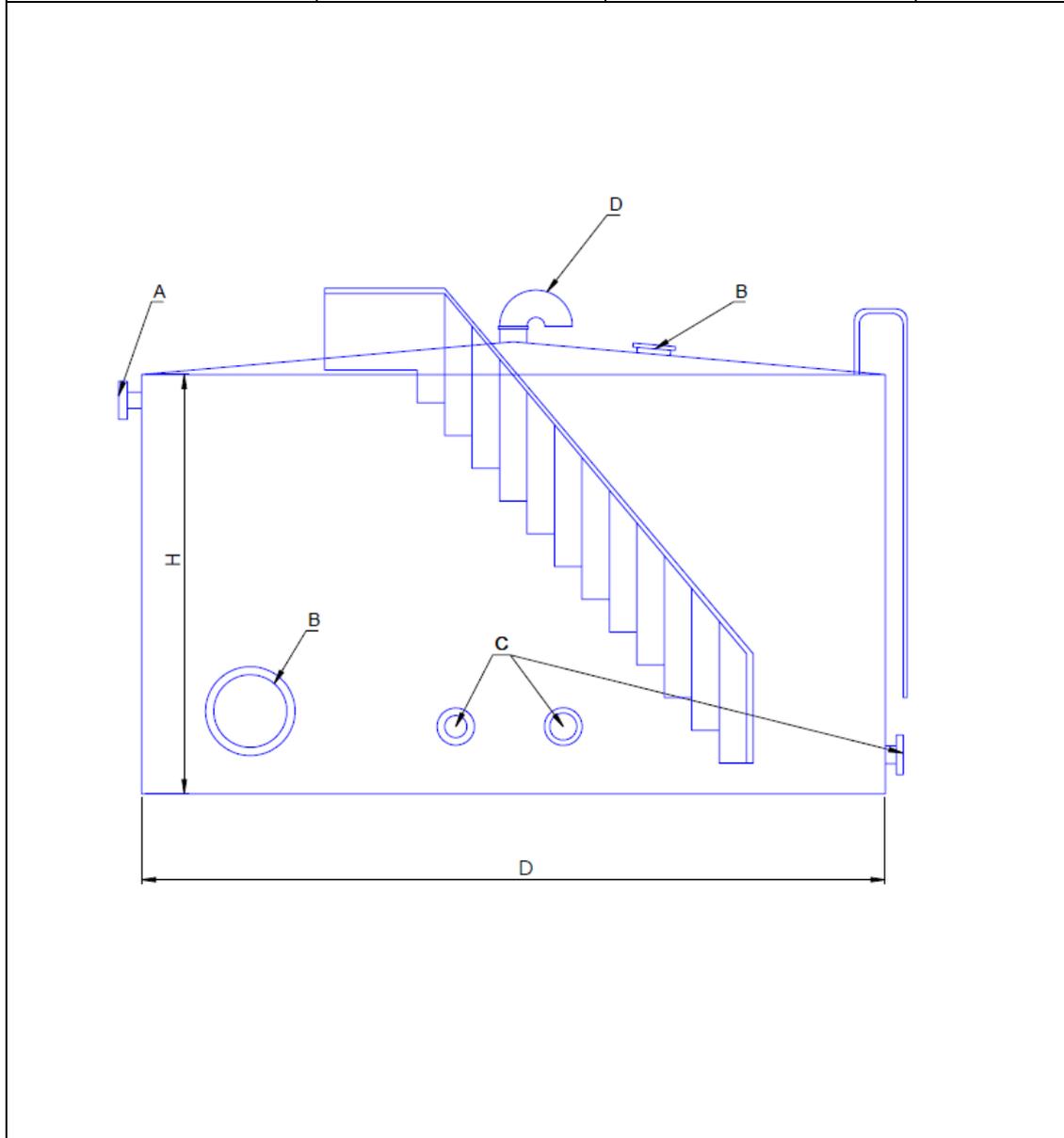
1. SECCIÓN 100

Tk-101

	Tanque de almacenamiento		ITEM N°: Tk-101	AREA: 100
			PROYECTO n°: 1	
	planta: Tereftálico LP		DISEÑO: PTA team	Fecha: 13/01/2016
Localizacion: La Plata		Hoja: 1 de: 2		
Datos generales				
Denominación : Tanque de almacenamiento de paraxileno				
Posición	vertical		Densidad	861
Diámetro	15,24 m		Peso vacío	
Altura	14,33 m		Peso con agua	
Capacidad	2650 m3		Peso en operación	
DATOS DE DISEÑO				
RECIPIENTE				
Producto			paraxileno	
Material de construcción			Acero inoxidable AISI 316	
Temperatura de trabajo °C			25	
Temperatura de diseño °C			40	
Presión absoluta de trabajo bar			1	
Presión diseño bar			2	
Tapa			semiesférica	
Fondo			Acero inoxidable AISI 316	
Acabado interior			Acero inoxidable AISI 316	
Acabado Exterior			6,35 mm	
Espesor cilindro			6,35 mm	
Espesor cabeza esférico			6,35 mm	
Tipo de aislante			Lana mineral de roca	
Espesor de aislante			50 mm	
Relación de conexiones			Detalle de diseño	
Referencia	DN	Denominación	Norma de diseño	ASME
A	8 in	Entrada de llenado	Tratamiento térmico	NO
B	48 in	ManHole	Radigrafiado	Parcial
C	4 in	Salida	Eficiencia de soldadura	0,85
D	8 in	Compuerta superior	Revisiones	
E	4 in	Entrada de llenado		



	Tanque de almacenamiento	ITEM N°: Tk-101	AREA: 100
		PROYECTO n°: 1	
	planta: Tereftálico LP	DISEÑO: PTA team	Fecha: 13/01/2016
	Localizacion: La Plata	Hoja: 2 de 2	



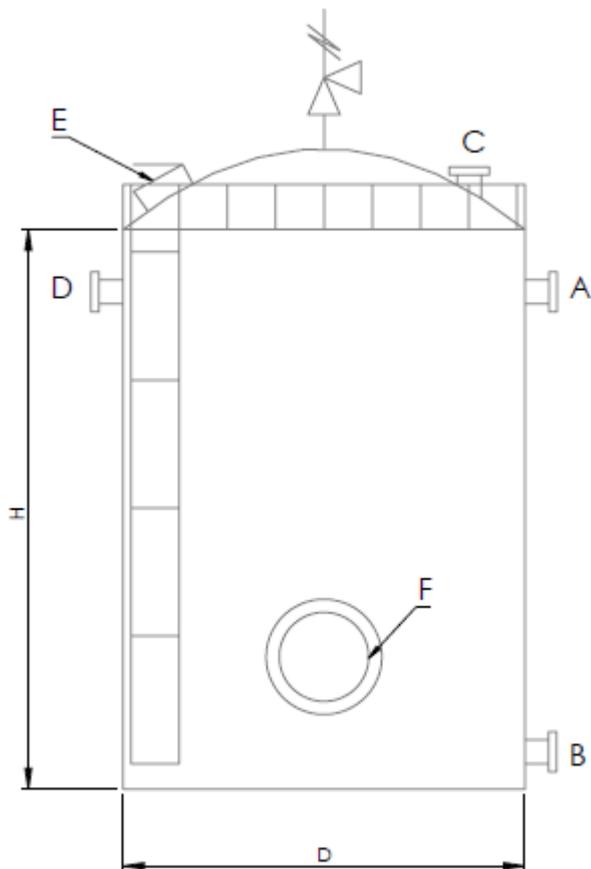


Tk-102

	Tanque de almacenamiento		ITEM Nº: Tk-102		AREA: 100
			PROYECTO nº: 1		
	planta: Tereftálico LP		DISEÑO: PTA team		Fecha:
Localización: La Plata		Hoja: 1 de: 2		13/01/2016	
Datos generales					
Denominación : Tanque de almacenamiento de ácido acético					
Posición	vertical		Densidad kg/m3	1073	
Diámetro	3,05 m		Peso vacío kg	6.415	
Altura	10,36 m		Peso con agua kg	81.190	
Capacidad	75 m3		Peso en operación kg	86.890	
DATOS DE DISEÑO					
RECIPIENTE					
Producto			Solución de ácido acético		
Material de construcción			Acero inoxidable AISI 316		
Temperatura de trabajo °C			25		
Temperatura de diseño °C			40		
Presión absoluta de trabajo bar			1		
Presión diseño bar			2		
Tapa			semiesférica		
Fondo			Acero inoxidable AISI 316		
Acabado interior			Acero inoxidable AISI 316		
Acabado Exterior			6,35 mm		
Espesor cilindro			6,35 mm		
Espesor cabeza esférico			6,35 mm		
Tipo de aislante			Lana mineral de roca		
Espesor de aislante			50 mm		
Relación de conexiones			Detalle de diseño		
Referencia	DN	Denominación	Norma de diseño	ASME	
A	2 in	Entrada lateral superior	Tratamiento térmico	NO	
B	2 in	Salida lateral inferior	Radigrafiado	Parcial	
C	2 in	Entrada axial superior	Eficiencia de soldadura	0,85	
D	8 in	compuerta superior	Revisiones		
E	4 in	Entrada de llenado			
F	48 in	Compuerta inferior			



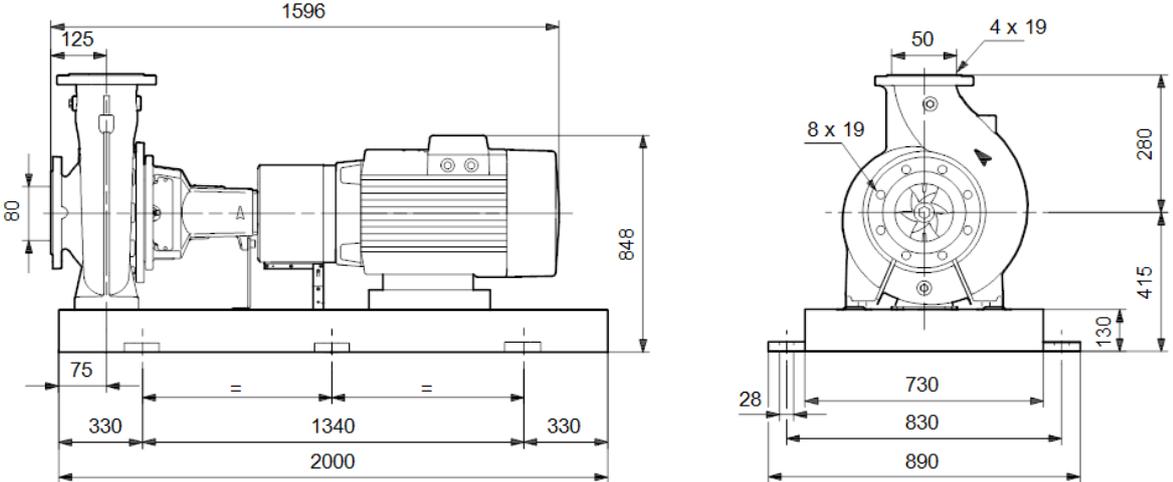
	Tanque de almacenamiento	ITEM N°: Tk-102	AREA: 100
		PROYECTO n°: 1	
	planta: Tereftálico LP	DISEÑO: PTA team	Fecha: 13/01/2016
	Localización: La Plata	Hoja: 2 de: 2	





2. SECCIÓN 200

P-203

	BOMBA CENTRÍFUGA	ITEM N°: P-203 A/B	
	planta: Tereftálico LP	PROYECTO n°: 1	
	Localización: La Plata	DISEÑO: ATAR S.A.	
		Hoja: 1 de: 1	AREA: 200
Fecha: 13/01/2016			
Denominación:			
CONDICIONES DE OPERACIÓN			
Fluido		P-XILENO	
Caudal (m3/h)		65,1	
Temperatura de operación (°C)		25	
Temperatura de diseño (°C)		25	
Densidad (kg/m³)		861	
Presión Aspiración (bar)		5	
Altura de Impulsión (m)		164	
Eficiencia (n%)		49,3	
Diámetro impulsor (mm)		344 mm	
NPSHr (m)		5	
DATOS DE DISEÑO			
Marca	Grunfos	Velocidad de giro (rpm)	2900
Modelo	NKG	Potencia nominal (hp)	80
Material de construcción	SS 304	Temperatura máx. (°C)	120
Norma	ANSI/ASME B73,1	Caudal máximo (m3/h)	90
IMAGEN			
			
			



C-201

	COMPRESOR CENTRIFUGO	ITEM Nº: C-201	AREA: 200
		PROYECTO nº: 1	
	planta: Tereftálico LP	DISEÑO: PTA team	Fecha: 13/01/2016
	Localización: La Plata	Hoja: 1 de: 1	

Denominación:

CONDICIONES DE OPERACIÓN

Fluido	AIRE
Caudal (m3/h)	21,099
Temperatura de operación (°C)	200
Temperatura de diseño (°C)	250
Densidad (kg/m3)	1,18
Presión Aspiración (bar)	1
Relación de compresión (r)	4
Número de impulsores	6

DATOS DE DISEÑO

Marca	Cameron	Potencia nominal (hp)	2500
Modelo	Turbo Air 11,000	L (m)	7,3
Material de construcción	SS 304	W (m)	3,12
Norma	ISO 5389	H (m)	3,5
dB	85	Peso (kg)	30000

IMAGEN



TURBO-AIR 11,000



C-202

	COMPRESOR CENTRIFUGO	ITEM Nº: C-201	AREA: 200
		PROYECTO nº: 1	
	planta: Tereftálico LP	DISEÑO: PTA team	Fecha: 13/01/2016
	Localización: La Plata	Hoja: 1 de: 1	

Denominación:

CONDICIONES DE OPERACIÓN

Fluido	AIRE
Caudal (m3/h)	21,099
Temperatura de operación (°C)	200
Temperatura de diseño (°C)	250
Densidad (kg/m3)	1,18
Presión Aspiración (bar)	3,5
Relación de compresión (r)	5
Número de impulsores	8

DATOS DE DISEÑO

Marca	Cameron	Potencia nominal (hp)	2800
Modelo	Turbo Air 11,000	L (m)	7,3
Material de construcción	SS 304	W (m)	3,12
Norma	ISO 5389	H (m)	3,5
dB	85	Peso (kg)	30000

IMAGEN



TURBO-AIR 11,000

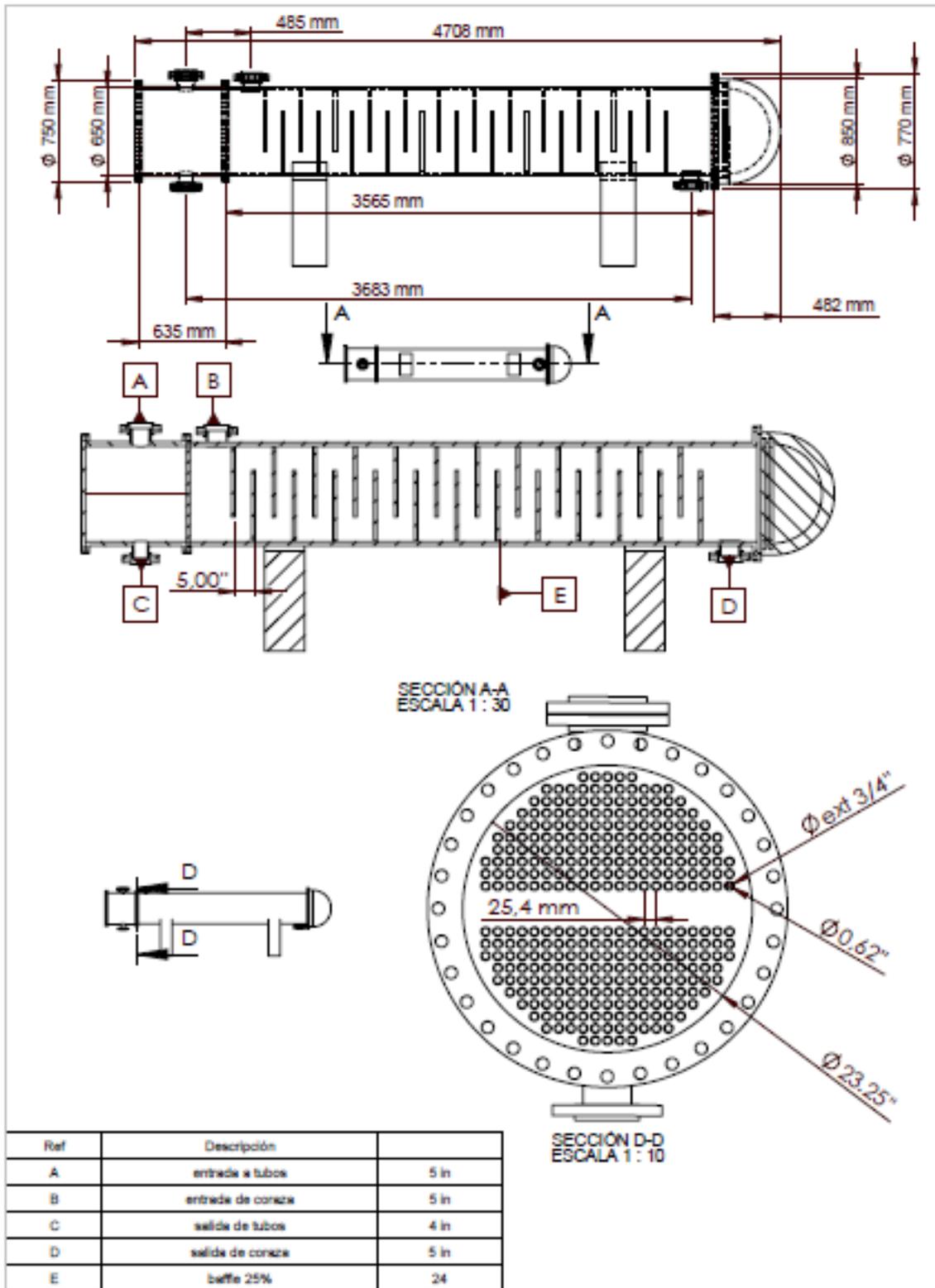


Q-201

		CRISTALIZADOR		ITEM N°: Q-201		AREA: 300	
				PROYECTO n°: 1			
		planta: Tereftálico LP		DISEÑO: PTA team		Fecha: 13/01/2016	
		Localización: La Plata		Hoja: 1 de: 2			
Largo	4706 mm	Posición	Horizontal	Tipo	AES		
Diámetro	65 cm	Área	61,7 m ²				
Asignación del fluido			Coraza		Tubo		
Nombre del fluido			Solución acética		Vapor MP condensante		
Cantidad de fluido			54590 kg/h		9070 kg/h		
vapor			0	0	9070 kg/h	0	
líquido			54590 kg/h	54590 kg/h	0	9070 kg/h	
no condensables			0	0	0		
Temperatura (entrada/ salida)			25 °C	200°C	212°C	212°C	
Punto burbuja/rocío			0	0	212°C	212°C	
Densidad kg/m ³			1039	809,7	8,925	840	
Viscosidad cP			1,2	0,3	0,01	0,126	
Capacidad específica kJ/kg k			1,59	2,05	4,57	3,45	
Conductividad térmica W/m k			0,19	0,129	0,0343	0,6553	
Calor latente			0	0	1885	1885	
Velocidad m/s			1		6		
Caída de presión kPA			54		1		
Ensuciamiento m ² k / W			0,0006		0,0006		
Calor intercambiado MMkJ/h / MMBTU/H				17	16		
MLDT °C/°F			63,7	115,2			
Detalles constructivos							
			Coraza		Tubo		
Presión diseño			20 bar		20 bar		
Temperatura de diseño			200 °C		250 °C		
Numero de pasos			1		2		
Conexiones		entrada	5 in		5 in		
		salida	5 in		4 in		
Numero de tubos	324		Diámetro de tubo		19,05 mm	0,75 in	
Largo de tubo	3,66 m		12 ft	N° baffle	25		
Tipo de baffle		Segment	Corte de baffle	25%			
Espaciado	127 mm	5 in	Arreglo y paso de tubo	cuadrado - 1 in			
Diámetro de coraza	590,55 mm			23,25 in			
Peso	400 kg	peso con agua		570 kg			



CRISTALIZADOR	ITEM N°: Q-201	AREA: 300
	PROYECTO n°: 1	
planta: Tereftálico LP	DISEÑO: PTA team	Fecha: 13/01/2016
Localización: La Plata	Hoja: 2 de 2	



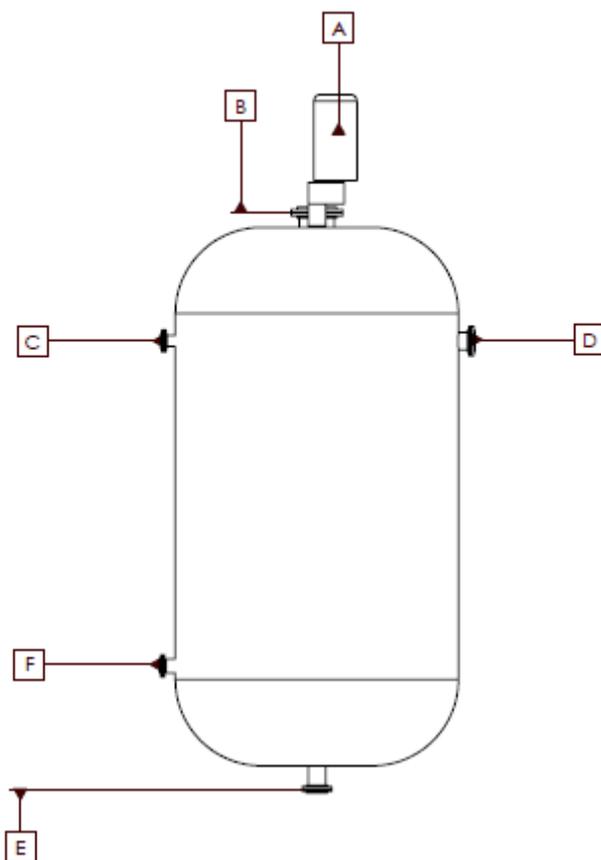


R-201

	Tanque de almacenamiento		ITEM Nº: R-201		AREA: 200
			PROYECTO nº: 1		
	planta: Tereftálico LP		DISEÑO: PTA team		Fecha:
Localización: La Plata		Hoja: 1 de: 2		13/01/2016	
Datos generales					
Denominación : Reactor de oxidación					
Posición	vertical		Densidad kg/m3	830	
Diámetro	3292 mm		Peso vacío kg	10.000	
Altura	6250 mm		Peso con agua kg	44.930	
Capacidad	35 m3		Peso en operación kg	39.050	
DATOS DE DISEÑO					
RECIPIENTE					
Producto			Ácido tereftálico crudo		
Material de construcción			Acero inoxidable AISI 316		
Temperatura de trabajo °C			200		
Temperatura de diseño °C			230		
Presión absoluta de trabajo bar			20		
Presión diseño bar			25		
Tapa			semiesférica		
Fondo			semiesférica		
Acabado interior			Titanio G5		
Acabado Exterior			Acero inoxidable AISI 316		
Espesor cilindro			50 mm		
Espesor cabeza esférico			50 mm		
Tipo de aislante			Lana mineral de roca		
Espesor de aislante			50 mm		
Relación de conexiones			Detalle de diseño		
Referencia	DN	Denominación	Norma de diseño	ASME	
A		Agitador 20 hp	Tratamiento térmico	NO	
B	18 in	Salida superior gas-vapor	Radiografiado	Parcial	
C	5 in	Entrada de alimentación	Eficiencia de soldadura	0,85	
D	8 in	Entrada de reflujo	Revisiones		
E	4 in	Salida inferior producto			
F	6 in	Entrada de aire			



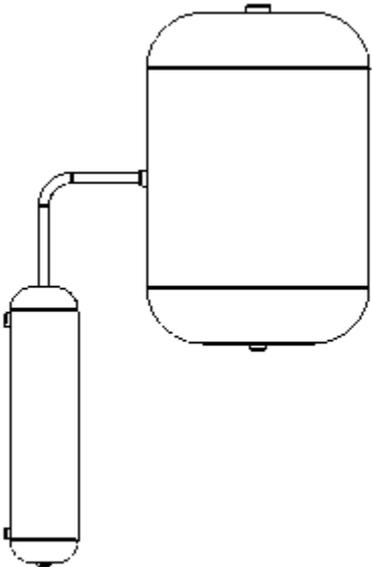
	Tanque de almacenamiento	ITEM Nº: R-201	AREA: 200
		PROYECTO nº: 1	
	planta: Tereftálico LP	DISEÑO: PTA team	Fecha: 13/01/2016
	Localización: La Plata	Hoja: 2 de: 2	





3. SECCIÓN 300

CR-301

	CRISTALIZADOR	ITEM N°: CR-301	AREA: 300
		PROYECTO n°: 1	
	planta: Tereftálico LP	DISEÑO: PTA team	Fecha: 13/01/2016
	Localización: La Plata	Hoja: 1 de: 1	
Denominación:			
CONDICIONES DE OPERACIÓN			
Fluido	Suspensión		
Caudal (m3/h)	62,71		
Temperatura de operación	187		
Temperatura de diseño	250		
Densidad	881		
Presión de operación	9		
Tiempo de retención	1		
Evaporación (kg/h)	1743,8		
DATOS DE DISEÑO			
Tipo	Evaporativo	Diámetro recipiente	400 cm
Intercambiador	Tubo-coraza	Altura recipiente	600 cm
Diámetro intercambiador	120 cm	Calor disipado (kW)	330
Altura intercambiador	420 cm	Material	TC
DT	13 °C	Peso (kg)	60.000
IMAGEN			
			



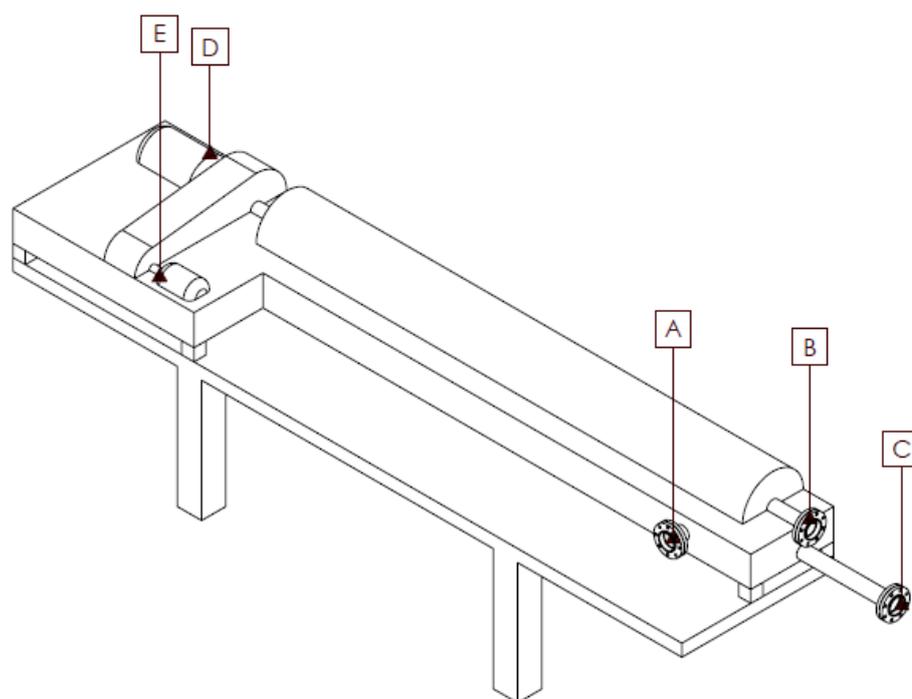
--

CD-301

	Tanque de almacenamiento		ITEM N°: CD-301		AREA: 200
			PROYECTO n°: 1		
	planta: Tereftálico LP		DISEÑO: PTA team		Fecha: 13/01/2016
Localización: La Plata		Hoja: 1 de: 2			
Datos generales					
Denominación : Decantador centrifugo					
Posición	Horizontal		Densidad kg/m3	1357	
Largo	5500 mm		Peso vacío kg	5.000	
Ancho	1250 mm		Peso con agua kg	7.000	
Altura	2000 mm		Peso en operación kg	8.530	
DATOS DE DISEÑO					
RECIPIENTE					
Producto			Ácido tereftálico crudo		
Material de construcción			Acero inoxidable AISI 316		
Temperatura de trabajo °C			105		
Temperatura de diseño °C			120		
Presión absoluta de trabajo bar			1		
Presión diseño bar			4		
Caudal m3/h			43,1 m3/h		
Humedad solución madre			30%		
Líquido de rechazo m3/h			35,5 m3/h		
Sólido separado kg/h			9000		
Detalle de diseño					
Referencia	DN	Denominación	Norma de diseño	ASME	
A	4 in	Salida Líquido de rechazo	Tratamiento térmico	NO	
B	5 in	Entrada licor madre	Radiografiado	Parcial	
C	5 in	Salida torta	Eficiencia de soldadura	0,85	
D		Motor principal 100 hp	Revisiones		
E		Motor secundario 20 hp			



	Tanque de almacenamiento	ITEM N°: CD-301	AREA: 300
		PROYECTO n°: 1	
	planta: Tereftálico LP	DISEÑO: PTA team	Fecha: 13/01/2016
	Localización: La Plata	Hoja: 2 de 2	



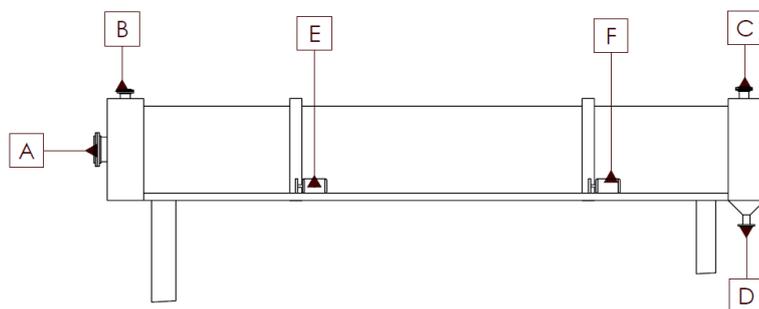


D-301

	Tanque de almacenamiento		ITEM Nº: D-301		AREA: 300
			PROYECTO nº: 1		
	planta: Tereftálico LP		DISEÑO: PTA team		Fecha:
Localización: La Plata		Hoja: 1 de 2		13/01/2016	
Datos generales					
Denominación : Secador rotativo					
Posición	Horizontal		Densidad kg/m3	1357	
Largo	13500 mm		Peso vacío kg	10.000	
Diámetro	1800 mm		Peso con agua kg	-	
Altura	4200 mm		Peso en operación kg	15.000	
DATOS DE DISEÑO					
RECIPIENTE					
Producto			Ácido tereftálico crudo		
Material de construcción			Acero inoxidable AISI 316		
Temperatura de trabajo °C			500		
Temperatura de diseño °C			550		
Presión absoluta de trabajo bar			1		
Presión diseño bar			2		
Caudal kg/h			10250		
Humedad gas de entrada			>1 %		
Humedad gas de salida			<60%		
Sólido seco kg/h			8178		
Detalle de diseño					
Referencia	DN	Denominación	Norma de diseño		ASME
A	16 in	Entrada aire caliente seco	Tratamiento térmico		NO
B	5 in	Entrada alimentación	Radiografiado		Parcial
C	5 in	Salida aire caliente	Eficiencia de soldadura		0,85
D	5 in	Salida sólido seco	Revisiones		
E	-	Motor secundario 25 hp			
F	-	Motor secundario 525hp			



	Tanque de almacenamiento	ITEM Nº: D-301	AREA: 300
		PROYECTO nº: 1	
	planta: Tereftálico LP	DISEÑO: PTA team	Fecha:
	Localización: La Plata	Hoja: 2 de: 2	13/01/2016





4. SECCIÓN 500

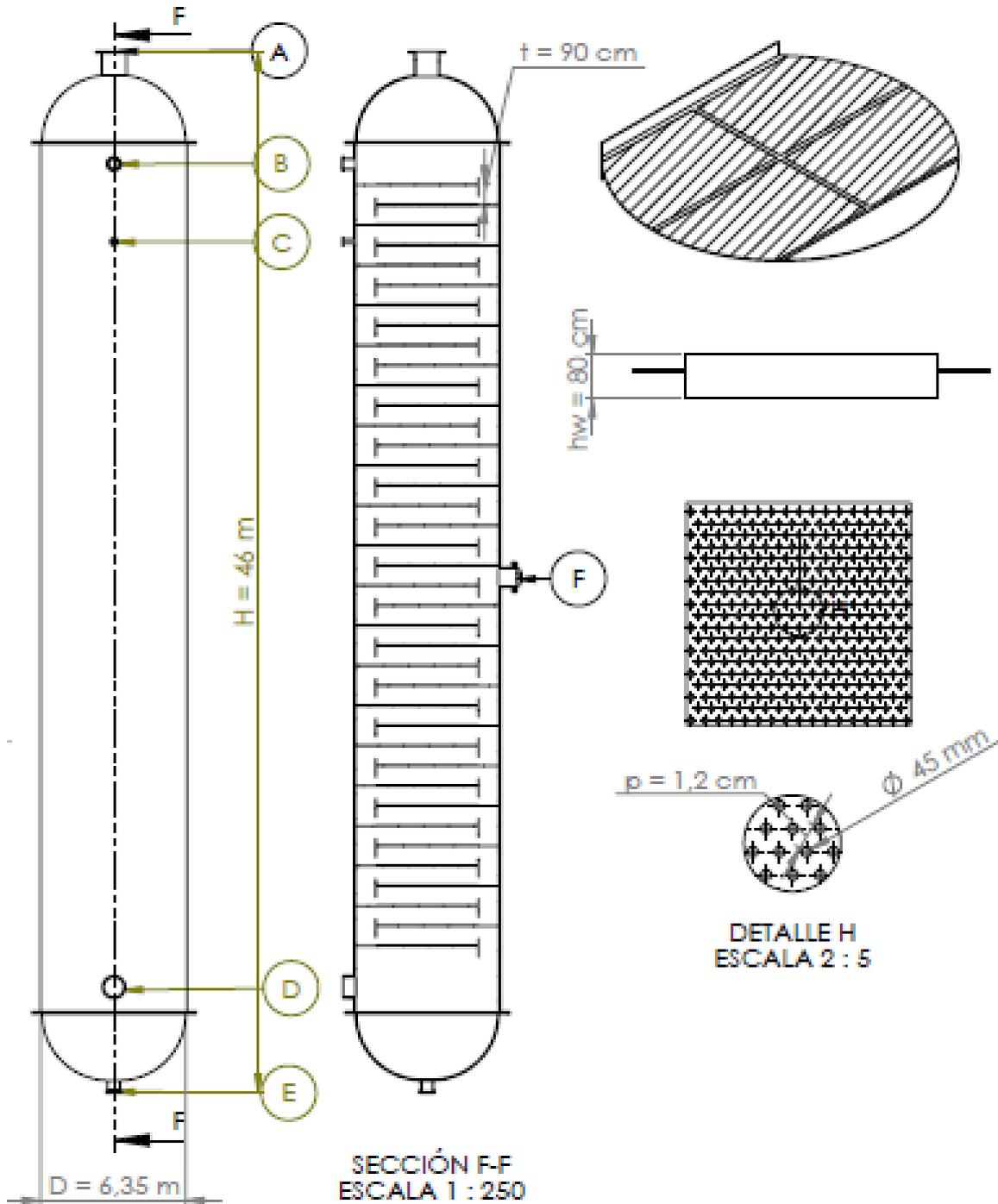
T-501

		Columna de destilación		T-501		AREA: 500	
				PROYECTO nº: 1			
		planta: Tereftálico LP		DISEÑO: PTA team		Fecha: 13/01/2016	
		Localización: La Plata		Hoja: 1 de 2			
Datos generales							
Denominación: Columna de destilación							
Fluido: Ácido acético, Agua, p-xileno y acetato de isobutileno							
Posición	Vertical			Volumen total (m3)		1330	
Forma del cuerpo	Cilíndrico			Densidad de relleno		-	
Tipo de plato	Sieve			Peso del equipo vacío (kg)		5.801	
Diámetro (m)	6,35			Peso equipo con agua (kg)		1.333.141	
Altura total (m)	46			Peso en operación (kg)		1.108.724	
DATOS DE OPERACIÓN							
Material de construcción				Acero inoxidable AISI 316			
Temperatura máxima posible(°C)				170			
Temperatura de trabajo (°C)				125			
Temperatura de diseño (°C)				130			
Presión de trabajo (bar)				1,4			
Presión de diseño (bar)				2			
Caída de presión total (bar)				0,4			
DATOS TÉCNICOS							
Número de etapas				40			
HETP(m)				0,86			
Tipo de relleno				-			
Volumen de relleno				-			
Cabezal superior				Semiesférico			
Cabezal inferior				Semiesférico			
Eliminador de gotas				-			
Distribuidor de líquido				-			
Distribuidor de gas				-			
Espesor de aislante (mm)				50			
Tipo de aislante				Manta de lona de roca			
Densidad de aislante (kg/m3)				100			
RELACIONES DE CONEXIONES				DETALLE DE DISEÑO			
Referencia	DN (in)	Detalle		Norma de diseño		ASME	
A	40	Salida de vapor		Radiografiado		Parcial	
B	18	Entrada de reflujo		Espesor cilindro(mm)		7	
C	6	Entrada alimentación		Espesor cabezal superior (mm)		5	
D	34	Entrada vapor rebolier		Espesor cabezal inferior (mm)		4	
E	8	Salida líquido fondo		Espeso corrosión (mm)		2	
F	36	ManHole					





	Tanque de almacenamiento	ITEM N°: D-301	AREA: 300
		PROYECTO n°: 1	
	planta: Tereftálico LP	DISEÑO: PTA team	Fecha: 13/01/2016
	Localización: La Plata	Hoja: 2 de: 2	





Capítulo 3: Especificación y/o diseño de equipos

1. SELECCIÓN DE BOMBA DE PROCESO (P-204)

La clase de información necesaria para la especificación de una bomba centrífuga cubre un amplio espectro de detalles, entre ellos están los referidos al fluido de proceso (propiedades fisicoquímicas y caudal) y datos constructivos del equipo (diámetro del impulsor, eficiencia, diámetro de succión y aspiración).

Para la correcta selección de una bomba centrífuga, que cubra los requerimientos del proceso, debemos tener en cuenta principalmente:

- Altura de la bomba (energía mecánica entrega al fluido).
- Caudal de la bomba.
- NPSH (altura neta positiva de aspiración)
- Eficiencia

A. Requerimientos del proceso

Se bombeará 52,04 m³/h de una solución acética, desde un mezclador que se encuentra a presurizado a 5 bar hasta un reactor que se encuentra a 20 de presión manométrica, en el recorrido atraviesa un intercambiador de calor tubo-coraza, en el cual el fluido aumenta su temperatura hasta 200°, la caída de presión permitida en el intercambiador es de 10 psia (0,75 bar), la solución acética entra al reactor a través de un distribuidor de orificio.

Sección de succión

Para conocer los requerimientos de proceso en esta zona se utilizará la ecuación de conservación de energía mecánica (ecuación de Bernoulli) entre el tanque y la boca de aspiración de la bomba.



$$W = -m \cdot \Delta [E + Q + P] - m \cdot Ev$$

Cómo dentro de los límites estudiados no se incluye la bomba se elimina el término W , y se buscará conocer la presión o altura en la brida de succión de la bomba

$$P_2 = P_1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_2^2 \cdot \frac{L}{h} \cdot f - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_2^2 \cdot ev$$

Solucionando la ecuación algebraica se obtiene la presión en la brida de succión

$$7P_2 = 506625 \text{ Pa} - 357 \text{ Pa} + 30841 \text{ Pa} - 287 \text{ Pa} - 3249 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 533859 \text{ Pa}$$

Si tomamos como referencia la densidad del agua a 25 °C y 1 atm condiciones de ensayo de las bombas de proceso la altura en la succión es de 54,58 m

Sección de impulsión

En este caso se quiere conocer la presión en la brida de impulsión de la bomba.

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_1^2 \cdot \frac{L}{h} \cdot f + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_1^2 \cdot ev$$

$$P_1 = 2026500 \text{ Pa} + 917 \text{ Pa} + 25790 \text{ Pa} + 5048 \text{ Pa} + 11972 \text{ Pa} + 0,75 \cdot 101325$$

$$P_1 = 2141173 \text{ Pa} (218 \text{ m})$$

Sección de bomba

En este caso se estudia de la brida de succión hasta la de impulsión.

$$H = \frac{P_2 - P_1}{g \cdot \rho} = \frac{2141173 - 533859}{9,8 \cdot 998} = 164 \text{ m}$$

Selección de la bomba

Con un caudal de 65 m³/h y una altura de H=164 m se selecciona una bomba centrífuga de la Figura 1. El valor de NPSH disponible es mayor a NPSH requerido, por lo tanto se evita los problemas de cavitación



NKG 80-50-315/344 50 Hz

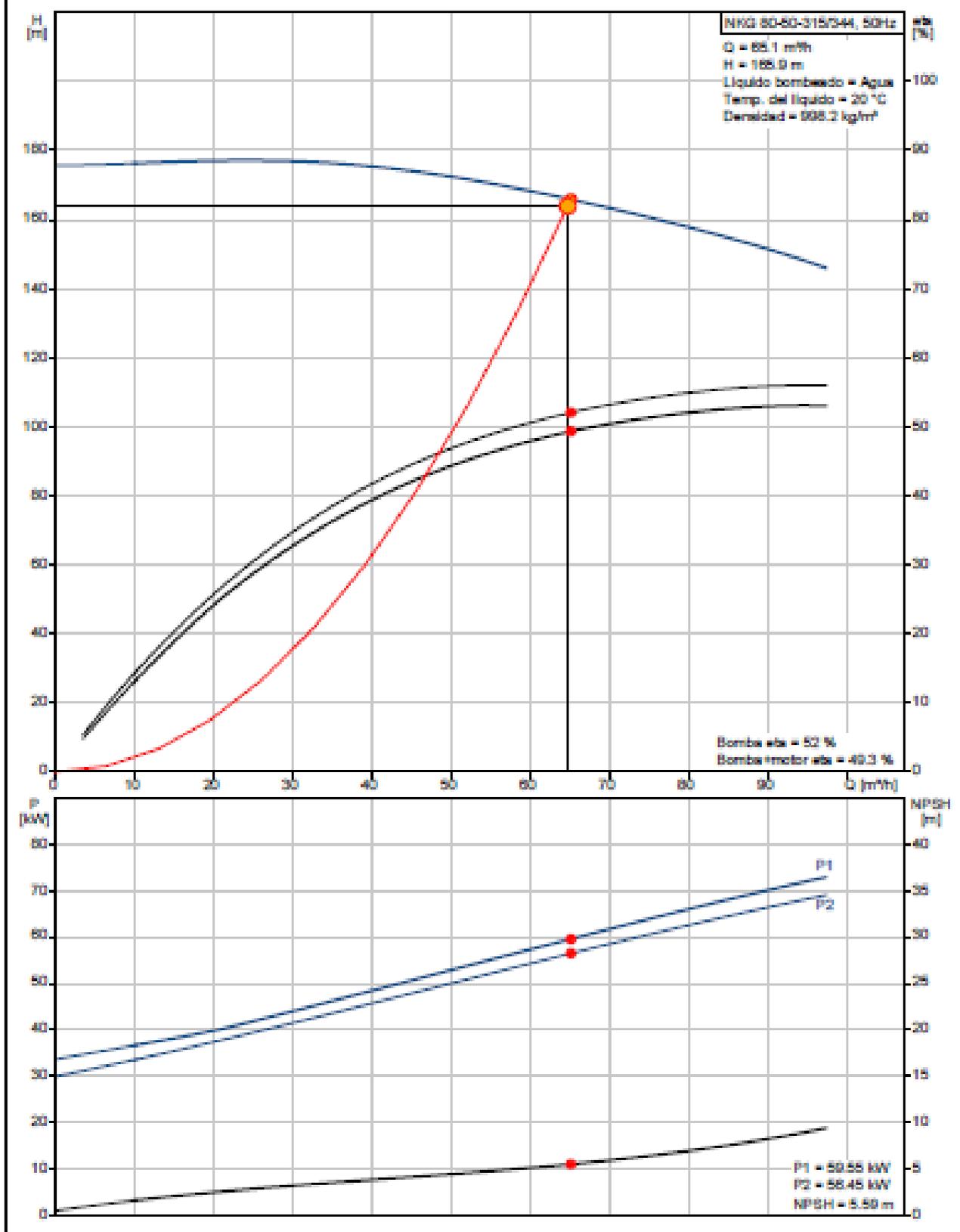


FIGURA 1: CURVA DE LA BOMBA P-204



Datos técnicos

Velocidad para datos de bomba: 2975 rpm

Caudal real calculado: 65.1 m³/h

Altura resultante de la bomba: 165.9 m

Diámetro real del impulsor: 344 mm

Impulsor nominal: 315 mm

Instalación:

Temperatura ambiental máxima: 55 °C

Presión de trabajo máxima: 25 bar

Tipo de brida: EN 1092-2

Aspiración: DN 80

Descarga: DN 50

Presión: PN 25

Tipo de acoplamiento: Separador

Armazón base: EN / ISO

Eficiencia: 49.3%

Potencia: 59,55 kW (79,88 hp)

Plano n°	A-10024	
Fluido	Solución acética	
Temperatura(°C)	25	
Presión(kPa)	506	
Sección	Succión	Impulsión
Densidad (kg/m ³)	1049	860
Viscosidad (kg/m·s)	0,0012	0,000168
Diámetro (in)	6	5
Diámetro interno (m)	0,1494	0,124
Área (m ²)	0,0175	0,0121
Longitud (m)	1,6	11,24



Codo 90	3	4
Válvula compuerta	2	2
Válvula globo	0	1
Válvula retención	0	1
Expasión	0	2
Reducción	1	2
Tee	1	1
Contracción brusca	0	0
Expasión brusca	0	1
otros	0	0
Flujo másico (kg/h)	54587,79	54587,79
Flujo másico (kg/s)	15,16	15,16
Flujo volumétrico (m ³ /h)	52,04	63,47
Flujo volumétrico (Lpm)	867	1058
Flujo volumétrico (Gpm)	228,8387483	279,1300546
velocidad (m/s)	0,824986176	1,460768964
Nº Reynolds	107743,6071	927240,4899
Rugosidad	0,00003	0,00003
Rugosidad relativa	0,000200803	0,000241935
A	0,000218072	8,89924E-05
1/raiz(fc)	14,59232437	16,23558843
fc	0,004696248	0,003793708
fd	0,018784993	0,015174833
ft	0,017	0,018
Codo 90	1,53	2,16
Válvula compuerta	0,272	0,288
Válvula globo	5,78	6,12
Válvula retención	0	0,9
Expansión	0	1
Reducción	0,5	1
Tee	1,02	1,08
Contracción brusca	0	0
Expansión de brusca	0	0,5
otros	0	0
m	3	3,06
Pa	506625	2026500
Pa	356,98	917,55
Pa	30841	25790
Pa	287	5048



Pa	3249	11972
Pa	533.859	2.141.173
m	54,58	218,92
caída de presión Pa/m	333662,14	190495,84
Pa	1607314	
m	164	
ft	538	
Potencia de motor (W)	28339,70	
hp	38,00	
eficiencia	0,493	
watt	57484,2	
hp	95,0	

TABLA 1 : DETALLE DE CÁLCULO



2. SELECCIÓN DE COMPRESOR (C-201 C-202)

Compresor	C-201
Compuesto:	Aire
Peso Molecular (lb/lbmol):	28,90
Flujo másico (lb/h):	54.924,95
Densidad (lb/ft ³):	0,075
Caudal Volumétrico (CFM):	12.248,22
Presión inicial (PSIA):	14,70
Presión final (PSIA):	58,80
Temperatura Inicial (°F):	70,00
Temperatura Final (°F):	426,27
Coefficiente politrópico:	1,40
Z coeficiente compresibilidad	1,00
Eficiencia	0,77
n-1/n	0,371057514
Altura politrópica (ft)	66618,77216
Velocidad de sonido (ft/s)	953,674896
Velocidad punta del impulsor	810,6236616
Coefficiente K (estimado)	0,55
Altura politrópica por impulsor	11223,94088
Numero de impulsores (estimados)	5,935417236
Numero de impulsores reales	6
Velocidad por impulsor	12000
RPM requerido	7791,428376
Potencia absorbida (HP)	2400
Factor de fricción	3%
Potencia total (HP)	2474,221888

Compresor	C-202
Compuesto:	Aire
Peso Molecular (lb/lbmol):	28,90
Flujo másico (lb/h):	54.924,95
Densidad (lb/ft ³):	0,277
Caudal Volumétrico (CFM):	3.300,94
Presión inicial (PSIA):	53,00
Presión final (PSIA):	265,00
Temperatura Inicial (°F):	55,00
Temperatura Final (°F):	475,49
Coefficiente politrópico:	1,40
Z coeficiente compresibilidad	1,00
Eficiencia	0,77



n-1/n	0,371057514
Altura politrópica (ft)	78627,66926
Velocidad de sonido (ft/s)	940,0741049
Velocidad punta del impulsor	799,0629892
Coefficiente K (estimado)	0,55
Altura politrópica por impulsor	10906,08427
Numero de impulsores (estimados)	7,209523358
Numero de impulsores reales	8
Velocidad por impulsor	11000
RPM requerido	7656,51934
Potencia absorbida (HP)	2833
Factor de fricción	3%
Potencia total (HP)	2920,232451



3. DISEÑO DE REACTOR

En el reactor se lleva a cabo la reacción de oxidación de *p*-xileno con oxígeno contenido en el aire, esta ocurre en la fase condensada o líquida del reactor, la cual está compuesto por una mezcla de dos disolventes ácido acético y agua.

Por lo tanto se considera un reactor multifases donde coexisten las fases gaseosa, líquida y sólida, debido a lo mencionado, se debe considerar una interfase que separa los reactivos, una fase gaseosa que contiene el oxígeno y una fase líquida que contiene el *p*-xileno. Bajo estas condiciones debemos considerar los fenómenos de transporte de materia y solubilidad de estos reactivos en las respectivas fases.

Como se mencionó la reacción ocurre en la fase líquida, por tanto se debe pensar en un flujo neto de oxígeno en la fase gaseosa hacia la interfase y el seno del líquido donde se encuentra el *p*-xileno, de igual manera se podría esperar un flujo neto de *p*-xileno, desde el seno de líquido hacia la interfase.

La reacción queda representada por la siguiente ecuación



La energía transferida en forma de calor es de -1.390 kJ/mol

Se ha estudiado que los mayores rendimientos se obtuvieron bajo el siguiente límite de condiciones de reacción que son de 15-30 atm y 150-300 °C.

Se destacan 4 regímenes de reacción en un reactor multifase (Líquido-Gas), según en lugar físico dónde ocurre la reacción. Antes de diferenciar cada régimen se mostrará un modelo simplificado de las fases que coexisten en un reactor (Figura n°1)

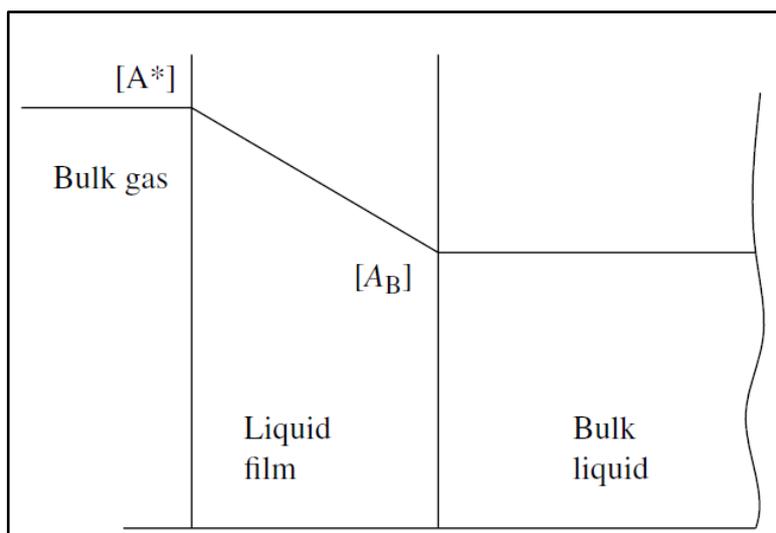


FIGURA Nº2

Si bien en la figura anterior no se representa la película gaseosa, esta también se debe considerar como resistencia. Sin embargo en este caso en particular se puede despreciar frente a la lentitud de la reacción y la resistencia de la película líquida.

Los regímenes de reacción 4 principalmente que se detallan a continuación:

- Régimen A: Reacción extremadamente lenta que ocurre solo en el seno del líquido.
- Régimen B: Reacción controlado por difusión junto a una velocidad de reacción lenta.
- Régimen C: Reacción rápida ocurre en la capa difusional.
- Régimen D: Reacción instantánea.

Para conocer el régimen en el que se realiza la reacción es necesario conocer el valor del módulo de Hatta: *“Este módulo compara la velocidad intrínseca de la reacción química con la velocidad de difusión a través de la película”*.

La ecuación del módulo de Hatta depende principalmente del orden de reacción. Por estudios realizados acerca de esta reacción de oxidación, se supone una reacción de pseudo-primer orden, por lo que se puede suponer una independencia de la concentración de *p*-xileno.



$$\text{Módulo de Hatta} = \frac{\sqrt{V_A \cdot k_1 \cdot D_A}}{K_{AL}}$$

Por lo tanto según el valor del módulo Hatta se determinará el régimen de reacción, presentados en forma general 3 casos.

- A) Reacción Lenta: Hatta < 0,3.
- B) Reacción Intermedio: 0,3 < Hatta < 5.
- C) Reacción Rápido: Hatta > 5.

Para este sistema tenemos los siguientes parámetros:

$$V_A = 3$$

$$k_1 = 0,0333 \frac{1}{\text{min}}$$

$$D_A = 1,3 \cdot 10^{-9} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$K_{AL} = 0,3 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ y } 4 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Ha = 0,049$$

Con el valor de Ha < 0,3 el régimen de la reacción será de una reacción lenta. Por tanto la reacción ocurrirá en el seno del fluido.

El factor de aceleración química (E) es otro parámetro a medir en una reacción multifásica, este mide la transferencia de materia con reacción química y sin reacción. En este caso será cercano a 1.

La definición de factor de aceleración química (E):

$$E = \frac{[N_A]_0}{[N_A]} = \frac{Ha}{\tanh(Ha)} = \frac{0,049}{\tanh(0,049)} = 1,0008$$

Los perfiles de concentración puede ser 2 dependiendo si existe resistencia en la capa difusional del lado del gas clasificándose en H o G (Figura nº 2).

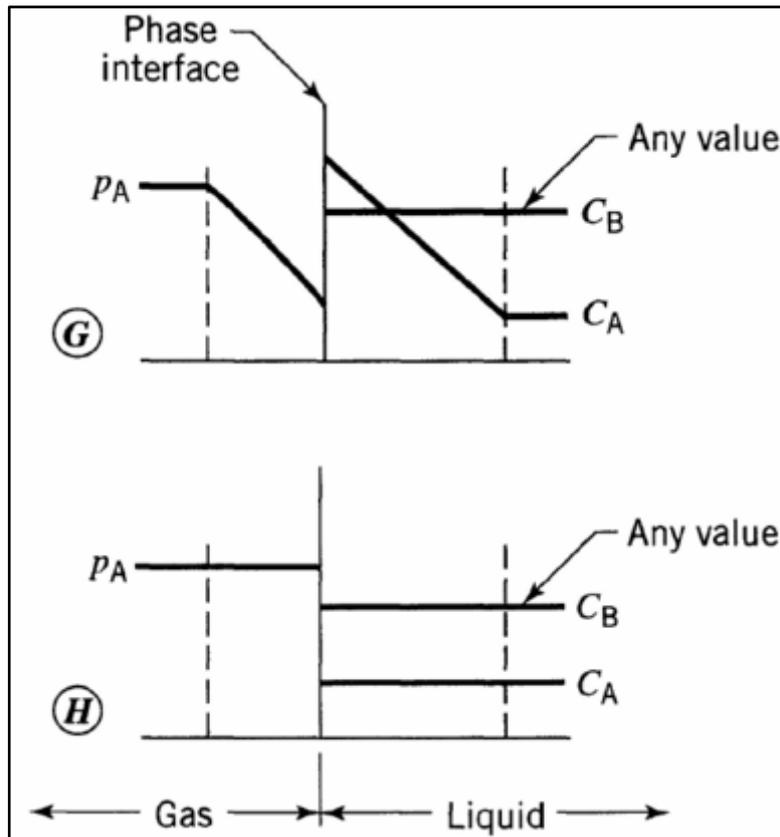


FIGURA Nº 3 – (G): CON RESISTENCIA EN LA PELÍCULA GASEOSA Y DE LÍQUIDO. – (H): SIN RESISTENCIA EN LA PELÍCULA DE LÍQUIDO

En consecuencia los flujos de materia del componente reaccionante A (oxígeno) quedan definidos por las siguientes ecuaciones.

$$[N'_A]_0 \cong [N_A] = K_{AL} \cdot (C_{Ai} - C_{AL})$$

$$J_A = a \cdot [N'_A]_0 \cong a \cdot [N_A] = K_{AL} \cdot a \cdot (C_{Ai} - C_{AL})$$

$$E = 1$$

La reacción solo ocurre en el seno del fluido.

Elección del tipo de reactor

En la elección del tipo del reactor más apropiado para llevar a cabo una reacción gas-líquido han de adecuarse las características de la reacción, especialmente de su cinética, con las características de los posibles reactores a considerar.



Los aspectos más importantes para la selección del tipo de reactor son:

- Área Interfacial: Por unidad de volumen de reactor, a (m^2/m^3).
- Fracción de líquido: retenido en el mismo, ϵ_L (m^3/m^3).

<i>Tipo de Contactor</i>	<u>Área interfacial</u> <i>Volumen de película</i>	a (m^2/m^3)	ϵ_L (m^3/m^3)	<u>Volumen de líquido</u> <i>Volumen de película</i>
Torre de Lluvia	↑ 1200	↓ 10-100, 60	↓ 0.05	↓ 2-10
Torre de Relleno	↑ 1200	↓ 10-350, 100	↓ 0.08	↓ 10-100
Torre de Platos	↑ 1000	↓ 100-200, 150	↓ 0.15	↓ 40-100
Torre de Pared Mojada	↑ 1000	↓ 10-100, 50	↓ 0.05	↓ 10-50
Torre de Burbujeo	↑ 200	↓ 50-600, 200	↓ 0.90	↓ 150-800
Tanque Agitado	↑ 20	↓ 100-2000, 200	↓ 0.98	↓ 4000-10000

Coefficiente de transferencia de materia en reactores Gas-Líquido.

<i>Tipo de Contactor</i>	$k_G \cdot 10^{-4}$ ($mol/m^3 \cdot s \cdot bar$)	$(k_G \cdot a) 10^2$ (s^{-1})	$k_L \cdot 10^4$ (m/s)	$(k_L \cdot a) 10^2$ (s^{-1})
Torre de Lluvia	0,5-2	0,05-2	0,7-1,5	0,07-1,5
Torre de Relleno	0,03-2	0,003-51	0,4-2	0,04-102
Torre de Platos	0,5-6	0,5-12	1-20	1-40
Torre de Pared Mojada	0,5-2	0,5-160	2-5	2-100
Torre de Burbujeo	0,5-2	0,25-12	1-4	0,5-24
Tanque Agitado	-	-	0,3-4	0,3-80

Característica de las reacciones Gas-Líquido.

<i>Caso</i>	<i>Tipo de Reacción</i>	a (m^2/m^3)	ϵ_L	<i>Tipo de reactor</i>
A	Instantánea	↑ alta	↑ bajo	Torre de relleno
B	Instantánea superficial	↑ alta	↑ Baja	Torre de relleno
C	Rápida de 2º orden	↑ alta	↑ Baja	Torre de relleno
D	Rápida de pseudo-1º orden	↑ alta	↑ baja	Torre de relleno
E	Intermedia, 2º orden	↑ alta	↑ alta	Tanque agitado
F	Intermedia, pseudo-1º orden	↑ alta	↑ alta	Tanque agitado
G	Lenta, Pseudo-1º orden	↓ baja	↑ alta	Torre de burbujeo
H	Muy lenta	↓ baja	↑ alta	Torre de burbujeo



Dada las condiciones de reacción y las características de la misma, se selecciona un reactor tipo tanque agitado (CSTR).

Reactor tipo tanque agitado (CSTR)

- En el diseño de un tanque agitado la suposición más importante es que *tanto la fase gaseosa como la fase líquida circulan en mezcla perfecta.*
- Para la esta suposición es razonable porque la principal función del agitador es provocar un rápido movimiento circulatorio en el líquido.
- Si la velocidad de circulación del líquido es lo suficientemente intenso las burbujas de gas son arrastradas con el líquido y recirculadas al fondo del tanque, donde se encuentra el agitador.
- En los agitadores se forman “cavidades” de gas detrás de las palas del agitador. Las burbujas de gas fresco que entra al tanque a través del dispersor y las burbujas recirculadas se juntan en estas cavidades donde son redispersadas hacia los vórtices altamente turbulentos generados en las palas del agitador. Cuando las burbujas de gas asciende por el agitador algunas de ellas se salen del líquido hacia el volumen de gas que queda en la parte superior del tanque, saliendo al mismo posteriormente.
- No obstante, cuanto mayor es el tamaño del tanque, el flujo de gas tiende al modelo de “flujo pistón”, lo que supone uno de los mayores problemas en el diseño y escalamiento del reactor.
- Por último, una suposición adicional es que en un tanque agitado la resistencia de la fase gaseosa es despreciable frente a la resistencia de la fase líquida.



Diseño de tanque agitado (CSTR)

- Para el diseño de un tanque agitado, han de utilizarse las ecuaciones del modelo de mezcla perfecta, dado que se ha supuesto que tanto la fase gas como la fase líquida están en continua agitación y mezcla.
- La suposición de que el gas circula en mezcla perfecta implica que la corriente del gas de salida del tanque de tiene la misma composición que el gas retenido en el interior del mismo.
- Para calcular la conversión del componente A en la corriente gaseosa que sale del reactor, será necesario saber la concentración del dicho componente en la fase líquida.

La ecuación de velocidad de reacción tendrá en cuenta las resistencias de las películas de gas y líquido.

Absorción de A

$$r''_A = k_{Ag} \cdot (P_A - P_{Ai})$$

$$-r''''_A = k_{Ag} \cdot a \cdot (P_A - P_{Ai})$$

Estas dos primeras expresiones explican la transferencia de masa en la fase gaseosa

$$r''_A = k_{Al} \cdot (C_A - C_{Ai})$$

$$-r''''_A = k_{Al} \cdot a \cdot (C_A - C_{Ai})$$

Estas otras ecuaciones representan la transferencia de masa en la fase líquida

Combinando las ecuaciones anteriores con la ley de Henry $P_{Ai} = H_A \cdot C_{Ai}$ para eliminar las condiciones desconocidas en la interfase P_{Ai} y C_{Ai} obteniendo la expresión final para la transferencia de masa.

$$-r''''_A = \left(\frac{1}{\frac{1}{k_{Ag} \cdot a} + \frac{H_A}{k_{Al} \cdot a}} \right) \cdot (P_A - H_A \cdot C_A)$$



Reacción de pseudoprimer orden

En particular, como se mencionó anteriormente, esta reacción de oxidación se puede considerar de pseudo-primer orden con respecto al oxígeno. Esta también es otra expresión de la transferencia de masa en el reactor.

$$-r''''_A = k \cdot f \cdot C_A$$

Relacionando las dos últimas expresiones de la transferencia de materia, obtenemos finalmente la expresión general.

$$-r''''_A = \left(\frac{1}{\frac{1}{k_{Ag} \cdot a} + \frac{H_{O_2}}{k_{Al} \cdot a} + \frac{H_{O_2}}{k \cdot f}} \right) \cdot P_A$$

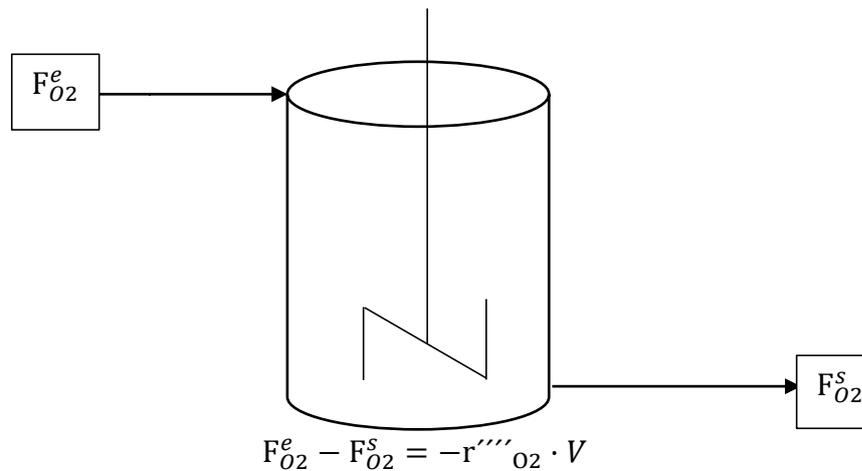
Simplificando esta ecuación según la suposición que es despreciable la resistencia de la capa límite gaseosa.

$$-r''''_{O_2} = \left(\frac{1}{\frac{H_{O_2}}{k_{Al} \cdot a} + \frac{H_{O_2}}{k \cdot f}} \right) \cdot P_{O_2}$$

Balance de materia



Considerando un reactor tipo tanque agitado de mezcla perfecta (CSTR) el balance de materia para el oxígeno es:



Expresando la conversión de la siguiente manera

$$X_{O_2} = \frac{F_{O_2}^e - F_{O_2}^s}{F_{O_2}^e}$$

La expresión siguiente expresa el flujo neto de oxígeno y en consecuencia su balance

$$J_{O_2} = a \cdot [N_{O_2}]_0 = \varepsilon_L \cdot (-r_{O_2}) = a \cdot E \cdot k_{O_2L} (C_{O_2i} - C_{O_2L}) = \varepsilon_L \cdot k_1 \cdot C_{O_2L}$$

Despejando la concentración en el seno del fluido

$$C_{O_2L} = \frac{C_{O_2i}}{\frac{\varepsilon_L \cdot k_1}{a \cdot E \cdot k_{O_2L}} + 1}$$

Flujo molar de aire

Se calcula a partir del flujo volumétrico de aire suministrado.

$$F_{air}^e = \frac{m_{air}^e}{M_{air}}$$

$$F_{air}^e = \frac{24.881 \frac{kg}{h}}{28,9 \frac{kg}{kmol}} = 860,93 \frac{kmol}{h}$$



$$F_{O_2}^e = F_{air}^e \cdot 0,21 = 860,93 \cdot 0,21 = 180,8 \frac{kmol}{h}$$

La fracción molar de oxígeno a la salida del tanque es:

$$y_{O_2}^s = \frac{F_{O_2}^e \cdot (1 - X_{O_2})}{F_{air}^e \cdot 0,79 + F_{O_2}^e \cdot (1 - X_{O_2})} = \frac{180,8 \cdot (1 - X_{O_2})}{679,4 + 180,8 \cdot (1 - X_{O_2})}$$

$$P_{O_2} = P_T \cdot y_{O_2}^s = 20 \cdot \frac{180,8 \cdot (1 - X_{O_2})}{679,4 + 180,8 \cdot (1 - X_{O_2})} = \frac{3.616 \cdot (1 - X_{O_2})}{679,4 + 180,8 \cdot (1 - X_{O_2})}$$

Por la expresión de Henry podemos conocer la relación entre la presión parcial y la concentración parcial en la interfase.

$$C_{O_{2i}} = \frac{P_{O_2}}{H_{O_2}} = \frac{3.616 \cdot (1 - X_{O_2})}{H_{O_2} \cdot [679,4 + 180,8 \cdot (1 - X_{O_2})]}$$

Teniendo en cuenta el balance de materia para el oxígeno

$$C_{O_{2L}} = \frac{C_{O_{2i}}}{\frac{\varepsilon_L \cdot k_1}{a \cdot E \cdot k_{O_{2L}}} + 1} = \frac{3.616 \cdot (1 - X_{O_2})}{H_{O_2} \cdot [679,4 + 180,8 \cdot (1 - X_{O_2})] \cdot \left[\frac{\varepsilon_L \cdot k_1}{a \cdot E \cdot k_{O_{2L}}} + 1 \right]}$$

Balance de materia

Para un reactor del tipo tanque agitado de mezcla perfecta (CSTR) el balance de materia es el siguiente.

$$F_{O_2}^e \cdot X_{O_2} = (-r_{O_2}) \cdot V = k_1 \cdot C_{O_{2L}} \cdot V_L$$

Despejando el volumen de líquido

$$V_L = \frac{F_{O_2}^e \cdot X_{O_2}}{k_1 \cdot C_{O_{2L}}} = \frac{F_{O_2}^e \cdot X_{O_2}}{k_1 \cdot \left\{ \frac{3.616 \cdot (1 - X_{O_2})}{H_{O_2} \cdot [679,4 + 180,8 \cdot (1 - X_{O_2})] \cdot \left[\frac{\varepsilon_L \cdot k_1}{a \cdot E \cdot k_{O_{2L}}} + 1 \right]} \right\}}$$

Expresión final para conocer el volumen de líquido necesario para la reacción

Se enlistan los datos

$$F_{O_2}^e = 180,2 \frac{kmol}{h} = 0,05 \frac{kmol}{s}$$

$$X_{O_2} = 0,95$$



$$k_1 = 1,9 \text{ s}^{-1}$$

$$H_{O_2} = 130 \frac{\text{m}^3 \cdot \text{bar}}{\text{kmol}}$$

$$a = 3.000 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$$

$$E = 1$$

$$\varepsilon_L = 0,70$$

$$k_{O_2L} = 4,15 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Finalmente el volumen luego de reemplazar es de 25,6 m³ de líquido, el total de reactor se obtiene de la siguiente forma

$$V_R = \frac{25,6}{0,7} = 36,57 \text{ m}^3$$

$$V_R = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4}$$

$$\frac{H}{D} = 3$$

$$V_R = \frac{3 \cdot \pi \cdot D^3}{4}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_R}{3 \cdot \pi}} = 2,5 \text{ m}$$

$$H = 7,5 \text{ m}$$

Aunque estos valores generarían un régimen de flujo pistón indeseado, por este motivo es deseable un relación 1 para la altura del líquido y el diámetro del reactor.

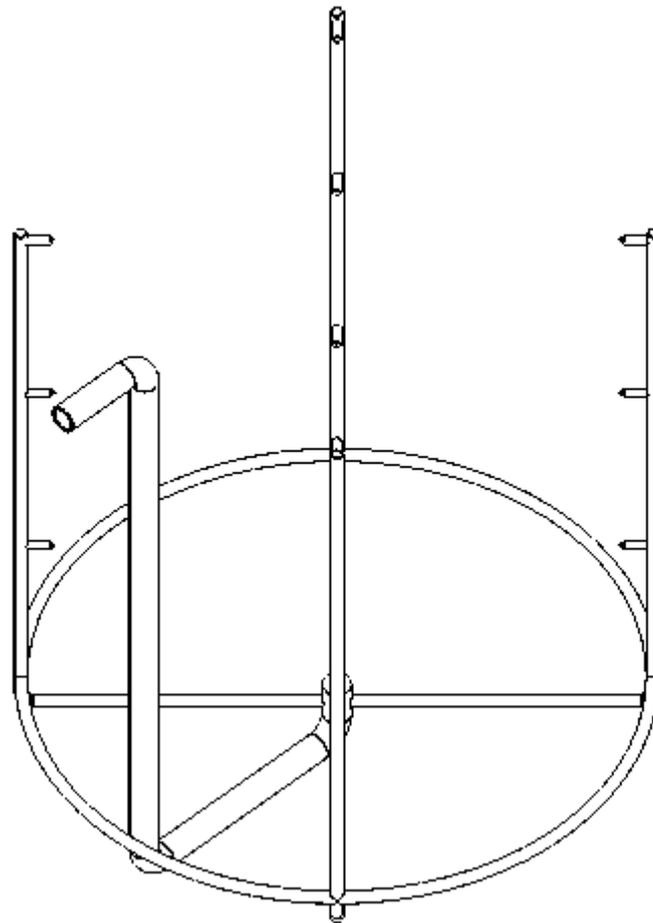
$$D = 3190 \text{ mm}$$

$$H = 3190 \text{ mm}$$



Diseño de distribuidor de alimentación al reactor

Con el fin de eliminar líneas de flujo pistón dentro del reactor, que provocarían que la distribución de la concentración de los reactivos no se corresponda al modelo tanque agitado, se diseñará distribuidor de boquilla a tres altura distinta del reactor, se tomará como diseño boquillas por altura, es decir, en total 12 boquillas finales.



La caída de presión para esta configuración este distribuidor es de una cabeza de velocidad por cada boquilla, en total es alrededor de 10320 Pa (1,2 m)

Diseño de distribuidor de aire

se selecciona el régimen del difusor, en este caso será de burbuja simple o fina, por lo cual el N° Reynolds debe ser menor a 200, en estas condiciones se obtiene una eficiencia de 10 – 30% y con un tamaño de burbuja de 2-5 mm.



La tensión superficial del ácido acético es de 0,01 N/m, y teniendo en cuenta que el diámetro de los difusores debe estar entre 2 y 5 mm (en el régimen de burbuja fina), y que la transferencia de masa se lleva a cabo con una mayor eficiencia entre menor tamaño de burbuja, se calcula el diámetro de los difusores, para un diámetro de burbuja de 2 mm:

$$d_o = \frac{d_b^3 \cdot g \cdot (\rho_l - \rho_g)}{6\sigma} = \frac{(0,005)^3 \cdot (9,8) \cdot (830 - 0,72)}{6 \cdot 0,01} = 0,0169 \text{ m} = 16,9 \text{ mm}$$

La velocidad del gas que debe para por cada orificio, se calcula teniendo en cuenta el N° Re máximo 200

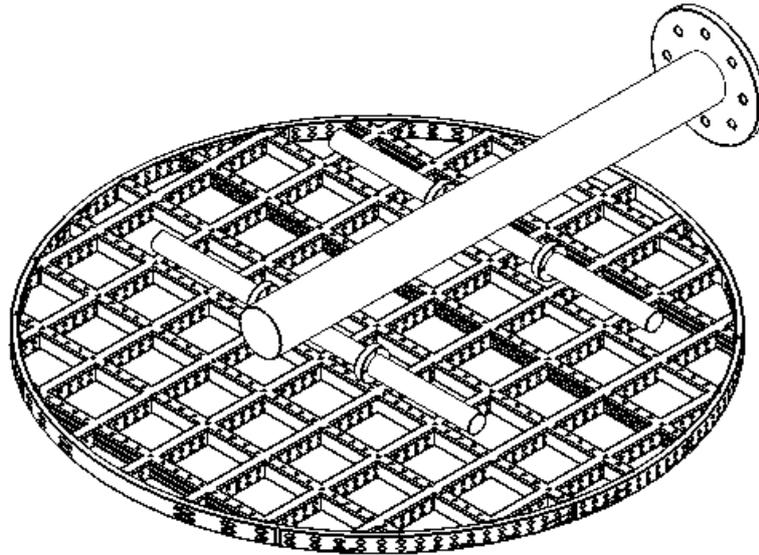
$$V = \frac{Re \cdot \mu}{\rho \cdot d} = \frac{200 \cdot 0,000257}{0,72 \cdot 0,0169} = 4,217 \text{ m/s}$$

Teniendo en cuenta el caudal de aire de 9,59 m³/s, el área del distribuidor deberá ser de:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{9,59 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{4,217 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 2,27 \text{ m}^2$$

La cantidad de orificios necesario en total serán:

$$N_o = \frac{A}{A_o} = \frac{4 \cdot 2,27}{\pi \cdot (0,0169)^2} = 10089$$



La caída de presión por orificio es la mitad de la cabeza de velocidad $ev=0.05$

$$\Delta P = 0,75 \cdot 10089 \cdot 0.05 \cdot 0.5 \cdot 4,217^2 = 3221,94 \text{ Pa}$$

Diseño de agitador

Se seleccionará un agitador del tipo turbina de disco con flujo radial debido a las siguientes razones:

- Aplicable en un amplio rango de viscosidades
- Produce corrientes internas que se distribuyen por todo el tanque rompiendo las masas de líquido estanco
- Es aplicable para dispersar un gas en un líquido, el gas puede ingresar por debajo del eje del rodete de manera de dispersar el gas en muchas burbujas finas.

Teniendo en cuenta el diámetro del reactor 3190 mm, se calculan las demás dimensiones del mezclador y del agitador según la estandarización de las medidas.

- Diámetro del tanque (mm): 3190

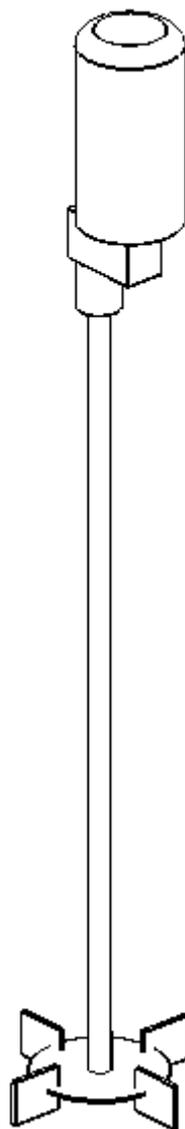


- Altura del líquido (mm): 3190
- Diámetro del impulsor (mm): 1063
- Altura de la hélice del impulsor (mm): 213
- Ancho de la hélice del impulsor (mm): 266
- Posición desde el fondo del impulsor (mm): 266
- Ancho de los deflectores (mm): 266

La potencia del agitador se calculará a través de los métodos empíricos recomendados por la bibliografía [1].

Se considerará que el agitador girará a 90 rpm, y el líquido se encuentra sometido a la presión y temperatura del reactor, a continuación se crea una tabla resumen del cálculo de la potencia del agitador.

Diámetro del agitador (m)	1,063
Revoluciones por segundo(1/s)	1,5
Densidad(Kg/m ³)	860
Viscosidad(kg/m·s)	0,000168
Número de Reynolds	8,68E+06
Número de Potencia	5
Potencia (W)	19697
Potencia (hp)	19,7





4. SISTEMA DE DESHIDRATACIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO

El corazón de la planta es un reactor de oxidación cuyo principales reactivos son p-xileno y aire, para que ocurre una buena transferencia entre estas dos fases se necesita un disolvente, en preferencia se utiliza agua y ácido acético. La cantidad necesaria de ácido acético fresco es de 42.065 kg/h, lo cual vuelve inviable el proyecto, si este no fuera recuperado. Por lo tanto se debe diseñar un sistema de recuperación de ácido acético, el cual consta de 2 columnas de destilación y un separador horizontal bifásico.

La primera columna es azeotrópica heterogénea, recibe como carga los efluentes de las centrifugas, de los evaporadores, del secador y del equipo de absorción para recuperar el ácido acético que se evapora en el reactor. En esta columna ocurren equilibrios complejos entre dos fases y tres componentes, el tercer componente es un compuesto denominado "arrastrador", las moléculas de este compuesto deben separar las moléculas de ácido acético y las de agua, este compuesto forma una fase ternaria de menor punto de ebullición que los tres compuestos individualmente. De esta manera del plato superior de la torre sale un vapor con la temperatura y composición idéntica a este azeótropo, mientras que por fondo sale ácido acético puro con 500 ppm de agua como impureza. Se necesitan como información el gráfico triangular de sistema ternario *ácido acético-agua-acetato de isobutileno*. Para conocer los equilibrios y flujos dentro de la torre es necesario disponer de un diagrama de curvas de residuo que nos permite conocer las concentraciones de equilibrio de los líquidos de fondo en una destilación diferencial. Estos diagramas son elaborados por programas de simulación de proceso, en particular hemos seleccionado el simulador *ASPEN PLUS V8.4* de *ASPEN TECH*, posee un sistema de análisis de sistema ternario completo.

Primero se seleccionará los tres componentes y se usará los datos de experimentos para obtener los parámetros necesarios para simular la interacción entre las fases, el modelo



termodinámico indicado por la bibliografía [1] será el NRTL. Este modelo fue desarrollado por Renon y Prausnitz es aplicable a sistemas parcialmente miscibles. El fundamento para la derivación de la ecuación NRTL es una teoría de fluidos, en el cuál se asume que un líquido tiene una estructura hecha de celdas de moléculas de dos tipos, en una mezcla binaria cada molécula se considera que está rodeada por moléculas de ambos tipos, en proporciones determinadas por la energía de interacción de Gibbs.

Los valores de los parámetros característicos se muestran en la siguiente Tabla 1.

Componente i	HAC	Agua	HAC
Componente j	Agua	IBA	IBA
a_{ij}	0	0	0
a_{ji}	0	0	0
$b_{ij} (K)$	-211,310	1809,079	90,268
$b_{ji} (K)$	652,995	489,609	194,416
α_{ij}	0,3	0,2505	0,3

TABLA 2: VALORES DE LOS PARÁMETROS PARA EL MODELO NRTL DE ÁCIDO ACÉTICO- AGUA- ACETATO DE ISOBUTILENO DEL SISTEMA TERNARIO.

Al insertar estos valores se obtiene los gráficos requeridos para el análisis del sistema de destilación Figura N°1 y Figura N°2.

El análisis del sistema arroja los nodos estables, inestables y silla, que junto a la curva de residuo y la región de equilibrio L-L, nos permite diseñar el proceso de destilación. En la Tabla n° 2 se resumen los datos recolectados.

	Temp. (C)	Classification	Tipo	Nº. Comp.	IBA	HAC	W
1	116,40	Silla	Homogéneo	1	1,0000	0,0000	0,0000
2	118,01	Nodo Estable	Homogéneo	1	0,0000	1,0000	0,0000
3	100,02	Silla	Homogéneo	1	0,0000	0,0000	1,0000
4	87,72	Nodo Inestable	Heterogéneo	2	0,3676	0,0000	0,6324



TABLA 3: PUNTOS PARTICULARES

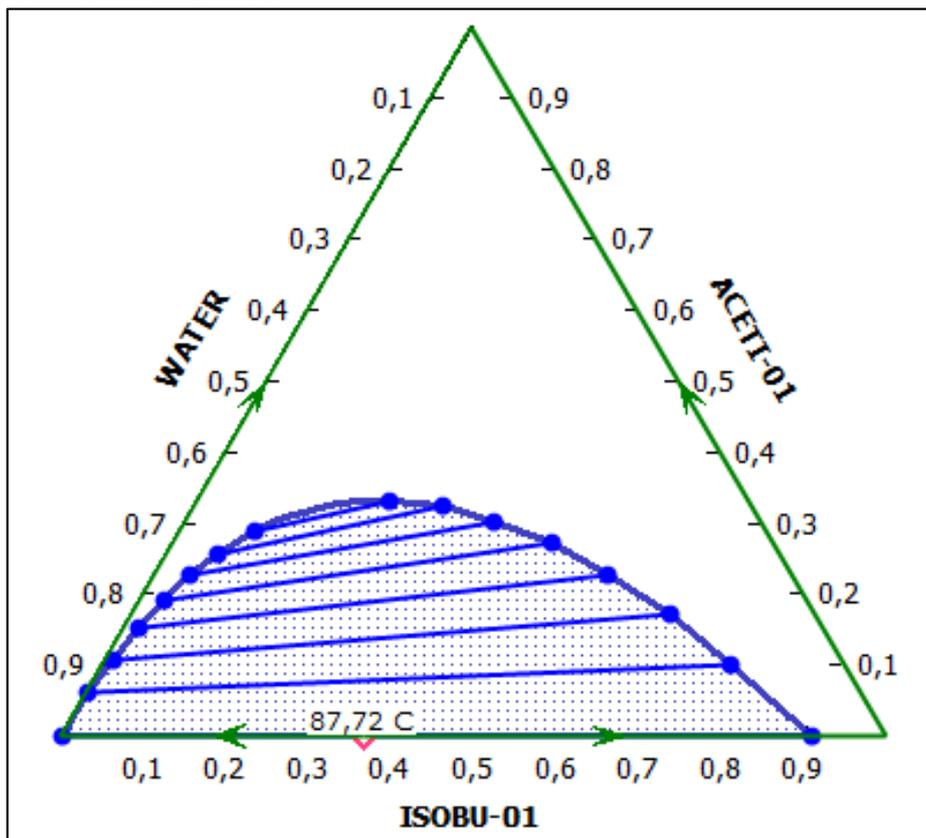


FIGURA 4: DIAGRAMA TERNARIO ÁCIDO ACÉTICO – AGUA – ACETATO DE ISOBUTILENO.

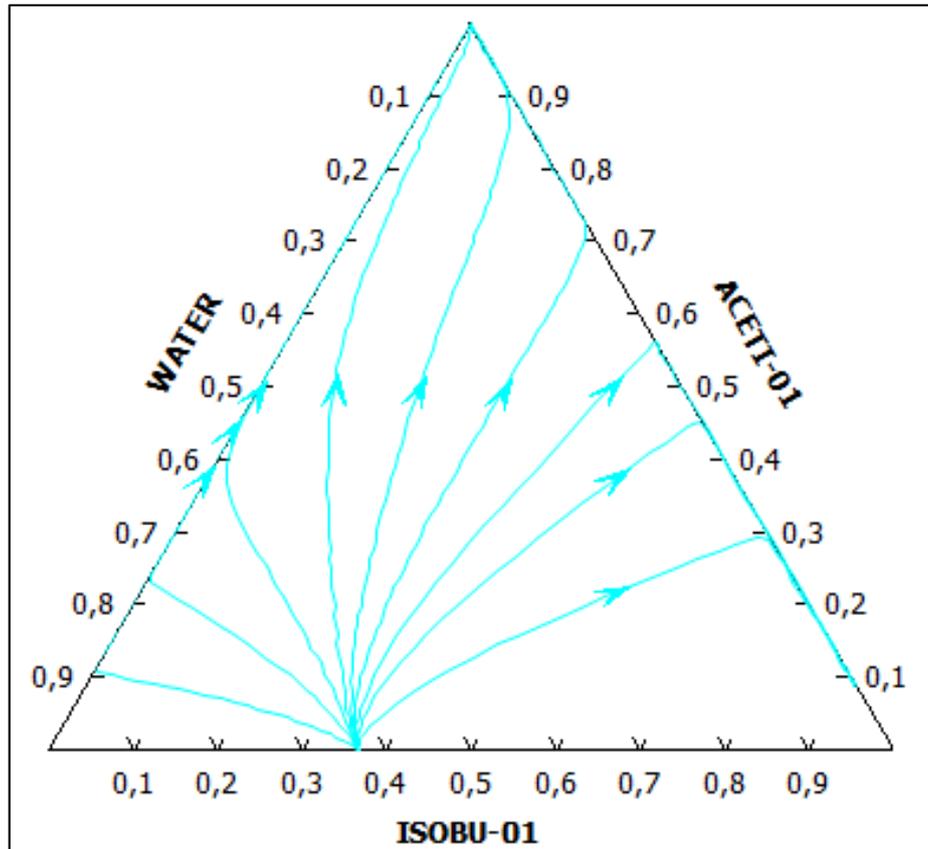


FIGURA 5: CURVAS DE RESIDUO.

Por lo tanto se realiza un balance de materia sobre la columna de destilación para calcular la cantidad de IBA necesario para obtener el rendimiento deseado.

En la Figura nº3 se observa un flujo de diagrama de proceso, en el cual se puede observar las condiciones deseadas de especificación para la primera columna de destilación.

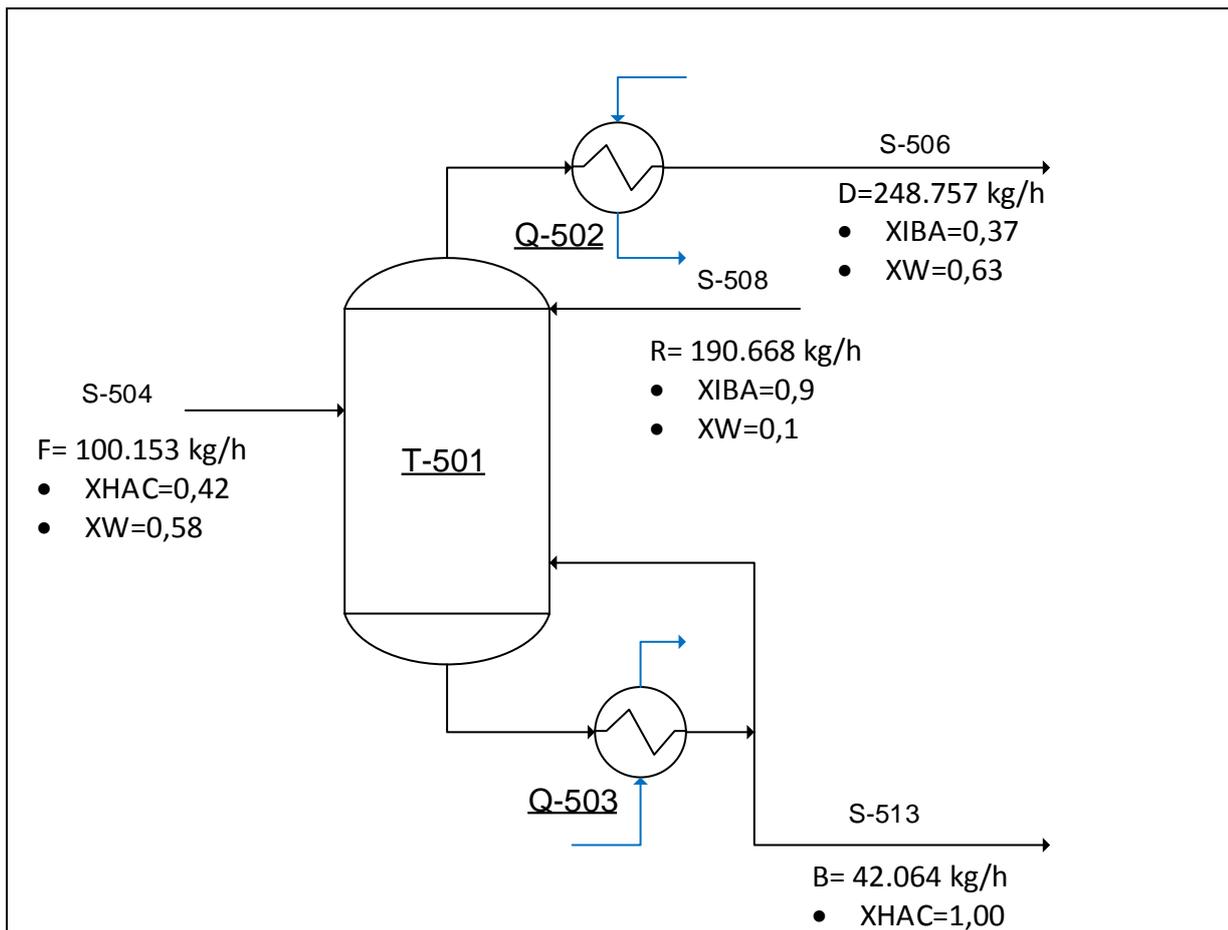


FIGURA 6: BALANCE DE MATERIA TORRE T-501.

En la Tabla nº 3 se puede ver los perfiles de temperatura, presión, flujo de líquido y flujo de vapor, lo que nos permite calcular el diámetro de los platos.

El tipo de plato recomendado para esta operación es del tipo perforado y el diámetro se estimará de 6 m y el espaciamiento de la torre será de 0.90 m, estos valores son tentativos siguiendo las especificaciones de Treybal [2].



Stage	Temperature C	Pressure bar	Liquid from (Mole) kmol/hr	Vapor from (Mole) kmol/hr	ACETH-01	WATER	ISOBU-01
1	81,987	1,013	3007,4	5792,4	0,000	0,630	0,370
2	87,076	1,020	3094,8	6264,1	0,040	0,610	0,350
3	90,383	1,026	3182,1	6351,5	0,060	0,611	0,329
4	91,834	1,032	3266,4	6438,8	0,084	0,592	0,323
5	93,014	1,039	7755,7	6523,1	0,119	0,599	0,282
6	103,263	1,045	8381,6	7088,6	0,274	0,356	0,371
7	110,842	1,052	8811,1	7714,5	0,410	0,121	0,469
8	113,562	1,058	8965,5	8144,1	0,462	0,030	0,508
9	114,385	1,065	9007,0	8298,4	0,476	0,007	0,518
10	114,725	1,071	9019,2	8340,0	0,479	0,002	0,520
11	114,952	1,077	9024,6	8352,1	0,480	0,000	0,520
12	115,154	1,084	9028,5	8357,5	0,480	0,000	0,520
13	115,350	1,090	9032,1	8361,4	0,480	0,000	0,520
14	115,544	1,097	9035,7	8365,1	0,481	0,000	0,519
15	115,736	1,103	9039,4	8368,7	0,481	0,000	0,519
16	115,928	1,109	9043,2	8372,4	0,481	0,000	0,519
17	116,119	1,116	9047,3	8376,2	0,481	0,000	0,519
18	116,310	1,122	9051,7	8380,2	0,482	0,000	0,518
19	116,500	1,129	9056,4	8384,6	0,482	0,000	0,518
20	116,690	1,135	9061,9	8389,4	0,483	0,000	0,517
21	116,880	1,141	9068,4	8394,9	0,484	0,000	0,516
22	117,070	1,148	9076,2	8401,3	0,485	0,000	0,515
23	117,261	1,154	9085,9	8409,1	0,486	0,000	0,514
24	117,455	1,161	9098,4	8418,9	0,489	0,000	0,511
25	117,652	1,167	9114,9	8431,4	0,491	0,000	0,509
26	117,854	1,174	9136,8	8447,8	0,519	0,000	0,481
27	118,063	1,180	9166,3	8469,7	0,534	0,000	0,466
28	118,286	1,186	9206,4	8499,2	0,554	0,000	0,446
29	118,527	1,193	9260,7	8539,3	0,580	0,000	0,420
30	118,796	1,199	9333,8	8593,6	0,613	0,000	0,387
31	119,106	1,206	9431,0	8666,8	0,653	0,000	0,347
32	119,475	1,212	9556,9	8763,9	0,700	0,000	0,300
33	119,920	1,218	9714,8	8889,8	0,750	0,000	0,250
34	120,456	1,225	9903,8	9047,7	0,800	0,000	0,200
35	121,082	1,231	10117,4	9236,8	0,847	0,000	0,153
36	121,775	1,238	10342,4	9450,3	0,887	0,000	0,113
37	122,496	1,244	10562,7	9675,4	0,920	0,000	0,080
38	123,195	1,250	10762,9	9895,6	0,960	0,000	0,040
39	123,834	1,257	10932,9	10095,8	1,000	0,000	0,000
40	124,392	1,263	667,1	10265,9	1,000	0,000	0,000

TABLA 4: PERFILES DE TEMPERATURA Y COMPOSICIÓN.

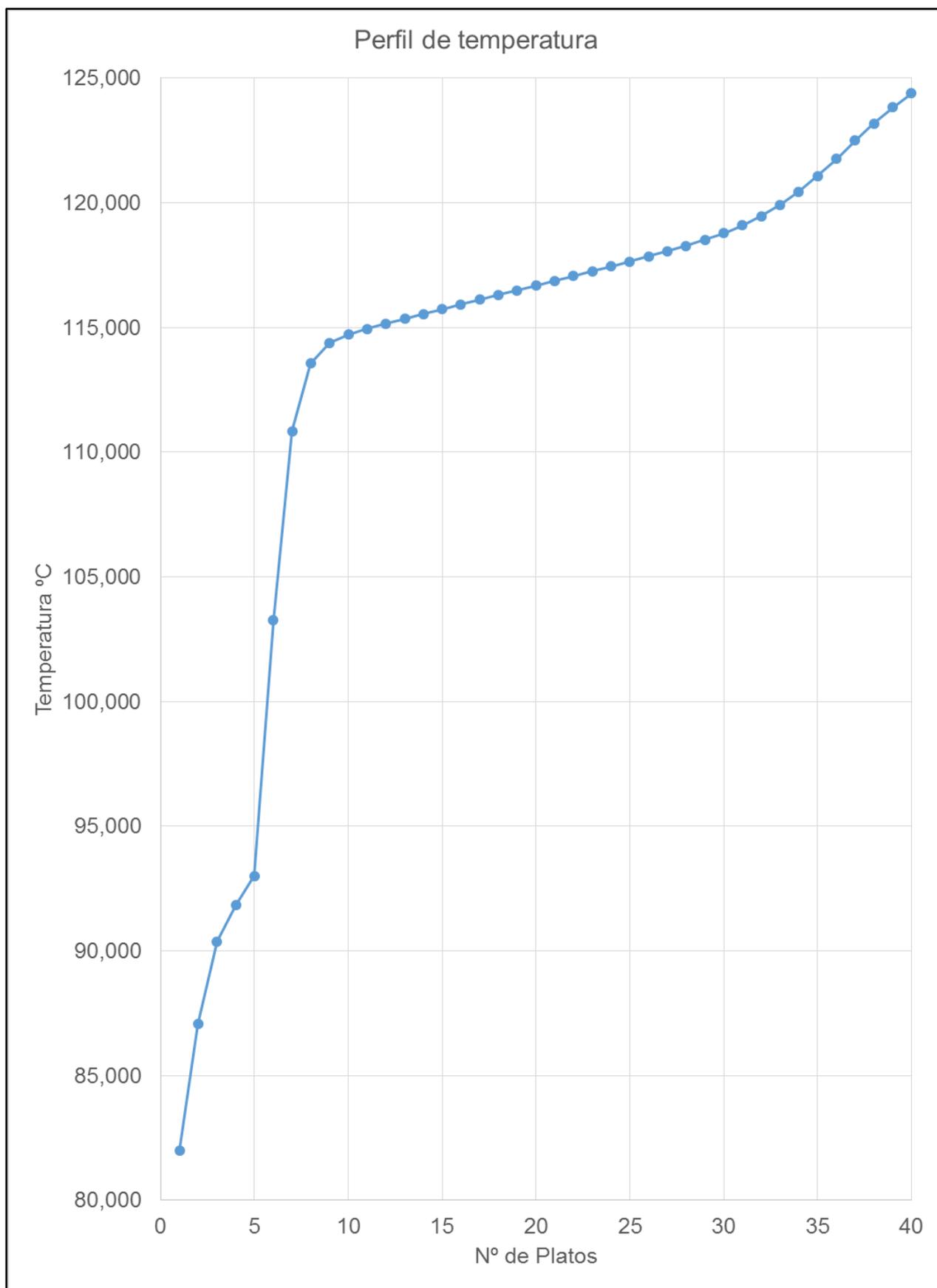


FIGURA 7: GRADIENTE DE TEMPERATURA EN LA TORRE DE DESTILACIÓN.



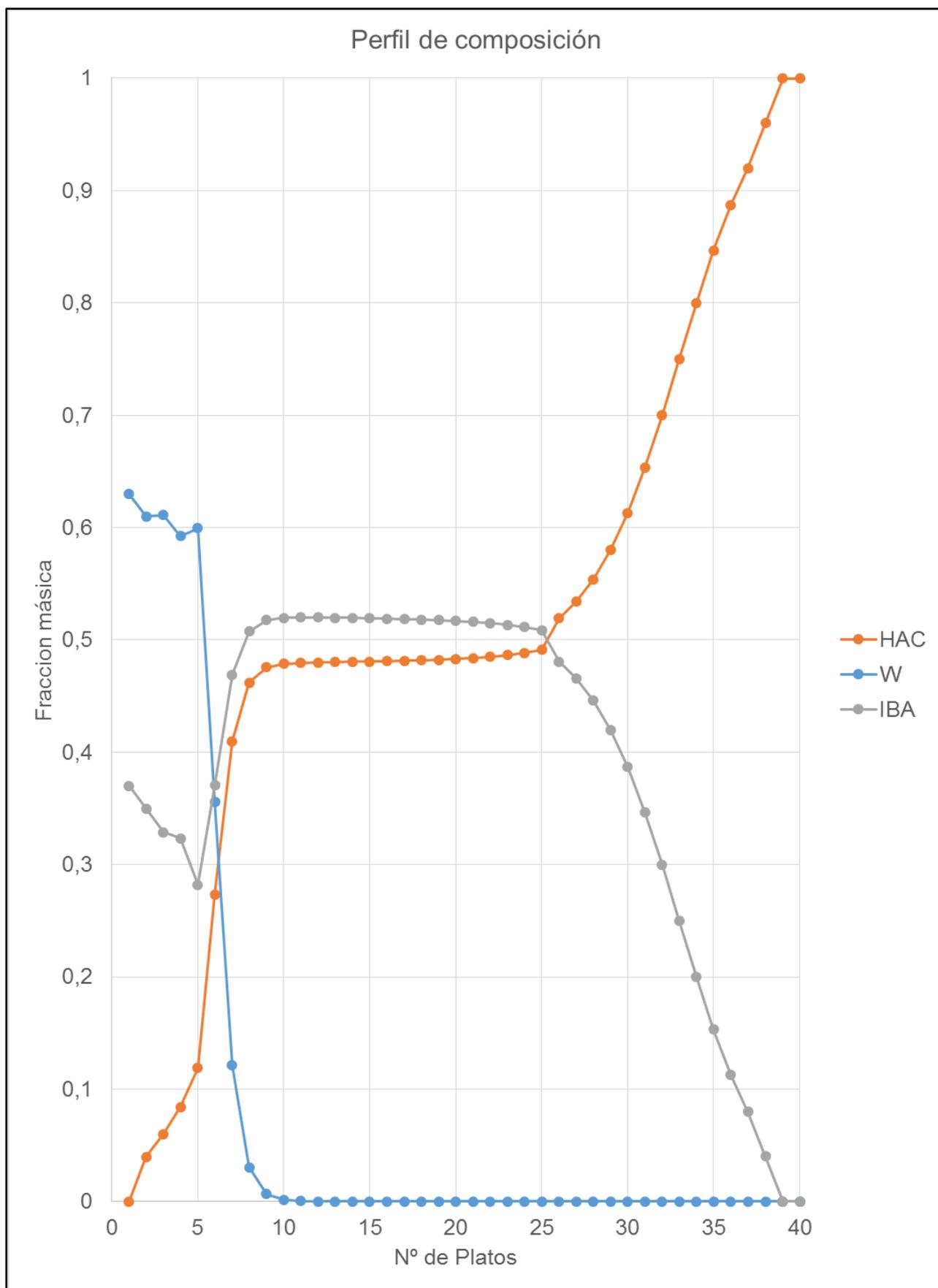


FIGURA 8: PERFIL DE CONCENTRACIÓN EN LA TORRE DE DESTILACIÓN





Diseño de platos perforados

Vapor (V): 10265,9 kmol/h = 2,85 kmol/s

Líquido (L): 10932.9 kmol/h = 3,04 kmol/s

Temperatura = 124,4 °C

Presión = 1,24 bar

PM del vapor = 63,5 kg/kmol

PM de líquido = 60,05 kg/kmol

Densidad del vapor (dV) = 2,41 kg/m³

Densidad del líquido (dL)= 921,86 kg/m³

Caudal del Vapor (Q)= 70,97 m³/s

Caudal del líquido (q)= 0,1978 m³/s

Diámetro de perforación (d_o) = 0,0045 m

Distancia entre perforaciones (p) = 0,012 m

Espesor del plato (h) = 0,002 m

Área de orificio/ Área activa (A_o/A_a) = 0,1275

Espaciados entre platos (t) = 0,9 m

Parámetro de flujo = 0,0545

Parámetro alfa = 0,0895283.

Parámetro beta = 0,048536.

Constante de inundación = 0,1565

Velocidad de inundación = 3,055 m/s

% de la velocidad de inundación = 80%

Velocidad basa área neta (V_f) = 2,44 m/s

Área transversal neta (A_d) = 29,037 m²

Porcentaje de la derramadero= 70%



Área total (A_t) = 31,84 m²

Diámetro de la torre (T) = 6.37 m

Longitud de derramadero (W) = 4,46 m

Área transversal del derramadero (A_w) = 2,80 m²

Área de lámina perforada (A_o) = 26,162 m²

Cresta del vertedero (h_1) = 0,12 m

Caída de presión

Altura de derramadero (h_w) = 0.30 m

Coefficiente de arrastre de orificio (C_o) = 1,335

Área del orificio (A_o) = 3,318 m²

Velocidad en el orificio (V_o) = 21,39 m/s

Viscosidad (μ_g) = 9,86 e-6 kg/m·s

Número de Reynolds = 23.552.08

A_o/A_n = 0,1143

Factor de fricción (f) = 0,017

Caída de presión en seco (h_d) = 0,1034 m

Frente hidráulico (h_L) = 0,000975 m

Caída de presión residual (h_R) = 0,0025 m

Caída de presión total para el gas (h_G) = 0,11575 m

Caída de presión entrada de líquido al plato = 0,0125 m

Retroceso en el vertedero = 0,128 m

Verificación de inundación = 0,431 m < 0,45 m

Velocidad de lloriqueo = 1,64 m/s

Arrastre (E) = 0,07 insignificante

Eficiencia del plato = 80%



Nº de platos Y altura de la torre

Número de platos = 40

Altura de la torre = 43 m

Plato de alimentación = 5

Calor de Reboiler = 40 MW

Bibliografía

- [1] Hsiao-Ping Huang, Hao-Yeh Lee, and Tang-Kai Gaul-Lung Chien; Design and Control of Acetic Acid Dehydration Column with p-Xylene or m-Xylene Feed Impurity. 1. Importance of Feed Tray Location on the Process Design Ind. Eng. Chem. Res. 2007, 46, 505-517
- [2] Robert E. Treybal , Amelia García Rodríguez, Dr. Francisco José Lozano; Operaciones de transferencia de masa 2da edición; McGraw Hill.



5. PRECALENTADO AL REACTOR

Se calentará 54587,79 kg/h de una solución acética (10% p-xileno, 2% agua, 88% ácido acético y el resto catalizador) desde 25°C hasta 200°C, se suministrar vapor de media (20 bar y 212 °C) el cual condensará, para alcanzar los requerimiento del proceso. Se diseña utilizando la metodología de Kern. Los datos y resultados se muestran en las siguientes tablas.

DATOS DE PROCESO				
Propiedades	Coraza		Tubo	
	Frio	Caliente	Frio	Caliente
Flujo másico				
kg/h	54590	54590	9070	9070
lb/h	120300	120300	19999	19999
Temperatura				
°C	25	200	212	212
°F	77	392	414,3	413,8
Entalpia				
kJ/h	-3,87E+08	3,70E+08	-1,19E+08	-1,36E+08
BTU/h	-3,67E+08	-3,50E+08	-1,29E+08	-1,13E+08
PROPIEDADES TERMODINÁMICA Y TRANSPORTE				
Propiedades	Coraza		Tubo	
	Frio	Caliente	Frio	Caliente
Densidad				
kg/m ³	1039	809,7	840,3	8,925
lb/ft ³	64,88	50,55	52,48	0,5575
Capacidad calorífica				
kJ/kg-°C	1,588	2,054	4,572	3,45
Btu/lb-°F	0,3792	0,4906	1,092	0,8241
Entalpía de vaporización				
kJ/kg	-		1894	1894
Btu/lb			814,3	814,3
Viscosidad				
cP	1,2	0,3012	0,126	1,06E-02
lb/ft-h	2,904	0,7289	0,305	0,0269
Conductividad				
W/m-k	0,1905	0,1286	0,6553	3,43E-02
Btu/h-ft-F	0,1101	7,43E-02	0,3786	1,98E-02



Capítulo 4: Control e instrumentación

1. INTRODUCCIÓN

El diseño de una planta química y la operación correcta en todo el proceso, no son suficientes para garantizar un buen funcionamiento de la planta, por lo que es necesario el uso de los sistemas de control. Debido a la complejidad de las plantas químicas actuales, la correcta automatización del proceso mediante los lazos de control es fundamental para la viabilidad económica de la planta química.

El objetivo principal de un sistema de control es el de reconducir las operaciones del proceso hacia el estado estacionario, sobretodo, después de la puesta en marcha, evitando las posibles perturbaciones que puedan alterar el funcionamiento del sistema.

Otro objetivo fundamental de los sistemas de control es la seguridad en la planta química, alarmando de las posibles desviaciones del comportamiento del sistema. Estas desviaciones del comportamiento pueden conllevar riesgos de accidentes, incluso accidentes graves.

El diseño de un sistema de control requiere el uso de las teorías de control, para una correcta selección y sintonización de los controladores, pero también, requiere el uso de los conocimientos del proceso que se debe controlar, para una elección correcta de las variables controladas, sin subdimensionar, ni sobredimensionar el sistema.

Actualmente, los sistemas de control digitales predominan sobre los sistemas analógicos, debido a que ningún proceso de cierta complejidad, se puede realizar con viabilidad económica con sistemas analógicos.

Los sistemas de control digitales presentan las siguientes ventajas frente a los sistemas de control analógicos:

Herramientas de cálculo económicas y eficientes.

Recopilación de información.



Integración de funcionalidades como la regulación de variables, el seguimiento de variables y la recopilación y centralización de datos, entre otras.

Pero, a pesar del buen funcionamiento que ofrecen los sistemas de control digitales, éstos tienen los siguientes inconvenientes:

Uso de medidas discretas, en vez de continuas.

Es vulnerable ante averías y problemas mecánicos, debido a la dependencia excesiva a pocas unidades de decisión que tienen los sistemas de control.

Estrategia de control

Los sistemas de control utilizan varias estrategias de control diferentes. Las principales estrategias de control son las siguientes:

Control por retroalimentación o Control feedback: El control feedback consiste en medir la variable que se necesita controlar, compararla con el punto de consigna y realizar la acción necesaria para minimizar la desviación. Éste es el control más usado.

Control en cascada: Este control se basa en la anticipación del lazo de control que corrige las perturbaciones antes que afecten al valor de salida de la variable controlada.

Control anticipativo o Control feed-forward: El control feed-forward consiste en medir una variable diferente a la variable controlada, relacionada con ésta, y calcular la desviación respecto a la consigna, con la finalidad de anticiparse al error, actuando antes de que éste se produzca.

Elementos del sistema de control

Los sistemas de control están formados por los siguientes elementos:

- Medidor o sensor: Los elementos de medida cuantifican la variable o variables a controlar. Cuando la medida de la variable a controlar es complicada o tiene un coste



elevado, se mide una variable que permita cuantificar la variable deseada mediante un cálculo directo.

- Transmisor: Este elemento transmite una señal al controlador adecuada para éste, que suele ser de tipo eléctrica, a partir de la señal que recibe del elemento de medida.
- Controlador: El controlador recibe la señal del transmisor, compara la señal con el punto de consigna y calcula la acción que se debe aplicar en función del error, emitiendo una señal eléctrica al transductor.
- Transductor: El transductor traduce la señal emitida por el controlador en una señal que pueda recibir el elemento final de control, para que éste pueda actuar sobre la variable manipulada.
- Actuador o elemento final de control: Éste elemento actúa sobre la variable manipulada para corregir el error y mantener la variable controlada entorno al punto de consigna.
- Los elementos finales más comunes suelen ser las válvulas de control, de accionamiento neumático, pero también se usan elementos finales de accionamiento eléctrico.

Tipo de señal

Los diferentes elementos que constituyen un lazo de control se comunican entre ellos mediante señales. Las señales de un sistema de control se describen según su relación con el controlador, por lo que se clasifican en:

- Entradas: Señales que recibe el controlador.
- Salidas: Señales que emite el controlador.

A parte, las señales se clasifican según el valor numérico asociado en:

- Señal analógica: Tienen una variación decimal dentro de un rango.
- Señal digital: Solo tiene valores de 0 y 1.



Un lazo de control puede contener cualquier combinación de las señales anteriores según sea necesario:

- Entradas analógicas: Las señales de todas las presiones y temperaturas son de este tipo de señales.
- Entradas digitales: Los detectores inductivos, las alarmas, los interruptores de nivel, entre otros, son entradas digitales.
- Salidas analógicas: Los elementos finales de control, tales como las válvulas de control, las bombas y otros actuadores envían señales analógicas.
- Salidas digitales:
 - Las señales de los mandos de válvulas o señales on-off de mandos de bombas, entre otras, son señales digitales.

En los Dibujo A-10011 hasta A-10016 se muestran los principales lazo de control de la planta.



Capítulo 5: Estudio económico

1. ESTIMACIÓN COSTO DE LA PLANTA

Los factores que afectan la rentabilidad de las inversiones son:

- Costo de instalación de la inversión fija. CAPITAL TOTAL INVERTIDO

Es el factor más importante, es el dinero que nos cuesta instalar la industria. Es fundamental la estimación realizada y el grado de precisión

- Capital de trabajo. COSTO DE FRABRICAR

Es el dinero necesario invertir para producir. Son los fondos o el facto de inversión liquida

- Periodo de construcción
- Costos iniciales de arranque
- Predicción del volumen de ventas
- Predicción del precio del producto
- Flujo de costos durante la vida del producto
- Vida económica
- Vida efectiva de depreciación
- Valor de recuperación de las instalaciones fijas
- Método de depreciación
- Tasa de recuperación mínima aceptable
- Impuestos
- Inflación
- Condiciones generales del negocio.

Con el fin de hacer una estimación del capital total invertido, se utilizará un método fraccional, donde la inversión inicial (C) se calcula a partir de afectar el costo de los equipos (E) por un factor según el tipo de industria (F).



Utilizaremos el método de PETER & TIMMERHAUS, que es utilizado para la industrias petroquímicas de este tipo.

Se tiene en cuenta el costo de los equipos principales que se enlista en el capítulo nº1

ITEM	Mixto	U\$S
Costo de Equipos (CE)		9.337.000
Instalación + Tuberías + Instrumentación + Sistema eléctrico + Edificio de proceso	1,3	12.138.100
Servicio + Almacenes + Construcción	0,9	8.403.300
Total de costo físico (TCF)	3,15	29.411.550
Costos de ingeniería + contratista + contingencias	0,4	11.764.620
Costo total planta	1,4	41.176.170

Según la bibliografía y datos de mercado el capital de trabajo necesario es el 20% de capital fijo por lo tanto el total

	U\$S
Activo fijo (CF)	41.176.170
Capital de trabajo (CT)	4.529.379
Inversión inicial (IO)	45.705.549

En el siguiente cuadro se generará una tabla de costos totales de producción con el cual se realizará, el flujo neto de dinero. Estos son extraídos del estudio económico y son valores generales para los proyectos que producen ácido tereftálico. Por lo tanto están por unidad de kg generado de TPA.



Cuadro de costos		U\$\$/TN PTA
Costos Directos		
	Materia prima (P)	762,584
	Mano de obra operativa (MO)	4,1876
	Supervisión directa y administrativo (15% MO)	0,6612
	Utilities	162,4348
	Mantenimiento y reparaciones (MyR 2% CF)	107,996
	Suministro operativos (10% MyR)	1,102
	Cobros de laboratorio (10% MO)	0,4408
	Patente y regalías	14,9872
Total de gastos directos de fabricación-CDF (excluyendo depreciación)		1179,5808
Costos Indirectos		
	Gastos generales (nómina y planta) envasado y almacenamiento (50% de la suma de la mano de obra de operación, supervisión y mantenimiento) (GO)	7,714
	Impuestos locales (1% del costo fijo)	5,51
	Seguro (0.5% de costo fijo)	2,6448
	Total de gastos indirecto de fabricación	15,8688
	Total gasto de fabricación incluyendo depreciación (TGF)	1086,1312
Depreciación (10% de costo fijo)		54,4388
Gastos generales		
	Costo administrativo (25% de GO)	1,9836
	Gatos de distribución y venta (10% TGF)	148,9904
	Investigación y desarrollo (5% de TGF)	74,4952
Total de gastos generales (TGG)		225,4692
Costo total de producción (CTP)		1366,0392



En la siguiente tabla se muestra el avance del proyecto y ocupación de la planta

Cronología	Acción	Distribución de inversión	Capacidad productiva	Depreciación	Precio del producto U\$/TON
2016	Diseño	0	0%	MACRS 5 años	
2017	Construcción	100%	0%		
2018	Construcción		0%		
2019	Producción		70%		1800
2020	Producción		80%		1800
2021	Producción		90%		1800
2022	Producción		90%		1800
2023	Producción		90%		1800
2024	Producción		100%		1800
2025	Producción		100%		2000
2026	Producción		100%		2000
2027	Producción		100%		2000
2028	Producción		100%		2000



2. FLUJO NETO

En la siguiente tabla se muestran los flujos netos de dinero

años	Capacidad de la planta	Precio del producto U\$\$/TON	Ventas	Inversión inicial	Costo total de producción (costo fijo + variable+ depreciación+ impuesto)	Flujo neto
2016	0%					
2017	0%			22.873.362		22.873.362
2018	0%					0
2019	70%	1450	65.975.000		73.786.349	7.811.349
2020	80%	1450	75.400.000		78.138.424	2.738.424
2021	90%	1450	84.825.000		82.490.499	2.334.501
2022	90%	1450	84.825.000		82.490.499	2.334.501
2023	90%	1450	84.825.000		82.490.499	2.334.501
2024	100%	1550	100.750.000		86.842.574	13.907.426
2025	100%	1550	100.750.000		86.842.574	13.907.426
2026	100%	1550	100.750.000		86.842.574	13.907.426
2027	100%	1550	100.750.000		86.842.574	13.907.426
2028	100%	1550	105.082.182		86.842.574	18.239.608

Analizando la rentabilidad del proyecto a través de la tasa interna de retorno y el valor presente neto, cuya tasa de corte se selecciona del 40% medida de la tasa de interés de un banco.

3. RENTABILIDAD

TIR	11,8%
VAN (Tasa de alto riesgo, 30%)	-19.552.817,46 u\$\$

Se puede observar el que el proyecto no es rentable debido a que el valor actualizado es negativo. Esto se debe al alto valor el cual tiene hoy el interés de préstamos en el banco. Este proyecto se ve afectado por la fuerte caída del precio del petróleo, si bien aquí se proyecta una suba del mismo. Con el fin de mejorar la rentabilidad del proyecto. No se realiza análisis de sensibilidad debido a que el proyecto no es viable económicamente en este marco económico.



3- Ambiental



Tabla de contenido

CAPÍTULO 1: RESUMEN DEL PROYECTO	6
1. INTRODUCCIÓN	6
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
CAPÍTULO 2: NORMATIVA AMBIENTAL	10
1. EL DERECHO AMBIENTAL	10
2. NORMAS QUE INTEGRAN EL DERECHO AMBIENTAL.....	11
3. TIPOS DE NORMAS	11
4. LEGISLACIÓN NACIONAL.....	12
A. Constitución Nacional. Arts. 41, 43 y 124	12
B. Ley 25675. Ley General del Ambiente.....	14
C. Ley 25.612: Gestión Integral de Residuos Industriales. Ley 24.051: Residuos peligroso	21
D. Ley 25.916 de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios	22
E. Ley 25.688. Régimen de Gestión Ambiental de Aguas	22
F. Código civil.....	25
5. LEGISLACIÓN PROVINCIAL	27
A. Ley Nº 11.459 “Ley de radicación ambiental”	27
Decreto reglamentario Nº 1741/96	28
B. Ley Nº 11.720 “Ley de Generación, Manipulación, Almacenamiento, Transporte, Tratamiento y Disposición final de Residuos Especiales.....	33
C. Ley Nº 11.723 “Ley de Medio Ambiente”	33
D. Ley Nº 5956: Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera	48
E. Decreto nº 3395: reglamento de la Ley Nº 5965.....	48
F. Resolución 336/2003 – Autoridad de Agua.....	63



6.	ACUERDOS A NIVEL REGIONAL	66
CAPÍTULO 3: IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN AMBIENTAL.....		69
1.	CATEGORIZACIÓN INDUSTRIAL	69
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MEDIO NATURAL.....	69
A.	<i>Medio Ambiente Físico</i>	69
B.	<i>Geología- geomorfología</i>	74
C.	<i>Hidrología</i>	76
D.	<i>Edafología</i>	77
E.	<i>Hidrología</i>	77
F.	<i>Recurso hídrico subterráneo</i>	80
G.	<i>Geoquímica del agua subterránea</i>	81
H.	<i>Ambiente biológico</i>	82
I.	<i>Uso y Ocupación del suelo</i>	83
3.	LINEA BASE AMBIENTAL	85
A.	<i>Vulnerabilidad de los acuíferos e interrelación</i>	86
	Dinámica Lateral.....	86
	Acuífero Puelche	87
	Dinámica Vertical	88
	Profundidad	91
	Acuífero pampeano Química	95
	contaminación.....	95
	calidad aguas superficiales	96
	Calidad de los sedimentos de fondo de cauce.....	98
	calidad del agua subterránea	99
	calidad ambiental del agua	103
B.	<i>Suelos</i>	104
	Calidad del suelo	105



C.	<i>Medio Biológico</i>	106
D.	<i>Medio socioeconómico y cultural</i>	108
	Acceso y vías de comunicación	108
	Población u viviendas	110
	infraestructura servicio básico	111
	Educación	112
	salud	114
4.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA	119
A.	<i>Descripción de las etapas del proyecto</i>	119
	etapa 1: urbanización	119
	etapa 2: construcción de oficinas y aparcamiento, edificio del proceso	119
	etapa 3: etapa de instalación de equipos, tuberías, instrumentación y aparataje eléctrico	119
	etapa 4: operación y mantenimiento	119
	etapa 5: desmantelamiento de la planta (FASE abandono)	120
B.	<i>Vertido de líquido</i>	120
C.	<i>Residuos</i>	120
D.	<i>Seguridad general</i>	121
E.	<i>Riesgos de trabajo</i>	126
F.	<i>Lucha contra incendio</i>	128
G.	<i>Valoración de impacto ambiental</i>	129
5.	MATRIZ DE CAUSA-EFECTO (MATRIZ DE LEOPOLD)	138
A.	<i>Interpretación de resultados</i>	145
B.	<i>Medida de mitigación general: prevención y corrección de impactos</i>	146
	medidas de mitigación general	148
	medidas en etapa de construcción	149
	medidas en etapa de operación	149
	Plan específico para el proyecto	150
C.	<i>Plan de monitoreo</i>	151



D.	<i>Plan de contingencia</i>	152
E.	<i>Conclusión</i>	153
ANEXO		154
1.	FICHAS DE SEGURIDAD	154
A.	<i>Paraxileno</i>	154
B.	<i>Ácido acético</i>	157
C.	<i>Acetato de cobalto</i>	162
D.	<i>Acetato de magnesio</i>	166
E.	<i>Ácido Bromhídrico</i>	170



Capítulo 1: Resumen del proyecto

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una creciente preocupación con respecto a los efectos contaminantes de las industrias y el impacto que éstas puedan tener sobre el medio ambiente.

A nivel global se ha experimentado un gran crecimiento industrial en las últimas décadas. Este desarrollo ha supuesto un aporte para la sociedad, pero a su vez ha llevado asociadas diversas connotaciones negativas, entre ellas la alteración del medio ambiente. La explotación de los recursos naturales, la generación de residuos y la mala gestión de éstos son factores que han tenido consecuencias sobre la calidad ambiental y la salud de las personas.

Desgraciadamente, se ha tenido que aprender de errores para llegar a plantear una normativa que guíe y conciencie a la industria y a la sociedad sobre esta problemática. En sus inicios existía una falta de control debida en gran parte a la ignorancia y a la poca concienciación. Como consecuencia de esta industrialización descontrolada se ha observado la alteración de la capacidad asimiladora y regeneradora de la naturaleza. Esta situación en muchos casos ha dado lugar a perturbaciones irreversibles sobre el equilibrio ecológico, cuyas consecuencias a largo plazo no son fácilmente previsibles.

En la actualidad, la creciente concienciación de la sociedad por los problemas medioambientales que nos rodean ha hecho que, día a día, surjan necesidades de mayor control en todos los aspectos significativos que puedan afectar a nuestro entorno: emisiones atmosféricas, vertidos incontrolados, generación de residuos peligrosos, emisiones sonoras y contaminación de los suelos.



El enfoque ambiental del medio ambiente industrial se realiza a través de las políticas de prevención de la contaminación, a través de acuerdos voluntarios y de aplicación normativa, y del adecuado control e inspección de las instalaciones industriales. Es por ello que los gobiernos adoptan normativas y políticas para la minimización de los efectos nocivos y para garantizar el cumplimiento de estas normas sobre la calidad ambiental.

La legislación ambiental existente limita las emisiones de sustancias contaminantes al entorno. De esta manera, se debe realizar un seguimiento exhaustivo del proceso para no sobrepasar los límites legales existentes.

Por otro lado, una buena conducta ambiental permite evitar futuros problemas a solventar en el entorno, la salud de las personas y en la calidad del medio ambiente. Es por ello que se debe llevar a cabo una actuación de prevención de la contaminación, es decir, no tener en cuenta únicamente la salida del proceso sino también el proceso en sí. De esta manera se pueden evaluar y estudiar los puntos con un mayor impacto ambiental y con estos datos llevar a cabo mejores prácticas que reduzcan los efectos contaminantes del proceso.

Inevitablemente nuestra empresa tendrá un efecto sobre el entorno pero, como objetivo de la aplicación de la normativa ambiental, este impacto se verá minimizado.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de una planta petroquímica que producirá 65.000 toneladas anuales de ácido tereftálico de alta pureza, con el fin de abastecer el mercado interno, que hoy importa el 100% de este producto.

Este proyecto contempla las actividades de:

- Urbanización (limpieza del terreno, excavación y cimiento, instalación de suministros, viales y aceras).



- Edificación de oficinas y aparcamientos (instalación de soportes, escaleras, plataformas y barandillas; edificio de oficinas, aparcamientos).
- Edificación del proceso e instalación de equipos.
- Instalación de tuberías
- Instrumentación
- Sistema de electricidad
- Aislación
- Pintura
- Limpieza
- Puesta en marcha

La localización del proyecto en el polo petroquímico La Plata (petroquímica General Mosconi) del partido de Ensenada, se localiza entre la Camino Ingeniero Humet y Camino Rivadavia (RP N° 13),

Se caracteriza el área de influencia del proyecto, describiendo la superficie involucrada en función de los impactos ambientales significativos.

- Tamaño de la obra (m²) : 42,5 m²
- Volumen de producción (tn/año) : 65.000
- Número de empleados: 294
- Requerimientos eléctricos (MW) : 3,5
- Consumo de agua (m³/h) : 48
- Consumo de vapor (Tn/h) : 123

En cuanto a la atención médica, educación, caminos y medios de transporte, el polo industrial dispone de estos servicios.



Los insumo a utilizar y su cantidad será

- *para*-Xileno (tn/año) : 43.599
- Ácido acético (tn/año) : 3,00
- Agua (tn/año) : 15,78
- Acetato de Cobalto (tn/año) : 3,85
- Acetato de Maganeso (tn/año) : 8,85
- Ácido Bromhídrico (tn/año) : 59,2

Las emisiones totales:

- VOC`s (tn/año) = 37
- CO₂ (tn CO₂ eq/ año) : 4.900

Datos relevados de planta similares con una producción de 500.000 tn/año, se debe recordar que el proyecto que se contempla en este trabajo producirá 65.000tn/año

Impacto	Unidad	Sección oxidación	Sección hidrogenación
Calentamiento global	10 ⁶ kg CO ₂ -equiv.	2,54	2,39
Acidificación	10 ² mol H ⁺ -equiv.	8,15	11
Salud humana no cancerígeno aire	10 ³ kg tolueno-equiv.	4,24	5,74
Ecotoxicidad aire	10 ³ PAF m ³ day/kg	7,16	0,044
Capa de ozono	10 ⁻⁷ kg CFC 11-equiv.	4,06	5,5
Eutroficación	10 ⁻¹ kg N-equiv.	8,83	11,9
Smog	10 ² kg O ₃ -equiv.	9,03	5,6
Saluda humana no cancerígeno agua	10 ⁶ kg Tolueno-equiv.	1,35	2,23
Saluda humana cancerígeno aire	10 ⁶ kg Tolueno-equiv.	1,23	1,66
Ecotoxicidad agua	10 ² PAF m ³ day/kg	7,68	105



Capítulo 2: Normativa ambiental

1. EL DERECHO AMBIENTAL

El derecho ambiental norma la creación, modificación, transformación y extinción de las relaciones jurídicas que condicionan el disfrute, la preservación y el mejoramiento del ambiente. Tiene por objeto condicionar la conducta humana respecto a ese disfrute, preservación y mejoramiento induciendo acciones y abstenciones a favor de la protección del ambiente. Su contenido es difuso, ya que abarca a las relaciones normadas por todo el espectro jurídico. La tendencia de las transformaciones jurídicas que se fueron operando a partir de la década de 1970 ha generado una proliferación exponencial de normas que hace dificultosa su aplicación, ya que muchas de ellas se contradicen o regulan la misma materia de distinto modo. Esa superabundancia de estas también obstaculiza su conocimiento. Este incluye normas de derecho privado, de derecho público y algunas de orden público. Se caracteriza por ser una especialización jurídica a la que habrá que aplicar conjuntamente los principios del derecho común, en el que se encuentran muchas de sus fuentes. Además, es parte integrante, o está íntimamente relacionado a las demás ramas del derecho, a las que modifica y en las cuales suele encontrar su fuente. Es un instrumento de la política ambiental orientado a conjugar el desarrollo ambiental con el económico, lo que no impide que, como parte del derecho, sea un fin en sí. Los poderes públicos reglamentan, restringen y, a veces prohíben actividades susceptibles de perjudicar al ambiente a la vez que estimulan actividades que lo benefician.



2. NORMAS QUE INTEGRAN EL DERECHO AMBIENTAL

- Normas que regulan los recursos naturales y los distintos elementos del ambiente de modo individual que se han comenzado a sancionar en el siglo pasado.
- Normas que regulan el ambiente globalmente que han comenzado a sancionarse en la década de los 70.
- Normas que regulan otras materias pero que inciden directa o indirectamente sobre el ambiente o hacen referencia a este.

3. TIPOS DE NORMAS

El ambiente, está sometido a variadas normas jurídicas según:

- El lugar geográfico del que emanan (Estado, Provincia o Municipio).
- Según quien legisle (Asamblea Constituyente, Congreso, Legislatura Provincial o Concejo Deliberante).
- La materia normada (Derecho civil, penal, comercial, agrario, procesal, minero o ambiental propiamente dicho).

Por ejemplo si se transgrede el artículo 2618 del Código Civil causando molestias humos olores u otros daños equivalentes, habrá que reclamar ante un juez en lo civil e invocar el código civil, en cambio sí se constituyere el delito de adulteración o envenenamiento del agua potable la norma que se transgrede es el Código Penal. Esta distribución normativa es una consecuencia jurídica de la forma de gobierno adoptada y de la metodología legislativa que la Constitución Nacional impone. En las últimas décadas el Congreso aprobó muchos tratados internacionales de sustancia ambiental y de otras materias que contienen cláusulas ambientales. De ese modo se fueron diseminando por todo el derecho federal



argentino normas jurídicas ambientales de fuentes internacionales sobre temas determinados. En el año 2002 el Congreso comenzó a sancionar leyes de presupuestos mínimos protectoras del ambiente que se aplican en todo el país. En conclusión, lo ambiental siempre estuvo legislado, el Congreso de la Nación no lo legisló mediante cuerpos sistemáticos, sino parcialmente e incorporando normas ambientales a distintas leyes que sancionaba, por lo que cada vez más leyes rigen el ambiente. Ese método normativo genera un marco jurídico ambiental heterogéneo, disperso, extenso y cambiante, en expansión acelerada. Para identificar el contenido del derecho ambiental deberán analizarse transversalmente pluralidad de fuentes normativas y de ramas jurídicas. Su conocimiento demanda la atención permanente para mantenerlo actualizado. El individuo queda sometido a un derecho que, en la práctica, nunca alcanza a conocer con precisión. Su desconocimiento puede dejarlo en la indefensión.

4. LEGISLACIÓN NACIONAL

A. Constitución Nacional. Arts. 41, 43 y 124

La reforma de 1994 incluyó en la Constitución el derecho de todos los habitantes a un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano siguiendo la práctica de otras constituciones extranjeras y provinciales, lo que convierte en enumerado a un derecho que antes era implícito (Arts. 41 C.N.).

Pero además se les impone a esos habitantes el deber de preservarlo. Esa obligación se convierte en una carga pública que habilita a todos los habitantes hacer efectiva la preservación con todos los medios jurídicos y materiales que sean necesarios. En consecuencia, todo habitante estará legitimado para accionar en defensa del ambiente propio y ajeno.



Incorpora también el principio del desarrollo sustentable.

Impone la obligación de recomponer el daño ambiental que va a requerir una cuidadosa reglamentación legal porque no está claro quién está obligado a recomponer y si esta obligación coexiste o sustituye a la obligación tradicional de reparar del Código Civil (Artículo 1.077).

No solamente atribuye derechos y deberes a los habitantes. Encomienda al Estado proveer a la protección del derecho al ambiente, lo que implica organizar la justicia ambiental con todo el aparato informativo que demanda e instruye procedimientos ágiles y seguros.

Pero, además, le encomienda abastecer prestaciones más complejas y costosas como son:

- La utilización racional de los recursos naturales.
- La preservación del patrimonio natural y cultural.
- La preservación de la diversidad biológica.
- La información ambiental, que lo obliga a divulgar la que tenga en la materia de un modo organizado y ser responsable por su fidelidad.
- La educación ambiental.

También faculta al Gobierno de la Nación fijar “los presupuestos mínimos de protección ambiental”, lo que implica sancionar normas básicas para todo el país y a las provincias las normas complementarias.

Lo que implica que estas pueden decidir imponer o no presupuestos más estrictos en su territorio respectivo.

El art. 43 legitima a los afectados, a las organizaciones no gubernamentales inscriptas y a los defensores del pueblo para accionar por vía de amparo en defensa del derecho constitucional al ambiente.



El art. 124 establece que corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio, lo que implica que estas tendrá facultades de tutela y legislativas sobre los mismos, pero no la propiedad de estos, excepto que estén en terreno fiscal.

B. Ley 25675. Ley General del Ambiente

Esta ley, si bien en su primera parte declara ser de presupuestos mínimos de protección ambiental, va más allá de esa protección. La propia ley declara que establece los 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. (Artículo 1º). Es de orden público. Por lo tanto las convenciones particulares no pueden dejar sin efecto sus normas (Artículo 3º y Código Civil, Artículo 21). Sus disposiciones son subsidiarias de la legislación específica sobre la materia, incluso la nacional (Artículos 3º y 4º). Gran parte de la ley está destinada a la interpretación de esa legislación. A tal fin, el artículo 4º somete a toda otra norma a través de la cual se ejecute la política ambiental al cumplimiento de determinados principios. De ese modo obliga al intérprete de tales normas, sean nacionales, provinciales o municipales a tener en cuenta ambas normas, la interpretada y la ley 25.675. El artículo 41 de la Constitución Nacional atribuye supremacía sobre la legislación local a los presupuestos mínimos que sancione el Congreso y también sobre la legislación nacional que no es de presupuestos mínimos. En el artículo 2º fija objetivos a la política ambiental nacional, lo que obliga al Poder Ejecutivo Nacional a seguirlos, ya que constituyen pautas para la ejecución de normas legislativas que deberá acatar. El artículo 4º sienta principios básicos que rigen su interpretación y aplicación y la de toda otra norma a través de la cual se ejecute la política ambiental. Esos



principios básicos son: • Principio de prevención, que impone la atención de las causas y las fuentes de los problemas ambientales en forma prioritaria e integrada tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se pueden producir.

- Principio precautorio, que dispone que cuando haya peligro de daño grave o irreversible deberán adoptarse inmediatamente medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del ambiente aunque falte información o certeza científica.
- Principio de equidad intergeneracional, que dispone que los responsables de la protección ambiental velen por el uso y goce apropiado del ambiente por las generaciones presentes y futuras.
- Principio de sustentabilidad, que repite con otro lenguaje el principio de equidad intergeneracional cuando dispone que el desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente de manera tal, que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.
- Principio de progresividad, que impone la gradualidad para la prosecución de los objetivos ambientales.
- Principio de responsabilidad al que solo implícitamente se le puede atribuir el carácter de presupuesto mínimo de protección ambiental, porque, tal como está enunciado, reitera innecesariamente el régimen de responsabilidad subjetiva del artículo 1109 del Código Civil.
- Principio de subsidiariedad, que tampoco es un presupuesto mínimo de protección ambiental sino la orden que el Congreso imparte al Estado nacional de que colabore



y, de ser necesario, participe en forma complementaria en el accionar de los particulares en la preservación y protección ambientales.

- Principio de solidaridad, que encomienda a la Nación y a las Provincias la prevención y mitigación de los efectos ambientales transfronterizos adversos de su propio accionar y la minimización de los riesgos ambientales sobre los sistemas ecológicos compartidos.
- Principio de cooperación, que impone la utilización equitativa y racional de los recursos naturales y los sistemas ecológicos compartidos y el desarrollo conjunto del tratamiento y la mitigación de las emergencias ambientales de efectos transfronterizos.

Por otro lado, reconoce al recurso ambiental como categoría jurídica. El reconocimiento de esa calidad de recurso da a la gestión un sentido positivo estimulante que legitima para accionar a quien tenga derecho a su uso y goce y a quien disminuya o impida ese uso y goce para ser demandado. La ley establece un sistema de coordinación interjurisdiccional para el ordenamiento ambiental a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA).

Habilita la competencia judicial federal en los casos en que un acto, omisión o situación generada provoque efectivamente degradación o contaminación en recursos ambientales interjurisdiccionales (Artículo 7º). Es conveniente esa atribución específica de la competencia federal por cuanto la Constitución Nacional solamente la habilita cuando la Nación sea parte o los casos se susciten entre dos o más provincias; entre una provincia y los vecinos de diferentes provincias; o entre una provincia o sus vecinos contra un Estado o ciudadano extranjero (Artículo 116 de la Constitución Nacional).



Respecto la evaluación del impacto ambiental, sus artículos 11, 12 y 13 imponen a toda obra o actividad susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población en forma significativa la carga de ejecutar una evaluación del impacto ambiental previa.

A su vez, el artículo 19 otorga a toda persona el derecho a opinar en procedimientos administrativos que se relacionen con la preservación y protección del ambiente y encomienda a las autoridades institucionalizar procedimientos de consultas o audiencias públicas obligatorias.

Su artículo 16 obliga a las personas físicas y jurídicas, públicas o privadas, a proporcionar la información relacionada con la calidad ambiental referida a las actividades que desarrollan y a las autoridades otorgar la información ambiental que administren.

El artículo 22 de la Ley obliga a toda persona que realice actividades riesgosas para el ambiente, los ecosistemas y sus elementos constitutivos a “contratar un seguro de cobertura con entidad suficiente para garantizar el financiamiento de la recomposición del daño que en su tipo pudiere producir, complementariamente podrá constituir un fondo”.

La ley 25.675 no regla la autogestión y los incentivos, sino que le encomienda hacerlo a las autoridades, entre ellas las legislaturas provinciales, al Poder Ejecutivo Nacional y a los provinciales (Artículo 26).

El artículo 27 de la ley define el daño ambiental como toda alteración relevante que modifique negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas, o los bienes o valores colectivos.

El artículo 30 en su primera parte regula que producido el daño ambiental colectivo, tendrán legitimación para obtener la recomposición del ambiente dañado, el afectado, el defensor



del pueblo y las asociaciones no gubernamentales de defensa ambiental, conforme lo prevé el artículo 43 de la Constitución Nacional, y el Estado Nacional, provincial o municipal; asimismo, quedará legitimado para la acción de recomposición o de indemnización pertinente, la persona directamente damnificada por el hecho dañoso acaecido en su jurisdicción. Deducida demanda de daño ambiental colectivo por alguno de los titulares señalados, no podrán interponerla los restantes, lo que no obsta a su derecho a intervenir como terceros. Sin perjuicio de esto, toda persona podrá solicitar, mediante acción de amparo, la cesación de actividades generadoras de daño ambiental colectivo.

La jurisprudencia nacional reconoce legitimación a múltiples sujetos: vecino, habitante, comunidad aledaña, ciudadano, usuario, consumidor. Partiendo de la base que los derechos ambientales son derechos de incidencia colectiva, iguales o similares, homogéneos o indiferenciados, se percibe en ellos a un grupo de individuos, sector o comunidad, que sufre una disminución de su status quo ex ante, y en cuyos derechos o intereses, resuena y repercute la situación de daño ambiental colectivo.

El artículo 33 de la Ley 25.675 dispone que los dictámenes emitidos por organismos del Estado sobre daño ambiental, agregados al proceso, tendrán la fuerza probatoria de los informes periciales, sin perjuicio del derecho de las partes a su impugnación. La sentencia hará cosa juzgada y tendrá efecto “erga omnes”, a excepción de que la acción sea rechazada, aunque sea parcialmente, por cuestiones probatorias.

Respecto del régimen de responsabilidad, la ley modifica el establecimiento en el Código Civil exclusivamente para el daño ambiental de incidencia colectiva. Declara que “el que cause el daño ambiental será objetivamente responsable de su restablecimiento al estado anterior a su producción”. El uso de la palabra “objetivamente” permite suponer que se



refiere no solo a la ejecución de un hecho que por culpa o negligencia ocasione un daño a otro, (Cod. Civil, Art. 1109) sino también a los daños que causaren los que están bajo su dependencia, o por las cosas de que se sirve, o que tiene a su cuidado (Cod. Civil, Art. 1113).

Otro punto que amerita un análisis es que la Ley 25.675 incluye normas procesales de aplicación local, las cuales solo excepcionalmente pueden ser sancionadas por el Congreso de la Nación en los casos en que sean inseparables de la norma de fondo que protege el ambiente o cuando sean necesarias para asegurar la vigencia de las instituciones que organiza (Constitución Nacional, artículos 41, 75 inc. 12 y 121).



En resumen:

Título	Ley General del Ambiente – N° 25.675
Fecha de sanción	6/11/2002
Temas principales	
<ul style="list-style-type: none">• Es una ley de presupuestos mínimos de protección ambiental. > Impone definiciones en materia de derecho ambiental que acentúan la dispersión de la legislación ambiental federal.• Es de orden público.• Es subsidiaria de la legislación específica sobre la materia.• La ley fija principios y objetivos a la política ambiental nacional.• Atribuye la competencia federal en los casos de recursos ambientales interjurisdiccionales.• Regula la Evaluación del Impacto Ambiental, la información ambiental y la participación ciudadana.• Establece la obligatoriedad de contratar un seguro ambiental.• Encomienda a las Provincias la regulación sobre autogestión e incentivos en materia ambiental.• Establece una modificación del régimen del Código Civil para la responsabilidad por daño ambiental de incidencia colectiva.• Establece la reparación del daño ambiental de incidencia colectiva.• Contiene normas procesales.	



C. Ley 25.612: Gestión Integral de Residuos Industriales. Ley 24.051: Residuos peligroso

La ley N° 25.612 establece los presupuestos mínimos de protección ambiental normando los residuos industriales y asimilables de todo el país, no sólo los federales, como hace la Ley N° 24.051. Constituye un régimen único, que alcanza imperativamente, a todos los procesos de gestión integral de los residuos industriales y de actividades de servicios que se desarrollen en cualquier sitio de la Argentina

Contiene además normas de fondo sustantivas que modifican el régimen del Código Civil, en materia de responsabilidad civil.

La ley 25.612 regula de manera uniforme la gestión integral de residuos de origen industrial que incluye la operación de conservación, reparación o transformación de materia prima, para la obtención de un producto final mediante la utilización de métodos industriales y de actividades de servicio, que se definen por su carácter de complemento de la industrial “o que por las características de los residuos que genera sea asimilable a la anterior, en base a los niveles de riesgo”. Del objeto de la ley, resulta de fundamental importancia el concepto que adopta la norma en relación al residuo industrial. La novedad es que se incluye dentro de la noción de este último, no sólo a cualquier elemento, sustancia, u objeto en estado sólido, semisólido, líquido, sino también “gaseoso”, como resultado de un proceso industrial.

Título	Ley de Residuos Industriales – N° 25.612
Fecha de sanción	29/7/2002
Temas principales	
	<ul style="list-style-type: none">• Generación, transporte y disposición final de residuos industriales.



- Al ser una Ley de Presupuesto Mínimos, Cuando las provincias sancionen normas sobre residuos industriales, deberá subsumirse a lo establecido por esta, podrá imponer mayores exigencias, pero no menores.

D. Ley 25.916 de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios

La Ley 25.916 establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos que denomina domiciliarios. Define a éstos como elementos, objetos o sustancias que los humanos desechan o abandonan y no están regulados por normas específicas, pero circunscribe su mandato a los de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional que son la mayor parte de los orígenes posibles.

Esta enunciación de los distintos orígenes revela que el legislador pretendió normar el destino de residuos domésticos y urbanos ya que excluyó, por ejemplo, otros residuos que son muy voluminosos e impactantes en el ambiente como ser los de origen agropecuario, pesquero, naviero, aeronáutico, deportivo, cinegético, bélico, vial o minero incluida la extracción de hidrocarburos.

E. Ley 25.688. Régimen de Gestión Ambiental de Aguas

Esta también es una Ley de presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional, utilización de las aguas, regula la cuenca hídrica superficial y los comités de cuencas hídricas.



El artículo 1º de la Ley considera agua a aquella que forma parte del conjunto de los cursos y cuerpos de aguas naturales o artificiales, superficiales y subterráneas, así como a las contenidas en los acuíferos, ríos subterráneos y las atmosféricas. Y el artículo 2º considera cuenca hídrica superficial, a la región geográfica delimitada por las divisorias de aguas que discurren hacia el mar a través de una red de cauces secundarios que convergen en un cauce principal único y las endorreicas.

La enumeración es tan amplia que parece difícil identificar cual es el agua a la que no se aplica. También se limita a normar las cuencas hídricas superficiales que encuadran en su descripción. Una cuenca de agua es genéricamente el espacio geográfico determinado por la línea divisoria de las aguas que fluyen hacia una salida o depósito común.

Sin embargo, la norma sólo alcanza a “las regiones geográficas delimitadas por las divisorias de aguas que discurren hacia el mar a través de una red de cauces secundarios que convergen en un cauce principal único y las endorreicas”. Con esa descripción la ley excluye a las cuencas hídricas superficiales que no encuadren en ella.

El artículo 3º establece que las cuencas hídricas como unidad ambiental de gestión del recurso se consideran indivisibles.

Asimismo, a través del artículo 4º crea, para las cuencas interjurisdiccionales, los comités de cuencas hídricas con la misión de asesorar a la autoridad competente en materia de recursos hídricos y colaborar en la gestión ambientalmente sustentable de las cuencas hídricas. La competencia geográfica de cada comité de cuenca hídrica dispone que podrá emplear categorías menores o mayores de la cuenca, agrupando o subdividiendo las mismas en unidades ambientalmente coherentes a efectos de una mejor distribución geográfica de los organismos y de sus responsabilidades respectivas.



El artículo 5° considera utilización de las aguas a los efectos de esta ley:

- La toma y desviación de aguas superficiales;
- El estancamiento, modificación en el flujo o la profundización de las aguas superficiales;
- La toma de sustancias sólidas o en disolución de aguas superficiales, siempre que tal acción afecte el estado o calidad de las aguas o su escurrimiento;
- La colocación, introducción o vertido de sustancias en aguas superficiales, siempre que tal acción afecte el estado o calidad de las aguas o su escurrimiento;

La colocación e introducción de sustancias en aguas costeras, siempre que tales sustancias sean colocadas o introducidas desde tierra firme, o hayan sido transportadas a aguas costeras para ser depositadas en ellas, o instalaciones que en las aguas costeras hayan sido erigidas o amarradas en forma permanente;

La colocación e introducción de sustancias en aguas subterráneas;

La toma de aguas subterráneas, su elevación y conducción sobre tierra, así como su desviación;

El estancamiento, la profundización y la desviación de aguas subterráneas, mediante instalaciones destinadas a tales acciones o que se presten para ellas;

Las acciones aptas para provocar permanentemente o en una medida significativa, alteraciones de las propiedades físicas, químicas o biológicas del agua;

Modificar artificialmente la fase atmosférica del ciclo hidrológico.

El artículo 6° introduce una importante reforma al Código Civil, puesto que somete a permiso de la autoridad competente el uso de las aguas descriptas en el artículo 5°. Cabe destacar que estas actividades antes podían efectuarse libremente. Como la Ley nada



dispone sobre los efectos de la supresión de distintos derechos que poseían los propietarios de predios y las personas particulares, lo deberán hacer los jueces en cada caso.

El Artículo 7° establece que la Autoridad Nacional de Aplicación, que conforme a sus misiones y funciones se interpreta que es la Autoridad Ambiental Nacional, aunque no existe una norma que lo establezca expresamente, deberá:

- a) Determinar los límites máximos de contaminación aceptables para las aguas de acuerdo a los distintos usos;
- b) Definir las directrices para la recarga y protección de los acuíferos;
- c) Fijar los parámetros y estándares ambientales de calidad de las aguas;
- d) 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.

Dicho Plan debe contener como mínimo las medidas necesarias para la coordinación de las acciones de las diferentes cuencas hídricas

F. Código civil

Antes de profundizar en los preceptos del Código Civil en relación con la responsabilidad, es importante conocer que se entiende por daño ambiental y sus características.

Daño ambiental

El daño ambiental, al cual es aplicable el Código Civil, es aquel que sufre una persona sobre sí misma (su cuerpo, su salud, su integridad física y mental) o sobre sus bienes patrimoniales (sus bienes muebles, inmuebles o semovientes) a través de un elemento del ambiente en estado de degradación.



A este tipo de daño, se lo llama “indirecto” porque asume para su existencia la preexistencia de un daño directo sobre algún elemento del ambiente. Por ejemplo, para que exista una persona damnificada en su salud por beber agua contaminada y tenga por ello un derecho civilmente reconocido a ser resarcida, antes existió un daño al ambiente de “contaminación” sobre el recurso “agua”. Del mismo modo, aquel vecino de una industria que contrae asma, tiene el derecho civil a no ser lesionado en su salud y el derecho a obtener una indemnización por el daño indebidamente sufrido. Pero para la configuración de este derecho ambiental civilmente reconocido, preexistió un daño directo al ambiente a través de la contaminación del aire que la persona aspiró, sujeto de derecho civil.

Régimen de responsabilidad por daño ambiental civil

En el régimen civil de responsabilidad del Código Civil, se pueden distinguir dos tipos: la responsabilidad objetiva, regulada por el artículo 1113, y la responsabilidad subjetiva, regulada por los artículos 1109 y 1113 2º párrafo. De allí se deduce la siguiente afirmación: quien daña al ambiente será responsable objetivamente por el solo hecho de ser dueño o guardián de la cosa, aunque no actuare con culpa. En caso de que se demostrare que actuó con culpa se le aplicará el régimen legal del artículo 1109 del Código Civil.

Responsabilidad Subjetiva

Artículo 1109: “Todo el que ejecuta un hecho, que por su culpa o negligencia ocasiona un daño a otro, está obligado a la reparación del perjuicio. Esta obligación es regida por las mismas disposiciones relativas a los delitos del derecho civil”.

Artículo 1113, segundo párrafo: “En los supuestos de daños causados con las cosas, el dueño o guardián, para eximirse de responsabilidad, deberá demostrar que de su parte no hubo culpa...”



5. LEGISLACIÓN PROVINCIAL

A. Ley N° 11.459 “Ley de radicación ambiental”

La Autoridad de aplicación: Secretaria de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires.

Esta ley será de aplicación a todas las industrias instaladas, que se instalen, amplíen o modifiquen sus establecimientos.

El art. 2 define establecimiento industrial.

El art. 3 establece que todos los establecimientos industriales deberán contar con el pertinente Certificado de Aptitud Ambiental como requisito obligatorio indispensable para que las autoridades municipales puedan conceder las correspondientes habilitaciones industriales.

El art. 7 establece que el Certificado de Aptitud Ambiental será expedido por la Autoridad de Aplicación o el Municipio, según corresponda, previa Evaluación Ambiental.

El art. 10 establece que los establecimientos industriales ya instalados que deseen realizar modificaciones en sus edificios, ambientes o instalaciones deberán solicitar el correspondiente Certificado de Aptitud Ambiental en forma previa a la correspondiente habilitación industrial.

El art. 15 establece la clasificación de los establecimientos industriales se clasificarán en tres (3) categorías:

a) Primera categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideren inocuos porque su funcionamiento no constituye riesgo o molestia a la seguridad, salubridad o higiene de la población, ni ocasiona daños a sus bienes materiales ni al medio ambiente.



b) Segunda categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideran incómodos porque su funcionamiento constituye una molestia para la salubridad e higiene de la población u ocasiona daños a los bienes materiales y al medio ambiente.

c) Tercera categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideran peligrosos porque su funcionamiento constituye un riesgo para la seguridad, salubridad e higiene de la población u ocasiona daños graves a los bienes y al medio ambiente.

Decreto reglamentario N° 1741/96

Reglamentación de la Ley 11.459

Capítulo III: De la evaluación del impacto ambiental

El art. 18 establece que una vez categorizado el emprendimiento, y no tratándose de un establecimiento de 1º Categoría, se deberá presentar, ante la Autoridad de Aplicación una Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A.) del mismo.

El art. 19 establece que la Evaluación de Impacto Ambiental será analizado por la Autoridad de Aplicación quien lo aprobará, indicará fundadamente aspectos a reformular y/o ampliar o rechazará en su totalidad, en un plazo máximo de veinte (20) días.

El art. 20: establece que la aprobación o el rechazo definitivo de la Evaluación de Impacto Ambiental dará lugar a la emisión de una Declaración de Impacto Ambiental por parte de las dependencias específicas de la Autoridad de Aplicación.

Sólo en caso de aprobación de la E.I.A. podrá otorgarse el Certificado de Aptitud Ambiental del emprendimiento.

El rechazo del Estudio implicará la no aptitud de dicho proyecto en el emplazamiento propuesto y la denegación del Certificado de Aptitud Ambiental.

En el ANEXO 2 se establece la fórmula para la categorización de las industrias.



Anexo 2

FORMULA PARA LA CATEGORIZACION DE INDUSTRIAS

$$N_c = E R + R_u + R_i + D_i + L_o$$

donde:

Nc: Nivel de complejidad

E R: Efluentes y Residuos

Ru: Rubro

Ri: Riesgo

Di: Dimensionamiento

Lo: Localización

Estos parámetros podrán adoptar los siguientes valores:

* Nivel de complejidad

-Hasta 11 : Establecimientos de Primera Categoría

-De 12 a 25: Establecimientos de Segunda Categoría

-Mayor de 25: Establecimientos de Tercera Categoría

* Efluentes y Residuos

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

Tipo 0

- Gaseosos: componentes naturales del 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 domiciliarios



Tipo 1

- Gaseosos: gases de combustión de hidrocarburos líquidos.
- Líquidos: agua de proceso con aditivos y agua de lavado que no contengan residuos especiales ó 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 ó de establecimientos que no pudiesen generar residuos especiales.

Tipo 2

- Gaseosos: Todos los no comprendidos en los tipos 0 y 1.
- Líquidos: con residuos especiales, ó que pudiesen generar residuos especiales. Que posean o deban poseer más de un tratamiento.
- Sólidos y/o Semisólidos: que puedan contener sustancias peligrosas o pudiesen generar residuos especiales.

De acuerdo al tipo de Efluentes y residuos generados, el parámetro E R 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



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

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

* Dimensionamiento

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 a 0,81 adopta el valor 2
- De 0,81 a 1,0 adopta el valor 3

*Localización

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 de:

- Agua
- Cloaca
- Luz
- Gas

Por la carencia de cada uno de ellos se asigna 0,5



B. Ley N° 11.720 “Ley de Generación, Manipulación, Almacenamiento, Transporte, Tratamiento y Disposición final de Residuos Especiales.

Autoridad de Aplicación: Secretaría de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires.

El art. 17 establece que todos los Estudios para la determinación del Impacto Ambiental y aquéllos relacionados a la preservación y monitoreo de los recursos naturales deberán ser efectuados y suscriptos en el punto que hace a su especialidad, por profesionales que deberán estar inscriptos en un Registro de Profesionales para el Estudio de Impacto Ambiental creado por la Ley 11.459.

El art. 38 establece entre los requisitos, para la inscripción de plantas en el Registro Provincial de Generadores y Operadores de Residuos Especiales, la inclusión en una declaración jurada de una Evaluación de Impacto Ambiental.

El art. 58 establece que la Autoridad de Aplicación, entre otras funciones, debe seleccionar y diseñar los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental, fijar criterios para su aplicación, determinar los parámetros significativos a ser incorporados en los procedimientos de Evaluación de Impacto y Evaluar los Estudios de Impacto Ambiental exigidos por al presente Ley.

C. Ley N° 11.723 “Ley de Medio Ambiente”

El art. 11 establece que todos los proyectos consistentes en la realización de obras o actividades que produzcan o sean susceptibles de producir algún efecto negativo al ambiente de la Provincia de Buenos Aires y/o sus recursos naturales, deberán obtener una DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL expedida por la autoridad ambiental provincial o municipal según las categorías que establezca la reglamentación de acuerdo a la enumeración enunciativa incorporada en el anexo II de la presente ley.



El art. 11 establece que toda persona física o jurídica, pública o privada, titular de un proyecto de los alcanzados por el art. 10 está obligada a presentar conjuntamente con el proyecto, una EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL de acuerdo a las disposiciones que determine la autoridad de aplicación en virtud del artículo 13º.

"ARTICULO 13º: La autoridad ambiental provincial deberá:

Inciso a): Seleccionar y diseñar los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental, y fijar los criterios para su aplicación a proyectos de obras o actividades alcanzados por el artículo 10º.

Inciso b): Determinar los parámetros significativos a ser incorporados en los procedimientos de Evaluación de Impacto.

Inciso c): Instrumentar procedimientos de Evaluación Medio Ambiental inicial para aquellos proyectos que no tengan un evidente impacto significativo sobre el medio."

El art. 16 establece que los habitantes de la Provincia de Buenos Aires podrán solicitar LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL presentadas por las personas obligadas en el artículo 11º.

"ARTICULO 20º: LA DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL constituye un acto administrativo de la autoridad ambiental provincial o municipal que podrá contener:

Inciso a): La aprobación de la realización de la obra o actividad peticionada.

Inciso b): La aprobación de la realización de la obra o de la actividad peticionada en forma condicionada al cumplimiento de instrucciones modificatorias.

Inciso c): La oposición a la realización de la obra o actividad solicitada."

TITULO III Disposiciones Especiales

CAPITULO I: De las Aguas



ARTICULO 39º: Los principios que regirán la implementación de políticas para la protección y mejoramiento del recurso agua, serán los siguientes:

- a) Unidad de gestión.
- b) Tratamiento integral de los sistemas hidráulicas y del ciclo hidrológico.
- c) Economía del recurso.
- d) Descentralización operativa.
- e) Coordinación entre organismos de aplicación involucrados en el manejo del recurso.
- f) Participación de los usuarios.

ARTICULO 40º: La autoridad de aplicación provincial deberá:

- a) Realizar un catastro físico general, para lo cual podrá implementar los convenios necesarios con los organismos técnicos y de investigación.
- b) Establecer patrones de calidad de aguas y/o niveles guías de los cuerpos receptores (ríos, arroyos, lagunas, etc.).
- c) Evaluar en forma permanente la evolución del recurso, tendiendo a optimizar la calidad del mismo.

ARTICULO 41º: El Estado deberá disponer las medidas para la publicación oficial y periódica de los estudios referidos en el artículo anterior, así como también remitirlos al Sistema Provincial de Información Ambiental que crea el artículo 27º.

ARTICULO 42º: Las reglamentaciones vigentes deberán actualizar los valores y agentes contaminantes en ellas contenidos e incorporar los no contemplados, teniendo en cuenta para ello normas nacionales e internacionales aplicables.



ARTICULO 43º: El tratamiento integral del recurso deberá efectuarse teniendo en cuenta las regiones hidrográficas y/o cuencas hídricas existentes en la Provincia. A ese fin, se propicia la creación de Comité de Cuencas en los que participen el Estado Provincial, a través de las reparticiones competentes, los municipios involucrados, las entidades intermedias con asiento en la zona, y demás personas físicas o jurídicas, públicas o privadas que en cada caso se estime conveniente.

ARTICULO 44º: Cuando el recurso sea compartido con otras jurisdicciones provinciales o nacionales, deberán celebrarse los pertinentes convenios a fin de acordar las formas de uso, conservación y aprovechamiento.

CAPITULO II: Del Suelo

ARTICULO 45º: Los principios que regirán el tratamiento e implementación de políticas tendientes a la protección y mejoramiento del recurso suelo serán los siguientes:

- a) Unidad de gestión.
- b) Elaboración de planes de conservación y manejo de suelos.
- c) Participación de juntas promotoras, asociaciones de productores, universidades y centros de investigación, organismos públicos y privados en la definición de políticas de manejo del recurso.
- d) Descentralización operativa.
- e) Implementación de sistemas de control de degradación del suelo y propuestas de explotación en función de la capacidad productiva de los mismos.
- f) Implementación de medidas especiales para las áreas bajo procesos críticos de degradación que incluyan introducción de prácticas y de tecnologías apropiadas.
- g) Tratamiento impositivo diferenciado.



ARTICULO 46º: La autoridad provincial de aplicación deberá efectuar:

- a) Clasificación o reclasificación de suelos de acuerdo a estudios de aptitud y ordenamiento en base a regiones hidrogeográficas.
- b) Establecimiento de normas o patrones de calidad ambiental.
- c) Evaluación permanente de su evolución tendiendo a optimizar la calidad del recurso.

ARTICULO 47º: El Estado deberá disponer las medidas necesarias para la publicación oficial y periódica de los estudios referidos, así como también remitirlos al Sistema Provincial de Información Ambiental que crea el artículo 27º.

ARTICULO 48º: Las reglamentaciones vigentes deberán actualizar los valores y agentes contaminantes en ellas contenidos e incorporar los no contemplados, observando para ello normas nacionales e internacionales aplicables.

ARTICULO 49º: En los casos en que la calidad del recurso se hubiera deteriorado en virtud del uso al que fuera destinado por aplicación directa o indirecta de agroquímicos, o como resultado de fenómenos ambientales naturales; la autoridad de aplicación en coordinación con los demás organismos competentes de la Provincia, dispondrá las medidas tendientes a mejorar y/o restaurar sus condiciones, acordando con sus propietarios la forma en que se implementarán las mismas.

CAPITULO III: De la Atmósfera

ARTÍCULO 50: La autoridad de aplicación competente se regirá por los siguientes principios para definir los parámetros de calidad del aire de manera tal que resulte satisfactorio para el normal desarrollo de la vida humana, animal y vegetal:

- a) Definir criterios de calidad del aire en función del cuerpo receptor.
- b) Especificar los niveles permisibles de emisión por contaminantes y por fuentes de



Contaminación.

- c) Controlar las emisiones industriales y vehiculares que puedan ser nocivas para los seres vivos y el ambiente teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el inciso anterior.
- d) Coordinar y convenir con los municipios, la instalación de equipos de control adecuados según las características de la zona y las actividades que allí se realicen.
- e) Determinar las normas técnicas a tener en cuenta para el establecimiento e implementación de los sistemas de monitoreo del aire.
- f) Expedir en coordinación con el Ente Provincial Regulador Energético las normas y estándares que deberán ser observados, considerando los valores de concentración máximos permisibles.
- g) Controlar las emisiones de origen energético incluida las relacionadas con la actividad nuclear, en todo lo que pudiera afectar a la salud humana, animal y vegetal.
- h) Implementación de medidas de alerta y alarma ambiental desde el municipio.

ARTICULO 51º: La autoridad de aplicación promoverá en materia de contaminación atmosférica producida por ruidos molestos o parásitos, su prevención y control por parte de las autoridades municipales competentes.

CAPITULO IV: De la Energía

ARTICULO 52º: El Ente Provincial Regulador Energético deberá promover:

Inciso a): La investigación, desarrollo y utilización de nuevas tecnologías aplicadas a fuentes de energía tradicionales y alternativas; Inciso b): El uso de la energía disponible preservando el medio ambiente.



ARTICULO 53º: Las personas físicas o jurídicas, públicas, privadas o mixtas que deseen generar energía de cualquier clase que sea, deberán solicitar concesión o permiso al Ente Provincial

Regulador Energético, previa evaluación de su impacto ambiental.

ARTICULO 54º: Para lograr ahorro energético el Ente Provincial Regulador Energético deberá elaborar planes y definir los instrumentos y mecanismos para la asistencia de los usuarios.

CAPITULO V: De la Flora

ARTICULO 55º: A los fines de protección y conservación de la flora autóctona y sus frutos, el Estado Provincial tendrá a su cargo:

- a) La implementación de su relevamiento y registro, incluyendo localización de especies, fenología y censo poblacional periódico.
- b) La creación de un sistema especial de protección, ex-situ e in-situ, de germoplasma de especies autóctonas, dando prioridad a aquellas en riesgo de extinción.
- c) La fijación de normas para autorización, registro y control de uso y manejo de flora autóctona.
- d) La planificación de recupero y enriquecimiento de bosques autóctonos.
- e) El contralor de contaminación química y biológica de suelos en áreas protegidas, mediante el monitoreo periódico de la flora de la rizófera, como así también el control fitosanitario de las especies vegetales de dichas áreas.
- f) El fomento de uso de métodos alternativos de control de malezas y otras plagas a fin de suplir el empleo de pesticidas y agroquímicos en general.



g) La promoción de planes de investigación y desarrollo sobre especies autóctonas potencialmente aplicables en el agro, la industria y el comercio.

ARTÍCULO 56: En relación con las especies cultivadas, el Estado Provincial promoverá a través de regímenes especiales las siguientes actividades:

a) La forestación, reforestación y plantación de árboles y otras cubiertas vegetales tendientes a atenuar la erosión de los suelos, fijar dunas, recuperar zonas inundables y proteger áreas de interés estético y de valor histórico o científico.

b) La implementación de programas de control integrado de plagas.

c) La creación de zonas productoras de bienes libres de agroquímicos, plagas o enfermedades.

d) La creación de un sistema especial de protección, ex-situ e in-situ de germoplasma de especies cultivadas.

ARTICULO 57º: La introducción al territorio provincial de especies, variedades o líneas exóticas con fines comerciales, sólo será permitida por la autoridad de aplicación de la presente, previo estudio de riesgo ambiental pertinente. La autoridad de aplicación podrá realizar estudios tendientes a evaluar el impacto ambiental producido por las especies, variedades o líneas exóticas introducidas con anterioridad a la vigencia de la presente Ley.

ARTICULO 58º: El Estado Provincial implementará un sistema de prevención y combate de incendios de bosques, pastizales y otras áreas naturales potencialmente amenazadas.

ARTICULO 59º: La autoridad de aplicación deberá remitir al Sistema Provincial de Información

Ambiental, creado en el artículo 27, toda la información sobre el recurso, resultante de censos, estudios o cualquier otro relevamiento del mismo.



CAPITULO VI: De la Fauna

ARTICULO 60º: A los fines de protección y conservación de la fauna silvestre, el Estado Provincial tendrá a su cargo:

- a) La implementación de censos poblacionales periódicos, registro y localización de especies y nichos ecológicos, y estudios de dinámica de poblaciones dentro del territorio provincial.
- b) La adopción de un sistema integral de protección para las especies en retracción poblacional o en peligro de extinción, incluyendo la preservación de áreas de distribución geográfica de las mismas.
- c) La determinación de normas para la explotación en cautiverio y comercialización de fauna silvestre, sea autóctona o exótica.
- d) El contralor periódico de las actividades desarrolladas en las estaciones de cría de animales silvestres.
- e) La elaboración de listados de especies exóticas no recomendables para su introducción en el territorio provincial.
- f) La promoción de métodos alternativos de control de plagas que permitan la reducción paulatina hasta la eliminación definitiva de agroquímicos.

ARTICULO 61º: Podrá mediar autorización expresa de introducción de fauna exótica para cría en cautiverio o samicautiverio, conforme el artículo 267º del Código Rural (Ley 10.081), cuando se cumplan los siguientes requisitos no excluyentes de otros que oportunamente determine la autoridad competente:

- a) Que se trate de especies estenoicas, no agresivas, no migratorias y no pertenecientes a géneros registrados para las provincias zoogeográficas de la región.



- b) Que los especímenes introducidos sean sometidos a estudios parasitológicos.
- c) Que los criaderos cumplan con las normas de seguridad que a tal fin sean establecidas por la autoridad competente.

ARTICULO 62º: La autoridad de aplicación podrá realizar estudios tendientes a evaluar el impacto ambiental producido por las especies de fauna exótica introducida con la anterioridad a la vigencia de la presente Ley.

ARTICULO 63º: La autoridad de aplicación determinará las especies que circunstancialmente sehallan convertido en dañinas, perjudiciales o en plaga, actualizando periódicamente dicha nómina.

ARTICULO 64º: La autoridad de aplicación deberá remitir al Sistema Provincial de Información Ambiental, creado en el artículo 27º, toda la información sobre el recurso, resultante de censos o cualquier otro relevamiento del mismo.

CAPITULO VII: De los Residuos

ARTICULO 65º: La gestión de todo residuo que no esté incluido en las categorías de residuo especial, patogénico y radioactivo, será de incumbencia y responsabilidad municipal. Respecto de los Municipios alcanzados por el Decreto Ley 9111/78, el Poder Ejecutivo Provincial promoverá la paulatina implementación del principio establecido en este artículo, así como también de lo normado en los artículos 66º y 67º de la presente.

ARTICULO 66º: La gestión municipal, en el manejo de los residuos, implementará los mecanismos tendientes a:

- a) La minimización en su generación.
- b) La recuperación de materia y/o energía.
- c) La evaluación ambiental de la gestión sobre los mismos.



d) La clasificación en la fuente.

e) La evaluación de impacto ambiental, previa localización de sitios para disposición final.

ARTICULO 67º: Los organismos provinciales competentes y el C:E.A.M.S.E. deberán:

a) Brindar la asistencia técnica necesaria a los fines de garantizar la efectiva gestión de los residuos.

b) Propiciar la celebración de acuerdos regionales sobre las distintas operaciones a efectos de reducir la incidencia de los costos fijos y optimizar los servicios.

ARTICULO 68º: Los residuos peligrosos, patogénicos y radioactivos se regirán por las normas particulares dictadas al efecto.

ANEXO I

GLOSARIO

AMBIENTE: (medio, entorno, medio ambiente); Sistema constituido por factores naturales, culturales y sociales, interrelacionados entre sí, que condicionan la vida del hombre a la vez que constantemente son modificados y condicionados por éste.

AREA NATURAL: Lugar físico o espacio en donde uno o más elementos naturales o la naturaleza en su conjunto, no se encuentran alterados por el hombre o por algún factor natural que pudiera incidir sobre su equilibrio original.

BIOMA: Grandes unidades ecológicas definidas por factores ambientales, por las plantas y animales que las componen. Gran espacio vital con un ambiente determinado, un mismo tipo de clima y una vegetación y fauna características. Ejemplo de bioma: tundra, taiga, bosque eurosiberiano, sabana, etc.



CONSERVAR: Empleo de los conocimientos ecológicos en el uso racional de los recursos naturales, permitiendo así el beneficio del mayor número de personas, tanto en el presente como en las generaciones futuras.

CONTAMINACION: Alteración reversible o irreversible de los ecosistemas o de alguno de sus componentes producida por la presencia en concentraciones superiores al umbral mínimo o la actividad de sustancias o energías extrañas a un medio determinado.

CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS: Mezcla atinada de compuestos químicos degradables, control biológico, cultivo diversificado y selección genética para resistencia.

CUENCA HIDRICA SUPERFICIAL: Territorio geográficos en el que las aguas que escurren superficialmente afluyen a un colector común (río), y son drenadas por este. También puede desaguar en un cuerpo de agua (lago, laguna) o, directamente en el mar. Topográficamente las líneas divisorias o de participación de las aguas superficiales constituyen el límite de las cuencas hídricas superficiales.

ECOSISTEMA: Sistema relativamente estable en el tiempo y termodinámicamente abierto en cuanto a la entrada y salida de sustancias y energía. Este sistema tiene una entrada (energía solar, elementos minerales de las rocas, atmósfera y aguas subterráneas) y una salida de energía y sustancias biogénicas hacia la atmósfera (calor, oxígeno, ácido carbónico y otros gases), la litosfera (compuesta por humos, minerales, rocas sedimentarias) y la hidrósfera (sustancias disueltas en las aguas superficiales, ríos y otros cuerpos de aguas).

ESTENOICOS: (Estenos: estrecho: oikos: casa) Organismo que requiere condiciones muy estrictas para desenvolverse adecuadamente.



EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL: (E.I.A.) El procedimiento destinado a identificar e interpretar, así como a prevenir, las consecuencias o efectos que acciones o proyectos públicos o privados, pueden causar al equilibrio ecológico, al mantenimiento de la calidad de vida y a la preservación de los recursos naturales existentes.

FAUNA SILVESTRE: (Salvaje o Agreste) Está constituida por aquellos animales que viven libremente, en ambientes naturales o artificiales sin depender del hombre para alimentarse o reproducirse.

FAUNA SILVESTRE AUTOCTONA: (Nativa o Endémica) Está formada por los animales que pertenecen al ambiente donde naturalmente habitan.

FAUNA SILVESTRE EXOTICA: (foránea, no nativa o introducida) Está formada por animales silvestres que no son originarios del medio donde habitan, pudiendo ser incorporados por él.

FENOLOGIA: Estudio de la periodicidad temporal y sus fenómenos asociados en los seres vivos;

Ejemplo: época de floración o germinación de una especie.

FLORA SILVESTRE: Conjunto de especies o individuos vegetales que no se han plantado o mejorado por el hombre.

FLORA AUTOCTONA: Conjunto de especies e individuos vegetales naturales del país, no introducidas, sino nativos.

FLORA SILVESTRE EXOTICA: (introducida o naturalizada) Conjunto de especies que no siendo oriunda de un medio, vive en él y se propaga como si fuera autóctona.

GERMOPLASMA: Material genético especialmente de constitución molecular y química específica, que constituye la base física de las cualidades heredadas de un organismo.



NICHO ECOLOGICO: Función que cumple un organismo dentro de la comunidad, es decir la manera o forma de relacionarse con otras especies y con el ambiente físico.

PRESERVAR: Mantener el estado actual de un área o categoría de seres vivientes.

PROTEGER: Defender un área o determinados organismos contra la influencia modificadora de la actividad del hombre.

RECURSOS HIDRICOS: Total de las aguas superficiales, subterráneas o atmosféricas que pueden ser utilizadas de alguna forma en beneficio del hombre. También se incluyen los recursos hídricos nuevos.

RECUROS HIDRICOS NUEVOS: Cantidad de agua útil para beneficio del hombre generado por la tecnología moderna. (Ejemplo: desalinización de aguas, marinas o continentales, salinas, aguas regeneradas, derretimiento de iceberg, etc.)

RECURSOS NATURALES: Totalidad de las materias primas y de los medios de producción aprovechable en la actividad económica del hombre y procedentes de la naturaleza.

RESTAURAR: Restablecimiento de las propiedades originales de un ecosistema o hábitat en cuanto a estructura comunitaria, complemento natural de las especies y cumplimiento de sus funciones naturales.

ANEXO II

PROYECTO DE OBRAS O ACTIVIDADES SOMETIDAS AL PROCESO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL PROVINCIAL

- 1) Generación y transmisión de energía hidroeléctrica, nuclear y térmica.
- 2) Administración de aguas servidas urbanas y suburbanas.
- 3) Localización de parques y complejos industriales.



- 4) Instalación de establecimientos industriales de la tercer categoría según artículo 15º de la Ley 11.459.
- 5) Exploración y explotación de hidrocarburos y minerales.
- 6) Construcción de gasoductos, oleoductos, acueductos y cualquier otro conductor de energía o sustancias.
- 7) Conducción y tratamiento de aguas.
- 8) Construcción de embalses, presas y diques.
- 9) Construcción de rutas, autopistas, líneas férreas, aeropuertos y puertos.
- 10) Aprovechamientos forestales de bosques naturales e implantados.
- 11) Plantas de tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.

PROYECTO DE OBRAS O ACTIVIDADES SOMETIDAS AL PROCESO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL MUNICIPAL

- 1) Con excepción de las enumeradas precedentemente en el punto I, cada municipio determinará las actividades y obras susceptibles de producir alguna alteración al ambiente y/o elementos constitutivos en su jurisdicción, y que someterá a Evaluación de Impacto Ambiental con arreglo a las disposiciones de esta Ley.
- 2) Sin perjuicio de lo anterior serán sometidos a Evaluación de Impacto Ambiental municipal, los siguientes proyectos:
 - a) Emplazamiento de nuevos barrios o ampliación de los existentes.
 - b) Emplazamiento de centros turísticos, deportivos, campamentos y balnearios.
 - c) Cementerios convencionales y cementerios parques.
 - d) Intervenciones edilicias, apertura de calles y remodelaciones viales.



e) Instalación de establecimientos industriales de la primera y segunda categoría de acuerdo a las disposiciones de la ley 11.459.

D. Ley N° 5956: Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera

Artículo 3º-Queda expresamente prohibido el desagüe de líquidos residuales a la calzada. Solamente se permitirá la evacuación de las aguas de lluvia por los respectivos conductos pluviales.

Artículo 6º-Ningún establecimiento industrial podrá ser habilitado o iniciar sus actividades, ni aún en forma provisoria, sin la previa obtención de la habilitación correspondiente y la aprobación de las instalaciones de provisión de agua y de los efluentes residuales industriales respectivos.

E. Decreto n° 3395: reglamento de la Ley N° 5965

Artículo 1º: Todo generador de emisiones gaseosas que vierta las mismas a la atmósfera, y se encuentre ubicado en el territorio de la Provincia de Buenos Aires, en especial los establecimientos industriales según la definición de la Ley N° 11.459 y su decreto reglamentario, queda comprendido dentro de los alcances del presente, de sus anexos I, II, III, IV, V y Apéndice 1 que son parte integrante del mismo, según corresponda a establecimientos existentes o a instalarse.

Artículo 4º: Todos los generadores comprendidos en el artículo 1º del presente, ubicados en el territorio de la Provincia que viertan a la atmósfera efluentes gaseosos, deberán solicitar ante la Autoridad de Aplicación un Permiso de Descarga de efluentes gaseosos a



la atmósfera, según los requisitos establecidos en esta reglamentación y las resoluciones complementarias que se dicten en el futuro.

Artículo 5° : Cuando el generador sea un establecimiento industrial de primera o segunda categoría, de acuerdo a la clasificación prevista en la Ley 11.459 y su decreto reglamentario, y la autoridad de aplicación provincial hubiere o estuviere por firmar convenio con los Municipios que acrediten tener capacidad técnica para otorgar Certificados de Aptitud Ambiental y fiscalizar el cumplimiento de la Ley 11.459 y su decreto reglamentario, los mismos si lo solicitaren a la autoridad de aplicación podrán fiscalizar el cumplimiento del presente decreto. Esta delegación de facultades que podrá ser parcial de acuerdo a lo solicitado por el municipio (para las categorías de establecimientos industriales para los que se encuentren capacitados al momento de la firma del Convenio), deberá constar expresamente en el Convenio antes referenciado cuando a la entrada en vigencia de la presente aún no hubiere sido firmado, o en un Anexo complementario cuando fuere solicitado posteriormente.

En el caso de establecimientos de tercera categoría la fiscalización será realizada por la Provincia a través de la Autoridad de Aplicación, pudiendo ejercerla el municipio cuando razones de grave riesgo a la salud, población o al medio ambiente exijan la aplicación de la medida precautoria de clausura por toma de decisión inmediata; o ambos en coordinación cuando ésto se hubiere establecido expresamente en el Convenio firmado; no pudiendo la Provincia en ningún caso delegar dicha competencia en forma completa.



Cuando el municipio por razones de grave riesgo a la salud, población o al medio ambiente hubiere fiscalizado y dispuesto una medida precautoria de clausura preventiva, es obligación de éste, en el plazo de 24 horas, informar a la Autoridad de Aplicación Provincial a fin de que ésta envíe una inspección convalidando o no la medida adoptada.

Artículo 10°: A partir de la entrada en vigencia del presente decreto, los generadores comprendidos en el mismo están obligados a respetar los valores incluidos en las tablas previstas en sus Anexos y Apéndice; pudiendo la Autoridad de Aplicación incorporar sustancias nuevas consideradas contaminantes con sus límites de emisión.

Artículo 11° : Los generadores cuya actividad produzca efluentes gaseosos, deberán incorporar en la declaración jurada de solicitud de permiso de descarga, los estudios complementarios que relacionen las emisiones del establecimiento, (en caudal másico y concentraciones) con los valores de la Tabla A - "Normas de Calidad de Aire"- de acuerdo a modelos de difusión para la situación atmosférica del lugar de ubicación del establecimiento, los que serán presentados ante la Autoridad de Aplicación para ser aceptados o no por ésta, pudiendo además ser complementados con mediciones de calidad de aire atmosférico en relación con los parámetros de las emisiones específicas.

La Autoridad concedente del permiso cuando lo estime conveniente procederá, analizada la información recabada y teniendo en cuenta las condiciones ambientales del área de radicación de los establecimientos sobre la base de los niveles guías de calidad de aire de la Tabla B, a fijar las normas de emisión específicas para esa región determinada.



Artículo 12° : Las normas de calidad de aire y niveles guía de calidad de aire, de emisión, tabla de umbral de olor y escala de olores, comprendidas en los Anexos que son parte integrante del presente, deberán ser revisadas por la Autoridad de Aplicación dentro de un año la primera vez y cada tres (3) años como máximo los siguientes, pudiendo las normas de emisión ser fijadas regionalmente cuando las características del caso así lo exijan.

Artículo 13° : La Autoridad de Aplicación establecerá Normas de emisión más restrictivas que las establecidas por la presente cuando evaluando debidamente las circunstancias en el área de influencia del foco emisor exista riesgo grave a la salud pública y/o medio ambiente, o no se cumplan en los puntos afectados con los niveles de calidad de aire.

Artículo 14° : Los conductos finales de evacuación de efluentes gaseosos a la atmósfera exterior, provengan o no de sistemas de tratamiento, deberán ser verticales y con una altura superior a la que posea la edificación circundante de vecinos en un radio máximo de 100 metros, debiéndose diseñar de forma que se permita la correcta dispersión de los efluentes, a los efectos de cumplir con la normas de calidad de aire.

DEFINICIONES

Normas de calidad de aire:

Son límites legales correspondientes a niveles de contaminantes en el aire, durante un período de tiempo dado (especificados en la Tabla A). Estas normas se podrán modificar en el tiempo.



Normas de emisión: Son límites a la cantidad de unidad de tiempo y/o concentración de contaminantes emitidos por la fuente.

Contaminación de aire: Presencia en la atmósfera exterior de uno o más contaminantes o sus combinaciones, en concentración y con tal duración y frecuencia de ocurrencia que puedan afectar la vida humana, de animales, de plantas, o la propiedad, que interfiera en el goce de la vida, la propiedad o el ejercicio de actividades.

Efluente gaseoso: Toda aquella sustancia en estado aeriforme, sean gases, aerosoles (líquidos y sólidos), material sedimentable, humos negros, químicos, nieblas y olores, que constituyan sistemas homogéneos o heterogéneos y que tengan como cuerpo receptor a la atmósfera.

Contaminante: Agente químico, físico o biológico que tiene la potencialidad de contaminar.

Caudal másico: Masa por unidad de tiempo de un contaminante emitido por la fuente.

Nivel guía de calidad de aire ambiente: Concentración de contaminantes debajo de cuyos valores se estima, para el grado de conocimiento del que se dispone, que no existirán efectos adversos en los seres vivos.

Nivel guía de emisión: Concentración de contaminantes o caudales másicos a emitir tomados como referencia en la selección de la tecnología apropiada para el control de los efluentes gaseosos a los efectos de aplicarse a plantas de tratamiento a instalarse.

Flujo másico: Masa por unidad de tiempo y por unidad de superficie de un contaminante.



Anexo III

Contaminante	Símbolo	mg/m ³	ppm	Período de Tiempo
Dióxido de azufre	SO ₂	1,300 ⁽¹⁾	0,50 ^(1,2)	3 horas
		0,365 ⁽¹⁾	0,14 ⁽¹⁾	24 horas
		0,080 ⁽⁴⁾	0,03 ⁽⁴⁾	1 año
Material particulado en suspensión	PM-10	0,050 ⁽⁴⁾		1 año
	(PM-10)	0,150 ⁽¹⁾		24 horas ⁽³⁾
Monóxido de carbono	CO	10,000 ⁽¹⁾	g ⁽¹⁾	8 horas
		40,082 ⁽¹⁾	35 ⁽¹⁾	1 hora
Ozono (Oxidantes fotoquímicos)	O ₃	0,235 ⁽¹⁾	0,12 ⁽¹⁾	1 hora
Oxidos de nitrógeno	NO _x	0,4	0,2	1 hora
(expresado como dióxido de nitrógeno)		0,100 ⁽⁴⁾	0,053 ⁽⁴⁾	1 año
Plomo	Pb	0,0015		3 meses
		(media aritmética)		

TABLA 1 CONTAMINANTE BÁSICO

No puede ser superado este valor más de una vez al año.

- (2) Corresponde a norma secundaria.
- (3) 24 horas medidas entre la cero hora del día 1 y la cero hora del día 2.
- (4) Media aritmética anual.
- (5) Muestreado a partir de material particulado total (MPT)

Observaciones: Estándares fijados por E.P.A. STP (298.13 °K = 25°C y 1 ATM).

Contaminante	mg/m ³	Período de Tiempo
ACETONA (67 - 64 -1)	3.6 E+ 1	8 h



ÁCIDO ACÉTICO (64 - 19 - 7)	2.47	8 h
ÁCIDO CIANHÍDRIDO (74 - 90 - 8)	9.5 E - 2	15 m
ÁCIDO SULFÚRICO (7664 - 93 - 9)	2 E - 3	8 h
ACRILATO DE METILO (96 - 33 - 3)	3.5	8 h
AMONÍACO (7664 - 41 - 7)	1.8	8 h
ANHÍDRIDO FTÁLICO (85 - 44 - 9)	3 E - 1	8 h
ANHÍDRIDO MALEICO (108 - 31 - 6)	2 E - 2	8 h
BENCENO (71 - 43 - 2)	9.6 E - 5	1 año
CADMIO (7440 - 43 - 9)	1.1 E - 7	1 año
COLORURO DE HIDRÓGENO (7647 - 01 - 0)	1.5 E - 1	24 h
CROMO (hexavalente)	1.67 E - 8	1 año
1,2 - DICLOROETANO (107 - 06 - 02)	3 E - 5	1 año
DIMETILAMINA (124 - 40 - 3)	2 E - 3	24 h
ESTIRENO (100 - 42 - 5)	2.63 E - 2	1 año
FENOL (108 - 95 - 2)	9 E - 2	8 h



DIÓXIDO DE MANGANESO (1313 - 13 - 9)	5.4 E - 5	24 h
SULFATO DE MANGANESO (7785 - 87 - 7)	1.2 E - 5	24 h
MERCURIO VAPOR (elemental)	9.5 E - 4	8 h
MERCURIO INORGÁNICO	4.8 E - 4	8 H
MERCURIO ORGÁNICO	5 E - 5	8 h
METACRILATO DE METILO (80 - 62 - 6)	4 E - 1	24 h
METANOL (67 - 56 - 1)	3.1	8 h
METILETILCETONA (78 - 93 - 3)	3.9 E - 1	24 h
NAFTALENO (91 - 20 - 3)	1.2 E - 1	8 h
PENTÓXIDO DE VANADIO (1314 - 62 - 1)	1 E - 3	8 h
PROPILENO	5.5	8 H
DISULFURO DE CARBONO (75 - 15 - 0)	1.5 E - 1	24 h
TOLUENO (108 - 88 - 3)	1.4	8 h
XILENOS (1330 - 20 - 7)	5.2	8 h
ACROLEÍNA (107 - 02 - 8)	3.7 E - 5	24 h



FORMALDEHÍDO (50 - 00 - 0)	6.2 E - 5	1 año
----------------------------	-----------	-------

TABLA 2 : NIVELES GUÍA DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Medidos a 25° C y 1 atmósfera.

Los números indicados entre paréntesis, para cada contaminante, corresponden a la numeración "Chemical Abstract Service" (CAS).

Este valor es corregido por factores de exposición horaria, semanal, y la introducción de factores de seguridad según la siguiente ecuación básica:

$$\text{Nivel guía} = \text{CMP} \times 1/3 \times 5/7 \times \text{Factores de seguridad}$$

Dónde: 1/3 corrección por exposición 24 horas. 5/7 corrección por exposición 7 días.

Factores de seguridad: estos son calculados teniendo en cuenta numerosas variables, tales como: efectos cancerígenos, irritantes, toxicidad, propiedades físicas, poblaciones expuestas, sexo, etc. A estos datos se accede consultando bases de datos y bibliografía especializada. La evaluación de toda la información permite calcular los factores de seguridad que se introducirán en la fórmula.

Partículas Sedimentables	1 mg / cm ²	1 mes
--------------------------	------------------------	-------

TABLA 3: FLUJO MÁSICO VERTICAL DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES

Fracción carbonosa en material particulado	0.1 mg / cm ³	24 horas
--	--------------------------	----------

TABLA 4: CONCENTRACIÓN MÁSICA DE FRACCIÓN CARBONOSA EN MATERIAL PARTICULADO

Anexo IV



Contaminante	Concentración mg / N m ³	Caudal másico
ÁCIDO SULFÚRICO	150	NE
AMONÍACO	NE	83
CIANURO DE HIDRÓGENO Y CIANUROS *	5	NE
COLORO	230	NE
CLORURO DE HIDRÓGENO	460	NE
DIÓXIDO DE AZUFRE	500	NE
FLUORURO DE HIDRÓGENO	100	NE
SULFURO DE HIDRÓGENO	7.5	NE
PLOMO	10	NE
TRIÓXIDO DE AZUFRE	100	NE
MATERIAL PARTICULADO TOTAL	250	NE
MONÓXIDO DE CARBONO	250 (Combustible sólido)	NE
	175 (Combustible líquido)	NE
	100 (Combustible gaseoso)	NE
ÓXIDOS DE NITRÓGENO EXPRESADOS COMO DIÓXIDO DE NITRÓGENO	Otros procesos industriales 200	NE



	Procesos de combustión 450	NE
--	-------------------------------	----

TABLA 5 : NIVELES GUÍA DE EMISIÓN PARA CONTAMINANTES HABITUALES PRESENTES EN EFLUENTES GASEOSOS PARA NUEVAS FUENTES INDUSTRIALES

*CIANURO DE MERCURIO EMISIÓN NULA

Corresponden a valores normales

N m3 significa expresado a ($273.13 \text{ }^\circ\text{K} = 0^\circ \text{C}$ y 1 ATM).

NE indica valor no establecido.

Valores medidos en chimenea.

Anexo V

Evaluación de humos negros, químicos y nieblas

1. Se aplicará la escala de Ringelmann para el control de humos negros provenientes de combustiones carbonosas, de acuerdo a los siguientes valores para todas las plantas industriales.

escacala de Ringelmann	Tiempo permitido	Tiempo de observación
Nº 0 y 1	Sin restricción	-----
Nº 2	5 minutos	1 hora
Nº 3	3 minutos	1 hora
	15 minutos	8 horas
Nº 4	2 minutos	1 hora
	10 minutos	8 horas
Nº 5	1 minuto	1 hora
	7 minutos	8 horas

TABLA 6 : ESCALA DE REGENELMANN

Nota: Estos límites podrán ser sobrepasados durante casos de emergencia fehacientemente justificados ante la Autoridad de Aplicación.



Escala de opacidad	Grado de permisividad
Hasta el 20% de opacidad	Sin restricción
Mayor o igual al 20% de opacidad	No se permitirá

TABLA 7: ESCALA OPACIDAD

2. Estos límites solamente podrán ser sobrepasados en caso de emergencia fehacientemente justificados ante la Autoridad de Aplicación.

Escala de Ringelmann	Escala de Opacidad
0	0
1	20
2	40
3	60
4	80
5	100

TABLA 8 : RELACIÓN ESCALA RIGELMANN-ESCALA DE OPACIDAD

3. Para los casos de humos químicos y nieblas no inertes se aplicará también las normas de emisión y de calidad de aire previamente presentados

4. ESCALA DE INTENSIDAD DE OLOR

Con relación a la aplicación de estas escalas que hacen a las condiciones ambientales exteriores los límites aceptables de valores serán grado 2 de Tabla 9 y grado 1 de Tabla 10. Para ambiente laboral los límites aceptables serán de grado 3 de Tabla 9 y de grado 2 de Tabla 10.

Grado	Intensidad
0	Sin olor
1	Muy leve
2	Débil



3	Fácilmente notable
4	Fuerte
5	Muy Fuerte

TABLA 9

Grado	Intensidad
0	No irritante
1	Débil
2	Moderado
3	Fuerte
4	Intolerable

TABLA 10

Las Tablas 9 y 10 son orientativas para una estimación previa. En caso de conflicto se recurrirá a la Tabla de Umbrales de Olores e Irritación.

TABLA DE UMBRALES DE OLOR E IRRITACIÓN

A efectos de medir la presencia en el aire de determinadas sustancias se anexa la siguiente tabla de umbral de olor en diversos contaminantes:

Contaminante	Umbral de olor (ppm, en volumen)
Acetaldehído	0.21
Acetona	100
Ácido butírico	0.001
Ácido acético	1
Amoníaco	46.8
Acroleína	0.21
Acrilo nitrilo	21.4
Allilo cloruro	0.47
Anilina	1.0
Benceno	4.7
Bencilo cloruro	0.047
Bromo	0.047



Cloral	0.047
Cloro	0.314
Clorofenol	0.00003
Cloruro de hidrógeno	10.0
Diisocianato de tolueno	2.14
Dimetilacetamida	46.8
Dimetil formamida	100
Difenil, éter	0.1
Dióxido de azufre	0.47
Dimetil amina	0.047
Dicloruro de azufre	0.001
Disulfuro de carbono	0.21
Etanol	10
Etil mercaptano	0.0004 - 0.001
Etil, acrilato	0.00047
Estireno (inhibido)	0.1
Estireno (no inhibido)	0.047
Formaldehído	1.0
Fósforo	0.021
Fosgeno	1.0
Fosfeno	0.021
Monometil amina	0.021
Metil etil cetona	10
Metil mercaptano	0.001 - 0.002
Metil, cloruro	por encima de 10
Metileno, cloruro	214.0
Metil isobutil cetona	0.47
Metil, metacrilato	0.21



Nitrobenceno	0.0047
n-Propil mercaptano	0.007
n-Butil mercaptano	0.0007
Paracresol	0.001
Paraxileno	0.47
Piridina	0.021
Sulfuro de Benceno	0.002
Sulfuro de dimetilo	0.001 - 0.002
Sulfuro de dietilo	0.006
Sulfuro de difenilo	0.005
Sulfuro de hidrógeno	0.005
Tetracloruro de carbono (cloración del CS ₂)	21.4
Tetracloruro de carbono (cloración el CH ₄)	100.0
Tolueno (del coque)	4.68
Tolueno (del petróleo)	2.14
Tricloroetileno	21.4

TABLA 11 : UMBRAL DE OLOR

APÉNDICE I

FÓRMULA PARA CONVERTIR mg / m³ a ppm.:

• Para Calidad de Aire:

$$\text{ppm} = (\text{mg} / \text{m}^3 \times 24.45) / (\text{Peso molecular});$$

STP (298.13° K = 25° C)

1 ATM



Para emisión:

$$\text{ppm} = (\text{mg} / \text{m}^3 \times 22.4) / (\text{Peso molecular});$$

$$(273.13^\circ \text{K} = 0^\circ \text{C})$$

1 ATM+

F. Resolución 336/2003 – Autoridad de Agua

Ramas industriales cuyos efluentes no pueden disponerse en pozos absorbentes

Código rama de actividad

08110 Blanqueo, teñido y/o apresto textil (incluso prendas de vestir).
08201 Fabricación fibras artificiales y sintéticas.
08303 Preparación de fibras textiles vegetales, excepto algodón.
08420 Lavandería industrial.
09106 Impregnación de madera.
10001 Pasta química (celulosa y alfa celulosa) pasta semi-química y pasta mecánica de madera.
10101 Impresión de diarios y revistas.
10104 Industrias anexas de las artes gráficas estereotipia, electropía, litografía, fotograbados y operaciones análogas.
10150 Imprenta y encuadernación.
11101 Saladeros y peladeros de cueros.
11103 Curtiembre, teñido, acabado y demás operaciones.
11201 Curtido, teñido y apresto de pieles.
13101 Ácidos, bases sales.
13106 Tanino y demás curtientes de origen vegetal o sintético.
13108 Materia prima para la industria plástica.
13120 Fábrica de resinas sintéticas.
13301 Pinturas, pigmentos, barnices, lacas, esmaltes y charoles.
13602 Tintas para imprentas.
13603 Tintas para escribir.
13606 Tintas, betunes, pastas y preparaciones similares para conservar cueros y maderas.
13804 Jabones, detergentes, velas.
13902 Fungicidas, insecticidas, fluidos desinfectantes y raticidas.
13909 Productos químicos diversos, no clasificados en otra parte.
14101 Refinerías de petróleo.
14501 Productos del petróleo y del carbón no elaborado en destilería.
17001 Industrias básicas de hierro o acero.
17005 Industrias básicas de metales no ferrosos.



17155 Fabricación de componentes, repuestos y accesorios para automotores (excepto motores).
17158 Construcción de motores o turbinas.
17170 Fabricación de heladeras, lavarropas, acondicionadores de aire y afines.
17178 Fabricación de armas y artillería.
17200 Proceso de galvanización, estañado, niquelado, cromado, plateado o metalización.
18101 Fabricación de acumuladores, pilas, baterías y carbones.
18104 Conductores eléctricos, aislados con esmalte, goma o plástico.
19301 Fabricación y armado de automotores.
20201 Elaboración de material fotosensible: películas, placas, telas y papeles. Industria cinematográfica.
20202 Revelado de materiales fotosensibles.
21035 Lavadero industrial de botellas.

Parámetros de calidad de las descargas límites admisibles

GRUPO	PARAMETRO	UNIDAD	CODIGO TÉCNICA ANALÍTICA	LIMITES PARA DESCARGAR A:			
				Colectora Cloacal	Cond. Pluv. O cuerpo de agua superficial	Absorción por el suelo (h)	Mar Abierto
I	Temperatura	°C	2550 B	< 45	< 45	< 45	< 45
	pH	upH	4500 H+B	7,0-10	6,5-10	6,5-10	6,5-10
	Sólido Sedimentable 10 Min (2)	ml/l	Cono Imhoff	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	Sólido Sedimentable 2 Horas (2)	ml/l	Cono Imhoff	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
	Sulfuros	mg/l	4500 S=D	< 2,0	< 1,0	< 5	NE (C)
	S.S.E.E. (1)	mg/l	5520 B(1)	< 100	< 50	< 50	< 50
	Cianuro	mg/l	4500 CN C y E	< 0,1	< 0,1	Ausente	< 0,1
	Hidrocarburos Totales	mg/l	EPA 418,1 ó ASTM 3921-85	< 30	< 30	Ausente	< 30
	Cloro Libre	mg/l	4500 CI G (DPD)	NE	< 0,5	Ausente	< 30
	Coliformes Fecales (f)	NMP/100 ml	9223 A	< 20000	< 2000	< 2000	< 20000
II	D.B.O.	mg/l	5210 B	< 200	< 50	< 200	< 200



	D.Q.O	mg/l	5220 D	< 700	< 250	< 500	< 500
	S.A.A.M.	mg/l	5540 C	< 10	< 2,0	< 0,1	< 2,0
	Sustancias fenólicas	mg/l	5530 C	< 2,0	< 0,5	< 0,1	< 2,0
	Sulfatos	mg/l	4500 SO ₄ E	< 1000	NE	< 1000	NE
	Carbono orgánico total	mg/l	5310 B	NE	NE	NE	NE
	Hierro (soluble)	mg/l	3500 Fe D	< 10	< 2,0	< 0,1	< 10
	Manganeso (soluble)	mg/l	3500 Mn D	< 1,0	< 0,5	< 0,1	< 10
III	Cinc	mg/l	3111 B y C	< 5,0	< 2,0	< 1,0	< 5,0
	Níquel	mg/l	3111 B y C	< 3,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
	Cromo Total	mg/l	3111 B y C	< 2,0	< 2,0	Ausente	NE
	Cromo Hexavalente	mg/l	3500 Cr D	< 0,2	< 0,2	Ausente	NE
	Cadmio	mg/l	3111 B y C	< 0,5	< 0,1	Ausente	< 0,1
	Mercurio	mg/l	3500 Hg B	< 0,02	< 0,005	Ausente	< 0,005
	Cobre	mg/l	3500 Cu D ó 3111 B y C	< 2,0	< 1,0	Ausente	< 2,0
	Aluminio	mg/l	3500 Al D ó 3111 B y C	< 5,0	< 2,0	< 1,0	< 5,0
	Arsénico	mg/l	3500 As C	< 0,5	< 0,5	< 0,1	< 0,5
	Bario	mg/l	3111 B	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
	Boro	mg/l	4500 B B	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
	Cobalto	mg/l	3111 B y C	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
	Selenio	mg/l	3114 C	< 0,1	< 0,1	Ausente	< 0,1
	Plomo	mg/l	3111 B y C	< 1,0	< 0,1	Ausente	< 0,1
	Plaguicidas Organoclorados (g)	mg/l	6630 B	< 0,5	< 0,05	Ausente	< 0,05
	Plaguicidas Organofosforados (g)	mg/l	6630 B	< 1,0	< 0,1	Ausente	< 0,1
IV	Nitrógeno total (d)	mg/l	4500 N org B (NTK)	< 105	< 35	< 105	< 105
	Nitrógeno Amoniacal (d)	mg/l	4500 NH ₃ +F	< 75	< 25	< 75	< 75
	Nitrógeno Orgánico (d)	mg/l	4500 N org B	< 30	< 10	< 30	< 30
	Fósforo Total (d)	mg/l	4500 PC	< 10	< 1,0	< 10	< 10

Las técnicas utilizadas son las extraídas del Standard Methods- 18 th Edition para análisis de agua de bebida y agua de desecho.

(1) Utilizando éter etílico.

(2) Sólidos sedimentables en 10 minutos y 2 horas.



Se coloca 1 litro de muestra bien homogeneizada en un cono Imhoff y luego de 10 minutos ó 2 horas (según sea el parámetro) se lee el volumen sedimentado.

6. ACUERDOS A NIVEL REGIONAL

Declaración de rio sobre el medio ambiente y el desarrollo

“La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Habiéndose reunido en Rio de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, Reafirmando la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, aprobada en Estocolmo el 16 de junio de 1972, y tratando de basarse en ella, Con el objetivo de establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas, Procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial, Reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra, nuestro hogar,”

Proclama 27 principios.

El Tratado de Asunción:

El Protocolo de Ouro Preto, la Resolución No 38/95 del Grupo Mercado Común y la Recomendación No 01/01 del SGT No 6 “Medio Ambiente”.

“Art. 4º El presente Acuerdo tiene por objeto el desarrollo sustentable y la protección del medio ambiente, mediante la articulación de las dimensiones económicas, sociales y ambientales, contribuyendo a una mejor calidad del ambiente y de la vida de la población.”

ANEXO



ÁREAS TEMÁTICAS

1) Gestión sustentable de los recursos naturales

Fauna y flora silvestres

Bosques

Áreas protegidas

Diversidad biológica

Bioseguridad

Recursos hídricos

Recursos ictícolas y acuícolas

Conservación del suelo

2) Calidad de vida y planeamiento ambiental

Saneamiento básico y agua potable

Residuos urbanos e industriales

Residuos peligrosos

Sustancias y productos peligrosos

Protección de la atmósfera/ calidad del aire

Planificación del uso del suelo

Transporte urbano

Fuentes renovables y/o alternativas de energía

3) Instrumentos de política ambiental

Legislación ambiental

Instrumentos económicos

Educación, información y comunicación ambiental



Instrumentos de control ambiental
Evaluación de impacto ambiental
Contabilidad ambiental
Gerenciamiento ambiental de empresas
Tecnologías ambientales (investigación, procesos y productos)
Sistemas de información
Emergencias ambientales
Valoración de productos y servicios ambientales
4) Actividades productivas ambientalmente sustentables
Ecoturismo
Agropecuaria sustentable
Gestión ambiental empresarial
Manejo forestal sustentable
Pesca sustentable



Capítulo 3: Identificación y clasificación ambiental

1. CATEGORIZACIÓN INDUSTRIAL

En el capítulo nº 2 inciso 5-A se resumen la “Ley de Radicación Industrial” con su Decreto 1741/97 la cual no permite conocer el nivel de complejidad ambiental de proyecto. Este nivel se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$N.C.A = E R + R_u + R_i + D_i + L_o$$

Donde cada término y valoración son descriptos en el anexo, por lo tanto deberá remitirse al mismo para comprender cada término, aquí solo se mostrará el valor que se le asigna a cada uno de ellos, según el resumen descripto en el Capítulo 1.

$$N.C.A = 6 + 10 + 6 + 7 + 0$$

$$N.C.A = 29$$

De acuerdo a los valores de N.C.A el proyecto se clasifica de tercera categoría.

Por lo tanto se elaborará el estudio de impacto ambiental según indica el apéndice III del Decreto 1741/97.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MEDIO NATURAL

A. Medio Ambiente Físico

Caracterización climática

El predio bajo evaluación se encuentra emplazado en la Pampa Ondulada, región que presenta un clima templado-húmedo, caracterizada por inviernos suaves y veranos calurosos. La temperatura media anual es de 16,9 °C, con una temperatura máxima media anual de 22,6 °C y una mínima de 11,4 °C enero es el mes más cálido, registrando una temperatura media mensual de 24,2 °C. En el otro extremo térmico está julio con una



temperatura media mensual de 10,1 °C. El valor medio anual de precipitaciones acumuladas es de 1072,5 mm, y la frecuencia media anual (la cantidad de días con precipitaciones mayores a los 0,1 mm) es de 93,2 días con precipitaciones. Los valores de precipitaciones acumuladas presentan un patrón estacional, siendo mayores para los meses más cálidos (entre octubre y marzo) y menores para los meses más fríos (entre abril y septiembre). Febrero y marzo son los meses más húmedos alcanzando valores medios mensuales de 156 y 141,6 mm, respectivamente. Junio es el 34 mes más seco con un valor medio de 42,6 mm. En cuanto a las frecuencias de las precipitaciones, no se observa una estacionalidad evidente.

La humedad relativa del aire tiene un valor medio anual de 73,9%, valor bastante cercano a la saturación. Los valores medios mensuales varían levemente a lo largo de los distintos meses del año, manteniéndose siempre por arriba del 65 %, evidenciando una importante y persistente saturación atmosférica con vapor de agua. En cuanto a la presión atmosférica, el valor medio anual es de 1013,4 hPa. Los valores de presión media mensual también tienen una variación estacional inversa a la temperatura.

Además de los vientos permanentes provenientes del anticiclón del Atlántico Sur, dentro de la región circulan vientos locales, que producen efectos regionales. Entre los vientos locales se encuentran la Sudestada, el Pampero y el Viento del Norte. Particularmente para la zona de estudio, la velocidad media anual de los vientos es de 12,3 km/h. Los vientos más frecuentes son los provenientes del NE. Le siguen los vientos del SE y los vientos del Sur y Este. Respecto a la intensidad de los vientos, es importante destacar la homogeneidad que presentan las velocidades de los mismos respecto a su dirección de procedencia. Los vientos más fuertes son los provenientes del noreste y sudoeste con una velocidad media



anual de 13,9 km/h, seguidos por los vientos del sur con velocidades medias anuales de 13,8 km/h, respectivamente. Los vientos procedentes del noroeste y oeste son los que presentan las velocidades medias anuales más bajas (11,7 y 12,8 km/h, respectivamente).

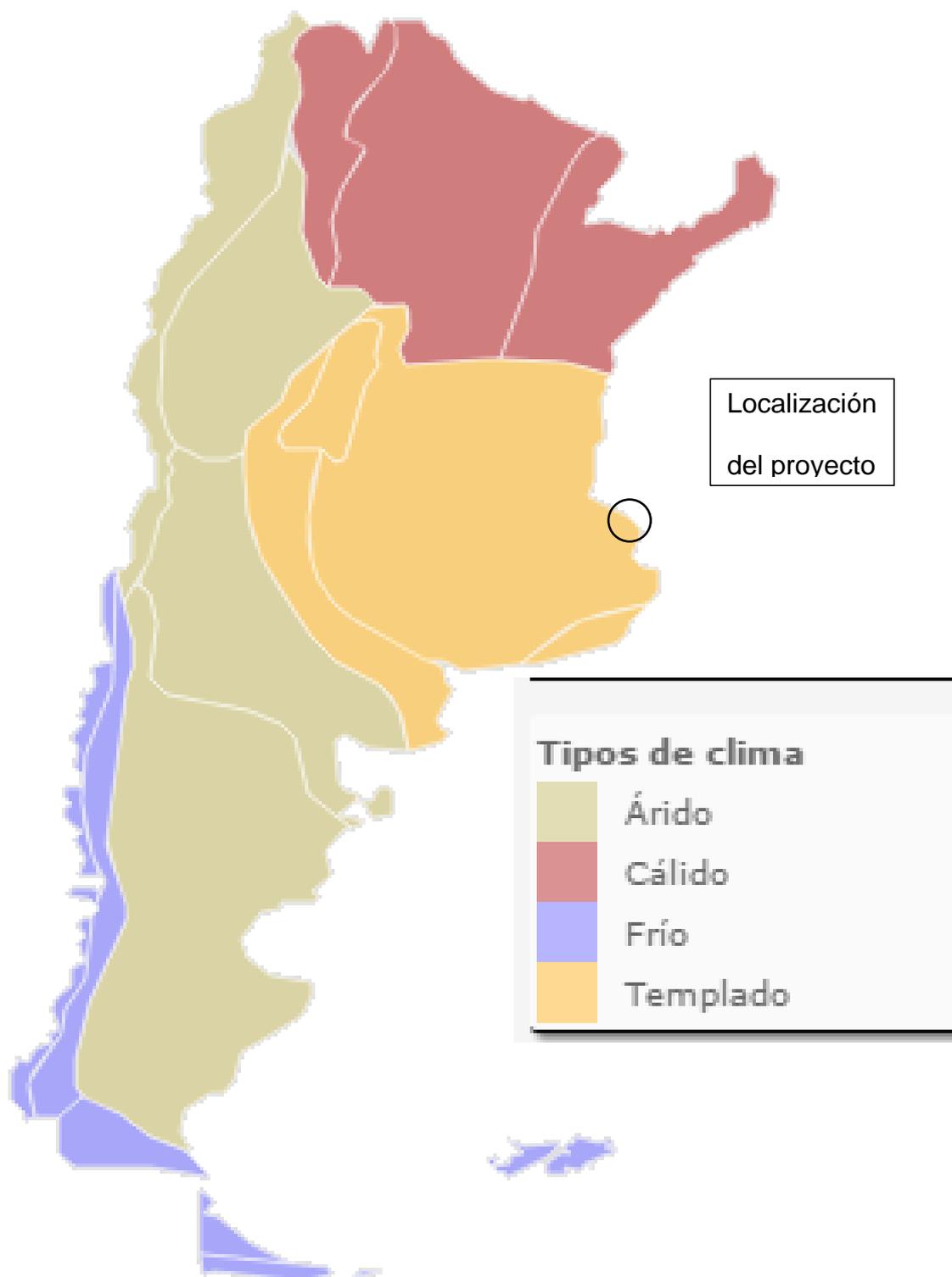


FIGURA 1 : TIPO DE CLIMA

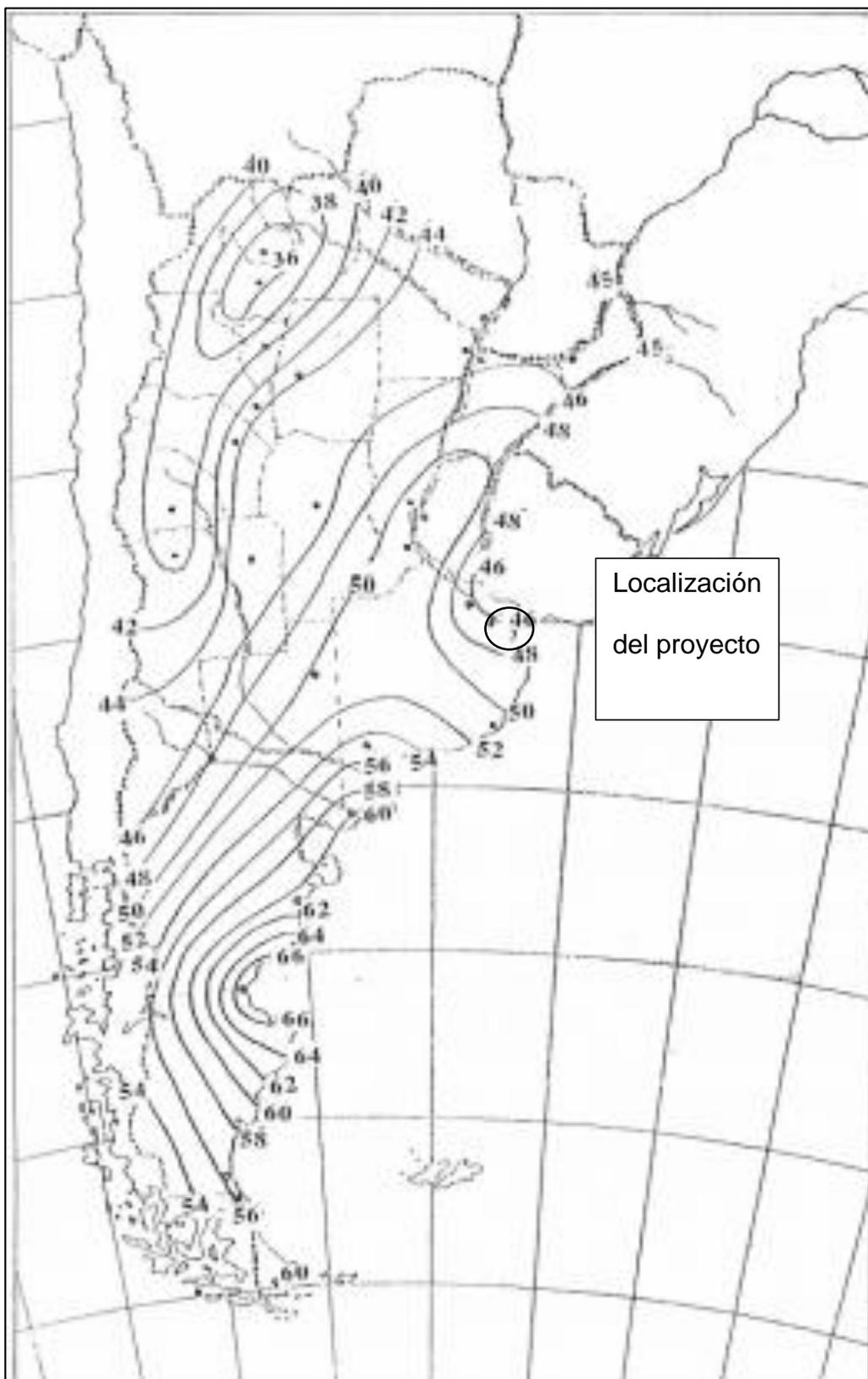


FIGURA 2 : DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DE LOS VIENTOS (M/S)



B. Geología- geomorfología

El proyecto está emplazado en lo que se denomina como Pampa Ondulada, nombre que obedece a un paisaje dominado por lomadas, modeladas por la gran cantidad de ríos y arroyos que excavaron en el pasado amplios valles, Esta limitada por la línea fluvial Paraná-Plata y el río Salado de Buenos aires, al sur

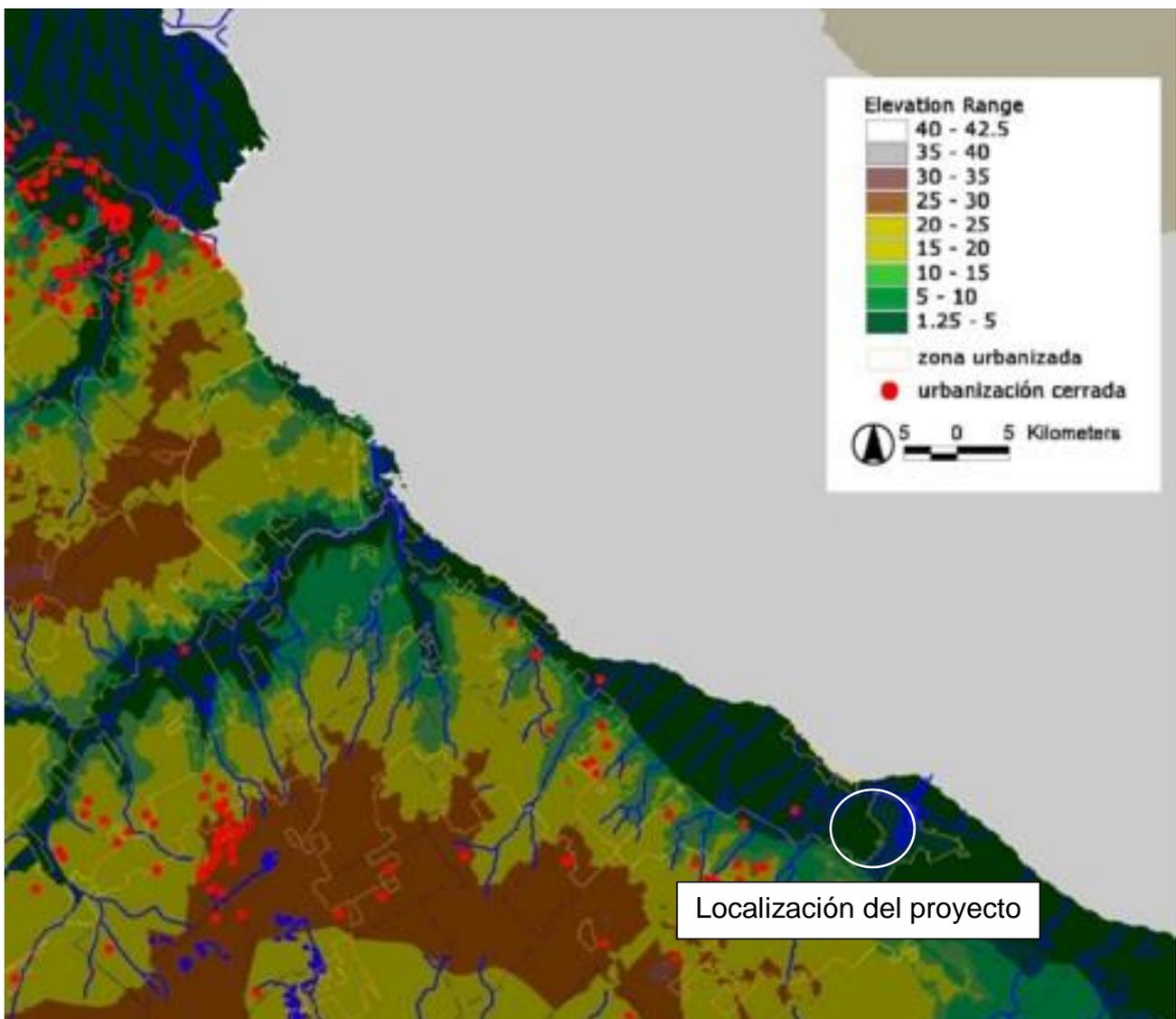


FIGURA 3 : GEOMORFOLOGÍA



Los sedimentos aflorantes han sido agrupados según el clásico esquema de Pampeano y Postpampeano. El Pampeano o Formación Pampa, incluye a los depósitos de las Formaciones Ensenada y Buenos Aires. Éstas conforman el sustrato principal de la ciudad de Buenos Aires y de buena parte del área metropolitana (Pereyra, 2004). En la configuración geológica superficial en el área del predio participa una unidad conocida como Postpampeano integrada por dos formaciones: Luján y Querandí. Las formaciones que se desarrollan exclusivamente en el subsuelo son: Arenas Puelches, Paraná, Olivos y Martín García (Basamento Cristalino).

La Formación Querandí o Querandino, que es la más moderna (6.000 años), es de origen marino y debe su origen a una ingresión que alcanzó hasta la cota aproximada de 10 m sobre el cero del IGM, como consecuencia de la última desglaciación que elevó el nivel del mar en dicha magnitud por encima del actual. Está representada por sedimentos arcillosos y arenosos finos, de tonalidades grises oscuras y verdosas, rematados por cordones conchiles hacia el litoral estuárico del Río de la Plata. El Querandino ocupa las llanuras de inundación de los ríos Matanza-Riachuelo y la planicie costera del Río de La Plata. La Formación Luján o Lujanense, es de origen fluvio-lacustre y se acumuló poco tiempo antes del Querandino, también como consecuencia del ascenso del Atlántico durante la última desglaciación, hace unos 10.000 años. El Lujanense presenta caracteres litológicos similares al Querandino por lo que resulta difícil diferenciarlos a partir de las muestras de perforaciones. El Postpampeano se restringe a la cuenca del Matanza-Riachuelo y a la zona costera del Río de la Plata, debido a que los Sedimentos Postpampeanos se emplazan en las partes más bajas del relieve, y se asocian con las geoformas denominadas Llanura Aluvial y Terraza Baja.



C. Hidrología

El comportamiento hidráulico del Postpampeano es el de un acuífero de baja productividad, en los horizontes arenosos y areno-arcillosos y acuitardo-acuícludo, en las unidades limosas y arcillosas. Respecto a la salinidad y composición química, el agua contenida en el Postpampeano presenta elevada salinidad (27g/l), con predominio de NaCl. La baja productividad, la elevada salinidad y su vulnerabilidad a la contaminación, hacen que el Postpampeano prácticamente no sea utilizado como fuente de provisión de agua. De este modo, en cuanto al recurso de agua subterránea disponible en el predio, el acuífero Puelche es el acuífero más propicio para su explotación debido a que éste se encuentra relativamente accesible, y que el agua obtenida de él, es apta para la mayoría de los usos. Dicho acuífero se encuentra contenido en la Formación Puelches o Arena Puelches, ocupando el subsuelo del NE de la Provincia de Buenos Aires. Por otro lado, la productividad del Puelche oscila entre los 30 y 160 m³ /h por pozo, pudiendo ser utilizado para el consumo humano, el riego y la industria. Hidráulicamente se comporta como un acuífero semiconfinado debido a la presencia de un limo arcilloso gris de unos 5 m de potencia que conforma su techo (base de la formación Ensenada) y que actúa como acuitardo.

Cabe destacar que el flujo subterráneo varía de dirección dependiendo de los niveles del agua del río con respecto a la del acuífero, donde el agua fluye desde el cauce del río al acuífero (es influente), cuando el nivel de agua del primero es superior al del segundo. De este modo, se le adjudica al tramo del Riachuelo un comportamiento bimodal del flujo (influente-efluente), con una componente efluente dominante y una componente influente subordinada (limitada a periodos de crecidas del nivel del río). El estudio hidrogeológico del



proyecto ha sido presentado ante la Autoridad del Agua de la provincia de Buenos Aires, quien ha emitido el “Certificado de Disponibilidad de Explotación del Recurso Hídrico Subterráneo para Uso Industrial”

D. Edafología

Los suelos que constituyen la base del predio y sus inmediaciones, están formados por los órdenes Molisoles (área semiáridas a semihumedas, típicamente bajo una cobertura de pasturas) y Entisoles (se define como los suelos que no muestran ningún desarrollo definido de perfiles) (Pereyra, 2004); siendo los primeros de color negro o pardo debido a la incorporación de materia orgánica, y los segundos de color claro con un escaso desarrollo pedogenético. Actualmente el predio se encuentra en desuso y cubierto por una densa vegetación característica de zonas antropizadas u intervenidas, presentando una topografía irregular. Las zonas bajas observadas, en general se encontraban anegadas por el excedente hídrico recolectado de las precipitaciones locales; mientras que las zonas altas se correspondían a rellenos con materiales para la construcción de caminos y terraplenes.

E. Hidrología

El proyecto se encuentra ubicado sobre lo que se conoce como cuencas de desagüe al río de la plata hasta el río samborombónn (cuena N° 47)

Este grupo de cuencas se encuentran ubicadas en el noreste de la provincia de Buenos Aires. La Forman una serie de arroyos que desaguan todos al Río de la Plata y en su Límite sur el río Samborombón atraviesa el área en sentido paralelo a la costa. La superficie que abarcan estas cuencas es de aproximadamente 11.531 km².



Limita al noroeste con la cuenca de arroyos del NE de Buenos Aires, al oeste y sur con la cuenca del río Salado de Buenos Aires y todo el borde este y sudeste corresponde a las costas del Río de la Plata.

Esta cuenca drena un área de aproximadamente 11.531 km², siendo la hidrografía del área típica de la llanura ondulada con cursos de agua cortos que drena hacía el río de la Plata excepto el río Samborombón que desemboca en la bahía de igual nombre.

El río de la Plata es un gran estuario del océano Atlántico formado por la unión de los ríos Paraná y Uruguay. Es considerado como el río más ancho del mundo y sirve de frontera entre la República Argentina y la República Oriental del Uruguay. Comienza en el extremo este del delta del Paraná y se abre como un triángulo cuya base sería una línea imaginaria (250 km de longitud) entre cabo San Antonio (Argentina) y cabo Santa María (Uruguay). Su lecho recibe millones de m³ de limo proveniente del noroeste argentino, el cauce observa la presencia de extenso bancos de baja profundidad que dificultan la navegación que sólo es posible a través de canales, algunos de ellos naturales y otros mantenidos mediante dragado. La costa argentina de este río es baja y corresponde a la cuenca sedimentaria de la Pampa formadas por mesetas de limo que alteran con planicies barrosas. El río de la Plata recibe como afluente por margen derecha el río Matanza-Riachuelo, Conchitas, Santiago, El Pescado, Espinillo, Buñirico, Arreguy, Atalaya, Morales, Rincón, Samborombón.

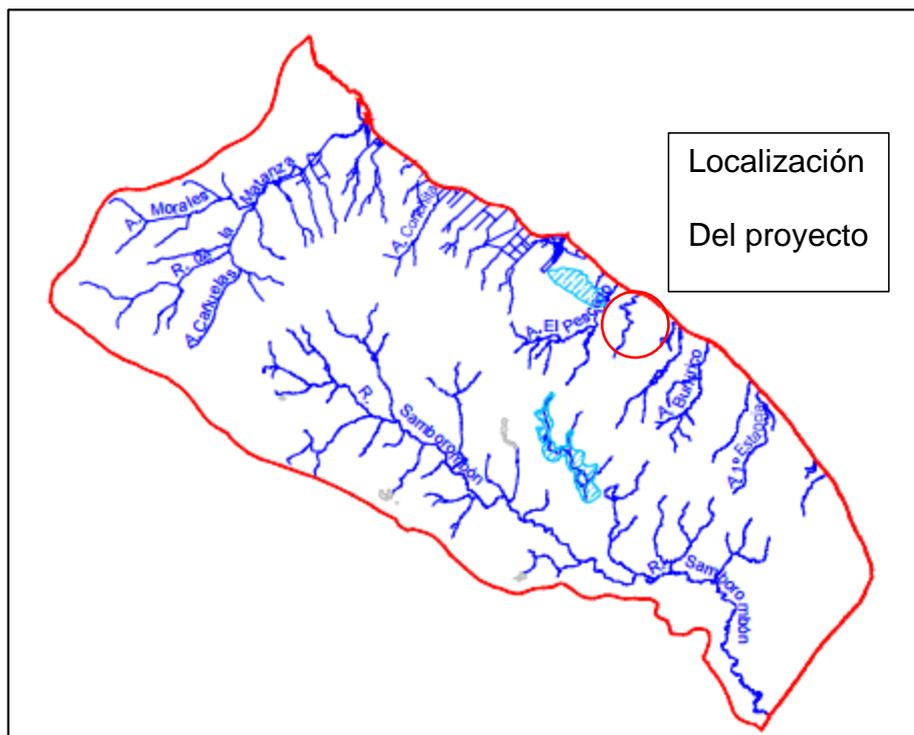


FIGURA 4 : CUENCA CERCANA DE PROYECTO



FIGURA 5 : VISTA SATELITAL



FIGURA 6 : VISTA SATELITAL MÁS CERCANA

F. Recurso hídrico subterráneo

Los dos acuíferos más utilizados por su calidad y productividad son el Puelche y el Epipelche o Pampeano. El primero es el más empleado por los Organismos o Empresas que tienen a su cargo la provisión de agua potable y también por la industria. El acuífero Pampeano es bastante utilizado en captaciones domiciliarias, mientras que en el ámbito sometido a riego, se captan ambos conjuntamente, pues las perforaciones que alcanzan el Puelche carecen de cañería aislante. El techo del Puelche es un estrato limo-arcilloso, de unos 5 m de espesor, que actúa como acuitardo (dificulta pero no impide el pasaje vertical del agua), de esta forma se recarga el acuífero Puelche a partir del Pampeano, y también, en las zonas donde no se practica extracción y cuando la diferencia de potencial hidráulico le es favorable, se descarga por flujo vertical ascendente en el Epipelche. La Plata fue la primera ciudad del País que se abasteció exclusivamente de agua subterránea,



inaugurando su servicio de agua potable en 1885 y recién en 1958, con la habilitación de la Planta de Tratamiento de Punta Lara, se incorpora al consumo agua del Río de La Plata. El sistema de captación original, constituido por varios pozos cercanos (usina) que permitían un mejor aprovechamiento del vapor que se utilizaba para accionar las bombas, fue reemplazado por emplazamientos individuales en plazas, parques o ramblas. Este adelanto se logró cuando aparecieron los equipos de bombeo eléctrico y cuando se comprobó que una distribución apretada disminuía el rendimiento por la interferencia mutua entre los pozos. Un análisis de la red de flujo de la zona urbana evidencia la influencia del cono de depresión emplazado en La Plata debido a la sobreexplotación a que está sometido el acuífero Puelche. La red de flujo del Puelche presenta un extenso cono de depresión que engloba a La Plata y localidades vecinas, con un perímetro de 58 km, un eje mayor de 24 km y otro menor de entre 3 y 7 km. El volumen de agua que ingresa al cono por flujo subterráneo en el Puelche es de unos 53 hm³ /a; sin embargo el aporte artificial, por fugas en cañerías es de unos 19 hm³ /a, por lo que las entradas son muy similares a las salidas, hecho que se verifica por la estabilidad de los niveles piezométricos en los últimos años. Respecto a la vulnerabilidad del Acuífero Puelche, que se comporta como semiconfinado, todo indica que el NO₃ - es el factor de mayor preponderancia para la contaminación del acuífero, debido a la diferencia de potencial hidráulico con el Pampeano sobrepuesto y concretamente cuando dicha diferencia favorece al Pampeano.

G. Geoquímica del agua subterránea

La Llanura Alta es la región más extensa respecto del Escalón y la Planicie Costera, y por ende la que cuenta con mayor cantidad de pozos monitoreo. En este ámbito todas las muestras tienen al HCO₃ - y al Na⁺ como iones netamente dominantes. La salinidad total



es baja, promediando 585 mg/l. El HCO_3^- se presenta con valores medios de 462 mg/l (7,6 meq/l) y 80% del total de aniones. Le sigue el Cl^- con 37 mg/l (1 meq/l) y 11%, y luego NO_3^- y SO_4^{2-} con contenidos similares. Los NO_3^- promedian 28 mg/l (0,45 meq/l) y 5% y los SO_4^{2-} con 18 mg/l (0,4 meq/l) y 4%. El elevado contenido en HCO_3^- indica en forma clara que el Acuífero Puelche se recarga por infiltración de la lluvia, debido a que este ión deriva de la combinación del CO_2 existente en la zona subsaturada, con el agua de infiltración. Respecto a los cationes, domina notoriamente el Na^+ con promedios de 178 mg/l (7,7 meq/l) y 77%. Le sigue el Ca^{2+} con 20 mg/l (1 meq/l) y 11%, el Mg^{2+} con 9 mg/l (0,7 meq/l) y 9% y, finalmente, el K^+ con 10 mg/l (0,25 meq/l) y el 3%.

Se aprecia el carácter netamente bicarbonatado sódico del Acuífero Puelche en la Llanura Alta.

H. Ambiente biológico

La Provincia de Buenos Aires, con una superficie de 307.571 Km², se encuentra incluida en la provincia biogeográfica Pampeana, dentro del Dominio Chaqueño, limitada al Norte, Oeste y Sur por la provincia biogeográfica del Espinal. Es una región llana o ligeramente ondulada, con algunas elevaciones que no superan los 1200 m de altura (sistemas de Ventania y Tandilia) y un clima templado-cálido, con lluvias todo el año, que disminuyen de Norte a Sur y de Este a Oeste, desde 1200 a 600 mm anuales. Si bien la variedad de suelos es moderada lejos de la costa, las condiciones de complejidad ambiental cambian al encontrarse con el Delta del Paraná y la faja costera del río de la Plata, posibilitando el desarrollo de algunas comunidades edáficas (asociadas a condiciones particulares del suelo), como bosques y selvas en galería, principalmente en las costas ribereñas del río de la Plata. En el Noreste de la Provincia de Buenos Aires, particularmente en los Partidos de



Berazategui, Ensenada, La Plata, Berisso y Magdalena, existe un ecotono (zona de intercambio faunístico y florístico) entre estos dos dominios. Esta extensa zona constituye un área de transición e intercambio de flora y fauna, con una notable retracción de los elementos subtropicales debido a causas geológicas y ecológicas. A su vez este límite Subtropical / Pampásico, está comprometido desde el poblamiento humano de la región por causas antropogénicas directas e indirectas. Los ecotonos en general, y el Noreste de la Provincia de Buenos Aires en particular, son importantes zonas de biodiversidad por albergar especies de animales y vegetales de dos mundos ecológicamente diferentes, que se integran y conviven en un espacio común.

En la Provincia de Buenos Aires se han documentado unas 109 especies de mamíferos, 360 especies de aves, 51 de reptiles, 27 de anfibios y 185 especies de peces de agua dulce, la gran mayoría de las cuales se encuentran representadas en la porción Noreste de la misma. Por tratarse de un territorio con intensa actividad agrícola-ganadera y urbana, la vegetación natural fue casi totalmente empobrecida o substituida por especies de cultivo, y en otros casos los campos han sido muy alterados por las prácticas ganaderas (ganadería intensiva). A su vez, los bosques naturales han sido alterados en mayor o menor medida por tala, retracción y aislamiento, invasión de especies exóticas, etc. La vegetación dominante original era la estepa gramínea.

I. Uso y Ocupación del suelo

Respecto de las actividades desarrolladas por la población en la Cuenca Arroyo Del Gato (CADG) y el uso del suelo, se destaca que se incrementó la expansión del área urbana sobre las planicies de inundación del arroyo, en especial en la cuenca baja y media. En el tramo superior del arroyo se observó un avance del área urbana además de las actividades



agropecuarias intensivas, la ocupación urbana se aprecia tanto en zonas con servicios sanitarios o carentes de ellos. En las zonas anegables algunas construcciones se efectuaron sobreelevadas mediante relleno de la superficie del suelo, que en ocasiones conforma una especie de barranca que encajona parcialmente el cauce del arroyo. Sobre la planicie de inundación del arroyo se reconoce la presencia de superficies improductivas o libres de construcciones, las cuales corresponden en general a suelos decapitados o degradados químicamente, siendo actualmente destinados a la producción ganadera con muy baja carga animal.

El sector de cabecera de cuenca, específicamente hacia el sudoeste de la Ruta Provincial N° 36, es una zona dedicada a la horticultura comercial con excelente productividad. Allí, es posible que el mayor impacto ambiental se deba a la utilización de agroquímicos, y procesos vinculados a la extracción de agua subterránea para riego.

Los siguientes usos del suelo son los que se reconocen en la CADG:

- Uso Urbano: en el que se incluyen zonas comerciales, habitacionales (urbanizaciones de alta y baja densidad), institutos educativos, cárceles, etc.
- Uso Industrial: comprende aquellas actividades industriales provenientes de emprendimientos aislados y polos industriales.
- Uso Recreativo: áreas cercanas al curso de agua principal, parques, plazas, clubes (Los Tilos, Albatros), campos de deporte, aeródromo, estadios de fútbol (Estadio único), etc.
- Uso Extractivo: aquellas áreas o parcelas donde se realiza la extracción del horizonte superficial del suelo y de los horizontes más profundos (cava - tosquera).



- Uso Agrícola: terrenos destinados a cultivos, como el cordón frutihortícola en las zonas de cabecera del arroyo.
- Uso Pecuario: incluye actividades de cría o engorde extensivo / semintensivo de ganado.
- Uso de Disposición de Residuos: el cual no implica grandes superficies en relación a la cuenca, pero sí, su impacto ambiental puede ser significativo.

Es posible reconocer tres situaciones: vaciaderos clandestinos y ocasionales, ocupación de las antiguas cavas, rellenas ilegalmente (principalmente de la calle 19 a 30 y de 514 a 520), y finalmente el relleno sanitario de la Coordinación Ecológica Ambiental Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE), que ocupa parte de la planicie aluvial o de inundación a la altura del camino a Punta Lara, y que a su vez vierte sus efluentes líquidos de lixiviados al arroyo.

3. LINEA BASE AMBIENTAL

Las modificaciones que ha ido introduciendo el hombre en la evolución de este paisaje datan del siglo XVIII y particularmente del siglo XX, con el establecimiento y expansión de numerosas poblaciones en la zona. La falta de estudios adecuados en relación con la expansión mencionada hace que la interferencia del hombre en la evolución del paisaje se acentúe cada vez con mayor fuerza. Las problemáticas ambientales más relevantes para la zona son las inundaciones y la contaminación.



A. Vulnerabilidad de los acuíferos e interrelación

DINÁMICA LATERAL

Respecto del movimiento lateral del agua subterránea en las siguientes figuras se representan las redes de flujo correspondientes a los acuíferos Puelche (Pu), Pampeano (Pa) y a ambos (Pa-Pu)

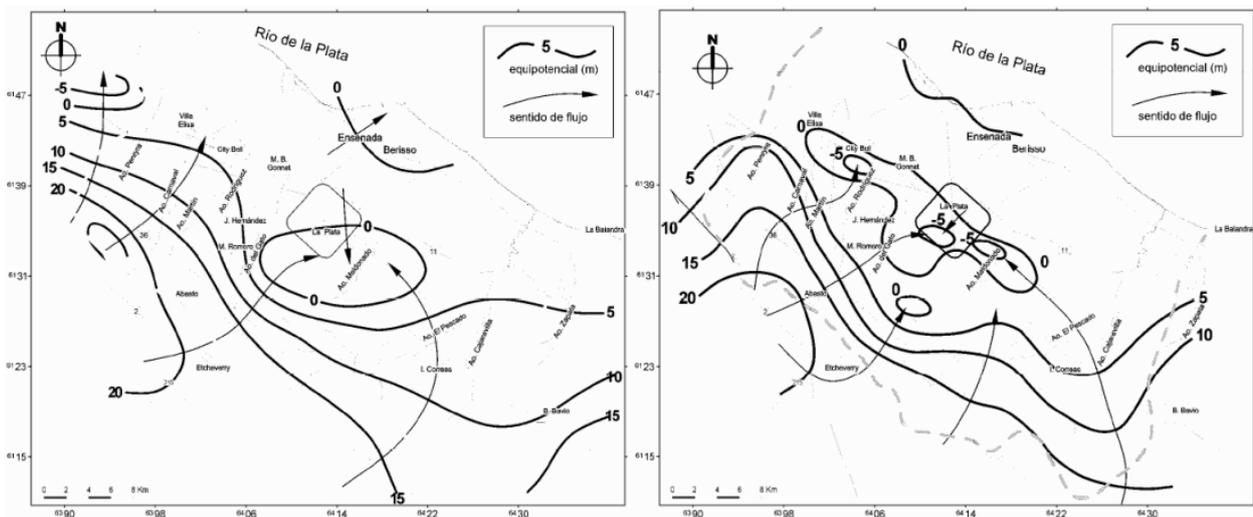


FIGURA 7 : ISODIFERENCIAL DE POTENCIAL HIDRÁULICO PA-PU Y VULNERABILIDAD DEL PUELCH

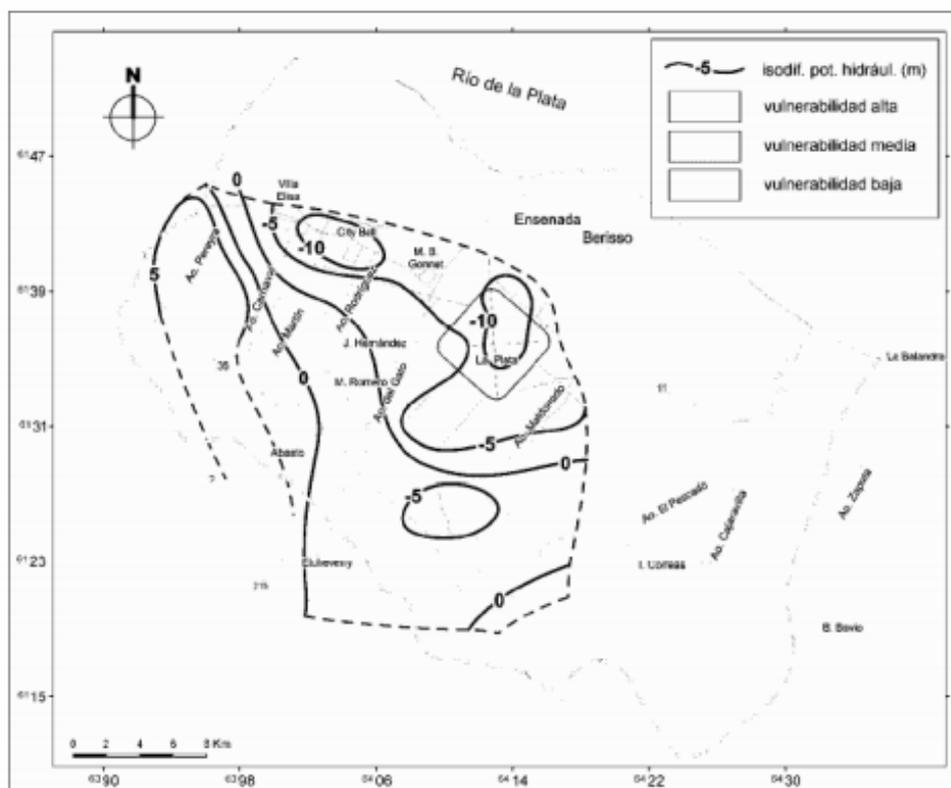


FIGURA 8 : VULNERABILIDAD DEL PUELICHE

ACUÍFERO PUELICHE

En el mapa de la red de flujo del acuífero Puelche Figura anterior se aprecia claramente el control que ejerce el bombeo de los pozos para agua potable de La Plata y localidades vecinas, como Hernández, Gonnet, City Bell y Villa Elisa.

La curva equipotencial de 0 m tiene forma elongada en dirección NO–SE, con un perímetro de 58 km, y un marcado lóbulo hacia el SO a la altura de La Plata. En el interior de la curva de 0 m, se presentan otras 3, también cerradas, que abarcan pequeñas superficies, generadas por estaciones de bombeo.

Los gradientes hidráulicos, en el sector SO de la región estudiada (zona no alterada), varían entre $1,0$ y $2,5 \times 10^{-3}$, para incrementarse en la zona explotada hasta $1,9 \times 10^{-2}$. Para



calcular el flujo subterráneo que ingresa al cono, a través de la equipotencial de 0 m, se adjunta un cálculo empleando Darcy:

$$Q = T \cdot i \cdot L \quad 145.000 \text{ m}^3/\text{d} \approx 500 \text{ m}^2/\text{d} \cdot 5 \times 10^{-3} \cdot 58.000 \text{ m}$$

Q: caudal T: transmisividad i: gradiente hidráulico L: longitud

Los 145.000 m³/d equivalen a 53 hm³/a y, dado que la extracción alcanza a 75 hm³/a, el déficit asciende a unos 22 hm³/a. Aunque la red de flujo presenta algunas variaciones anuales, particularmente en la forma de la equipotencial de 0 m, que limita el cono de La Plata, aun así los flujos subterráneos en el Acuífero Puelche son bastante concordantes. La estabilidad piezométrica observada en los últimos años, indica que las entradas deben ser similares a las salidas y por lo tanto, el déficit mencionado debe cubrirse con aporte natural y artificial, ambos a partir del Pampeano. El primero, por filtración vertical descendente a través del acuitardo, de parte de la recarga y/o reserva almacenada en este acuífero. El restante, de origen artificial, es producto de las pérdidas en la red de agua potable, estimadas en un 15% del agua circulante. No se puede determinar con precisión la extensión del ámbito donde el flujo del Acuífero Puelche está influenciado por el bombeo de La Plata, debido a que resultan bastante imprecisos los límites ubicados al SO y al S de la ciudad, pero dicha superficie es del orden de 60.000 hectáreas.

DINÁMICA VERTICAL

Los antecedentes regionales sobre el carácter efluente o influente de los cursos de agua superficial, respecto del agua subterránea (EASNE, 1972), indican que los principales cursos de la zona, entre los que se encuentra el arroyo Del Gato, son áreas de descarga natural del acuífero libre (Pampeano). Por otra parte, Auge (1995) señala que no surgen evidencias del carácter efluente del arroyo a partir de la red de flujo obtenida debido a la



equidistancia y a lo reducido de su cuenca, sin embargo sostiene que la extensión del cono de depresión de La Plata y su ámbito de influencia, produjeron la pérdida del carácter efluente del arroyo del Gato. El régimen del arroyo registra importantes crecidas de corta duración (1 ó 2 días), favorecidas por el escurrimiento desde la zona urbana impermeabilizada, produciendo el consecuente aumento temporal de la carga hidráulica. En estas condiciones, una parte del agua del acuífero freático puede filtrarse verticalmente hacia el nivel acuífero semiconfinado Puelche. La diferencia de carga hidráulica entre el freático y el Puelche se incrementaría en coincidencia con el cauce, pero considerando las características hidrogeológicas de ambos acuíferos, este aporte hídrico tendría una menor significación para el Puelche. La hidrodinámica subterránea vertical presenta dos componentes principales, el más somero se produce exclusivamente en el Acuífero Pampeano y se manifiesta por la oscilación de la superficie freática. En ámbitos llanos como el estudiado, el vector de la dinámica vertical posee mayor trascendencia que el movimiento lateral. El componente más profundo del flujo vertical, es el que se produce a través del acuitardo que separa a los acuíferos Pampeano y Puelche, mediante el cual se recarga y descarga el Puelche. El espesor del acuitardo se indica en la Figura 9, con extremos menores a 2 m (vértice NO) y mayores a 10 m (SE de La Plata) y una potencia dominante entre 4 y 8 m.

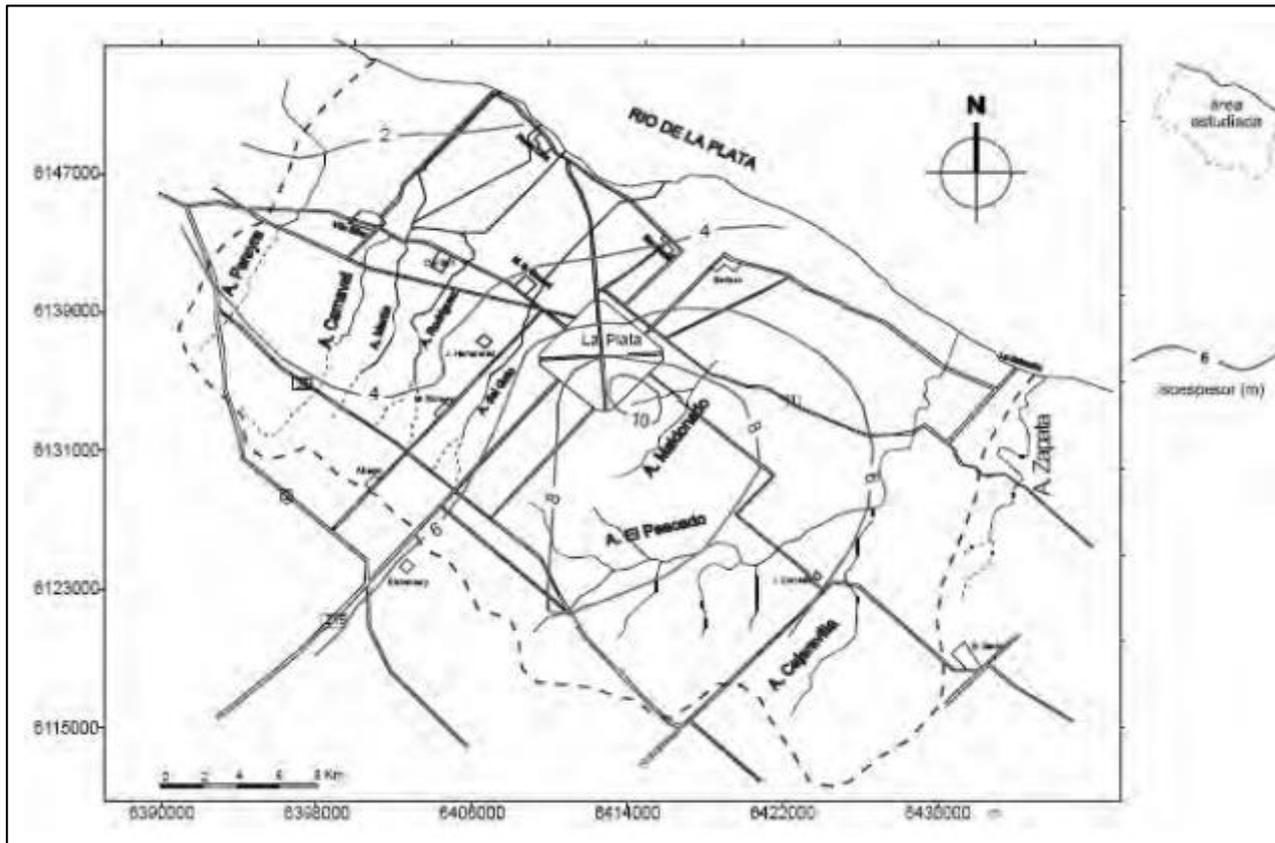


FIGURA 9 : ESPESOR DEL ACUITARDO

En la Figura 10 se reproducen las diferencias de potenciales hidráulicos entre los acuíferos Pampeano y Puelche, apreciándose valores dominantes entre 0 y -5 m, a favor del Pampeano. Los valores negativos indican menores potenciales en el Puelche respecto al Pampeano y viceversa. Al Oeste de la isolínea de 0 m, que pasa por Etcheverry, Abasto y M. Romero, la diferencia de potencial favorece al Puelche, por lo que el flujo vertical dominante es ascendente. Dado que los niveles hidráulicos dependen de la relación recarga - descarga, al igual que estos, los potenciales van a variar en función de dicha relación, en la que deben considerarse tanto los factores naturales como los antrópicos.

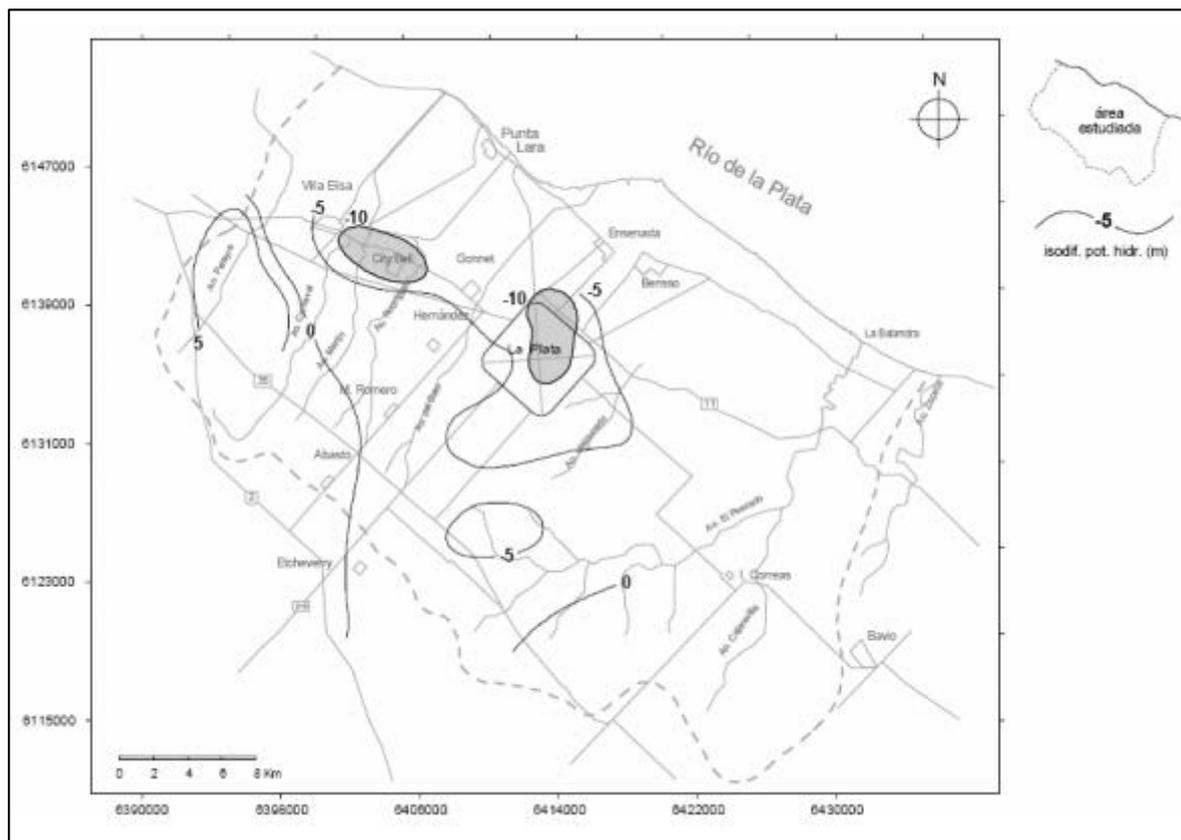


FIGURA 10 : DIFERENCIA DE POTENCIAL HIDRÁULICO

PROFUNDIDAD

La profundidad de la superficie piezométrica del Acuífero Puelche se reproduce en la Figura 11 La profundidad aumenta hacia el ámbito urbano de La Plata, donde en su extremo S, se manifiestan valores mayores a 20 m.

En el sector NO, también se presenta una profundización con más de 25 m. Considerando la totalidad del ámbito estudiado, predominan profundidades de la superficie piezométrica entre 5 y 15 m.

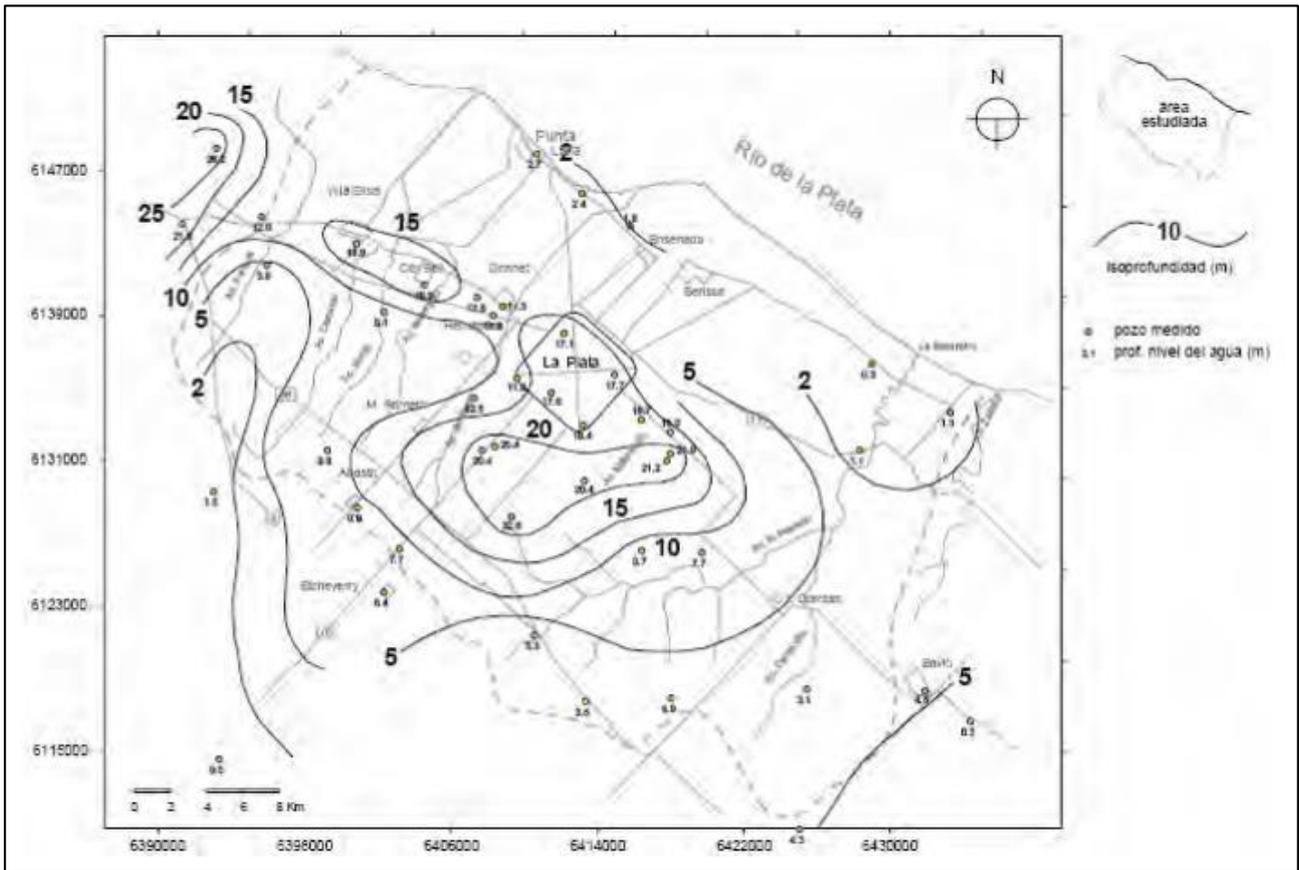


FIGURA 11 : PROFUNDIDAD PIEZOMÉTRICA DEL PUELCHE

Las curvas de isoprofundidad presentan una conformación similar a las equipotenciales, debido a la conjunción de concentración de la extracción y topografía elevada (Llanura Alta). La profundidad de la superficie freática del Acuífero Pampeano (Figura 12) acompaña en su configuración general a la del Puelche, aunque en forma más atenuada, especialmente en el sector de mayor depresión piezométrica al S de La Plata. Aquí la curva de mayor profundidad del agua freática (15 m) presenta una diferencia de unos 5 m respecto al Puelche (20 m). Se mantiene en el Pampeano, la profundización mencionada para el Puelche, en el extremo NO, con más de 20 m.

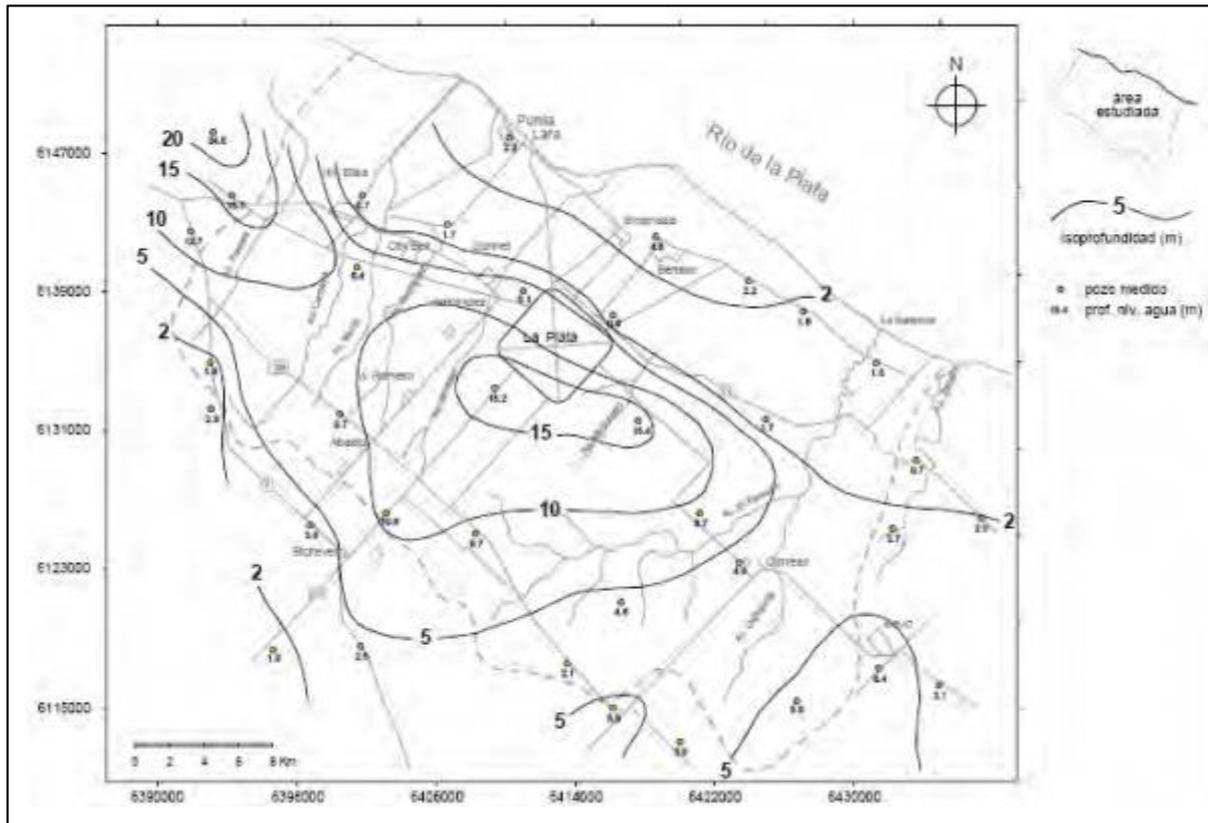


FIGURA 12 : PROFUNDIDAD DE LA SUPERFICIE FREÁTICA (PAMPEANO).

A continuación (Figura 13) se indica la profundidad del agua registrada en los pozos que captan ambos acuíferos conjuntamente, apreciándose una curva cerrada de 20 m al SO de La Plata y un predominio de valores entre 10 y 15 m en el resto del ámbito rural cultivado.

Tal como sucede con el Puelche, el agua del Pampeano en la Llanura Alta es bicarbonatada sódica, pero el porcentaje en HCO_3^- - desciende a 75, respecto al 80% que registra el Puelche.

El Na^+ también disminuye su participación con el 56% del total de cationes, respecto al 77% del Puelche.

Los elementos alcalino-térreos son los que tienen un mayor crecimiento; el Ca^{+2} aumenta del 11% en el Puelche a 24% en el Pampeano y el Mg^{+2} del 9 al 16%. Estos cambios en



los contenidos catiónicos son producto del intercambio de bases que se produce en el agua del Pampeano, cuando atraviesa el acuitardo que lo separa del Puelche.

Por este proceso el Ca^{+2} y el Mg^{+2} del agua del Pampeano son retenidos por la estructura cristalina de la arcilla que forma el acuitardo, y el Na^{+} , que es uno de los elementos que la compone, es incorporado a la solución generando un ablandamiento natural en el agua del Puelche.

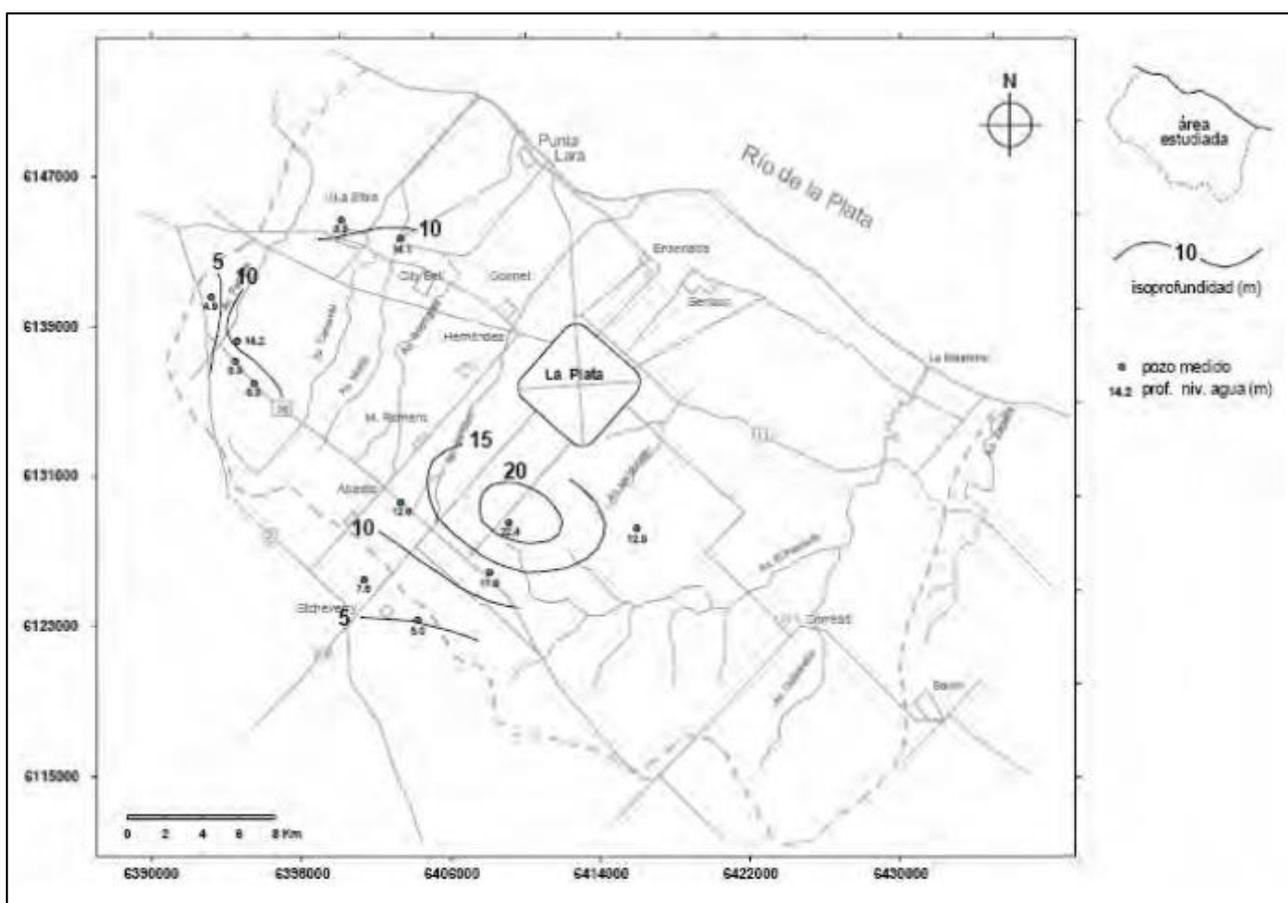


FIGURA 13 : PROFUNDIDAD DE AGUA EN POZOS PU-PA



ACUÍFERO PAMPEANO QUÍMICA

En estudios de referencia se informan antecedentes de 25 muestras tomadas en la Llanura Alta que promediaron un contenido en sólidos disueltos totales (SDT) de 609 mg/l, valor algo más alto que el registrado en el Acuífero Puelche (585 mg/l).

CONTAMINACIÓN

Las actividades antrópicas desarrolladas en la CADG (cuenca arroyo el gato) tienen como consecuencia la explotación intensa del recurso hídrico subterráneo, generando alteraciones en las características hidrodinámicas y ecológicas del mismo. El grado de contaminación del arroyo se evidencia con mayor contundencia en la cuenca media. En esta cuenca se dan una serie de situaciones y conflictos de usos, que finalmente conllevan a que el cuerpo receptor, el arroyo Del Gato, presente una afectación negativa en su calidad ecológica - ambiental, manifestada por la contaminación de sus aguas y sedimentos. El origen de la alteración ambiental se encuentra en el aporte de sustancias xenobióticas de carácter antropogénico (vuelcos residuales, industriales y cloacales) a lo largo de todo el recorrido del arroyo Del Gato. La contaminación de origen industrial y cloacal que se detecta en agua y sedimentos, se debe en principio a la presencia de materia orgánica y productos derivados de su degradación, así como de metales pesados, como plomo, cadmio (en agua y sedimentos), Cinc, Cromo y Cobre (en sedimentos) y otros compuestos como los Bifenilos Policlorados (PCBs). A continuación se informan los resultados de un diagnóstico de la calidad de agua para el Arroyo Del Gato, tomando como referencia trabajos de organismos públicos (SPA-ADA), así como publicaciones científicas que se han podido obtener (AGOSBA 1989-1990-1991, Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales UNLP 1998 a 2000, Facultad de Ingeniería UNLP 2004 y ADA 2006).



CALIDAD AGUAS SUPERFICIALES

La conductividad eléctrica (CE) determinada en los estudios de referencia, supera los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro Siemens por centímetro), valor habitualmente empleado como indicador de calidad en cuerpos de agua dulce superficiales del área pampeana sin impacto ambiental y sin influencia marina. Se produjo un paulatino incremento de la CE a lo largo de los años, como así también se eleva la salinidad desde la naciente y hacia la desembocadura del arroyo en el Río Santiago, con una ocasional disminución en el sector proximal a la boca. Se asocia el aumento de la salinidad con los aportes de materia orgánica y su proceso de degradación, en tanto que el río Santiago produciría un efecto de dilución y autodepuración en la confluencia de ambos cursos.

Los registros más elevados se informan en los punto estación próximos al relleno sanitario (CEAMSE) ubicado en Diagonal 74 (cuenca media baja) y la situación se ha vinculado a los vuelcos de líquidos lixiviantes del depósito de residuos.

Se informó que el oxígeno disuelto (OD) en agua raramente supera los 5 mg/l. Las cuantificaciones más elevadas pertenecen a la cuenca alta, áreas de nacientes del arroyo y proximidades del río de La Plata. En la cuenca media, la concentración disminuye hasta valores próximos a 1 mg/l e incluso resulta no detectable donde es evidente la presencia de aguas sépticas, con lodos flotantes e indicios de descomposición anaeróbica.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) es un parámetro que estima la cantidad de materia orgánica biodegradable, en función del consumo de oxígeno debido a la población microbiana presente en el agua que consume dicha materia.

Considerando los registros de muestreos previos (años 2004-2006) se evidencia que la DBO5 se incrementa desde el cruce del arroyo con la Autopista La Plata – Buenos Aires,



registrando un máximo a la altura de la Diagonal 74, superando allí incluso el valor de 50 mg/l O₂, límite para vuelcos de efluentes a cuerpos de agua superficial establecido por la Autoridad del Agua bajo Resolución N° 336/03. Este registro puede deberse a que se encuentra próximo a la planta que vuelca los efluentes cloacales de Ringuelet, Gonnet y Villa Elisa. En cuanto a la relación Demanda Química de Oxígeno (DQO) / DBO₅ en la campaña 1989/91, la relación no superaba el valor 1,5; en tanto que hacia 2004 se detectó que la relación se elevó a un promedio cercano a 5, indicando una un aumento en el aporte de sustancias xenobióticas resistentes a la degradación biológica.

El anión nitrato en aguas superficiales presenta las concentraciones máximas en las cercanías del cruce del arroyo con la calle 7 y autopista en la ciudad de La Plata, si bien próximo a la localidad de Romero es posible hallar valores superiores a 2 mg/l. La materia orgánica proveniente de los residuos y efluentes líquidos, en conjunto con macrófitas acuáticas, la temperatura del agua y la escasa velocidad que el agua adquiere en algunos sectores, promovieron el proceso anaeróbico de descomposición de la materia orgánica, y en estos factores se encuentra la razón el elevado tenor de nitratos y nitrógeno amoniacal. En la cuenca alta, zona de Lisandro Olmos, se encuentra el punto de vuelco de los efluentes de la planta de tratamiento de líquidos cloacales de la localidad de Melchor Romero y para aquel sector se han informado las mayores concentraciones de nitrógeno amoniacal del arroyo, superando los niveles guía establecidos por el Decreto N° 831/93 de la Ley Nacional N° 24.051 (Amonio: 1,37 mg/l), y los 25 mg/l que establece el ADA para vuelcos de efluentes líquidos a cuerpos de agua superficiales (Resolución 336/03). Para el resto del cuerpo de agua, la tendencia se mantiene, pero con una leve disminución hacia la desembocadura en el río Santiago.



Al considerar la calidad del agua superficial por su contenido de metales pesados (Hg, Cd y Pb) y parámetros, tales como Sulfatos, Sulfuros, Detergentes, Hidrocarburos, Fenoles y Cloruros, se empleó el trabajo efectuado en el año 2004 por la Facultad de Ingeniería (UNLP), concluyendo sobre ello que los metales pesados aparecían erráticos en su comportamiento y concentración, como así también entre diferentes campañas de monitoreo. Los parámetros restantes fueron detectados en la mayoría de las muestras de la cuenca media del arroyo.

El análisis y cuantificación de la población bacteriana considerada permitió detectar tres puntos de relevancia por la carga biológica, los cuales señalan efectivamente los sectores de vuelco de efluentes líquidos cloacales que impactan en la calidad de agua del arroyo, en particular en los segmentos desde la Ruta Provincial N° 36 a calles 173 y 32, también de calles 137 y 526 a calles 19 y 520 y por último de la Autopista Buenos Aires – La Plata a la Diagonal 74 de esa ciudad.

CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS DE FONDO DE CAUCE

La cuenca media del curso de agua resulta la más afectada por la acumulación de metales y otros compuestos orgánicos (PCBs) fijados en sedimentos del fondo del cauce del arroyo. En base a bibliografía de referencia que consideró muestreos de sedimentos en puntos estación representativos de la cuenca alta, media y baja del arroyo se informa que el área urbana de ciudad de La Plata es donde se hallan las más altas concentraciones de metales pesados (Cu: 25,5 a 215,8 mg/kg, Zn: 74,5 a 473,1 mg/kg, Cd: 1 a 3,5 mg/kg, Pb: 17,2 a 201,7 mg/kg, Hg y Cr: 49,1 a 166,3 mg/Kg). En cuanto a los Bifenilos Policlorados (PCBs), se registraron concentraciones entre 0,75 y 112,9 ng/g en peso seco.



CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El agua subterránea, por su ubicación en el subsuelo, está más protegida de la contaminación que la atmosférica y la superficial, el aire y el suelo. Pese a ello, puede ser vulnerada por diferentes tipos de contaminantes. Estos pueden ser de origen orgánico, inorgánico y también aquellos que modifican sus propiedades físicas (temperatura) por ejemplo por inyección de agua más caliente o más fría que la natural. Los contaminantes orgánicos vivos (bacterias o virus) se encuentran en suspensión, los orgánicos inertes (derivados de compuestos químicos e hidrocarburos) pueden estar en solución o suspensión en función de su grado de solubilidad y, los inorgánicos, predominantemente en solución. Entre los ámbitos más conspicuos como generadores de contaminación que pueden afectar el agua subterránea se destaca claramente, por su extensión, la zona de cultivos intensivos de verduras y flores, que en forma de arco cóncavo hacia el NE y rodea la ciudad de La Plata por su sector Sur. En este ámbito, se identifican dos tipos de contaminantes prioritarios: fertilizantes y plaguicidas. Los plaguicidas se aplican preferentemente sobre vegetales, pero parte se incorpora inevitablemente en el suelo, siendo los Plaguicidas más comunes los organoclorados y organofosforados. Son poco solubles (menos que los derivados de los fertilizantes) pero son sumamente peligrosos pues son tóxicos en concentraciones muy bajas. Los fertilizantes se aplican directamente al suelo y en general están compuestos por derivados nitrogenados y fosforados. Como consecuencia de su empleo, se dispersan diferentes especies químicas, las más solubles y estables son los NO_3^- y por ello, son mucho más frecuentes en el agua subterránea que los fosfatos. Además, los nitratos pueden provenir de la oxidación de materia orgánica de diferentes orígenes (aguas cloacales, residuos domésticas, abonos, etc.). El agua de los



arroyos permanentes principales, es el cuerpo receptor de efluentes que las industrias establecidas en las inmediaciones arrojan, produciendo contaminación localizada en las vecindades del cauce durante todo el año y en áreas mucho mayores durante los momentos de inundación. Estos focos de contaminación se transmiten a las aguas subterráneas. De la consideración de la red de flujo se desprende que la mayor parte del área cultivada del perímetro urbano, se ubica dentro del ámbito de influencia del cono de depresión del Puelche en La Plata, por lo que si tuviera elevado el tenor de NO_3^- , sería dable esperar un incremento progresivo del contenido en el área urbana. Se estima que las velocidades efectivas extremas de flujo subterráneo serían de 0,26 y 3,1 m/día con un promedio de 0,65 m/día (237 m/año). Dado que las tierras cultivadas más cercanas a la ciudad se ubican a 2 km de su borde SO y que el centro del sector más amplio, también emplazado al SO está a unos 8 km, en estudios de referencia se calculó que el agua subterránea tardaría unos 8,5 años en llegar desde el primer sitio a la ciudad y unos 34 años desde el segundo. Sin bien es poco conocido el estado del agua subterránea en el área agrícola, es previsible que exista contaminación en los acuíferos Epipuelche y Puelche, debido a la importante carga de contaminantes que se aplica al suelo. El primero está más expuesto, pues en su sección superior contiene a la capa freática, mientras que el Puelche puede contaminarse por la deficiente construcción de las perforaciones para riego y por su comportamiento hidráulico semiconfinado. En la zona de cultivo se riega de Octubre a Marzo, generalmente por canaleta con grandes pérdidas por infiltración, lo que favorece la disolución y la incorporación de contaminantes al subsuelo. Para el riego se utiliza exclusivamente agua subterránea, estimándose que el volumen empleado en las 12.000 hectáreas influenciadas por el cono de depresión de La Plata es de unos 60 hm³ /año. Las reservas de agua dulce



almacenadas en los acuíferos Pampeano y Puelche son de 1.200 y 2.830 hm³ respectivamente. El Acuífero Puelche tiene agua de baja salinidad (promedio 585 mg/l) y del tipo bicarbonatada - sódica en toda la Llanura Alta. En este ámbito, la potabilidad sólo se ve afectada por el contenido de NO₃⁻, particularmente en las zonas urbanizadas, pues en las rurales la contaminación es puntual. El Acuífero Pampeano en la Llanura Alta tiene agua con características químicas similares al Puelche, aunque es algo más dura. Dicha similitud se explica fácilmente, pues la vía para la recarga del Puelche es el Pampeano. Otros dos sitios más restringidos, aunque no menos peligrosos desde el punto de vista ambiental, son la Destilería de YPF y las industrias petroquímicas, que generan contaminantes hidrocarbonados. Otro sitio de relevancia es el antiguo basural de La Plata (fuera de uso) y el actual relleno sanitario (CEAMSE). El ámbito factible de contaminarse con hidrocarburos y sus derivados se ubica en la Planicie Costera donde el agua subterránea es salada en todo su perfil, y por ello no se explota. En este ambiente, la superficie freática se emplaza a poca profundidad, menos de 2,5 m, por lo que es fácilmente vulnerable. Sin embargo, la poca movilidad de los hidrocarburos y sus derivados, junto con el escaso gradiente hidráulico hacia la zona de captación urbana, hace poco probable la presencia de éstos en el agua subterránea de la ciudad.

El relleno sanitario también se ubica en la planicie costera, pero algo más alejado de la ciudad (4 km. al Norte). Sin embargo, la alta solubilidad que tienen sus lixiviados más comunes (Cl⁻ y NO₃⁻) representa una fuente posible de contaminación. Además, en dicho relleno, suelen arrojarse desechos altamente tóxicos de diferentes orígenes. Otro ambiente afectado es el urbano y suburbano, o sea, la zona densamente poblada. El ejido urbano, si bien dispone de desagües cloacales, presenta elevados tenores de NO₃⁻ en algunos pozos



y también soporta el ingreso de agua salada desde la Planicie Costera debido a la sobreexplotación. En los suburbios, la falta de red cloacal y pozos de agua del servicio centralizado, hace que el índice de contaminación aumente. La contaminación directa más importante en la zona urbana y suburbana es de origen doméstico y se produce en la periferia de la ciudad, donde no existe red colectora cloacal, ni servicio de agua potable. Los desechos domésticos se vierten en pozos ciegos o fosas sépticas, desde donde los más solubles y estables pueden migrar fácilmente hasta alcanzar la capa freática. Las captaciones domiciliarias son pozos de pequeño tamaño (2 a 4'), generalmente sin entubamiento, o si lo poseen, este no actúa como aislante. Por lo tanto, constituyen vías preferenciales para el acceso de contaminantes a los acuíferos, destacándose: detergentes, bacterias de origen fecal, virus, nitritos y nitratos. El ejido urbano y algunos barrios periféricos cercanos, cuentan con red cloacal y servicio de agua potable. Sin embargo, desde hace aproximadamente unos 20 años se está incrementando progresivamente el contenido de NO_3^- en el agua subterránea de la ciudad. Así, en 1941, ninguno de los 39 pozos en funcionamiento superaba 1 ppm mientras que en 1990 la mayoría estaba por encima de 45 ppm y varios superaban los 90 ppm de NO_3^- . Los posibles orígenes de esta contaminación son: 1) pérdida de líquido de las cañerías de la red cloacal, que es bastante antigua; b) migración desde el viejo basural ubicado en el extremo Norte de la ciudad; antiguos pozos ciegos de los barrios y actuales pozos ciegos de la periferia; y c) aporte del área agrícola. Otra forma de contaminación de la zona urbana es la salinización por el avance hacia el SO del agua salada de la Planicie Costera. Esto se produce por el bombeo excesivo del acuífero, que dio origen al cono de depresión cuyo ápice se ubica aproximadamente en el centro de la ciudad. En 1990, la curva de salinidad



de 2 g/litro alcanzaba el centro de la ciudad. Sala et al. (1982) estiman en 77 m/año al avance del frente salino hacia el SO. Otro factor que ha deteriorado la aptitud del agua subterránea es la reducción de la reserva. Para no disminuir la reserva, es necesario que se equilibre la extracción con la recarga. La recarga del acuífero Pampeano es de un volumen medio aproximado de 44 hm³ /año. Aproximadamente un 75% de la recarga del Pampeano se transmite por filtración vertical descendente al Puelche. Dado que para agua potable solamente se extraen unos 50 hm³ /año, surge con claridad que existe un desequilibrio que se origina en la sobreexplotación del acuífero Puelche.

CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA

El monitoreo de calidad de agua del curso principal del Arroyo del Gato, incluyó parámetros fisicoquímicos que son indicativos de la alteración del medio por aporte de excretas (bacterias coliformes), parámetros vinculados a la eutrofización y metabolismo bacteriano/algial (fósforo, nitrógeno y nitritos) y otras determinaciones analíticas que contribuyen a caracterizar el agua, además de indicar procesos de salinización (pH, conductividad, sólidos disueltos totales, cloruros y sulfatos).

Parámetro	Cantidad	Unidad
pH	7,77	upH
CE	1214	mS/cm
Alc.	533,89	mg/l CaCO ₃
Na	168,08	mg/l
K	8,81	mg/l
Ca	28,05	mg/l
Mg	9,47	mg/l
Cl	87,41	mg/l
SO₄⁻	49,27	mg/l
SDT	797,2	mg/l
P	1,58	mg/l



NO₃⁻	14,33	mg/l
NO₂⁻	0,78	mg/l
NH₄⁺	13,77	mg/l
DBO	11,89	mg/l
DQO	50,1	mg/l O ₂
OD	<LD	

B. Suelos

Los suelos predominantes en la planicie costera del Río de La Plata, son los denominados Vertisoles hidromórficos. La llanura costera del nordeste bonaerense constituye un ambiente adecuado para el desarrollo de estos suelos, que adicionalmente poseen rasgos hidromórficos por sus características topográficas y la naturaleza de los sedimentos. Este ambiente es desarrollado en una etapa evolutiva tardía pleistocena y transgresión del holoceno. Limita al oeste con un escalón topográfico producto de la máxima transgresiva y al este limita por la porción subacua del delta del Paraná. Es una franja de relieve plano-cóncavo, con cotas menores a los 5msnm. La llanura de fango, está ubicada en la parte distal de la línea de costa cuyo ancho máximo se encuentra en la zona de Punta Lara y se estrecha hacia el norte (hacia la zona de Berazategui). Las cotas medias oscilan entre 1.25 y 2.50 msnm y se encuentran recostada sobre la llanura continental. Los suelos se desarrollan en la Facies Villa Elisa de la Formación Las Escobas (3.500 a 2.500 años AP) cuyos sedimentos depositados en la etapa regresiva del mar, contienen abundante limo y arcilla.

Los suelos del fango se desarrollaron en un ambiente de humedad costero del río de La Plata, con una alta saturación de los horizontes, rasgos de reducción del suelo, están



afectados por anegamientos frecuentes de origen pluvial y capa freática alta, a profundidad general de 0.8 y 1m.

Las condiciones hídricas sumadas a la topografía plano-cóncava y la vegetación, generan un sistema con marcados procesos de hidromorfía que afecta tanto a vertisoles como a otros suelos de la planicie costera del río.

El espesor de materiales superficiales arcillosos es mayor en el suelo del partido de La Plata que en Ensenada, que es entre 50 y 80cm de espesor. Todos los suelos, en la base, poseen material originario estratificado sedimentario.

Los horizontes A de estos suelos, en el área de estudio, están muy influenciados por el componente biótico. La vegetación de la planicie costera constituye una porción de los pastizales pampeanos de la pampa deprimida. Las comunidades vegetales principales de la planicie costera son: praderas saladas, hunquillares, espartillares, praderas húmedas, juncales, pajonales, duraznillares, talaes y pastizales psamófilos. Particularmente, en la Llanura de fango se encuentran: 1) pradera salada: comunidad halófila de suelos y pantanos salinos y alcalinos (*Distichlis spicata*, *Distichlis scoparia* y *Sarcocornia perennis*); 2) pradera húmeda: comunidad de suelos húmedos, terrenos bajos e inundables y bordes de lagunas (*Carex bonariensis*, *Eleocharis sp.*, *Cyperus sp.*, y *Panicum sp.*); 3) juncales, pajonales y duraznillares: comunidades de hidrófilas (*Schoenoplectus californicus*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Eryngium sp.* y *Solanum glaucophyllum*).

CALIDAD DEL SUELO

En las zonas cercanas al proyecto se encuentra los siguientes niveles de contaminante (tabla 12)

Parámetro	Cantidad	Unidad
-----------	----------	--------



Hidrocarburos totales de petróleo	500	ug/g
Sustancias Fenólicas	0,21	ug/g
Cadmio	No detectado	ug/g
Zinc	57,32	ug/g
Cromo	5,4	ug/g
Plomo	8,3,	ug/g

TABLA 12 : PARÁMETROS QUÍMICO

C. Medio Biológico

Originalmente en el área de estudio, correspondiente al área costera del Río de la Plata interior, existían ambientes naturales con un mosaico de humedales y bosque costero marginal. Las comunidades características de este ambiente, tienen filiación paranaense (Cabrera, 1976) o subtropical (Ringuelet, 1955; 1961), con especies vegetales que alcanzan la región a través de los ríos Paraná y Uruguay, y conforman, en especial, comunidades boscosas o selváticas, localmente llamadas “selvas marginales” o “selva en galería”, con su fauna característica asociada. La composición florística de estas selvas es diferente en el Paraná y el Uruguay, siendo la de este último la más similar a la de las costas del Plata. Los ambientes que se identifican en el área de estudio están altamente modificados por la intervención del hombre, en su mayoría las comunidades representativas de comunidades naturales han quedado relegadas solo al área de la reserva de Punta Lara y algunos sectores de la costa menos intervenidos

Algunas de las comunidades que caracterizan estos ambientes son, los bosques marginales, los pajonales inundables, pastizales.

a) Bosques marginales. Se trata de formaciones arbóreas que crecen en los márgenes de los cursos de agua sobre los albardones aluvionales de los arroyos que desembocan en el



Río de la Plata. Se trata de parte más elevada del suelo costero, permitiendo un drenaje rápido del agua que aportan las crecidas, no quedando el agua contenida, por mucho tiempo (suele ser pulsos de hasta 6 horas Originalmente dominadas por árboles como la espina de bañado (*Citharexylum montevidense*), el canelón (*Myrsine laetevirens*), la murta (*Myrceugenia glaucescens*), el anacahuita (*Blepharocalyx tweediei*) y el chalchal (*Allophylus edulis*) (entre otros), ahora se encuentra invadida en diferente grado por especies exóticas como el ligustro (*Ligustrum lucidum*), el fresno (*Fraxinus sp.*) y el álamo (*Populus sp.*).

b) Pajonales inundables: Los suelos limosos o arcillosos, permiten el crecimiento de vegetación palustre. Esta comunidad vegetal, propia de la ribera media del Plata, en sus orígenes se extendía en buena parte de toda la franja costera del río de La Plata interior. Actualmente, por la modificación de su dinámica hídrica y la invasión de lirio amarillo (*Iris pseudacorus*) (una especie de planta equivalente a las especies nativas, pero originaria de Europa) han reducido notablemente la presencia de estos ambientes. Hay sectores dominados por paja brava (*Scirpus giganteus*) donde los árboles, principalmente sauce criollo y ceibo (*Erythrina crista-galli*), son escasos y otros donde los árboles se vuelven abundantes. En varios sectores, la paja brava cede lugar a otras especies palustres, como la totora o junco (*Typha latifolia*) y la espadaña (*Zizaniopsis bonariensis*), según el nivel de agua que ocupa el lugar. Los ambientes de pajonal ocupan casi toda la franja desde el río hasta llegar en algunos sectores hasta los 1.5km de esta.

c) Pastizales: estas comunidades ocupan la zona conocida como “campo”, con suelos arcillosos arenosos, con regímenes temporales de agua que hacen que frecuentemente estén inundados. Las especies vegetales que se desarrollan son en general gramíneas,



asociadas a un estrato herbáceo, que dan lugar a una fisonomía de estepa, sin representantes de arbustos o árboles.

D. Medio socioeconómico y cultural

El proyecto estará totalmente emplazado dentro del polo petroquímico del partido de Ensenada.

El Partido de Ensenada se encuentra ubicado en el noreste de la Provincia de Buenos Aires, a unos 60 Km de la capital de la república, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y a unos 7 Km del centro de la capital de la provincia, la ciudad de La Plata.

Limita al noroeste con el Partido de Berazategui, al noreste con el Río de la Plata, al sudeste con el partido de Berisso y al sudoeste con el partido de La Plata.

ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

A las localidades involucradas en el proyecto puede accederse desde los siguientes corredores viales:

- Ruta Provincial Nº 11 - Avenida Domingo Mercante, prolongación de la Diagonal 74 de la ciudad La Plata: El inicio se produce en el puente sobre el Arroyo Boca Cerrada, coincide con el Camino Costanero Almirante Brown hasta la rotonda donde se bifurca hacia la calle 122, límite entre los partidos de Ensenada y La Plata.
- Ruta Provincial Nº 13 - Camino Rivadavia, prolongación de la avenida 32 de La Plata hasta el límite con la Zona Franca.: Con solo 26 km de longitud conecta a las ciudades de Ensenada y La Plata.
- Ruta Provincial Nº 19, paralela al límite con el partido de Berazategui, conecta Villa Elisa con Boca Cerrada.



- Ruta Provincial N° 15 - Avenida Bossinga: une Ensenada con Punta Lara.
- Ruta Provincial N° 215 - Camino Gobernador Vergara - Avenida B. Cestino, prolongación de la calle 43 de La Plata, como acceso al Puerto y Zona Franca.
- Avenida Almirante Brown – Camino costanero en Punta Lara: recorre todo Punta Lara paralelo a la costa del río de La Plata hasta Ensenada.
- Autopista La Plata-Buenos Aires: une Ensenada con la Capital Federal.

Y conexión con las siguientes autovías:

- Ruta Provincial N°1 – Desde Rotonda Gutierrez –Alpargatas hasta calle 8 y Av. 32 La Plata.
- Ruta Provincial N° 10 - Avenida del Petróleo Argentino. Conecta Berriso hasta calle 122- Ruta N°11
- Ruta provincial N° 14 – Conecta el diversos partidos del denominado Gran Buenos Aires con el Partido de La Plata
- Ruta provincial N° 36 – Desde el Riachuelo a la altura de Avellaneda hasta empalmar con la ruta Provincial N° 11.

El ferrocarril forma parte esencial en la conexión del puerto y las industrias con las zonas productivas y los mercados internos y externos.

La Red Ferroviaria del Puerto se relaciona de manera directa con los demás ferrocarriles concesionados, interconectándose a través del N.C.A. con el Centro y Norte del país, FEPSA con la Zona Oeste, Ferrosur Roca con la zona Sur y por medio de A.L.L. con el Cuyo, Centro, Mesopotamia y el vecino país de Brasil.

No existe acceso ferroviario para pasajeros, siendo la estación más cercana la de la ciudad de La Plata.



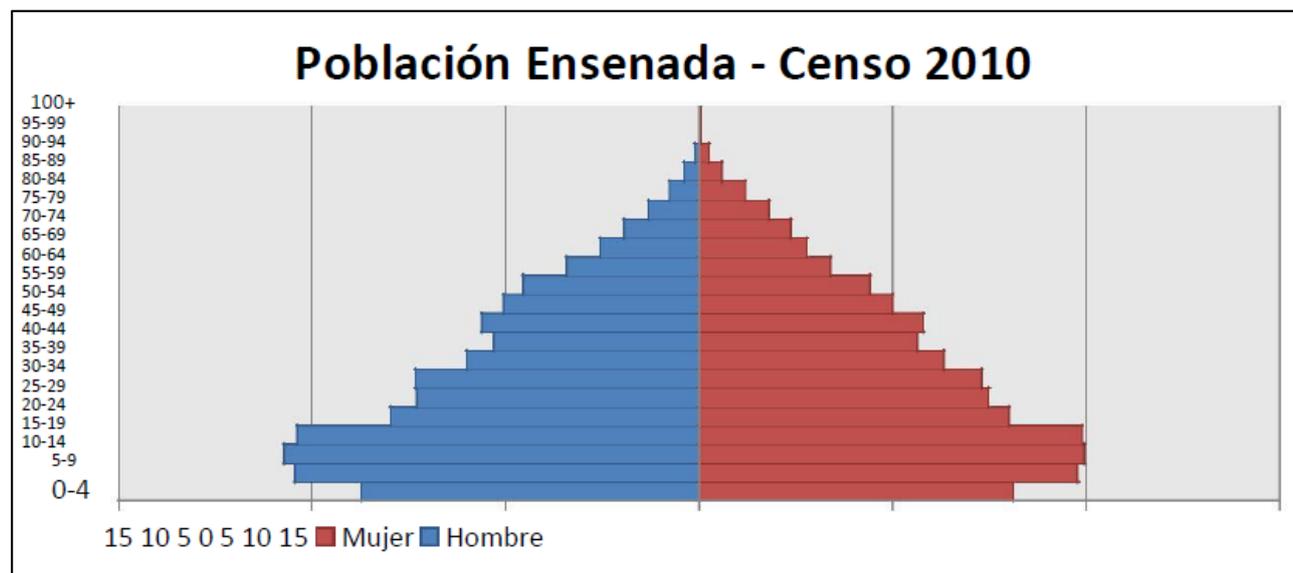
POBLACIÓN U VIVIENDAS

La población censada en el año 2010 fue de 56.729 habitantes, con un factor de crecimiento del 10,26% respecto a datos del año 2001, siendo este porcentaje similar a la tasa media de crecimiento para el total de la provincia de Buenos Aires.

El partido de Ensenada posee una superficie total de 101 km², y en función a la cantidad de habitantes su densidad es de 561,7 hab/ km², un valor muy superior al promedio del total de la Provincia.

Partido	Población		Superficie (km ²)	Densidad (hab./km ²)
	2.001	2.010		
Total Pcia. Bs. As.	13.827.203	15.625.084	307.571	50
Ensenada	51.488	56.729	101	562

La distribución por edad y sexo permite concluir que se trata de una población joven, y con distribución uniforme entre hombres y mujeres.



Se observa en la pirámide poblacional de transición o con forma de "campana" debido a la concentración entre los rangos de edades 5-24 años y una reducción de nacimientos.



Partido	Población	Población Masculina	Población Femenina
Ensenada	56.729	49	51

Partido	Población por grupo de edad (%)					
	Hombres hasta 14 años	Hombres e/ 15/ 64 años	Hombres mayores a 65 Años	Mujeres Hasta 14 años	Mujeres e/ 15 y 64 años	Mujeres mayores a 65 años
Ensenada	26,9	64,5	8,6	24,7	66	12,3

Se deduce que la población masculina solo es mayor para edades menores a 14 años, en los siguientes rangos de edades el porcentaje de mujeres es mayor en el orden de 2 a 4 puntos porcentuales.

INFRAESTRUCTURA SERVICIO BÁSICO

En cuanto a los servicios, se puede apreciarse que el mayor déficit corresponde al servicio de conexión a la red cloacal, ya que solo el 47% de la población posee este tipo de conexión. El restante 53% de la población posee los siguientes tipos de desagües: el 33% A cámara séptica y pozo ciego, el 17% a pozo ciego, el 1% a hoyo u excavación en la tierra y por último el restante 2% no posee retrete.

Respecto a este déficit en servicio cloacal según informes obtenidos a nivel municipal se indica la reversión de esta tendencia ya que se encuentra en ejecución el Programa de Mejoramiento de Barrios (PROMEBA 2) en los barrios Piria, El Molino, Club de Pesca y El Zanjón, con una población beneficiada del orden de los 6.465 habitantes.



EDUCACIÓN

Según los datos que proporciona el último Censo Nacional, la tasa de alfabetismo es del 99% del total de la población. El 40% de la población mayor o igual a 15 años posee el secundario como máximo nivel de instrucción.

Población de 15 años o más		Máximo nivel de instrucción alcanzado				
		Sin Instrucción	Primario		Secundario	
			Incompleto	Completo	Incompleto	Completo
Total	42.119	654	3.414	10.043	10.558	9.909
%	79,96	1,55	8,11	23,84	25,07	21,39

Población de 15 años o más		Máximo nivel de instrucción alcanzado			
		Superior no universitario		Superior universitario	
		Incompleto	Completo	Incompleto	Completo
Total	42.119	1.295	1.984	3.316	1.846
%	20,04	3,07	4,71	7,87	4,38



Modalidad y Nivel	Total			Estatal(*)		
	Unidades Educ.	Alumnos	Secciones	Unidades Educ.	Alumnos	Secciones
Totales	72	16.817	723	61	14.473	641
Niveles	49	11.813	523	39	9.637	447
Nivel Inicial	17	2.886	119	13	2.557	105
Nivel Primario	18	5.220	215	15	4.195	183
Nivel Secundario	12	3.341	163	9	2.519	133
Nivel Superior (**)	2	366	26	2	366	26
Modalidades	23	5.004	200	22	4.836	194
Educación Técnico Profesional	3	891	53	2	723	47
Nivel Secundario	3	891	53	2	723	47
Educación de Jóvenes y Adultos	11	1.852	69	11	1.852	69
Nivel Primario	3	41	28	3	418	28
Nivel Secundario	4	475	37	4	475	37
Espacio Fortalecimiento	2	68	4	2	68	4
Formación Profesional	2	891	0	2	891	0
Educación Especial	4	197	0	4	197	0
Nivel Inicial	1	31	0	1	31	0
Nivel Primario	1	69	0	1	69	0
Formación Integral (***)	1	51	0	1	51	0
Formación Laboral	1	46	0	1	46	0

Modalidad y Nivel	Total			Estatal(*)		
	Unidades Educ.	Alumnos	Secciones	Unidades Educ.	Alumnos	Secciones
Educación Artística	1	512	20	1	512	20
Cursos y Talleres	1	512	20	1	512	20
Educación Física (C.E.F.)	1	1.081	35	1	1.081	35
Psicología Comunitaria y Pedagogía (C.E.C.)	3	471	23	3	471	23

(*) Incluye las escuelas estatales de dependencia municipal.
(**) Incluye nivel superior de la modalidad Artística.
(***) Formación Integral corresponde a la Propuesta de Adolescentes, Jóvenes y Adultos con Discapacidad



Modalidad v Nivel	Total			Privado		
	Unidades Educ.	Alumnos	Secciones	Unidades Educ.	Alumnos	Secciones
Totales	72	16.817	723	11	2.344	82
Niveles	49	11.813	523	10	2.176	76
Nivel Inicial	17	2.886	119	4	329	14
Nivel Primario	18	5.220	215	3	1.025	32
Nivel Secundario	12	3.341	163	3	822	30
Nivel Superior (**)	2	366	26	0	0	0
Modalidades	23	5.004	200	1	168	6
Educación Técnico Profesional	3	891	53	1	168	6
Nivel Secundario	3	891	53	1	168	6

SALUD

El partido de Ensenada está comprendida en la Región Sanitaria XI, compuesta también por los municipios de Berisso, Brandsen, Cañuelas, Castelli, Chascomús, Lezama, Dolores, General Belgrano, General Paz, La Plata, Magdalena, San Miguel del Monte, Pila, Presidente Perón, Punta Indio, San Vicente y Tordillo.



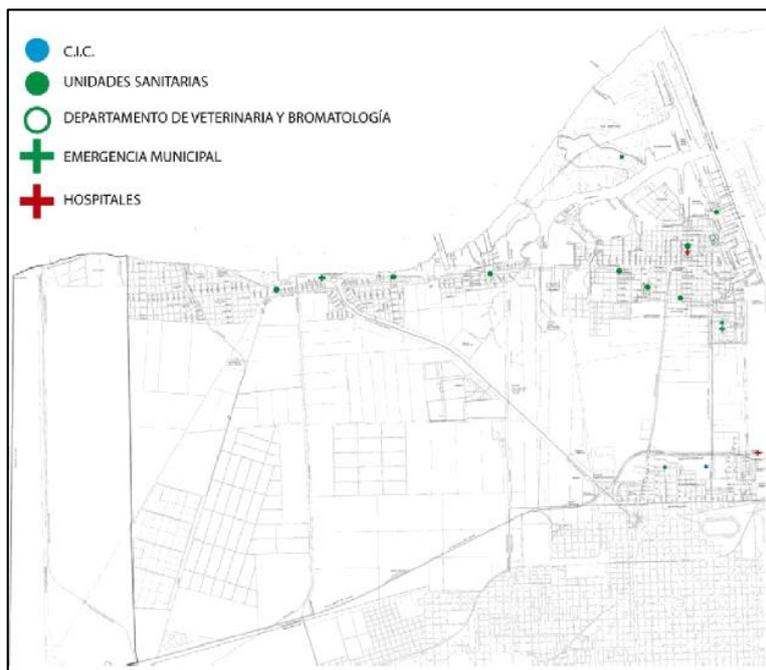
Partido	Subsector Oficial	Dependencia Administrativa/ Categoría
Localidad	Establecimiento	
Ensenada	Hospital Zonal General de Agudos "Dr. Horacio Cestino"	P
El Dique	Hospital Zonal Especializado en Crónicos El Dique	P
El Dique	Centro Único Coordinador de Ablación e Implante de la Provincia de Bs. As.	P
El Dique	Centro Integrador Comunitario El Dique	M
El Dique	Hospital Móvil Odontológico R.O. 29936	P
El Dique	Hospital Móvil Odontológico R.O. 29938	P
El Dique	Hospital Móvil Odontológico R.O. 29948	P
El Dique	Clinica de Prótesis Dental R.O. 29295	P
Ensenada	Unidad Sanitaria N° 80	M
Ensenada	Unidad Sanitaria 101 Dr. Celestino Arce	M
Ensenada	Unidad Sanitaria Río Santiago	M
Ensenada	Unidad Sanitaria Primero de Mayo	M
Ensenada	Unidad Sanitaria Barrio Mosconi	M
Ensenada	Unidad Sanitaria 5 de Mayo	M
Ensenada	Unidad Sanitaria Centro	M
Ensenada	Unidad Sanitaria Campamento	M
Ensenada	C.P.A (Centro Provincial de Atención)-Adicciones	P
Ensenada	Unidad Sanitaria Malvinas Argentinas	M
Punta Lara	Unidad Sanitaria N° 184	M
Punta Lara	Unidad Sanitaria N° 298	M
Punta Lara	Unidad Sanitaria Barrio Molino	M
Punta Lara	Unidad Sanitaria Complejo Eva Perón	M



Partido	Subsector Privado	Dependencia Administrativa/ Categoría
Localidad	Establecimiento	
Ensenada	Clínica Instituto Médico de la Rivera	III
Ensenada	Instituto Médico Privado Alberdi	-
Ensenada	Clínica de la Comunidad	-

Los datos correspondientes a cobertura de salud de la población se encuentran disponibles en el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2001, el mismo refleja que el índice de acceso a una cobertura en salud es del 55%.

Entidad	Población Total	Tiene (%)	No tiene (%)
Total	51.448	55,54	44,71
Dique Nº 1	6.039	5,78	5,99
Ensenada - Barrio Las Casuarinas	30.728	36,43	23,45
Isla Santiago (Oeste) Escuela y Liceo Naval	237	0,34	0,12
Punta Lara	8.359	6,67	9,61
Villa Catela	126	0,10	0,14
Zona Rural	126	0,10	0,14





4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA

A. Descripción de las etapas del proyecto

ETAPA 1: URBANIZACIÓN

En esta etapa se centralizan las tareas de limpieza del terreno, excavación y cimentación, instalación de suministros, viales y aceras.

ETAPA 2: CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS Y APARCAMIENTO, EDIFICIO DEL PROCESO

En esta etapa se centra en la construcción de las oficinas y aparcamiento, instalaciones de soportes, escaleras, plataformas y barandillas, así como los edificios de oficinas, también se comprende la construcción de edificios de proceso

ETAPA 3: ETAPA DE INSTALACION DE EQUIPOS, TUBERIAS, INSTRUMENTACIÓN Y APARATAJE ELÉCTRICO

En esta etapa 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 Esta etapa también comprende el aislamiento de los equipos como la fase de acabos de pintura y limpieza.

ETAPA 4: 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 efluente (efluentes gaseosa, efluentes líquidos, residuos sólidos y ruidos).



ETAPA 5: DESMANTELAMIENTO DE LA PLANTA (FASE ABANDONO)

En esta etapa de desmantelará 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 expresen el contrato correspondiente.

B. Vertido de líquido

Los vertidos líquidos se recogen en la red de drenajes, sistema cerrado de recogida de purgas de hidrocarburos o colector de mechero. El destino de éstos vertidos es diferente según sus características, siendo enviados para su posterior tratamiento al separador API de refinería La Plata.

En el caso de producirse vertidos irregulares por vaciado de la Unidad, puesta en marcha etc, estos se realizan tratando de reducir el impacto de vertidos inusuales y siempre a la red de drenaje de la Unidad. El destino de estos líquidos son las piletas API de refinería. En el caso de purgas de bombas ó tomas muestras, se reducirá la purga a la mínima imprescindible.

C. Residuos

Por las Normas ISO 14001 determina claramente cómo identificar los diferentes tipos y, por lo tanto, la línea de actuación correspondiente a cada uno de ellos.

Los residuos sólidos urbano, que se generan en cantidades variables todos los días, deben depositarse en los recipientes apropiados, perfectamente diferenciados de otros, según las norma ISO 14001, que se encuentran ubicados en zonas estratégicas de la Unidad.



Tipos de residuos	Color	
	Bolsas	Tambor
Viandas (comida, cartón, cubiertos, botellas plásticas, servilletas, etc.)	Negra	Negro
Papeles, cartones (sin contaminación)	amarilla	Amarillo
Pilas	transparente	Amarillo
Cartucho tinta impresora	transparente	Amarillo
Toner para impresoras (IBM, HP y LEXMARK) se devuelven a almacenes en el envase original		
Limpieza de edificios (libre de residuos mencionado anteriormente)	Gris	Gris
Plásticos, trapos no contaminados de las áreas de proceso	Azul	Azul
Chatarra menor	naranja	Naranja
Trapos, plásticos, papeles contaminados con hidrocarburos	Verde	Verde

En ésta
Unidad se
genera los
siguientes
residuos
peligrosos:

- Residuos contaminados de limpiezas.
- Material metálico contaminado.
- Refractarios Sucios.
- Purgas y drenajes de la operación.
- Mantenimiento del quemador.
- Descarga de Catalizador.

En esta unidad estos residuos están constituidos por:

- Bidones y otros envases vacíos sin carácter de residuo peligroso.
- Material metálico no contaminado.

D. Seguridad general

Se enumeran a continuación algunos aspectos de buenas prácticas en seguridad, con referencia especial a los procedimientos de operación de esta Unidad.

En todo momento deberán aplicarse las reglas de mantenimiento. Esto redundará en una mayor eficacia en las operaciones. Impedir la formación de mezclas explosivas y evitar las chispas y fuegos abiertos.



Mantener en servicio permanente los sistemas de purgas y de antorcha.

Utilizar adecuadamente el equipo necesario para protección personal. Evitar la pérdida de efectos personales, especialmente en las proximidades de equipos rotativos. En elementos móviles, mantener en posición los dispositivos de protección. Almacenar los trapos empapados de aceite y los residuos en recipientes cerrados.

- Comprobar el estado de las escaleras de mano y colocarlas en su sitio inmediatamente después de su uso. No utilizar escaleras metálicas en zonas de equipos eléctricos.
- Estar al corriente de los peligros de inhalación de gases tóxicos e inertes. Tomar precauciones en las proximidades de venteos de gases. Como medida de precaución utilizar semi –mascara con filtro antigas.
- Manejar adecuadamente los productos potencialmente explosivos, tales como hidrocarburos líquidos livianos y gases. Efectuar los venteos con la máxima precaución. Utilizar herramientas antichispas cuando sean necesarias.
- Efectuar con cuidado las tomas de muestra de gases y líquidos, con buena ventilación. Únicamente se tomarán muestras en los recipientes al efecto; asegurándose previamente de que están limpios y listos para utilizar. Cuando se tomen muestras de hidrocarburos calientes, productos químicos y soda cáustica, llevar puesto guantes, lentes de seguridad y protector facial. Seguir siempre el procedimiento referido a la toma de muestras.
- Tener presente los límites operativos de presión, temperatura y nivel de todos los equipos. Manejar despacio y con cuidado las válvulas e instrumentos. Familiarizarse con las instrucciones y procedimientos de operación aplicables en cada momento.



- Efectuar inspecciones rigurosas periódicamente en todos los equipos y procedimientos, para comprobar la funcionalidad de los dispositivos de seguridad y evaluar los riesgos potenciales. Prestar atención a las fugas.
- Estar al corriente de los procedimientos de operación y emergencia. Cumplir todas las normas de seguridad y tenerlas presente en todo momento.
- En caso de fuego, los recipientes que contienen gases licuados resultan especialmente peligrosos, dado que la presión generada en ellos puede ocasionar su rotura (Bleve). Es muy importante que sean venteados y drenados en caso de fuego.
- Familiarizarse con las salidas de emergencia en las áreas peligrosas. Estas salidas deben ser amplias, estar bien señalizadas y dar directamente a plataformas exteriores o lugares abiertos libres de obstrucciones. No entrar en un área peligrosa a menos que se disponga de los elementos de seguridad necesarios.
- Aprender a utilizar adecuadamente todos los equipos de seguridad y lucha contra incendios siguiendo los procedimientos correctos. Ser consciente de sus limitaciones y localización. Estar al corriente de la ubicación de todos los equipos y duchas de seguridad.
- Considerar peligrosas y a presión todas las líneas, hasta que se compruebe lo contrario, y actuar en consecuencia. Asegurarse de la preparación adecuada de las líneas por el personal de operación y marcar las válvulas y líneas sobre las que se esté trabajando.
- Formar adecuadamente al personal de operación en los requisitos de seguridad. No se permitirá ningún trabajo mecánico, en caliente o soldadura, etc., sin un permiso de trabajo debidamente autorizado.
- Antes de utilizar el by-pass del lado frío de un intercambiador de calor, mientras el fluido caliente está circulando a través del otro lado, asegurarse de purgar para calentar el



producto, asegurarse que no esté tapada la purga. La expansión del líquido por efecto del calor puede provocar presiones muy elevadas.

- Asegurarse de que los venteos estén abiertos cuando se drenen líquidos de recipientes, para evitar la creación de vacío.
- Efectuar un mantenimiento adecuado en bombas y compresores. Mantener limpios los refrigerantes de máquinas para no incrementar las temperaturas de descarga y efectuar comprobaciones periódicas de circulación de agua de refrigeración, cuando operen tales equipos. Evitar cuidadosamente los derrames de aceite, etc., sobre todo durante las operaciones de mantenimiento. Efectuar purgas antes de proceder a cada operación. El personal de mantenimiento cuando finalice la tarea debe dejar limpia la zona
- Conectar a tierra todas las líneas y equipos para evitar chispas provocadas por electricidad estática.
- Marcar todas las líneas y equipos eléctricos. Después de efectuar trabajos de reparación, efectuar las comprobaciones oportunas antes de restablecer el servicio.
- Dada la posibilidad de electrocución, no utilizar mangueras de agua o extintores de espuma en fuegos de origen eléctrico. Para este tipo de emergencias son adecuados extintores de polvo seco y/o Halotron II, siempre que haya buena ventilación.
- Para fuegos de hidrocarburos se pueden utilizar extintores de polvo seco, así como mangueras en 2 1/2" con lanzas de agua pulverizada y/o espuma sintética. Dejar acceso libre a tales equipos y mantener despejadas las escaleras de incendios. Inmediatamente después de su utilización, recargar los extintores y ubicarlos en su posición correcta, procediendo a la recarga de líquido espumígeno en el equipo utilizado.



- Guardar adecuadamente las herramientas. Tomar precauciones en las plataformas para evitar que se caiga alguna pieza que pueda dañar al personal que pase por debajo. Prestar atención para evitar traspies, por los riesgos que pudieran ocasionar.
- En los equipos con llama abierta, (Hornos) efectuar un barrido abundante de la cámara de combustión con vapor antes del encendido de quemadores. Utilizar las listas de chequeo apropiadas para cada equipo.
- Evitar el contacto de hidrocarburos calientes con agua líquida. La generación súbita de vapor puede ocasionar aumentos instantáneos de presión dañando los equipos, y puede ocasionar vertidos de hidrocarburos calientes sobre superficies amplias
- Aprender los procedimientos de primeros auxilios en accidentes de gases, productos químicos y cáusticos. Estar al corriente de las precauciones que hay que tomar en el manejo de todos los productos y emplear los procedimientos aprobados.
- No llenar en exceso los recipientes y tanques. La expansión térmica del líquido puede provocar la apertura de las válvulas de seguridad. Rocíar con agua los recipientes de LPG expuestos al fuego para refrigerarlos. Mantener vigilancia de fugas. Una pequeña fuga de líquido puede originar una peligrosa nube de vapor.
- Asegurarse de conectar a tierra todos los equipos, especialmente en los sistemas de trasvase, carga y descarga.
- Evitar el contacto con cáusticos, productos químicos, ácidos, hidrocarburos muy craqueados o hidrocarburos calientes. Es esencial la protección personal.
- Evitar acumulación de agua en los puntos bajos de los equipos, alimentaciones y dentro de los tanques de almacenamiento



- No permitir la entrada en la planta de personal no autorizado. Conocer todas las reglas de seguridad en las plantas en las que se vaya a trabajar. Estar al corriente de la localización de todo personal de la planta con objeto de poder realizar una rápida evacuación en caso de emergencia. Todos los visitantes deberán llevar casco, lentes de seguridad y zapatos de seguridad.

E. Riesgos de trabajo

La unidad cuenta con un compresor y bombas los cuales generan un ambiente con ruido y vibraciones.

Además, la planta en general opera a altas presiones, lo que genera un alto riesgo. La forma adecuada de minimizar el riesgo de accidentes es el mantenimiento preventivo y la realización de ensayos periódicos de control. Las características y periodicidad del plan de mantenimiento y ensayos dependerán de las características del aparato y de la legislación vigente.

En resumen, en la operación habitual de la unidad podrán existir los siguientes riesgos:

Emisiones sonoras

Vibraciones

Sustancias químicas

Sustancias explosivas

Aparatos sometidos a presión

Riesgos mecánicos y/o eléctricos

Fugas y/o derrames

En las etapas de Construcción y la de Abandono, considerando las características de la obra, los riesgos son: caída de diferente nivel, caída de mismo nivel, ergonómicos,



atrapamiento, golpes, espacios con disminución de oxígeno, riesgo eléctrico, exposición a gases, productos químicos, etc.

Las tareas dentro del complejo deben realizarse utilizando al menos los siguientes elementos de protección personal (uso obligatorio):

Casco

Guantes

Protección ocular

Protección auditiva

Zapatos de seguridad

Ropa ignífuga

Máscara respiratoria

Asimismo las tareas específicas requerirán del uso adecuado de elementos de protección personal para tal fin.

Estos puntos deberán ser tenidos en cuenta en la elaboración del Plan de Seguridad de la Obra y acordadas las medidas de prevención y protección ya que durante el montaje el personal de las empresas contratistas debe satisfacer los mismos requerimientos en cuanto a cumplimiento de la ley y normas internas que el personal de la empresa, emanadas de la política de Medio Ambiente, Higiene y Protección Industrial, en la cual se incluye la capacitación permanente del personal en aspectos de higiene y seguridad, la provisión de los elementos de protección personal, controles médicos del personal expuesto a riesgos, etc.



F. Lucha contra incendio

Todo el personal de operación deberá conocer la ubicación y modo de empleo de las duchas de seguridad, extintores de incendios, válvulas motorizadas, válvulas principales de aislamiento, mangueras contra incendios e hidrantes, semi-mascaras antigas, equipos autónomos de respiración y otros equipos de protección tales como cascos de seguridad, guantes de goma, etc.

En fuegos alrededor de equipos eléctricos no utilizar mangueras de agua, dada la posibilidad de electrocución.

Para combatir fuegos de origen eléctrico se pueden utilizar con seguridad extintores de polvo seco.

Para combatir fuegos de hidrocarburos son adecuados los extintores de polvo seco. Para grandes fuegos se utilizarán equipos con mangueras de pulverización de agua y/o lanzas generadoras de espuma.

En zonas de humos tóxicos se deberá llevar puesta la semi máscara antigás y/o mascara completa anti-gas.

En operaciones con productos tóxicos, líquidos o vapores calientes se deberán utilizar guantes y gafas o escudos protectores de la cara. También se recomienda su uso durante las operaciones de toma y manejo de muestras.

Las condiciones específicas la manipulación de los químicos con que cuenta este proyecto se encuentran en las hojas de seguridad de cada compuesto.



G. Valoración de impacto ambiental

A efectos de establecer los potenciales impactos que se generarán como consecuencia de la actividad, tanto para la etapa de construcción como de funcionamiento, 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.

Una vez identificadas las acciones y factores se realiza la matriz de importancia que nos dará una valoración cualitativa, esta matriz nos dará el 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). Estos atributos se encuentran en la normativa vigente.

En la matriz 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 como:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Como ya se definió anteriormente, Impacto se denomina 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:

1. Por la variación de la calidad ambiental (CA):

- 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.

2. Por la intensidad o grado de destrucción:

- Mínimo o Bajo: su efecto expresa una modificación mínima del factor considerado.
- Medio-Alto: su efecto provoca alteraciones en algunos de los factores del medio ambiente.
- Muy Alto: 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.

3. Por la extensión (EX):

- 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.

4. Por el momento (MO) en que se manifiesta:

- 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.

5. Por su persistencia (PE) en el tiempo:

- 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.

6. Por su capacidad de recuperación (MC) y por su reversibilidad (RV) por medios naturales:

- Recuperable: (inmediato o a mediano plazo) cuyo efecto puede eliminarse por medidas correctoras asumiendo una alteración que puede ser reemplazable (por ej. 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).

7. Por la Acumulación (interrelación de acciones y/o efectos) (AC):

- 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).

8. Por la relación causa-efecto (EF):



- 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).

9. Por su periodicidad (PR):

- 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).

En la siguiente Tabla de Valoración de Impactos se puede observar los tipos de impactos descriptos y los valores asignados según la magnitud de la alteración provocada:

POR VARIACION EN CALIDAD		INTENSIDAD (IN)	
Impacto positivo	+	Baja	1
Impacto negativo	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSION (EX) (Area de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Mediano plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV) (Por medidas naturales)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
Recuperable de manera inmediata	1	Simple	1
Recuperable a medio plazo	2	Acumulativo	4
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		
EFFECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
IMPORTANCIA (I)			
$(I) = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$			



La explicación de estos conceptos se da seguidamente:

Signo

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad (i)

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.

Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto dividido el porcentaje de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

Momento (MO)



El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con valor asignado (1). Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas (ruido por la noche en las proximidades de un centro hospitalario - inmediato-, previsible aparición de una plaga o efecto pernicioso en una explotación justo antes de la recolección -medio plazo-).

Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4). La persistencia es independiente de la reversibilidad. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables. Los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, y recuperables o irrecuperables.

Reversibilidad (RV)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción (capacidad de recuperación) del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la



acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro anterior.

Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración



del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

Acumulación (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementó a (4).

Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

Periodicidad (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

Importancia del Impacto (I)



La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo de importancia propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

En función de este modelo, los valores extremos de la importancia (I) pueden variar entre 13 y 100. Según esa variación, se califica al impacto ambiental de acuerdo con la siguiente propuesta de escala:

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.

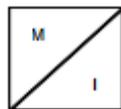
Un impacto crítico es aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. La recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, la recuperación necesita un período de tiempo dilatado o se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras.



5. 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). M 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 arrojan 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 88 efectos 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 excluyen del proceso de calculo
- 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.



Factores ambientales a considerar en la Matriz de Leopold

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	
A.1 TIERRA	
a. Recursos minerales	d. Geomorfología
b. Material de construcción	e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo
c. Suelos	f. Factores físicos singulares
A.2 AGUA	
a. Superficiales	e. Temperatura
b. Marinas	f. Recarga
c. Subterráneas	g. Nieve, hielos y heladas
d. Calidad	
A.3 ATMÓSFERA	
a. Calidad (gases, partículas)	c. Temperatura
b. Clima (micro, macro)	
A.4 PROCESOS	
a. Inundaciones	e. Sorción (intercambio de iones, complejos)
b. Erosión	f. Compactación y asentamientos
c. Deposición (sedimentación y precipitación)	g. Estabilidad
d. Solución	h. Sismología (terremotos)
	i. Movimientos de aire
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	
B.1 FLORA	
a. Árboles	f. Plantas acuáticas
b. Arbustos	g. Especies en peligro
c. Hierbas	h. Barreras, obstáculos
d. Cosechas	i. Corredores
e. Microflora	
B.2 FAUNA	
a. Aves	f. Microfauna
b. Animales terrestres, incluso reptiles	g. Especies en peligro
c. Peces y mariscos	h. Barreras
d. Organismos bentónicos	i. Corredores
e. Insectos	
C. FACTORES CULTURALES	
C.1 USOS DEL TERRITORIO	
a. Espacios abiertos y salvajes	f. Zona residencial
b. Zonas húmedas	g. Zona comercial
c. Selvicultura	h. Zona industrial
d. Pastos	i. Minas y canteras
e. Agricultura	
C.2 RECREATIVOS	
a. Caza	e. Camping
b. Pesca	f. Excursión
c. Navegación	g. Zonas de recreo
d. Zona de baño	
C.3 ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	
a. Vistas panorámicas y paisajes	f. Parques y reservas
b. Naturaleza	g. Monumentos
c. Espacios abiertos	h. Especies o ecosistemas especiales
d. Paisajes	i. Lugares u objetos históricos o arqueológicos
e. Agentes físicos singulares	j. Desarmonías
C.4 NIVEL CULTURAL	
a. Modelos culturales (estilos de vida)	c. Empleo
b. Salud y seguridad	d. Densidad de población
C.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	
a. Estructuras	d. Disposición de residuos
b. Red de transportes (movimiento, accesos)	e. Barreras
c. Red de servicios	f. Corredores
D. RELACIONES ECOLÓGICAS	
a. Salinización de recursos hidráulicos	e. Salinización de suelos
b. Eutrofización	f. Invasión de maleza
c. Vectores, insectos y enfermedades	g. Otros
d. Cadenas alimentarias	
E. OTROS	



Acciones que pueden generar impactos ambientales

A. MODIFICACION DEL REGIMEN:	
a) Introducción de flora y fauna exótica b) Controles biológicos c) Modificación del hábitat d) Alteración de la cubierta terrestre e) Alteración de la hidrología f) Alteración del drenaje	g) Control del río y modificación del flujo h) Canalización i) Riego j) Modificación del clima k) Incendios l) Superficie o pavimento Ruido y vibraciones
B. TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION:	
a) Urbanización b) Emplazamientos industriales y edificio c) Aeropuertos d) Autopistas y puentes e) Carreteras y caminos f) Vías férreas g) Cables y elevadores h) Líneas de transmisión, oleoductos y corredores i) Barreras incluyendo vallados j) Dragados y alineado de canales	k) Revestimiento de canales l) Canales m) Presas y embalses n) Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales marítimas o) Estructuras en alta mar p) Estructuras recreacionales q) Voladuras y perforaciones r) Desmontes y rellenos s) Túneles y estructuras subterráneas
C. EXTRACCION DE RECURSOS:	
a) Voladuras y perforaciones b) Excavaciones superficiales c) Excavaciones subterráneas d) Perforación de pozos y transporte de fluidos	e) Dragados f) Explotación forestal g) Pesca comercial y caza
D. PROCESOS:	
a) Agricultura b) Ganaderías y pastoreo c) Piensos d) Industrias lácteas e) Generación energía eléctrica f) Minería g) Metalurgia	h) Industria química i) Industria textil j) Automóviles y aeroplanos k) Refinerías de petróleo l) Alimentación m) Herrerías (explotación de maderas) n) Celulosa y papel o) Almacenamiento de productos
E. ALTERACIONES DEL TERRENO:	
a) Control de la erosión, cultivo en terrazas o bancales b) Sellado de minas y control de residuos c) Rehabilitación de minas a cielo abierto	d) Pasaje e) Dragado de puertos f) Aterramientos y drenajes
F. RECURSOS RENOVABLES:	
a) Repoblación forestal b) Gestión y control vida natural	c) Recarga aguas subterráneas d) Fertilización e) Reciclado de residuos
G. CAMBIOS EN TRAFICO:	
a) Ferrocarril b) Automóvil c) Camiones d) Barcos e) Aviones f) Tráfico fluvial	g) Deportes náuticos h) Caminos i) Telecables, telecabinas, etc. j) Comunicaciones k) Oleoductos
H. SITUACION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS	
a) Vertidos en mar abierto b) Vertedero c) Emplazamiento de residuos y desperdicios mineros d) Almacenamiento subterráneo e) Disposición de chatarra f) Derrames en pozos de petróleo g) Disposición en pozos profundos	h) Vertido de aguas de refrigeración i) Vertido de residuos urbanos j) Vertido de efluentes líquidos k) Balsas de estabilización y oxidación l) Tanques y fosas sépticas, comerciales y domésticas m) Emisión de corrientes residuales a la atmósfera n) Lubricantes o aceites usados
I. TRATAMIENTO QUIMICO:	
a) Fertilización b) Descongelación química de autopistas, etc.	c) Estabilización química del suelo d) Control de maleza y vegetación terrestre e) Pesticidas
J. ACCIDENTES:	
a) Explosiones b) Escapes y fugas	c) Fallos de funcionamiento
K. OTROS:	
a)...	b)...

...



Para realizar la matriz de Leopold se toma como referencia estudio de impacto ambiental de plantas industriales de este producto y similares, las cuales considera los factores principales que se ven afectados al realizar este tipo de proyecto.

Actividades que deben considerarse:

- Nivelación del terreno, trabajo de apilamiento, trabajo civil, construcción en acero, montaje de equipos, trabajo de cañería, electricidad e instrumentos, terminación mecánica, pre-commissioning.
 - 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
- Funcionamiento cotidiano de la planta
 - Trabajo
 - Residuos sólidos
 - Aguas residuales (sanitarios, y su humano)
- Producción de ácido tereftálico crudo
 - Preparación catalizador



- Partículas procedentes de materias primas
- emisiones de HBr y derivados
- ruido de bombeo
- Reacción
 - Proceso de contaminación con compuesto orgánicos

 - Ruidos compresor y bombas
 - Altas temperatura
 - Emisión de gases de combustión
- Proceso de cristalización
 - Cristalizadores
 - Ruido
 - Contaminación térmica
 - Centrifugación
 - Ruido
 - Aguas residuales
 - Secado
 - Material particulado
 - Emisión de gases CO₂ y Nox
 - Almacenamiento
 - Generación de polvo
- Proceso de Purificación
 - Reactor de hidrogenación



- Ruido
- Manejo de H₂
- contaminación Pt y Rh
- Cristalizadores
 - Ruido
 - Contaminación térmica
- Centrifugación
 - Ruido
 - Aguas residuales
- Secado
 - Material particulado
 - Emisión de gases CO₂ y Nox
- Almacenamiento
 - Generación de polvo
- Utilities
 - Sistema de instrumentos
 - Ruido de compresores
 - Los residuos líquidos: aceite lubricante gastado
 - Sistema de vapor
 - Contaminación por temperatura
 - Sistema de enfriamiento de agua
 - aguas residuales de purgas



- Almacenamiento
 - Pérdidas
- Abandono

A. Interpretación de resultados

Como se puede apreciar en la matriz adjunta la afectación ambiental o contaminación es elevado al dar un total de -411/661, una de las principales causas de este valor elevado es la condición de seguridad e higiene de la planta al emplear compuestos altamente corrosivos, recipientes a presión con posibilidad de explosión, gran contaminación sonora debido al tamaño de los compresores y bombas -96/157, si ponderamos en porcentaje, se estima que el 33,48 % del impacto ambiental es debido a esta causa, seguido se observa que otra condición que hace que este proyecto sea de un alto impacto ambiental es la salud pública, es decir, la salud dentro de la región en la que se encuentra, si bien es una el proyecto se encuentra en un polo industrial, este está rodeado de un gran centro urbano. Esta esta población está expuesta a la alteración del paisaje, del ruido constante de los equipos, las altas temperaturas que generan los recipientes a presión y la posibilidad de explosión de los mismos, la matriz de Leopold arroja un valor de -82/157 que corresponde a un alto impacto, ponderándolo en porcentaje es de 28,59% del total de la contaminación ambiental.

Si bien los factores biológico fauna y flora no se ven afectado debido a la distancia que existe entre las reservas ambientales y el proyecto. Junto con el paisaje que al ser un polo



industrial el impacto no es importante, respectivamente los valores que arroja la matriz de Leopold es de -12/12, -9/6, -13/14, esto corresponde a un 1% del impacto total.

La contaminación del aire, de la calidad de agua subterránea, el suelo y los niveles de ruido, son de ordenes discontinuos vas bien con un efecto secundario y simple. Cuyos efectos pueden mitigarse adecuadas medidas correctoras.

El factor socio-económico se ve favorecido en el empleo de mano de obra directa e indirecta en las distintas fases del proyecto.

B. Medida de mitigación general: prevención y corrección de impactos

Prevenir, paliar o corregir el impacto ambiental significa introducir medidas preventivas o correctoras en la actuación con el fin de:

- Explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio con el fin de alcanzar la mejor calidad ambiental del proyecto.
- Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas.
- Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

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, constructiva, operativa o 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 irre recuperables 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 compensatorias en la fase de funcionamiento (constructiva, operativa o de abandono) El objeto de las medidas de mitigación puede resumirse en:

1. Medidas dirigidas a mejorar el diseño.
2. Medidas para mejorar el funcionamiento durante la fase operacional.
3. Medidas dirigidas a mejorar la capacidad receptiva del medio.
4. Medidas dirigidas a la recuperación de impactos inevitables, medidas compensatorias para los factores modificados por efectos inevitables e incorregibles.
5. Medidas previstas para el momento de abandono de la actividad, al final de su vida útil.
6. 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.
- Responsable de la gestión.

Evaluar el costo de las medidas correctoras resulta de vital importancia. Si éstas son superiores al 20% de la inversión del proyecto, le corresponde nivel 5, entre 20% y 10% nivel 4, entre 10% y 5% nivel 3, entre 5% y 1% nivel 2 y menos de 1% nivel 1.

El impacto final previsto por la acción del proyecto, resulta de la suma entre el impacto total del proyecto sin contemplar medidas correctoras y el impacto positivo como consecuencia de los efectos causados por las acciones debidas a las medidas correctoras.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN GENERAL

- Mantener adecuadamente 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 a generar procurando un adecuado proceso de minimización, control y tratamiento.



- Mantener un adecuado sistema de control sobre los gases y sustancias inflamables a manipular para evitar fugas.
- El nivel de ruido generado en el interior de la unidad se verán disminuidos por la colocación de barreras sonoras, entre valores admisibles según normativa

MEDIDAS EN ETAPA DE CONTRUCCIÓN

- 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 y establecer un programa de tratamiento y disposición final, evitando su acumulación.

MEDIDAS EN ETAPA DE 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.
- 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.

PLAN ESPECÍFICO PARA EL PROYECTO

En particular en este proyecto se diseñaran dos zonas áreas orientadas a mitigar los problemas de contaminación del aire y de las aguas.

En el proyecto se describe la sección 600 denominada de tratamiento de off-gas debido que además de nitrógeno, oxígeno y gases de combustión (CO_2 y CO), los gases de escape del reactor de oxidación continente cantidades significantes de ácido acético y acetato de metilo, y una menor cantidad de pX que no ha reaccionado y bromuro de metilo.

Un depurador a alta presión se usa para recuperar el ácido acético por contacto contracorriente con vapor de agua generado producto de cabeza en la columna de deshidratación. El depurador tiene un relleno de resina de intercambio catiónico que convierte la mayoría del acetato de metilo en ácido acético y metanol. En otras palabras, el depurador es usado para recuperar el ácido acético de otros VOC's (compuestos orgánicos volátiles). El ácido acético es entonces enviado a la columna de deshidratación de solvente para reciclarlo mientras los VOC's son dejados en un reactor de combustión de lecho fijo en el cual los VOC's son quemados a CO_2 y agua sobre un catalizador de paladio. La alta temperatura del gas tratado (aproximadamente 400°C) pasa luego a través de una turbina de expansión donde la energía que contiene el gas es convertida en energía mecánica que es usada para conducir uno de los compresores de aire o para generación de energía eléctrica. Antes de ser venteados a la atmosfera, los efluentes gaseoso del expansor por lo general se alimenta a un lavador para remover los compuesto de bromuro residual por contracorriente con una solución caustica.



Y también se diseña una sección 700 donde además de recupera parte de catalizador también se forman lodos contaminantes listo para enviar a su disposición final, posiblemente al CEAMSE.

En cuanto a ruido generado por los compresores y bombas, la solución más efectiva es la utilización de salas de operación para las mismas, estas salas deberían tener sus paredes recubiertas con un aislante sonoro para evitar ruido con más de 95 dB.

Finalmente para la contaminación térmica deberá utilizarse buenos aislantes térmicos, como lana de roca, con el fin de evitar pérdidas excesivas de energía térmica, que aparte de afectar directamente con los requerimientos energéticos del proyecto, también afecta puntualmente el medio ambiente calentado el aire circundante a la planta de producción, se debe tener en cuenta que las temperatura promedio de los equipos de este proyecto es de 150°C.

C. Plan de monitoreo

Verifica la efectividad de aplicación de las medidas propuestas, detecta desviaciones, identifica las causas y propone medidas correctivas. Este plan debe tener una frecuencia de ejecución programada y consensuada con los responsables intervinientes. Los parámetros a medir son efluentes, residuos, contaminación, etc.

- Grado de eficacia de las medidas precautorias, protectoras, correctoras compensatorias.
- Medida de los impactos residuales cuya total corrección no sea posible ni esperada.
- Medida de otros impactos no previstos y de posterior aparición a la ejecución.



D. Plan de contingencia

Debe establecerse un plan que contemple la prevención y/o acción ante contingencias, tales como:

- Paradas de planta por cualquier tipo de causa que signifique una alteración de los procesos productivos en marcha, con sus consiguientes riesgos: variaciones importantes de presión y/o temperatura, acumulación en el reactor, productos semielaborados o fuera de especificación, hasta superar la emergencia, etc.
- Cortes en el suministro de energía eléctrica de la empresa contratada.
- Interrupción en el suministro de gas natural de red.
- Derrames no controlados de producto, materias primas y/o insumos almacenados.
- imposibilidad de evacuar efluentes líquidos por obstrucciones en la instalación propia o por impedimento hídrico del medio receptor (crecidas de ríos, arroyos, etc.).
- todo otro tipo de alteración en la operación normal de la planta que implique un potencial riesgo para el personal, las instalaciones y/o el medio ambiente.

El Plan de Contingencia deberá contemplar todas las medidas preventivas y/o correctoras de los puntos citados o de otros que el evaluador considere y que no hayan sido mencionados en el listado anterior.

El citado plan deberá, si fuese necesario, ser puesto en conocimiento de la población, de bomberos, de organizaciones de defensa civil o de autoridades de establecimientos aledaños, cuando su implementación implique posibles evacuaciones u otro tipo de acciones que requieran de su participación.



E. Conclusión

La evaluación ambiental de este proyecto, a partir del método cualitativo y subjetivo de Leopold, demuestra que este proyecto tiene importante implicaciones ambientales, en cuanto a la seguridad de la planta, sin embargo, no se observa un gran impacto desde el punto de vista del medioambiente físico (fauna, flora y perceptual) y que los contaminantes que abandonan el perímetro del proyecto no sobrepasan los límites ambiental.

Se debe tener en cuenta que la inversión en cuanto a la protección y la seguridad de la planta debe ser elevado, comenzando por la recepción de la materia prima, siguiendo por la capacitación del personal y el adecuado equipamiento para su protección y terminando por el almacenamiento y distribución final del producto.



Anexo

1. FICHAS DE SEGURIDAD

A. Paraxileno

RC-HDS

	Complejo Petroquímico Cangrejera		
	Subgerencia de Calidad, Seguridad Industrial y Protección Ambiental		
	Identificación: M80-HDS-037	Revisión: 5	Fecha:
	Fecha de Emisión: marzo de 1993	Hoja 1 de 2	

PARAXILENO
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

SECCION I DATOS GENERALES

NOMBRE DEL FABRICANTE: COMPLEJO PETROQUIMICO CANGREJERA	TEL. DE EMERGENCIAS USO INTERNO 444 y/o Ext. 33-450
DIRECCION COMPLETA: Carretera Federal Coatzacoalcos - Villahermosa Km. 10 Coatzacoalcos, Ver.	TEL. DE EMERGENCIAS USO EXTERNO (01-821) 21 1-30-00 Y 21 1-30-01

SECCION II DATOS DE LA SUSTANCIA O MATERIAL

NOMBRE QUIMICO	FORMULA	NOMBRE COMERCIAL	No. CAS	No. ONU	COMPOSICION%
p-Xileno	p-C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	p-Xileno	106-42-3	1307	99.9

SECCION III DATOS DE LA SUSTANCIA O MATERIAL

I.2 CLASIFICACION DEL GRADO DE RIESGO						I.3 LIMITES PERMISIBLES DE EXPOSICION (ppm)					
TIPO	Salud	Fuego	React.	Riesgos específicos	Clasificación Cangrejera	Dependencia Normativa	LMPE-PPT (TLV-TWA)	LMPE-CT (TLV-STEL)	CEILING	IDLH	UMBRAL OLOR
NFPA	2	3	0	-		NOM-16-STPS	100 A4	150	-	-	0.05
HMS	3	3	0	G		ACGIH	100 A4, BEI	150	-	-	
CANG.	3	3	0	-		MOSH	100	150	-	900	
						OSHA	100	-	-	-	

SECCION IV PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

GRUPO QUIMICO	Aromáticas	PESO MOLECULAR	106.16 g/mol
PUNTO DE EBULLICION	138.3 °C	GRAVEDAD ESPECIFICA (LIQUIDO)	0.861 A 20°C
PRESION DE VAPORES	10.0 mm Hg a 20 °C	TEMPERATURA DE INFLAMACION	27°C
DENSIDAD DE VAPORES	3.66 (aire=1)	ESTADO FISICO	Líquido
SOLUBILIDAD EN AGUA	Insoluble	COLOR	Incoloro
TEMPERATURA CRITICA	343°C	OLOR	Característico Aromático

SECCION V RIESGOS DE FUEGO Y/O EXPLOSION

TEMPERATURA DE IGNICION: 485 °C	LIMITES DE INFLAMABILIDAD:
MEDIO DE EXTINCION:	INFERIOR <input type="text" value="1.1 %"/> SUPERIOR <input type="text" value="6.6 %"/>
<input type="checkbox"/> NIEBLA DE AGUA <input checked="" type="checkbox"/> ESPUMA <input checked="" type="checkbox"/> CO ₂ <input checked="" type="checkbox"/> QUIMICO SECO <input type="checkbox"/> OTRO	
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION PARA COMBATE DE INCENDIOS: Equipo completo de bombero, chaqueta contra incendio, guantes, botas, casco con careta facial.	
PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO: Usar agua en rocío o niebla sólo para enfriar contenedores expuestos y como protección a bomberos. Aplicar espuma, polvo químico seco o CO ₂ , bloqueo y enfriamiento.	
PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: Cuando es expuesto a flama y materiales oxidantes. Vapores pueden acumularse a nivel de piso, viajar a distancia considerable de la fuente de ignición y presentar fenómeno de "retroceso de flama".	
RESULTADOS DE LA COMBUSTION Y DESCOMPOSICION DE PRODUCTOS PELIGROSOS: Gases y vapores acromoniosos e irritantes. Gases de combustión principales: Monóxido de carbono y dióxido de carbón. Se quema a razón de 5.8 mm / min.	

SECCION VI DATOS DE REACTIVIDAD

ESTABLE <input checked="" type="checkbox"/>	INESTABLE <input type="checkbox"/>
INCOMPATIBILIDAD CON MATERIALES: Con materiales oxidantes.	
POLIMERIZACION: No ocurre.	
EXPLOSION: Moderada CON: Ácido acético + aire; ácido nítrico + presión; y con 1,3-dicloro-5,5-dimetil-2,4-imidazolidiona; ácido nítrico + presión; explosión moderada con exposición de sus vapores a flama o calor elevado, en espacios confinados.	



SECCION VII RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

INGESTION ORAL: Ligeramente tóxico. En ratas DL ₅₀ (dosis letal baja)= 5 mg/kg.	
CONTACTO CON LOS OJOS: Irritante	
CONTACTO CON LA PIEL: Causa irritaciones.	
ABSORCION POR LA PIEL: No se presentan evidencias experimentales	
INHALACION: Ligeramente tóxico a bajas concentraciones en humanos. En conejas (concentración de toxicidad letal baja) TL ₅₀ =1gr/m ³ 24hrs en 7 a 20 días posteriores daños teratogénicos y reproductivos en hembras.	
SINTOMAS DEL LESIONADO: En caso de inhalación a altas concentraciones se presentan efectos narcóticos y dolor de cabeza. Toxicidad crónica no ha sido establecida, pero es menos tóxico que el benzeno.	
PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS :	
En caso de salpicaduras:	En caso de inhalación aguda:
En caso de salpicaduras (contacto ojos o piel):	a) Colocar al lesionado en un lugar ventilado.
a) Lavar con solución de alcohol la parte afectada.	b) En caso respiratorio dar respiración artificial.
b) Quitar la ropa contaminada.	c) Respiración difícil, administrar oxígeno.
	d) Dar atención médica de inmediato.
	NOTA: Es importante respetar las TLV, TLV _{ST} , CPT, IDLH, para no tener daños crónicos ni inmediatos a la salud.

SECCION VIII INDICACIONES EN CASOS DE FUGAS O DERRAMES

a) Entrar con equipo encapsulado y equipo autónomo en las actividades de bloqueo, b) para eliminar la fuga utilizar corrientes de agua para minimizar vapores, c) Absorber con tierra, arena u otro material no combustible, d) Evitar su introducción a vías fluviales, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas. Además en caso de que la fuga o derrame se incorpore, deposite, infiltre o descargue a un río, cuenca o vaso de agua, avisar de inmediato a las autoridades correspondientes, para contribuir a evitar daños a la salud pública, a los recursos naturales, a la flora y a la fauna, ya que esto se sanciona conforme el Art. 416 de Código Penal en materia de Fuero Federal.

SECCION IX. PROTECCION PERSONAL ESPECIAL O ESPECIFICA

PROTECCION RESPIRATORIA: Equipo autónomo para muestreo y en manejo indirecto; mascarillas p/vapores orgánicos. en áreas < 100 ppm.	
GUANTES (TIPO): Resistente a sustancias químicas	PROTECCION PARA OJOS: Goggles
OTRO EQUIPO DE PROTECCION: Equipo resistente a sustancias solventes p.ej. "Rainbird", "chem-king" (2 piezas) ó similar.	

SECCION X INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION

No. de ONU 1307 Líquido inflamable. Clase o división 3 de acuerdo a NOM-001-SCT/1994 además cumplir con las recomendaciones del reglamento de transporte de materiales y residuos peligrosos de la S.C.T. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes).

SECCION XI INFORMACION SOBRE ECOLOGIA

DEBERA ESTAR DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES ECOLOGICAS LOCALES

Reglamentación nacional no disponible. Toxicidad acuática = 22 ppm/96 hr / per agallas acules "bluegill" /TL₅₀/agua dulce D90=3 libras en 5 días. No bioacumulable en cadena alimenticia. TL₅₀= Toxicidad letal mediana. Es tóxico para los organismos acuáticos.



SECCION XII PRECAUCIONES ESPECIALES

ACQIH = Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales. (E.U.A.). Cadi = Compendio de Servicio de la Soc. Química Americana (E.U.A.). DOT = Departamento de Transportación (E.U.A.). EPA = Agencia de Protección al Medio Ambiente (E.U.A.). IARC = Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer. NFPA = Asociación Nacional de Protección al Fuego (E.U.A.). NIOSH = Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (E.U.A.). SETO = Sistema Emergencias en Transporte (Instit. Química (México)). STPS = Secretaría de Trabajo y Previsión Social (México).	LEPPE-PPT = Límite Máximo Permisible de Exposición Promedio Ponderada en Tiempo (h/m) LEPPE-CTP = Límite Máximo Permisible de Exposición de exposición de corto tiempo 15 min. LEPPE-CTP = Límite Máximo Permisible de Exposición Pico CEELEPPE = Límite o concentración "pico" (en ningún momento sobrepasar). IDLH = Valor de concentración de corto tiempo a la salud y la vida. TLV-STEL = Límite de exposición de corto tiempo (15 minutos máx). TLV-TWA = Concentración permisible en 8 hrs. Ponderada en tiempo. Bibliografía = NOM-100-STPS-1994, NOM-18-STPS-2000, Hazardous chemicals second edition, Dangerous properties of industrial materials, NOM-001-SCT/1994, Seco. Especifica. De la NFPA.
---	--

AUTORA:

ING. JORGE LUIS HERMIDA MAYANS
 SUBGERENTE DE CALIDAD, SIG. IND. Y PROTECCION AMBIENTAL





B. Ácido acético

 Soluciones químicas	Hoja de Seguridad OXIDIAL	Código:	MSDS-002	Fecha:	30/05/08
		Revisión:	02	Preparado por:	A.P
		Página:	1/5	Revisado por:	H.Y

Ficha Técnica de Seguridad y Uso

1.- Identificación del producto y la empresa fabricante:

Identificación del producto: Ácido Acético.

Presentación: Bidones de 5 lts.

Código del producto: AA-99.

Formula química: CH₃COOH.

Numero CAS: 64-19-7.

Uso del producto: Bactericida. Utilizado en lavados químicos de equipos de hemodialisis como antiincrustante (disoluciones entre 2,5% y 5%).

Fractionado y distribución:

Oxidial SRL.

Rosales 8240 - Mar del Plata

Tel. (0223) 4827000

www.grupofg.com.ar

2.- Composición e información de componentes:

Ingrediente	Formula	Porcentaje por peso	Numero CAS
Ácido Acético	CH ₃ COOH	99 %	64-19-7

3.- Propiedades físicas y químicas:

- Aspecto físico: líquido, limpio, incoloro, olor característico picante (vinagre)
- pH = 2,5 (10 g/l)
- Punto de fusión: 16° C
- Punto de ebullición: 118° C
- Punto de inflamación: 40° C (formación de mezclas explosivas)
- Temperatura de auto ignición: 485° C
- Solubilidad: Miscible con el agua
- Densidad: 1,05 gr./cm³

4.- Identificación de peligros:

Los efectos de la toxicidad se relacionan con sus propiedades altamente corrosivas. Inflamable. Provoca quemaduras graves.



 Soluciones químicas	Hoja de Seguridad OXIDIAL	Código: MSDS -002	Fecha: 30/05/08
		Revisión: 02	Preparado por: A.P
		Página: 2/5	Revisado por: H.Y

El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.
Las vías de entrada pueden ser:

- **Inhalación:** Irritación de nariz y garganta, dificultad para respirar, tos, flema.
- **Contacto con la piel:** Riesgo de irritaciones y quemaduras severas.
- **Ojos:** Irritación severa de los ojos, lesiones oculares graves.
- **Ingestión:** Irritación, quemadura y perforación del tracto gastrointestinal. Náuseas y vómitos. Dificultad para respirar. Moderadamente tóxico.

5.- Primeros auxilios:

Recomendaciones:

- Equipo de protección personal al manipularlo (máscara, guantes resistentes, gafas, overoles y botas impermeables).
- Lavar con agua la ropa y equipos antes de sacárselos.
- En caso de inhalación llevar a lugar fresco y bien aireado.
- En caso de salpicadura en los ojos, enjuague lo antes posible con agua corriente por lo menos 15 minutos manteniendo los párpados abiertos. Si no se pudieron mantener los párpados abiertos aplicar colirio analgésico en la zona afectada.
- Quitar ropa y calzado contaminados en caso de derrame (bajo una ducha si es necesario) y lave con abundante agua la piel afectada.
- En caso de ingestión, enjuague boca y suministre agua fresca. Si no estuviera consciente no suministre nada por la boca. No provocar vomito. En todos los casos consulte con un médico inmediatamente o traslade a la persona al hospital.

6.- Medidas para combatir incendio:

- Mantener alejado de fuentes de ignición.
- Combustible. Se pueden formar mezclas explosivas con el aire.
- En caso de que el producto se viera envuelto en un incendio pueden formarse vapores de ácido acético y gases venenosos durante la combustión. Estos vapores son más pesados que el aire, por lo que pueden desplazarse a nivel del suelo.
- Intervenir siempre con agua desde una distancia prudencial, siendo también adecuados otros métodos de extinción como Dióxido de carbono (CO₂), espuma o polvo seco. Mantener frío los bidones y demás instalaciones.
- Evacue a todo el personal no capacitado.
- Utilizar máscaras y equipo de protección adecuado en caso de intervención. Avisar inmediatamente a los bomberos si pasara a mayores.

7.- Medidas en caso de fugas accidentales:

- No inhalar los vapores. Utilizar equipo de protección completo.
- Diluir con abundante agua. Si la pérdida es grande contener con arena y tierra (no aserrín) o en contenedores para residuos para su posterior eliminación según normativas vigentes.



 Soluciones químicas	Hoja de Seguridad OXIDIAL.	Código:	MSDS -002	Fecha:	30/05/08
		Revisión:	02	Preparado por:	A.P
		Página:	3/5	Revisado por:	H.Y

- No añada productos químicos. Solo si se quiere neutralizar utilizar soluciones diluidas de hidróxido o carbonato sódico.
- De ninguna manera devolver el producto recuperado al envase original.
- Corroe los metales.

8.- Manipulación y almacenamiento:

Manipulación:

- Operar en área bien ventilada y fresca.
- Evitar el contacto en la manipulación con cualquier sustancia oxidante, bases fuertes o materia orgánica.
- Una vez utilizado cerrar nuevamente ya que a partir de los 20° C mediante evaporación se puede alcanzar una concentración nociva en el aire.
- Nunca devuelva el producto no utilizado al envase original.
- Utilice protección personal adecuada para tal fin. (vease sec.5)

Almacenamiento:

- Conservar en área ventilada y fresca alejado de fuentes de calor, como por ejemplo: llamas, líneas de vapor o sol directo.
- Mantenga lejos de productos incompatibles (vease sec. 9)
- Mantenga cerrado con todo su empaque original.
- A temperaturas de almacenamiento inferiores a los 16° C el producto se solidifica. Se aconseja para su correcto uso mantener por encima de la misma pero esto no modifica sus propiedades.

9.- Estabilidad y reactividad:

Estable bajo condiciones normales de uso. Mantenga estrictamente las condiciones de manipulación y almacenamiento mencionadas. Reacciona violentamente con oxidantes tales como trióxido de cromo, permanganato de potasio y bases fuertes

Materiales y sustancias que se deben evitar:

- Agua.
- Anhídridos / Aldehídos.
- Halogenuros de halógeno.
- Agentes oxidantes (entre otros ácido perclórico, percloratos, halogenatos, CrO₃, halogenóxidos, ácido nítrico, óxidos de nitrógeno, óxidos no metálicos, ácido cromosulfúrico)
- Metales con formación de gas combustible (hidrogeno)
- Hidróxidos alcalinos.
- Materiales orgánicos.
- Sustancias inflamables.

10.- Información toxicológica:

Toxicidad aguda:

DL50 oral rata: 3310 mg/Kg.



 Soluciones químicas	Hoja de Seguridad OXIDIAL	Código:	MSDS-002	Fecha:	30/05/08
		Revisión:	02	Preparado por:	A.P
		Página:	45	Revisado por:	H.Y

DL. termal conejo: 1060 mg/Kg.

Valor umbral de olor: 0.21 a 1.0 ppm.

Control límite de exposición: VLA 15 ppm o 37 mg/m³

Puede causar espesamiento, grietas en la piel o dermatitis ante exposición prolongada.

11.- Información ecológica:

Es fácilmente metabolizada por la mayor parte de los organismos vivos. Biodegradable. Utilizar el producto según las correctas prácticas de trabajo evitando su dispersión en su estado puro en el medio ambiente. Altamente tóxico en medios acuáticos (en función de la concentración de vertido y la variación del pH).

12.- Consideraciones sobre su eliminación:

No hay establecidas pautas homogéneas sobre eliminación de residuos químicos, con lo que el mismo tiene carácter de residuo especial, quedando sujeto su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada región. No reutilizar los envases y embalajes.

13.- Información sobre el transporte:

- Clase 8
- Grupo de embalaje II
- Denominación técnica: *Ácido Acético Glacial*.

Bajo ninguna circunstancia alterar su embalaje original (envases primario, secundario y terciario). No transportar con alimentos y piensos.

14.- Información reglamentaria:

- Etiquetado:



Corrosivo (8)



- Frases R: 10-35 "Inflamable. Provoca quemaduras graves".
- Frases S: 23e-26-45 "No respirar vapores. En caso de contacto con los ojos, lávense inmediatamente con abundante agua. En caso de accidente o malestar acudir inmediatamente al médico".



	Hoja de Seguridad OXIDIAL	Código:	MSDS -002	Fecha:	30/05/08
		Revisión:	02	Preparado por:	A.P
		Página:	5/5	Revisado por:	H.Y

15.- Información complementaria:

Azul:
Peligro para la salud
4- Mortal
3- Muy peligroso
2- Peligroso
1- Poco peligroso
0- Normal

Rojo:
Inflamabilidad
4- Debajo de 25° C
3- Debajo de 37° C
2- Debajo de 93° C
1- Encima de 93° C
0- No arde

Amarillo:
Reactividad
4- Puede explotar
3- Puede explotar en caso de choque o calentamiento
2- Cambio químico violento
1- Inestable en caso de calentamiento
0- Estable



Blanco:
Peligro específico
ACID = Ácido
ALK = Alcalino
COR = Corrosivo
OXY = Oxidante
P = Polimeriza

Nota: Recomendamos que el encargado de su manipulación tenga la información sobre su aplicación y los riesgos específicos del producto. Esta hoja fue redactada por el Depto. Técnico de Oxidial SRL, basado en conocimientos propios y de nuestro proveedor a la fecha de su emisión. La misma se refiere únicamente al producto indicado y puede no ser válida si es utilizado de forma inadecuada o en combinación con otros. En cada caso es responsabilidad del usuario determinar como esta información debería ser aplicada y la adaptabilidad a su particular finalidad. Para mayor información ponerse en contacto al (0223) 4827000 o por mail a info@oxidial.com.ar

HISTORIA E IDENTIFICACION DE CAMBIOS

Historia e Identificación de Cambios				
Versión	Fecha	Preparado por:	Aprobado por:	Cambios Efectuados
01	17/11/06	E.R.	H.Y.	
02	30/05/08	E.R.	H.Y.	Revisión de datos.

Representante del SGC: Ing. Andrea Potansoni	Fecha de entrega: 30/05/08 Firma:
---	--------------------------------------



C. Acetato de cobalto



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

ACETATO DE COBALTO

Rev. 0
Fecha de Elaboración: 03 / Jun /09
Fecha de Actualización: 03 / Jun /09

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

Nombre de la empresa: QUÍMICA SUASTES, S.A. DE C.V.
En caso de emergencia comuníquese al: Tel.: 5850 8076 / 5850 8075
Fax: 5850 8076
Domicilio: Calle Pámpano No. 7
Col. Del Mar, Delegación Tláhuac
C.P. 13270, México, Distrito Federal

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA

Nombre químico del producto: ACETATO DE COBALTO TETRAHIDRATADO
Síndromos: Diacetato de cobalto
Fórmula molecular: $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Peso molecular: 240.08
Familia química: ACETATOS
Uso del producto: Reactivo de laboratorio.

SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA QUÍMICA

III.1 Identificación

Numero CAS: 6147-53-1
Numero ONU: N/A
LMPE (PPT, CT, P): 0.1 mg/m³
IPVS: N/A

III.2 Clasificación de riesgos NFPA

Salud: 1 Ligero peligro
Inflamabilidad: 0 Mínimamente peligroso
Reactividad: 0 Mínimamente peligroso
EPP: E Antojos de seguridad, guantes y respirador para polvos
Color de almacenamiento: Verde

III.3 De los componentes riesgosos

COMPONENTE	No. CAS	No. ONU	CONTENIDO (%)	LMPE (PPT,CT,P)
ACETATO DE COBALTO TETRAHIDRATADO	6147-53-1	N/A	90 - 100%	0.1 mg/m ³

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

ACETATO DE COBALTO

Rev. 0

Fecha de Elaboración: 03 / Jun 09
Fecha de Actualización: 03 / Jun 09

Aspecto físico y olor:	Cristales rojos. Olor como a vinagre.
Peso específico:	NA
Presión de vapor (mm-Hg):	NA
Solubilidad en agua @ 25 °C:	Rápidamente soluble en agua
Punto de fusión:	140°C (284°F) Fierde agua
Punto de ebullición:	NA
Densidad del vapor (aire = 1):	NA
Temperatura de inflamabilidad:	NA
Temperatura de auto ignición:	NA
pH:	6.8

SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN

PELIGRO DE EXPLOSIÓN	No es considerado peligro de explosión.
Medios de extinción:	Utilicen cualquier medio apropiado para extinguir fuego alrededor.
Procedimientos especiales:	En el evento de fuego, vestir protectores completos y aparato respiratorio autónomo con mascarilla completa operando en la demanda de presión u otro modo de presión positiva.
Descomposición:	Puede producir humos acros y vapores irritantes cuando se calienta hasta la descomposición. En caso de incendios se pueden formar vapores de óxido de

SECCIÓN VI. DATOS DE REACTIVIDAD

Estabilidad:	Almacenar de acuerdo a las consideraciones de la sección XII.
Incompatibilidad:	Oxidantes Fuertes, hidroperoxido de tert-butilo
Polimerización peligrosa:	No ocurre
Condiciones a evitar:	Incompatibles

SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

VII.1 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

LD50 oral en ratas: 503 mg/kg. Irritación piel de conejos (Draize estándar) 500 mg/24H (moderada)

VII.2 PRIMEROS AUXILIOS



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

ACETATO DE COBALTO

Rev. 0
Fecha de Elaboración: 03 / Jun /08
Fecha de Actualización: 03 / Jun /09

Inhalación. Coloque la persona al aire fresco. Busque atención médica en caso de cualquier dificultad respiratoria.

Ingestión. Induzca el vómito inmediatamente como lo indica el personal médico. Nunca administre nada por la boca a una persona inconsciente. Consiga atención médica.

Contacto con la piel. Frote y limpie todo el exceso de material de la piel y luego, inmediatamente, lave la piel con grandes cantidades de agua por lo menos 15 minutos. Quítese la ropa y zapatos contaminados. Busque atención médica. Lave la ropa antes de usarla nuevamente. Limpie los zapatos completamente antes de usarlos de nuevo.

Contacto con los ojos. Lave los ojos inmediatamente con abundante agua, por lo menos 15 minutos, elevando los párpados superior e inferior ocasionalmente. Busque atención médica inmediatamente.

VII.3 INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Ha sido investigado como tumorigeno y causante de efectos reproductivos.

SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Ventile el área donde ocurrió la fuga o derrame. Use apropiado equipo protector personal. Demasías: Limpie y envíese para recuperación o desecho. Se puede aspirar o limpiar en húmedo para evitar la dispersión del polvo.

Para información de EMERGENCIA EN TRANSPORTACIÓN llamar al Sistema de Emergencias en Transporte de la Industria Química SETIQ: 01 800 0021400 para el interior de la República y 01(55)6559 15 88 para el D.F. y Zona Metropolitana, las 24 horas del día. Para información de urgencia sobre salud, seguridad y medio ambiente llamar al teléfono 01(55)5859 8976 en México, D.F.

SECCIÓN IX. PROTECCIÓN ESPECIAL PARA CASOS DE EMERGENCIA

- | | |
|---------------------------------|---|
| Ventilación: | Se recomienda un sistema de escape local y/o general para las exposiciones de empleados debajo de los Límites de Exposición Aérea. En general, se prefiere la ventilación de extractor local debido a que puede controlar las emisiones del contaminante en su fuente, impidiendo dispersión del mismo al lugar general de trabajo. |
| Protección respiratoria: | Si se excede el límite de exposición, se puede usar un respirador semifacial contra polvos/neblinas hasta diez veces el límite de exposición o la concentración máxima de utilización que especifica el organismo de control apropiado o el fabricante del respirador, lo que sea más bajo. Se puede usar un respirador facial. |
| Protección de ojos: | Utilice gafas protectoras contra productos químicos y/o un protector de cara completo donde el contacto no sea posible. Los lentes de contacto no deberían ser usados cuando se trabaje con este material. |
| Protección de la piel: | Usar ropa de protección adecuada y guantes de hule resistentes para evitar el contacto. En caso de contacto, lavarse rápidamente. Lavar la ropa y limpiar el equipo contaminado antes de usar lo de nuevo. |

SECCIÓN X. INFORMACIÓN PARA SU TRANSPORTACIÓN

MEDIOS DE TRANSPORTACIÓN NO REGULADOS

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

ACETATO DE COBALTO

Rev. 0
Fecha de Elaboración: 03 / Jun / 09
Fecha de Actualización: 03 / Jun / 09

Suave Ecológica:
No encontró información.

Toxicidad Ambiental:
No encontró información.

SECCIÓN XII. PRECAUCIONES ESPECIALES

ALMACENAMIENTO: Guarde en un envase cerrado herméticamente, almacene en un área fresca, seca y bien ventilada. Proteja contra los daños físicos. Lave las manos antes de comer y no coma, beba o fume en el lugar de trabajo. Aste de las sustancias incompatibles. Los recipientes de este material pueden ser peligrosos al vaciarse puesto que retienen residuos del producto (polvo, sólidos); observe todas las advertencias y precauciones listadas para el producto.

DESECHO: Lo que no pueda salvarse para recuperar o reciclar debe manejarse en una instalación de eliminación de residuos, aprobada y apropiada. El procesamiento, utilización o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de administración de residuos. Las regulaciones de eliminación local o estatal pueden diferir de las regulaciones de eliminación federal.

Desheche el envase y el contenido no usado de acuerdo con los requerimientos federales, estatales y locales.

Este documento ha sido preparado de acuerdo con los requisitos de la norma NOM-018-STPS-2000, de comunicación de peligros por sustancias químicas.

La información aquí contenida está basada en el conocimiento y experiencia actuales; no se acepta ninguna responsabilidad si es insuficiente o incorrecta en todos los casos. El usuario debe considerar estos datos como suplemento únicamente de otra información que haya obtenido por su propia experiencia para garantizar el uso y la eliminación apropiados de éstos materiales, la seguridad y salud del personal y clientes, así como la protección del medio ambiente.

Hoja de Datos de Seguridad de materiales preparada por: Subdirección de Control de Operaciones – Proceso de Seguridad e Higiene de Química Sustos, S.A. de C.V.

Ricardo Sustos Torales
Responsable de Seguridad e Higiene



D. Acetato de magnesio



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

ACETATO DE MAGNESIO

Rev. 0
Fecha de Elaboración: 15 FEBR 09
Fecha de Actualización: 15 FEBR 09

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

Nombre de la empresa: **QUÍMICA SUASTES, S.A. DE C.V.**
En caso de emergencia comunicarse al: Td.: 5550 8076 / 5550 8075
Fac: 5550 8076
Domicilio: Calle Pámpano No. 7
Col. Del Mar, Delegación Tláhuac
C.P. 13270, México, Distrito Federal

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA

Nombre químico del producto: **ACETATO DE MAGNESIO TETRAHIDRATADO**
Sinónimos: Tetrahidrato de acetato de magnesio; diacetato de magnesio; El acetato del magnesio, 4 hidrato; sal de magnesio; Chromsan
Fórmula molecular: $(CH_3COO)_2Mg \cdot 4H_2O$
Peso molecular: 314.45
Familia química:
Uso del producto: Reactivo de laboratorio.

SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA QUÍMICA

III.1 Identificación

Numero CAS: 16674-78-5
Numero ONU: N/A
LMPE (PPT, CT, P): N/A
IPVS: N/A

III.2 Clasificación de riesgos NFPA

Salud: 1 Ligero/irritante peligroso
Inflamabilidad: 0 Mínimamente peligroso
Reactividad: 0 Mínimamente peligroso
EPP

Color de almacenaje: Verde

III.3 De los componentes riesgosos

COMPONENTE	No. CAS	No. ONU	CONTENIDO (%)	LMPE (PPT,CT,P)
ACETATO DE MAGNESIO	16674-78-5	N/A	98-100 %	N/A

SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto físico y olor: Cristales higroscópicos blancos. Ligero olor a ácido acético.
Peso específico: 1.45
Presión de vapor (mmHg): N/A
Solubilidad en agua @ 25 °C: Soluble en agua
Punto de fusión: 80°C (176°F)
Punto de ebullición: N/A
Página 1 de 4

CGFORS-604-01
Rev. 001/20 de noviembre de 2007



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

ACETATO DE MAGNESIO

Rev. 0

Fecha de Elaboración: 15 FEBR 08
Fecha de Actualización: 15 FEBR 08

Densidad del vapor (aire = 1): NA
Temperatura de inflamabilidad: NA
Temperatura de auto ignición: NA
pH: La solución acuosa es neutra o ligeramente ácida.

SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN

PELIGRO DE EXPLOSIÓN No es considerado peligro de explosión.
Medios de extinción: Utilizar cualquier medio apropiado para extinguir fuego alrededor.
Procedimientos especiales: En el evento de un fuego, vestidos protectores completos y aparato respiratorio autónomo con mascarilla completa operando en la demanda de presión u otro modo de presión positiva.
Descomposición: Puede producir óxido de carbono y el metal contenido.

SECCIÓN VI. DATOS DE REACTIVIDAD

Estabilidad: Almacenar de acuerdo a las consideraciones de la sección VII.
Incompatibilidad: Fuentes oxidantes.
Polimerización peligrosa: No ocurre.
Condiciones a evitar: Humedad e incompatibles.

SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

VII.1 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

No se obtuvo información sobre las LD50/LC50 relacionadas con las rutas normales de exposición ocupacional.

VII.2 PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación. Coloque la persona al aire fresco. Busque atención médica en caso de cualquier dificultad respiratoria.
Ingestión. Si se ingieren grandes cantidades, dé a tomar agua y busque consejo médico.
Contacto con la piel. Guarde en un envase cerrado herméticamente. Almacene en un área fresca, seca y bien ventilada. Proteja contra los daños físicos. Separe de los ácidos y álcalis.
Contacto con los ojos. Lave los ojos inmediatamente con abundante agua, por lo menos 15 minutos, elevando los párpados superior e inferior ocasionalmente. Busque atención médica si la irritación persiste.

VII.3 INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

ACETATO DE MAGNESIO

Rev. 0
Fecha de Elaboración: 15/FECH/09
Fecha de Actualización: 15/FECH/09

No se obtuvo información sobre los LD50/LD50 relacionadas con las rutas normales de exposición ocupacional.

SECCIÓN VII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

Ventile el área donde ocurrió la fuga o derrame. Use apropiado equipo protector personal como se especifica en la Sección 8. Derrames: Limpie y enrase para recuperación o desecho. Se puede aspirar o limpiar en húmedo para evitar la dispersión del polvo. Se pueden eliminar pequeñas cantidades del residuo en los drenajes aplicando grandes cantidades de agua.

Para información de EMERGENCIA EN TRANSPORTACIÓN llamar al Sistema de Emergencias en Transporte de la Industria Química SETIQ: 01 800 0021400 para el interior de la República y 01(55)6559 15 88 para el D.F. y Zona Metropolitana, las 24 horas del día. Para información de urgencia sobre salud, seguridad y medio ambiente llamar al teléfono 01(55)6859 8976 en México, D.F.

SECCIÓN IX. PROTECCIÓN ESPECIAL PARA CASOS DE EMERGENCIA

- Ventilación:** Se recomienda un sistema de escape local y/o general para las exposiciones de empleados debajo de los Límites de Exposición Aérea. En general, se prefiere la ventilación de extractor local debido a que puede controlar las emisiones del contaminante en su fuente, impidiendo dispersión del mismo al lugar general de trabajo.
- Protección respiratoria:** Si se excede el límite de exposición, se puede usar un respirador semifacial contra polvos/habillas hasta diez veces el límite de exposición o la concentración máxima de utilización que especifica el organismo de control apropiado o el fabricante del respirador, lo que sea más bajo. Se puede usar un respirador facial.
- Protección de ojos:** Utilice gafas protectoras contra productos químicos y/o un protector de cara completo donde el contacto no sea posible. Los lentes de contacto no deberían ser usados cuando se trabaja con este material.
- Protección de la piel:** Usar ropa de protección adecuada y guantes de hule resistentes para evitar el contacto. En caso de contacto, lavarse rápidamente. Lavar la ropa y limpiar el equipo contaminado antes de usar lo de nuevo.

SECCIÓN X. INFORMACIÓN PARA SU TRANSPORTACIÓN

MEIOS DE TRANSPORTACIÓN NO REGULADOS.

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

Toxicidad Ambiental:
No encontró información.

SECCIÓN XII. PRECAUCIONES ESPECIALES

ALMACENAMIENTO: Guarde en un envase cerrado herméticamente, almacene en un área fresca, seca y bien ventilada. Proteja contra los daños físicos. Aisla de las sustancias incompatibles. Los recipientes de este material pueden ser peligrosos al vaciarse puesto que retienen residuos del producto (polvo, sólidos); observe todas las advertencias y precauciones listadas para el producto.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

ACETATO DE MAGNESIO

Rev. 0
Fecha de Elaboración: 15/03/09
Fecha de Actualización: 15/03/09

DESECHO: Lo que no pueda salvarse para recuperar o reciclar debe manejarse en una instalación de eliminación de residuos, aprobada y apropiada. El procesamiento, utilización o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de administración de residuos. Las regulaciones de eliminación local o estatal pueden diferir de las regulaciones de eliminación federal.

Este documento ha sido preparado de acuerdo con los requisitos de la norma NOM-018-STPS-2000, de comunicación de peligros por sustancias químicas.

La información aquí contenida está basada en el conocimiento y experiencia actuales; no se acepta ninguna responsabilidad si es insuficiente o incorrecta en todos los casos. El usuario debe considerar estos datos como suplemento únicamente de otra información que haya obtenido por su propia experiencia para garantizar el uso y la eliminación apropiados de éstos materiales, la seguridad y salud del personal y clientes, así como la protección del medio ambiente.

Hoja de Datos de Seguridad de materiales preparada por: Subdirección de Control de Operaciones – Proceso de Seguridad e Higiene de Química Susies, S.A. de C.V.

Ricardo Susies Tonales
Responsable de Seguridad e Higiene



E. Ácido Bromhídrico

HOJA DE SEGURIDAD
ACIDO BROMHIDRICO

SUSTANCIA:
NOMBRE COMERCIAL: Ácido Bromhídrico
N° CAS: 10035-10-6

CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS

Estado Físico: Gas licuado comprimido, incoloro, de olor acre.

ESTABILIDAD E IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS (TOXICOLOGÍA)

La disolución en agua es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes y muchos compuestos orgánicos, originando peligro de incendio y explosión. Ataca a muchos metales formando gas inflamable de hidrógeno.
Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire. La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del gas puede originar edema pulmonar. La evaporación rápida del líquido puede producir congelación.

MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO

El almacenamiento se lo debe realizar Separado de materiales incompatibles. Mantener en lugar fresco, seco. Ventilación a ras del suelo.

MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores. En caso de incendio en el entorno: usar pulverización con agua, para disminuir la formación de vapores tóxicos.
En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
En caso de derrames y fugas: Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido, eliminar el gas con agua pulverizada.

PROTECCIÓN PERSONAL

¡EVITAR TODO CONTACTO!
Para evitar la inhalación: Sistema cerrado y ventilación.
Utilizar: Guantes aislantes del frío. Traje de protección.
Utilizar: pantalla facial, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.
No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.

PRIMEROS AUXILIOS

¡HIGIENE ESTRICTA!
Proporcionar a la víctima:
En caso de inhalación: Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.
En caso de contacto con la piel: Guantes aislantes del frío.
En caso de contacto con los ojos: Protección ocular combinada con la protección respiratoria.
En caso de ingestión: No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.

TABLA Y DISPOSICIÓN FINAL

No transportar junto con alimentos.