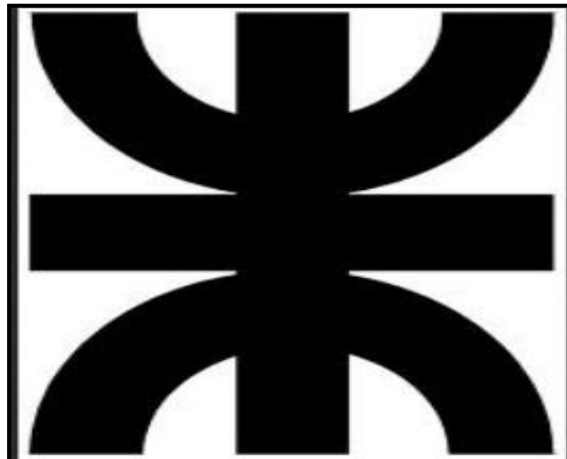


**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN**



**PROYECTO FINAL**

**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA  
VIRGEN”**

**Ingeniería Química**


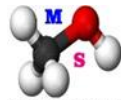
**Integración V**

**Autores: Mardones, Ivana Vanesa  
Ruiz, Carlos Omar**

**Profesor: Ing. Spesot, Horacio  
JTP: Ing. Krumrick, Ezequiel**

**Plaza Huincul- Neuquén**

**17 de febrero, 2023**

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 1 de 373

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a quienes me motivaron a seguir adelante para alcanzar este sueño, por ellos, todo esfuerzo lo vale, son el pilar de mi vida que sin darse cuenta aun, me dan las fuerzas y las ganas de crecer día a día, por haber tenido que resignar mucho de su tiempo en este proceso, sin saber porque papa hoy no podía jugar, a mis hijos, Vito y Fabrizioio.



A quien nunca me dejo bajar los brazos, me alentó a seguir, y me brindo la mejor energía para cumplimentar con la etapa final de un camino por demás extenso, hoy juntos podemos dar vuelta la página y continuar por nuevos objetivos, a mi compañera de vida Oriana.

A mis padres, hermanos, abuelos y familia en general, soy la persona que ellos crearon, y el reflejo del esfuerzo y sacrificio de todos, el camino siempre fue difícil, me dieron la herramienta principal para afrontar cada desafío, la fuerza de voluntad.

A mi suegra, cuñada, abuelas, tíos y primos, y a suegro el Ingeniero Mario Copello, que ya no se encuentra físicamente con nosotros, pero de alguna manera siempre esta, valoré mucho cuando nos ayudó en una etapa de la tesis y estará muy contento de que finalmente llegué a la meta.

Gracias a esas personas que encontré en el camino y siempre estuvieron pendiente y alentando a finalizar este proyecto. Mis amigos, compañeros de trabajo, compañera de tesis, personal de biblioteca y de alumnos y profesores de la UTN-FRN. A esa casa de altos estudios que me brindo desde el día cero, la posibilidad de estudiar, otorgando un techo para estudiantes, el cual llevare siempre en el corazón y en mis recuerdos, la raíz de mi carrera profesional, “el ALBERGUE”.

**CARLOS**

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 2 de 373</p>

Gracias a mis padres por ser los autores principales de mi vida, mis pilares, quienes me apoyaron incondicionalmente, los que nunca dejaron de confiar en mí, y siempre me alentaron a seguir.

Gracias a mis compañeros de estudio, que con el tiempo se convirtieron en grandes amigos, en hermanos (Maca, Juampi, Gise, Ina), por hacer cada día de mis días una trayectoria inolvidable durante la universidad.

Gracias a mi compañero de Proyecto por incentivar me a terminar y por haber sido un gran coequiper.

Gracias a los profesores de cátedra que siempre estuvieron predispuestos a guiarnos, y acompañarnos para poder finalizar nuestro proyecto.


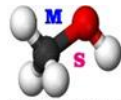
Gracias a mi marido, un compañero de vida con todas las letras, quien me contuvo como un grande, quien sin saber cómo hacerlo, estaba para acompañarme y alentarme.

Gracias a la Comunidad educativa UTN en general, gracias por haberme permitido formarme en ella, y haberme otorgado un hogar para estudiar, “ALBERGUE”, mi gran escuela de la vida, a quienes conocí personas maravillosas.

Gracias a Andrea, una amiga de fierro, quien se convirtió en mi caballito de batalla en este último tramo. Sin su ayuda e incondicionalidad no hubiera sido posible terminarlo.

Y por último Gracias a la estrella que me ilumina “mi hijo”, mi angelito, el motorcito de mi vida, quien vino a este mundo a enseñarme a seguir a pesar del dolor, deseo que donde estes te sientas orgullosa de mama, sabes que seguí adelante por vos. porque fuiste mi inspiración para culminar esta meta.

**VANESA**

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 3 de 373

## OBJETIVOS


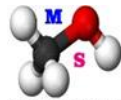
### OBJETIVO GENERAL:

Realizar el diseño Integral de una planta petroquímica para la producción de metanol a partir de nafta virgen.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar el estudio de mercado y financiero.
- Seleccionar la tecnología a utilizar.
- Realizar el diagrama de flujo completo de todo el proceso.
- Realizar un balance de masa para determinar la cantidad exacta de producción de metanol.
- Realizar la simulación de la planta mediante el software llamado HYSYS.
- Balance de masa y energía de servicios auxiliares.
- Lay Out de la planta.
- Descripción de Seguridad.
- P&ID del proceso.
- Estudio de Impacto ambiental.
- Ingeniería de Detalle de dos equipos.



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 4 de 373</p>

## INTRODUCCIÓN

La Nafta Virgen es toda mezcla de hidrocarburos livianos, que se compone de hidrocarburos de cuatro a nueve átomos de carbono, la mayoría de cuyas moléculas están distribuidas en forma lineal, mientras que otras forman ciclos de cinco a seis átomos de carbono obtenida por destilación directa a presión atmosférica del petróleo, generalmente es utilizado como materia en la industria petroquímica.

El metanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  es un líquido petroquímico compuesto de cuatro partes de hidrogeno, una de oxígeno, y una de carbono, que se produce de combustibles fósiles renovables y de no renovables que contengan carbono e hidrogeno, en el primer caso utilizando un proceso catalítico para el gas natural (metano).


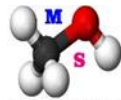
El metanol se utiliza como materia prima en producción de químicos como ácido acético y formaldehído, adhesivos, goma, espumas y liquido limpia parabrisas, como también en aditivo MTBE (éter metil terc-butílico) componente de gasolina de combustión limpia. “Además se está utilizando cada vez más en purificación de aguas servidas como combustible para celdas para teléfonos celulares, computadoras portátiles y en menos escala en transporte (en motonetas).

Actualmente se encuentran 2 plantas en la Argentina que producen metanol a través de gas natural YPF S.A que se encuentra localizada en la ciudad de Plaza Huincul provincia del Neuquén y ARAUCO ARGENTINA S.A que se encuentra en General San Martín provincia de Santa Fe.

El proyecto que trata el presente trabajo será la producción de metanol a partir de nafta virgen, utilizando un proceso muy conocido como es el proceso Lurgi.

El siguiente proceso consiste en las siguientes etapas:

- **PRIMER ETAPA:** “Pre-reforming” donde se va a producir la metanización.


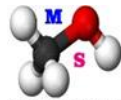
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 5 de 373

- **SEGUNDA ETAPA:** “Reformación” el gas será mezclado con vapor bajo calor para producir un “gas de síntesis “que consiste en (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>).
- **TERCER ETAPA:** “compresión” donde el gas de síntesis será presurizado (comprimido) y sometido a reacción (convertido) para formar metanol “crudo” compuesto por 75% metanol y 25% agua y será almacenado temporalmente para verificar posteriormente trazas e impurezas que se remueven en el proceso de destilación.
- **CUARTA ETAPA:** Es la última etapa donde se producirá la síntesis del metanol y la destilación del mismo extrayéndolo de forma líquida.

Luego de la obtención del metanol líquido, este será almacenado en tanques hasta el momento de distribuirlo. Como en el LNG la lógica de transporte de metanol utiliza camiones, trenes, barcos y oleoductos.

Por lo tanto, para la implementación de la planta de metanol se constará con la siguiente información como síntesis general del proyecto:

1. La planta tendrá una capacidad de 18,7 ton/hora, la misma fue calculada de acuerdo con la cantidad de materia prima que se obtendrá de CIPH y de NAO.
2. La locación de la planta se encontrará en la ciudad de Senillosa provincia del Neuquén.
3. Para estimar cual será la capacidad de la planta, se realizarán los balances de energía y masa utilizando un simulador de procesos llamado “HYSYS”.
4. Se hará una descripción detallada de dos equipos utilizados en el proceso.
5. Se realizará un diagrama de flujo completo de la planta.
6. Los cálculos se realizarán en base a la tecnología que se va a escoger, en nuestro caso la tecnología Lurgi.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 6 de 373


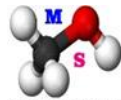
## **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Varias fueron las razones que nos promovieron a realizar este proyecto; primero y principal, darle a la provincia un mayor desarrollo industrial, mayor cantidad de puestos de trabajo y un valor agregado a la economía interna.

Nuestro objetivo principal es fijar el futuro de la provincia hacia un mayor desarrollo industrial, económico, financiero y ecológico.

Tomamos la elección de desarrollar una planta de producción de metanol, porque es un producto versátil que se utiliza como intermediario en la fabricación de una infinidad de artículos, teniendo como atractivo principal la combustión limpia de combustible potencial adecuado para turbinas de gas, motores de gasolina y en las nuevas tecnologías de células de combustible, teniendo un mayor potencial de uso respecto a otros combustibles convencionales debido a que con esta sustancia se forma menor cantidad de ozono, menores emisiones de contaminantes, particularmente benceno e hidrocarburos aromáticos policíclicos y compuestos sulfurados, presentando bajas emisiones de vapor.

En la Argentina se consta solo de dos plantas que producen metanol, y la mayor producción es destinada a la exportación del mismo, nuestro mayor objetivo es abastecer el mercado interno con un producto de muy buena calidad y de precios competitivos en comparación con los que pueden importar, realmente un gran desafío, pero estamos seguros que vamos por el camino correcto.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 7 de 373</p>

## **FUNDAMENTO TEÓRICO**

La materia prima de nuestro proyecto es la nafta virgen, obtenida en la refinación primaria del petróleo y el vapor de agua que se obtendrá a través del paso de dicho líquido por calderas.

El metanol, nuestro producto final es también llamado alcohol metílico, alcohol de madera, carbinol y alcohol de quemar, es el primero de los alcoholes. Su fórmula química es CH<sub>3</sub>OH.

La estructura química del metanol es muy similar a la del agua, con la diferencia de que el ángulo del enlace C-O-H en el metanol (108.9°) es un poco mayor que en el agua (104.5°) porque el grupo metilo es mucho mayor que un átomo de hidrogeno. El metanol es el principal componente del destilado en seco de la madera.


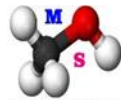
Es uno de los disolventes más universales y encuentra aplicación, tanto en el campo industrial como en diversos productos de uso doméstico. Dentro de los productos que lo pueden contener se encuentra el denominado “alcohol de quemar” constituido por alcoholes metílico y etílico, solvente en barnices, tintura de zapatos, limpiavidrios, líquido anticongelante, solvente para lacas etc. Además, los combustibles sólidos envasados también contienen metanol.

Este alcohol se utiliza también para degradar soluciones de alcohol etílico, lo que ha dado lugar a numerosas intoxicaciones de carácter masivo dado el uso fraudulento de estas mezclas en bebidas alcohólicas.

### **PROPIEDADES:**

En condiciones normales es un líquido incoloro, de escasa viscosidad y de olor y sabor frutal penetrante, miscible en agua y con la mayoría de los solventes orgánicos, muy tóxico e inflamable. El olor es detectable a partir de los 2ppm.

Es considerado como un producto petroquímico básico, a partir del cual se obtienen varios productos secundarios.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 8 de 373</p>

Las propiedades físicas más relevantes del metanol, en condiciones normales de presión y temperatura, se listan en la siguiente tabla:

<b>Peso Molecular</b>	32 g/mol
<b>Densidad</b>	0.79 kg/l
<b>Punto de fusión</b>	-97 °C
<b>Punto de ebullición</b>	65 °C


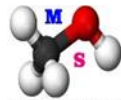
De los puntos de ebullición y de fusión se deduce que el metanol es un líquido volátil a temperatura y presión atmosférica. Esto es destacable ya que tiene un peso molecular similar al del etano (30 g/mol), y este es un gas en condiciones normales.

La causa de la diferencia entre los puntos de ebullición entre los alcoholes y los hidrocarburos de similares pesos moleculares es que las moléculas de los primeros se atraen entre sí con mayor fuerza. En el caso del metanol estas fuerzas son de puente de hidrogeno por lo tanto esta diferencia es más remarcada.

El metanol y el agua tienen propiedades semejantes debido a que ambos tienen grupos hidroxilo que pueden formar puente de hidrogeno. El metanol forma puente de hidrogeno con el agua y por lo tanto es miscible (soluble en todas las proporciones) en este solvente. Igualmente, el metanol es muy buen disolvente de sustancias polares, pudiéndose disolver sustancias iónicas como el cloruro de sodio en cantidades apreciables.

De igual manera que el protón del hidroxilo del agua, el protón del hidroxilo del metanol es débilmente ácido. Se puede afirmar que la acidez del metanol es equivalente a la del agua. Una reacción característica del alcohol metílico es la formación de metóxido de sodio cuando se lo combina con este.

El metanol es considerado como un producto o material inflamable de primera categoría; ya que puede emitir vapores que, mezclados en proporciones adecuadas con el aire, originan mezclas combustibles. El metanol es un combustible con un gran poder calorífico, que arde con llama incolora o transparente y cuyo punto de inflamación es de 12,2°C.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 9 de 373</b></p>

Para finalizar con las propiedades y características podemos decir que el metanol es un compuesto orgánico muy importante ya que el grupo hidroxilo se convierte con facilidad en cualquier otro grupo funcional. Así el metanol se oxida para obtener formaldehído (formol) y ácido fórmico; mientras que por su reducción obtenemos metano. Igualmente, importantes son las reacciones de éter y esterificación.

### USOS DEL METANOL:

1) **Químico Intermedio:** Las aplicaciones primarias del metanol son la producción de productos químicos y de aquellos que se utilizan como combustible.



En la actualidad se está utilizando cada vez más en el tratamiento de aguas residuales y en la producción de biodiesel. El metanol se utiliza en la manufactura del formaldehído, del ácido acético y de una variedad de químicos intermedios que forman la base de una gran cantidad de derivados secundarios. Estos últimos se utilizan en la fabricación de una amplia gama de productos incluyendo enchapados, tableros, aglomerados, espumas, resinas y plásticos.

El resto de la demanda del metanol está en el sector del combustible, principalmente en la producción de MTBE (aditivo para mejorarla combustión de combustibles sin plomo), que se mezcla con gasolina para reducir la cantidad de emisiones nocivas de los vehículos de combustión.

El metanol también se está utilizando en menor escala como combustible y es el combustible para las celdas de combustible.

2) **Aplicaciones en celdas de combustible:** El metanol está considerado ampliamente como uno de los combustibles más prometedores para aplicaciones de celdas de combustible que están siendo desarrolladas hoy en día para teléfonos celulares, computadoras portátiles y medio de transporte de menor escala como los scooters.

Varias de sus cualidades distintivas lo convierten en el portador ideal de hidrógeno para vehículos a celdas de combustible del futuro y posiblemente sea capaz de proveer una fuente de energía alternativa para el hogar.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 10 de 373</b></p>

## ¿QUE ES UNA CELDA DE COMBUSTIBLE?

Una celda de combustible es un dispositivo electroquímico cuyo concepto es similar al de una batería. Consiste en la producción de electricidad mediante el uso de químicos, que usualmente son hidrógeno y oxígeno, donde el hidrogeno actúa como elemento combustible, y el oxígeno es obtenido directamente del aire. También pueden ser usados otros tipos de combustibles que contengan hidrogeno en su molécula, tales como el gas metano, metanol, etanol, gasolina o diésel entre otros.

Debido a que la generación de energía eléctrica es directa, la eficiencia que alcanza una celda de combustible puede ser muy elevada, además al no tener partes en movimiento son muy silenciosas, sumado a todo esto hay que agregar que la celda de combustible no usa la combustión como mecanismo de generación de energía, lo que la hace prácticamente libre de contaminación.

Las celdas de combustible individuales pueden combinarse para producir motores más potentes impulsados por ejemplo a hidrogeno.

Pueden ser fabricadas de distintos tamaños y para distintas aplicaciones que van desde su uso en telefonía celular, hasta el uso de estas para impulsar automóviles.



Además, la energía producida es 100% limpia, ya que el único producto que se obtiene es el agua o vapor de agua dependiendo de la temperatura de operación del dispositivo.

El nuevo tipo de pila de combustible innovador ofrece una densidad energética dos veces superior a las baterías de litio para dispositivos portátiles.

Esta pila pretende dar una alternativa viable a los fabricantes de portátiles, algo que les permitiría sustituir las tradicionales baterías de litio.

Para recargarla, basta con añadir un poquito de metanol de vez en cuando y pulsar un botón para iniciar el proceso de transmutación del metanol al hidrogeno.

3) **Metanol como combustible:** En principio cabe destacar que el metanol surge como combustible alternativo ante la toxicidad de las emisiones de las naftas y la destrucción


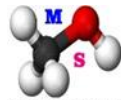
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 11 de 373</p>

de la capa de ozono. Igualmente, el poder calorífico de la nafta es aproximadamente el doble del poder calorífico del metanol, haciéndolo así más rentable. Entre los más conocidos se encuentran el M-85, con 85% de metanol y 15% de nafta y el M-100 (100% metanol).

**VENTAJAS:** Algunas ventajas del metanol como combustibles para auto son:



- ✓ Se pueden producir a partir de fuentes y residuos renovables tales como pasto, caña de azúcar, etc.
- ✓ Genera menor contaminación ambiental que los combustibles fósiles.
- ✓ Para que el parque vehicular utilice este combustible sólo es necesario cambiar las partes plásticas del circuito de combustible.
- ✓ Su impacto en el ambiente de acuerdo con la Agencia de Protección de Estados Unidos (USEPA por sus siglas en inglés), la contaminación atmosférica ha alcanzado límites peligrosos para la salud humana y el ambiente, y los vehículos motorizados son los principales causantes de esta contaminación. Por su parte, la Asociación de Recursos Renovables de Canadá señala que agregar un 10 por ciento de etanol al combustible reducirá hasta en un 30 por ciento las emisiones de monóxido de carbono (CO) y entre 6 y 10 por ciento las de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); asimismo habría una reducción en la formación de ozono. La emisión de agentes contaminantes de automóviles que funcionen con metanol contendría 20 por ciento de dióxido de carbono y 10 por ciento de los diferentes hidrocarburos que actualmente emiten los vehículos que utilizan gasolina. Empleando metanol, los autos eliminarían casi por completo las emisiones de partículas en suspensión y compuestos tóxicos tales como: óxido de nitrógeno (NO), ozono (O<sub>3</sub>), hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) entre otros. Tanto en las mezclas con etanol, como en las que se emplean grandes porcentajes de metanol, la generación de ozono es mucho menor.



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 12 de 373</p>

**DESVENTAJAS:** Mayor producción de vapor de agua, que calienta la atmósfera, y menos cantidad de sulfatos, que la enfrían, por lo que contribuirían en mayor medida a provocar el “efecto invernadero”.



- 4) **Tratamiento de aguas residuales:** Las aguas residuales que se juntan en las plantas de tratamiento contienen, por lo general, altos niveles de amoníaco. Mediante un proceso de degradación de bacterias, este amoníaco es convertido en nitrato. Es un proceso subsecuente llamado desnitrificación, se remueve el nitrato mediante una combinación de tratamientos químicos y degradación de bacterias. El metanol es una molécula simple que sirve como fuente ideal de carbón para las bacterias usadas en la desnitrificación. Aceleradas por la adición del metanol, las bacterias anaerobias convertirán rápidamente el nitrato ( $\text{NO}_3$ ) en un inofensivo gas de nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), el cual es liberado en la atmosfera.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 13 de 373

### APLICACIONES DEL METANOL:



El metanol se utiliza en las siguientes aplicaciones:

- ✓ Cristalización, precipitación y limpieza de sales alcalinas metálicas.
- ✓ Precipitación de resinas de poliestireno.
- ✓ Limpieza y secado de fracciones de carbón en polvo.
- ✓ Disolventes de pintura.
- ✓ Limpieza de superficies metálicas.
- ✓ Limpieza de resinas de intercambio iónico.
- ✓ Extracción de humedad y resinas de maderas.
- ✓ Agente extractor en la industria petrolera, química y alimenticia.
- ✓ Combustible para cocinas de camping y soldadores.
- ✓ Líquido anticongelante y limpia parabrisas para automóviles.
- ✓ Anticongelante para deshidratación de oleoducto.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 14 de 373</b>

## INDICE



<b>1. LOCALIZACION .....</b>	<b>20</b>
1.1 ASPECTOS GEOGRAFICOS .....	29
1.1.1 Climatología.....	29
1.1.2 Temperatura .....	30
1.1.1 Precipitación .....	31
1.1.1 Humedad .....	32
1.2 TOPOGRAFIA .....	33
1.3 JUSTIFICACION DE LA LOCALIZACION DE LA PLANTA .....	33
1.4 BIBLIOGRAFIA .....	34
<b>2. ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>35</b>
2.1. MERCADO CONSUMIDOR .....	35
2.2. MERCADO DEL METANOL .....	36
2.2.1 Grafico de la importación del Metanol .....	38
2.2.2 Grafico de la exportación del Metanol .....	39
2.2.3 Grafico del consumo aparente del Metanol .....	40
2.2.4 Proyección del consumo aparente del Metanol .....	42
2.3. ESTRUCTURA DEL MERCADO .....	43
2.3.1 Productores del Formaldehido .....	44
2.3.2 Productores del MTBE .....	45
2.3.3 Productores del Biodiesel .....	46
2.4. PRODUCCION TOTAL .....	49
2.5. PRECIO DEL METANOL EN EL MERCADO.....	50
2.6. MERCADO COMPETIDOR EN LA ARGENTINA .....	52
2.6.1 Análisis del mercado mundial del Metanol .....	52
2.7. LOGISTICA DE TRANSPORTE .....	55
2.7.1 Normativas básicas para el transporte en la Argentina de metanol .....	56
2.8. COMPRADOR POTENCIAL.....	57
2.9. TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE BIODIESEL.....	69
2.10 MARCO REGULATORIO PARA EL BIODIESEL.....	69
2.11 MERCADO PROVEEDOR DE LA MATERIA PRIMA.....	70

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 15 de 373</p>



2.12 ANALISIS FODA .....	73
2.13 BIBLIOGRAFIA .....	75
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO/TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>76</b>
3.1 TIPOS DE TECNOLOGIAS .....	76
3.1.1 Proceso LURGI.....	76
3.1.2 Proceso ICI .....	78
3.1.3 Proceso Haldor-Topsoe.....	78
3.1.4 Proceso Ammonia Casale .....	80
3.2 ANALISIS DE DISTINTAS TECNOLOGIAS .....	81
3.3 ELECCION DEL PROCESO .....	82
3.3.1 Descripción del proceso.....	83
3.3.2 Unidad de Pre-reformado.....	83
3.3.3 Catalizador a utilizar en el prereforming .....	84
3.3.4 Características del catalizador .....	86
3.3.5 Unidad de Reformado .....	88
3.3.6 Recuperación de calor y compresión .....	89
3.3.7 Ciclo convertidor .....	90
3.4 BIBLIOGRAFIA .....	94
<b>4. BALANCE DE MASA Y ENERGIA .....</b>	<b>95</b>
4.1 BALANCE DE MASA.....	95
4.1.1 Nafta Virgen .....	96
4.1.2 Agua.....	102
4.2 SIMULACION DEL PROCESO .....	104
4.2.1 Simulador HYSYS.....	104
4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO .....	105
4.4 DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO .....	106
4.4.1 Selección del paquete de fluidos.....	106
4.4.2 Pasos de la simulación .....	108
4.5 BIBLIOGRAFIA .....	132
<b>5. SERVICIOS AUXILIARES.....</b>	<b>133</b>
5.1 AGUA.....	133
5.2 REQUERIMIENTOS DE AGUA DE ALIMENTACION A CALDERA .....	141

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 16 de 373</p>



5.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES.....	142
5.3.1 Descripción del proceso de tratamiento.....	142
5.3.2 Diagrama del proceso .....	146
5.4 MEMORIA DE CALCULO.....	147
5.5 CARACTERIZACION DEL LIQUIDO DE EGRESO .....	147
5.5.1 Caudal .....	147
5.5.2 Determinación del volumen necesario del reactor aeróbico .....	149
5.6 MEMORIA DE OPERACION.....	155
5.7 OBSERVACIONES .....	159
5.8 CONTROL GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA.....	159
5.8.1 Objetivo .....	159
5.8.2 Alcance .....	159
5.8.3 Desarrollo.....	159
5.8.4 Recorrido de la planta.....	161
5.9 BIBLIOGRAFIA .....	163
<b>6. LAY OUT.....</b>	<b>164</b>
6.1 OBJETIVO .....	164
6.2 SEPARACION ENTRE EQUIPOS DENTRO DE UNA MISMA AREA.....	165
6.2.1 Compresores de gas .....	166
6.2.2 Edificio de sala de control central.....	166
6.2.3 Torre de enfriamiento .....	166
6.2.4 Equipos con fuego .....	166
6.2.5 Reactores.....	167
6.2.6 Recipientes de proceso.....	167
6.3 DIMENSION DE LAS AREAS DEL PROCESO .....	167
6.4 SEPARACION ENTRE DIFERENTES INSTALACIONES .....	168
6.4.1 Plantas de servicio .....	169
6.4.2 Edificios .....	169
6.4.3 Tuberías externas (Inter-plantas) .....	170
6.4.4 Antorcha.....	170
6.5 BIBLIOGRAFIA .....	171
<b>7.DESCRIPCION DE LA SEGURIDAD DE LA PLANTA .....</b>	<b>172</b>

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 17 de 373</p>

7.1 OBJETIVO .....	172
7.2 RIESGO DEL PRODUCTO Y DE LA MATERIA PRIMA .....	172
7.2.1 Nafta Virgen .....	173
7.2.1 Metanol .....	175
7.3 SISTEMAS DE RED CONTRA INCENDIO .....	180
7.3.1 Agua.....	181
7.3.2 Espuma.....	182
7.3.3 Atmosferas Explosivas .....	182
7.3.4 Descarga de electricidad estática .....	182
7.3.5 Extintores de incendio .....	183
7.3.6 Calculo de extintores según norma.....	183
7.3.7 Recintos de contención para tanques de almacenamiento .....	184
7.4 BIBLIOGRAFIA .....	187
<b>8. INSTRUMENTACION DE DIAGRAMA P&amp;ID.....</b>	<b>188</b>
8.1 INTRODUCCION.....	188
8.2 OBJETIVO .....	189
8.3 REFERENCIAS .....	189
8.4 APLICACION .....	190
8.5 NOMENCLATURA DE INSTRUMENTOS .....	190
8.6 IDENTIFICACION POR FUNCION .....	192
8.7 SIMBOLO DE LINEAS PARA INSTRUMENTOS .....	193
8.8 FORMAS DE LOS SIMBOLOS DE INSTRUMENTACION .....	194
8.9 IDENTIFICACION DE LOS EQUIPOS .....	196
8.10 CODIFICACION DE LAS LINEAS .....	198
8.11 IDENTIFICACION DE LAS CAÑERIAS .....	198
8.11.1 Identificación de áreas y de fluidos del proceso .....	199
8.11.2 Identificación de los materiales de las tuberías .....	201
8.11.3 Calculo de diámetros de cañerías.....	202
8.12 INSTRUMENTACION Y EQUIPOS EN P&ID .....	215
8.13 BIBLIOGRAFIA .....	220
<b>9. INGENIERIA DE DETALLE.....</b>	<b>221</b>
9.1 OBJETIVO .....	221



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 18 de 373</p>

9.2 INTERCAMBIADOR DE CALOR E-306 .....	221
9.2.1 Marco teórico .....	221
9.2.2 Fundamentos de la transferencia de calor .....	221
9.2.3 Elección del tipo de intercambiador .....	227
9.2.4 Criterios para el diseño .....	228
9.2.5 Normativas aplicables .....	228
9.2.6 Componentes básicos .....	234
9.2.7 Selección de la trayectoria del flujo .....	239
9.2.8 Diseño Funcional .....	240
9.2.9 Diseño Térmico .....	243
9.2.10 Calculo hidráulico .....	258
9.2.11 Diseño Mecánico .....	266
9.3 DISEÑO DEL SEPARADOR BIFASICO V-400.....	286
9.3.1 Definición .....	286
9.3.2 Principio de Separación .....	286
9.3.3 Componentes comunes .....	288
9.3.4 Clasificación .....	292
9.3.5 Selección del material .....	295
9.3.6 Diseño Funcional .....	296
9.3.7 Calculo dimensional .....	297
9.3.8 Diseño Mecánico .....	300
9.3.9 Construcción mecánica .....	308
9.4 BIBLIOGRAFIA .....	321
<b>10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>322</b>
10.1 INTRODUCCION .....	322
10.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	324
10.3 RECURSOS DEMANDADOS. TIPOS Y CUANTIFICACION .....	326
10.4 EFLUENTES DEL PROYECTO .....	326
10.4.1 Emisiones .....	327
10.4.2 Vertidos .....	327
10.4.3 Residuos .....	327
10.5 IDENTIFICACION Y VALORACION DE LOS IMPACTOS .....	328

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 19 de 373</p>

10.5.1 Identificación de impactos.....	328
10.5.2 Árbol de acciones .....	328
10.6 FACTORES AFECTADOS .....	329
10.7 IDENTIFICACION DE IMPACTOS .....	329
10.8 VALORACION DE LOS IMPACTOS OPERATIVOS.....	331
10.8.1 Calculo de la importancia .....	331
10.9 IMPACTOS POR CONTIGENCIAS.....	334
10.9.1 Estimación de los riesgos.....	334
10.10 DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL.....	339
10.10.1 Impactos operativos .....	339
10.11 IMPACTOS POR CONTIGENCIAS.....	340
10.11.1 Estimación del riesgo.....	340
10.12 PLAN DE GESTION AMBIENTAL.....	343
10.13 BIBLIOGRAFIA .....	346
<b>11.ESTUDIO ECONOMICO FINANCIERO .....</b>	<b>347</b>
11.1 INTRODUCCION.....	347
11.2 INVERSIONES DEL PROYECTO .....	347
11.3 AMORTIZACIONES.....	352
11.4 INGRESOS.....	354
11.5 EGRESOS .....	355
11.6 COSTOS DE MATERIA PRIMA.....	359
11.7 COSTOS DE ENERGIA .....	360
11.8 COSTOS DE AGUA.....	362
11.9 COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	362
11.10 FLUJO DE CAJA .....	363
11.10.1 Punto de equilibrio.....	366
11.11 ANALISIS DE SENSIBILIDAD .....	369
11.12 CONCLUSIONES.....	372
11.13 BIBLIOGRAFIA .....	373



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>INTEGRANTES:</b> Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 20 de 373</b>



## 1. LOCALIZACION

El presente proyecto se encontrará localizado en la ciudad de Senillosa, ubicada en la provincia del Neuquén en el departamento Confluencia precisamente en el parque industrial de la localidad.

Senillosa está situada a 33 km de la capital provincial, Neuquén. Se accede a ella a través de la ruta Nacional 22, la cual atraviesa a todo el Alto Valle del Rio Negro y su continuación sobre el valle del río Limay, al final del cual se encuentra Senillosa. Entre las bardas de la meseta patagónica y el cauce del río se encuentra un valle de tierras fértiles aptas para el cultivo de frutales. El cultivo se produce a través de riego, aprovechándose para la agricultura unas 450 hectáreas productivas.

Nos contactamos con el Subsecretario de tierras y parque industrial, Sr. Espinoza Héctor, de la localidad en cuestión, el cual nos facilitó las ordenanzas vigentes y nos puso en conocimiento de una ampliación que se encuentra en trámite, gestionada por él mismo, y que prácticamente estaría aprobada.

A continuación, se adjunta información que nos brindó el funcionario a cargo del parque industrial de Senillosa:

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 21 de 373	



Honorable Concejo Deliberante  
**Ciudad de Senillosa**  
Provincia del Neuquén

Senillosa, 24 de octubre de 2013.

**ORDENANZA N.º 1.669/13/HCD.**

**Visto:**

El Expediente N.º HCD-064-M-2012; y,

**Considerando:**

Que el mismo fuera elevado por el titular del Departamento Ejecutivo Municipal, estableciendo el Marco Normativo para la enajenación de Bienes Inmuebles Municipales;

Que es necesario fijar un valor mínimo y una tasa de interés, para la venta de los bienes inmuebles mencionados precedentemente;



Que, en los planes de pagos, que superen los doce meses, estarán sujetos a la variación anual fiscal, establecida por la Dirección Provincial de Catastro e Información Territorial;

Que dicha metodología, permitirá una relación razonable entre la actualización de la deuda y el valor del bien;

Que, sometido a tratamiento por el Honorable Cuerpo, fuera aprobado en Sesión Ordinaria del día 24-10-13, según consta en Acta N.º 1.404/13.

**Por ello:**

Y en base a las facultades emergentes del artículo N.º 129º, inciso a), de la Ley N.º 53 Orgánica de Municipalidades;

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 22 de 373

**EL HONORABLE CONCEJO DELIBERANTE**

**DE LA CIUDAD DE SENILLOSA**

**Sanciona con fuerza de**

**O R D E N A N Z A**

**Artículo 1° ESTABLÉZCASE** que el Tribunal de Tasación de la Provincia de

Neuquén fijará el valor mínimo para la enajenación de Bienes Inmuebles. -----

**Artículo 2° FÍJASE** los plazos de financiación de acuerdo al destino y uso de los bienes inmuebles a enajenar, a saber: Rurales: 6 (seis) años; Uso Industrial o Comercial: 3 (tres) años; Urbano con destino Residencial: 10 (diez) años. -----



**Artículo 3° DETERMÍNASE** para la actualización del capital adeudado el índice que surja de la valuación fiscal de la Dirección Provincial de Catastro para el año calendario en curso y del valor del año calendario próximo. -----

**Artículo 4° APLÍCASE** un interés directo al capital adeudado, el cual no podrá superar la Tasa Activa del Banco de la Nación Argentina al cierre de sus operaciones del año calendario. -----

**Artículo 5° ADICIÓNASE** a los valores de venta de inmuebles los gastos de mensura que serán determinados entre un mínimo de un 5% y un máximo de 10 %, y los gastos administrativos entre un mínimo de 5% y un máximo de 7,5 % sobre el valor fijado para la enajenación. -----

**Artículo 6°** Comuníquese al Departamento Ejecutivo Municipal. -----

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL HONORABLE CONCEJO DELIBERANTE DE LA CIUDAD DE SENILLOSA, A LOS VEINTICUATRO DIAS DEL MES DE OCTUBRE DEL AÑO DOS MIL TRECE. -

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 23 de 373



Honorable Concejo Deliberante  
**Ciudad de Senillosa**  
Provincia del Neuquén

Senillosa, 09 de Abril de 2015.

**ORDENANZA N.º 1.729/15/HCD.**

**Visto:**

El Expediente N.º HCD-012-M-2015; y,

**Considerando:**



Que el mismo fuera elevado por el titular del Departamento Ejecutivo Municipal, solicitando la creación del Parque Industrial de Senillosa;

Que, al asegurar un aumento considerable en la instalación de empresas en nuestro Parque Industrial, traerá consigo inevitablemente una demanda de mano de obra de todo tipo;

Que el desarrollo del comercio local al aumentar la demanda de insumos y servicios para la industria traerá riquezas para las arcas municipales, provinciales, nacionales y particulares a través de impuestos, lucros y otras intervenciones;

Que sin duda traerá tecnología y contactos comerciales que dejarán marcada la inserción del hombre local a los grandes movimientos socioeconómicos zonales, provinciales, nacionales e internacionales, ampliando su visión de desarrollo productivo y cultural que marcará un antes y un después en la historia de nuestra localidad;

Que la ubicación geográfica del Parque Industrial Senillosa quedará inserta en el Área Industrial asignada por Ordenanza N° 1.528/10 en la que se aprobó el Código de Planeamiento Territorial Ambiental del ejido de la Municipalidad de Senillosa;

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 24 de 373

Que, si bien ya se encuentran radicadas y en funcionamiento varias empresas, es necesario darle carácter institucional para el mejor funcionamiento del mismo y la posibilidad de acceder a créditos y subsidios para dotarlo de infraestructura;



Que, sometido a tratamiento por el Honorable Cuerpo, fuera aprobado en Sesión Ordinaria del día 09-04-15, según consta en Acta N° 1.459/15.

**Por ello:**

Y en base a las facultades emergentes del artículo N° 129°, inciso a), de la Ley N° 53 Orgánica de Municipalidades;

**Jonathan Javier CARTEZ**  
Presidente Interino  
Honorable Consejo deliberante  
Ciudad de Sanillosa

**Oscar J.SOTOMAYOR LINAY**  
Secretario Parlamentario  
Honorable Concejo deliberante  
Ciudad de Sanillosa

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 25 de 373



Honorable Concejo Deliberante  
**Ciudad de Senillosa**  
Provincia del Neuquén

## EL HONORABLE CONCEJO DELIBERANTE

### DE LA CIUDAD DE SENILLOSA

**Sanciona con fuerza de**



### **ORDENANZA**

**Artículo 1°** CRÉASE el Parque Industrial Senillosa (P.I.S.), formado por las parcelas de los Macizos I, III y IV de la Fracción “C”, Parte lotes Oficiales 25 y 26 de la Sección 1, ejido de Senillosa, Provincia de Neuquén, siendo sus límites al norte; calle Río Nahueve, al sur calle Benito Espinoza, a esta calle Río Neuquén y al oeste calle Río Curi Leivu, cuyas coordenadas extremas y demás circunstancias obran en el Anexo que forma parte de la presente. -----

**Artículo 2°** El Ejecutivo Municipal gestionará la inscripción en el Registro Nacional de Parques Industriales, como así también de ser necesario, la futura ampliación considerando para esto la adquisición de tierras a particulares o la transferencia de tierras por parte del Estado Provincial. -----

**Artículo 3°** Las parcelas serán otorgadas a empresas, las cuales deberán realizar la petición a la Municipalidad de Senillosa debiendo presentar, según corresponda, el proyecto detallado y el estudio e informe de Impacto Ambiental y toda aquella documentación inherente al proyecto que la Municipalidad considere necesario de acuerdo a las características del mismo. -----



**Artículo 4°** Comuníquese al Departamento Ejecutivo Municipal. -----

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 26 de 373

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL HONORABLE CONCEJO DELIBERANTE DE LA CIUDAD DE SENILLOSA, A LOS NUEVE DIAS DEL MES DE ABRIL DEL AÑO DOS MIL QUINCE. –

**Jonathan Javier CARTEZ**  
Presidente Interino  
Honorable Consejo deliberante  
Ciudad de Senillosa

**Oscar J.SOTOMAYOR LINAY**  
Secretario Parlamentario  
Honorable Concejo deliberante  
Ciudad de Senillosa

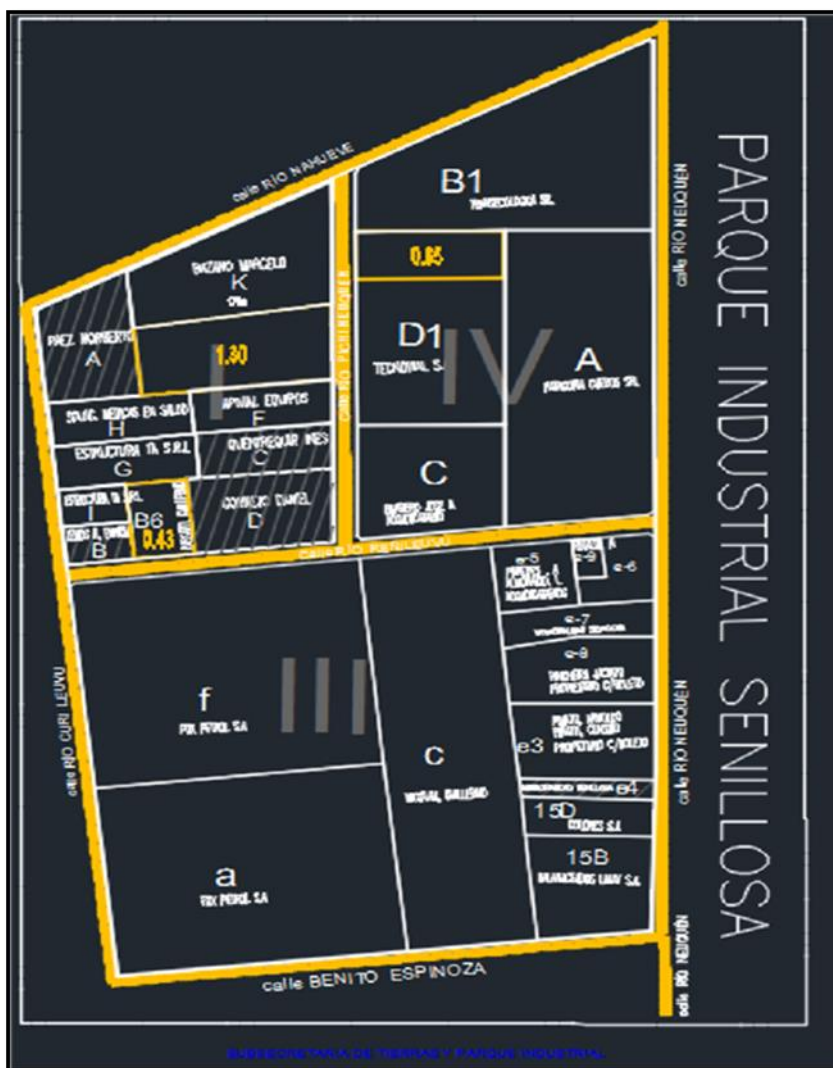
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha:</b> 10/02/23</p>	<p><b>Página</b> 27 de 373</p>



Honorable Concejo Deliberante  
**Ciudad de Senillosa**  
Provincia del Neuquén



**Anexo - ORDENANZA N° 1.729/15/HCD.**

**UBICACIÓN DEL PARQUE INDUSTRIAL SENILLOSA (P.I.S.)**



**Fig. 1.1. Vista área del parque industrial con ubicación de la planta**

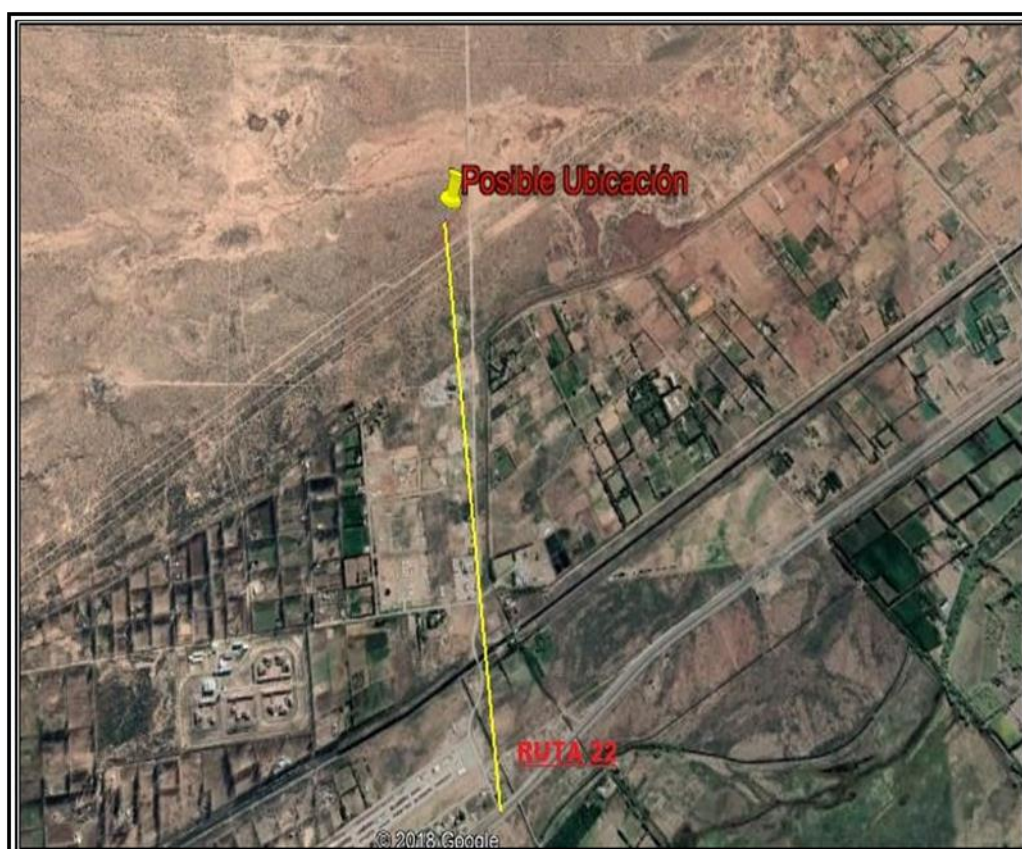


 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 28 de 373



Las coordenadas del terreno a utilizar son: Latitud: 38° 59' 11" S y Longitud: 68° 25' 23" O.

La distancia desde la posible ubicación de la planta hasta la Ruta Nacional 22 es de 2,25 km, lo cual es beneficioso para el movimiento de transporte de personal y de los productos, tanto materia prima como el producto final, metanol.

La ubicación también es favorable por la cercanía a cursos de aguas, teniendo en cuenta que la misma es materia prima para la obtención de nuestro producto.



**Fig. 1.2. Vista área del parque industrial. Distancia de la ruta a la planta**

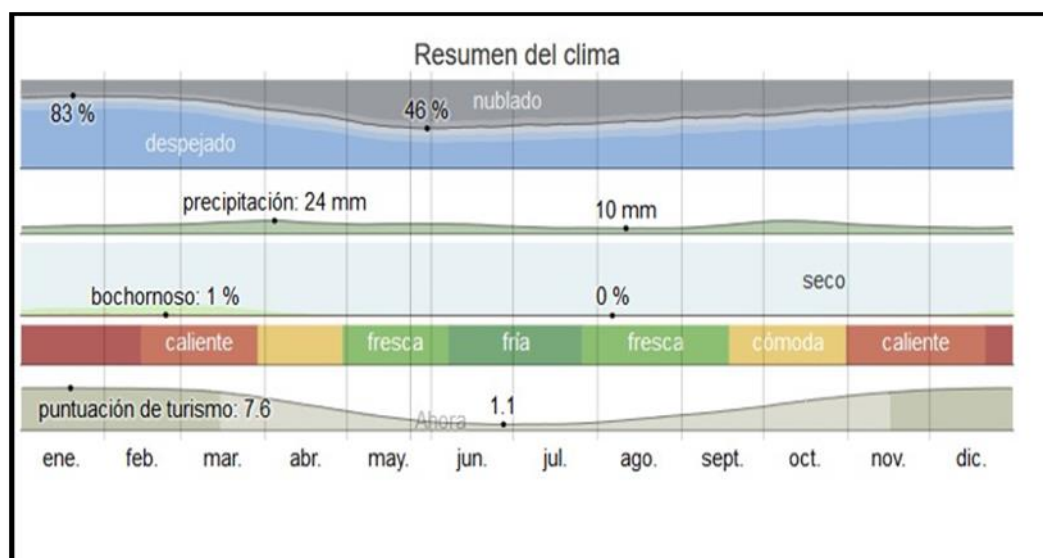
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 29 de 373</p>

## 1.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS

### 1.1.1 CLIMATOLOGIA



En Senillosa, los veranos son calientes y mayormente despejados, los inviernos son fríos y parcialmente nublados y está seco y ventoso todo el año.

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 1 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de -4°C o sube a más de 35 °C.



**Fig. 1.3: Temperaturas de la región de Senillosa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> <https://es.weatherspark.com/y/27297/Clima-promedio-en-Senillosa-Argentina-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com		 <b>METANOL DEL SUR</b>			
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>					
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot		<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick		<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan		<b>Fecha:</b> 10/02/23		Página 30 de 373	

## 1.1.2 TEMPERATURA

Las temperaturas medias anuales oscilan entre los 12°C y 14°C. Las temperaturas medias de enero son elevadas, superiores a los 21°C, mientras que el promedio del mes de Julio es de 5°C. El carácter riguroso del clima se nota en que la región puede sufrir.

La temporada calurosa dura 3,6 meses, del 24 de noviembre al 11 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 27 °C. El día más caluroso del año es el 12 de enero, con una temperatura máxima promedio de 31 °C y una temperatura mínima promedio de 16 °C.

La temporada fresca dura 3,2 meses, del 15 de mayo al 21 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 16 °C. El día más frío del año es el 18 de julio, con una temperatura mínima promedio de 1 °C y máxima promedio de 12 °C.

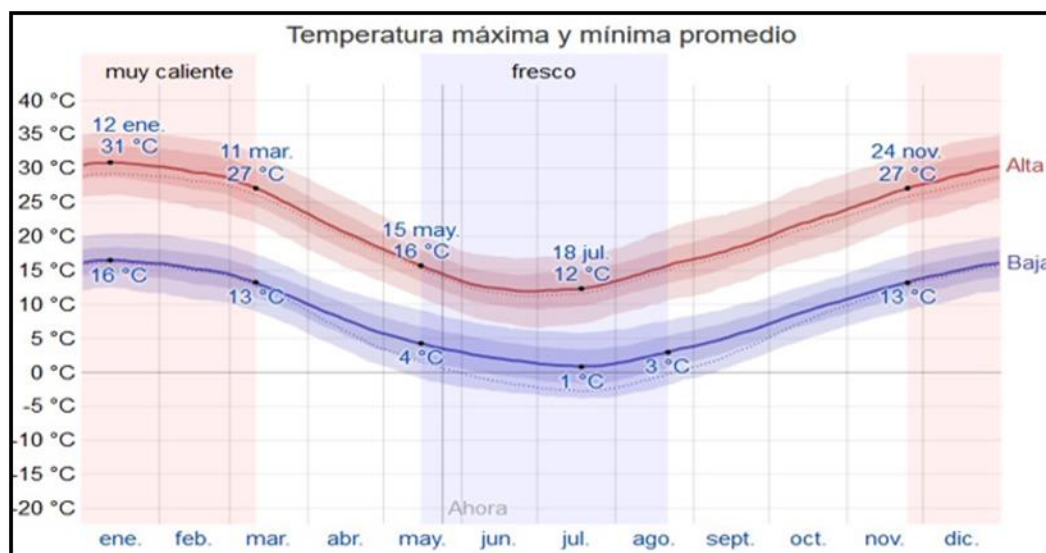




Fig.1.4: Temperaturas Promedio de Senillosa<sup>2</sup>.

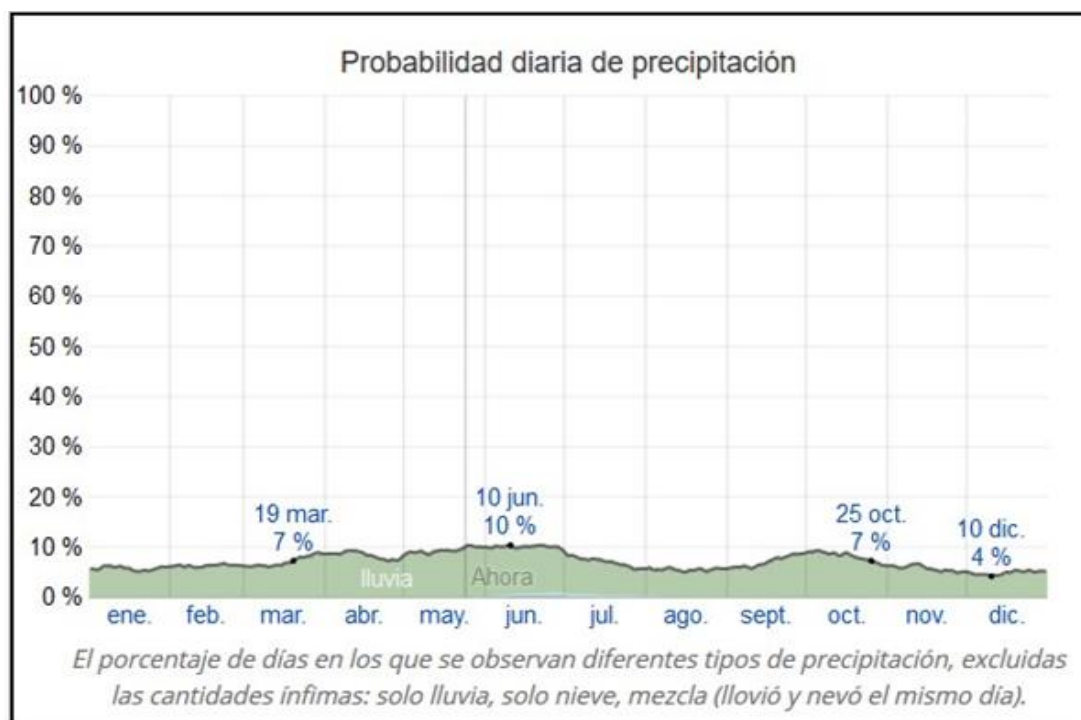
<sup>2</sup> <https://es.weatherspark.com/y/27297/Clima-promedio-en-Senillosa-Argentinadurante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 31 de 373</p>

### 1.1.3 PRECIPITACION



En Senillosa la frecuencia de días mojados (aquellos con más de 1 milímetro de precipitación líquida o de un equivalente de líquido) no varía considerablemente según la estación. La frecuencia varía de 4 % a 10 %, y el valor promedio es 7 %.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solo lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 10 % el 25 de mayo.



**Fig. 1.5. Probabilidades de precipitaciones<sup>3</sup>.**

<sup>3</sup> <https://es.weatherspark.com/y/27297/Clima-promedio-en-Senillosa-Argentinadurante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 32 de 373</p>

### 1.1.4 HUMEDAD

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo.

A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.



El nivel de humedad percibido en Senillosa, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0%.



**Fig.1.5. Niveles de humedad<sup>4</sup>**

<sup>4</sup> <https://es.weatherspark.com/y/27297/Clima-promedio-en-Senillosa-Argentina#Sections-Temperature>.



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 33 de 373</p>

## 1.2 TOPOGRAFIA

Las coordenadas geográficas de Senillosa son:

- Latitud: -39,014°.
- Longitud: -68,433°.
- Elevación: 294 m

La topografía en un radio de 3 kilómetros de Senillosa contiene solamente variaciones modestas de altitud, con un cambio máximo de altitud de 48 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 293 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene solamente variaciones modestas de altitud (342 metros). En un radio de 80 kilómetros contiene variaciones muy grandes de altitud (729 metros).



El área en un radio de 3 kilómetros de Senillosa está cubierta de pradera (26%), árboles (26%), arbustos (25%) y vegetación escasa (11%), en un radio de 16 kilómetros de tierra rasa (39%) y árboles (22%) y en un radio de 80 kilómetros de tierra rasa (36%) y árboles (16%).

## 1.3 JUSTIFICACIÓN DE LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

La ubicación de la planta lleva consigo una serie de ventajas entre las cuales se encuentran la cercanía a los cursos de agua desde donde se extraerá una de las materias primas, fáciles vías de acceso tanto para el personal que desempeñará las tareas de operación como para el transporte de insumos y producto final, vía terrestre a través de camiones.

Nuestro objetivo principal es fijar el futuro de la provincia hacia un mayor desarrollo industrial, económico, financiero, ecológico y brindar una fuente laboral para las personas de la localidad y cercanías a la capital neuquina.


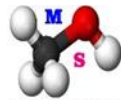
Teniendo en cuenta la disponibilidad de la materia prima, es decir nafta virgen (CIPH y NAO) y agua (Rio Limay), se priorizo la cercanía a los cursos de agua, para que la falta de la misma en épocas de calor no afecte de manera significativa a la población y termine siendo un limitante en nuestro proceso.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 34 de 373

Como ya mencionamos, en nuestro país hay solo dos plantas que producen metanol, lo hacen a partir de gas natural y la mayor producción es destinada a la exportación del mismo, nuestro mayor objetivo es abastecer el mercado interno con un producto de muy buena calidad y de precios competitivos en comparación con los que pueden importar, realmente un gran desafío, pero estamos seguros de que estamos en el camino correcto.

## 1.4 BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Información de Internet sobre Senillosa, Wikipedia; La enciclopedia libre  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Senillosa>
- ❖ Información de Internet sobre el clima promedio de Senillosa.  
<https://es.weatherspark.com/y/27297/Clima-promedio-en-Senillosa-Argentinadurante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>
- ❖ Información obtenida del Trabajo realizado de Impacto Ambiental relacionado a nuestro proyecto, revisado y aprobado por el Profesor Lopez Raggi.
- ❖ Subsecretario de tierras y parque Industrial de Senillosa, Sr. Espinoza Héctor.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>INTEGRANTES:</b> Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 35 de 373</b>

## 2. ESTUDIO DE MERCADO

### 2.1 MERCADO CONSUMIDOR

Nuestro objetivo principal es abastecer al mercado interno, por lo tanto, nuestra producción va destinada a las plantas industriales que producen Biodiesel, Formaldehído, MTBE, en la Argentina.

Contamos con dos plantas competidoras a nivel Nacional, pero ambas se centran en la exportación de sus productos y no en el abastecimiento interno por lo tanto no lo vemos como una amenaza, sino como un beneficio para el alcance a nuestro mercado consumidor.



Nuestros consumidores potenciales serán las plantas industriales antes mencionadas.

A fin de eliminar el mercado importador, se pretende comenzar con una base de producción de aproximadamente 18,7 ton/día, aportando así la demanda nacional y contribuyendo al consumo aparente, teniendo como gran desafío la producción de un producto de gran calidad, y con precios que sean competitivos con los de la actualidad.

Los datos de la producción Nacional que producen las plantas de biodiesel, MTBE, y formaldehído nos permitieron definir nuestra producción y así dimensionar la planta de metanol.

La misma se ira adaptando a demandas mayores a futuro, apoyándonos con las tendencias del mercado proyectado a 10 años.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 36 de 373

## 2.2 MERCADO DEL METANOL

Nuestro estudio de mercado comprende un análisis acerca del producto del metanol, de los derivados principales, tal como el MTBE, formaldehído y biodiesel.

En este caso, a través de la información obtenida por los informes estadísticos del I.P.A, se obtuvo el consumo aparente, exportación, importación y producción del metanol desde el año 2012 hasta el año 2021, una vez realizados los gráficos con los datos que se reflejan en las tablas se realizó una tendencia aproximada de estos valores en los siguientes 10 años.

AÑO	IMPORTACION(t)	EXPORTACION(t)	CONSUMO APARENTE(t)	PRODUCCION (t)
2012	10.094	42.697	378.816	411.419
2013	7.403	42.438	330.323	365.358
2014	9.869	78.667	333.824	402.622
2015	93	152.713	272.423	425.043
2016	31.249	7.695	412.585	389.031
2017	74.743	5.826	419.907	350.990
2018	9.962	99.012	383.287	472.337
2019	14.734	116.966	354.198	456.430
2020	88.249	56.466	255.304	223.521
2021	5.096	97.121	284.739	376.764

**Tabla. 2.1: Mercado del Metanol<sup>5</sup>.**

<sup>5</sup> IPA 2022 y Autor




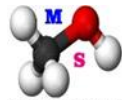
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 37 de 373
---	--	---	------------------------	------------------

## USOS DEL METANOL

USOS DE LOS DERIVADOS PRIMARIOS DEL METANOL		
DERIVADOS PRIMARIOS	DERIVADOS	FACTORES DE DEMANDA
<i>Formaldehido</i>	Urea formaldehido Fenol formaldehido Resinas de Acetileno MDI(difenilmetano diisocianato) MDF(carton madera de mediana densidad)	remodelaciones, actividades relacionadas a la constuccion,produccion de automoviles sustitucion de paneles por madera solida cambios de paneles de madera crecimiento de productos quimicos de alta tecnologia
<i>Acido acetico</i>	VAM (acetato de vinilo monomero) Anhídrido acetico Acido tereftalico Acetato de esteres solventes AAS(acido acetilsalicilico)	construccion, produccion de bienes duraderos, produccion de automoviles tendencia en empaquetado,crecimiento en reciclados plasticos pinturas y barnices
<i>Combustibles limpios</i>	Metanol y mezclas de agua-metanol para celdas combustibles Gasolina reformulada (MTBE) M85 M100, combustible para automoviles de carrera	demanda por mejor salud/medio ambiente limpio, metas legislativas sobre aire limpio reemplazos de componentes de gasolina (plomo, aromaticos) seguridad y rendimiento del motor
<i>Otros</i>	Metil metacrilato Metalaminas Clorometanos PET (polietileno tereftalato)	produccion quimica total actividad economica general desarrollo de combustibles alternativos presiones medioambientales

**Tabla 2.2: Usos del Metanol<sup>6</sup>**

<sup>6</sup> <https://www.textoscientificos.com/quimica/metanol>.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 38 de 373

### 2.2.1 GRAFICO DE LA IMPORTACION DEL METANOL

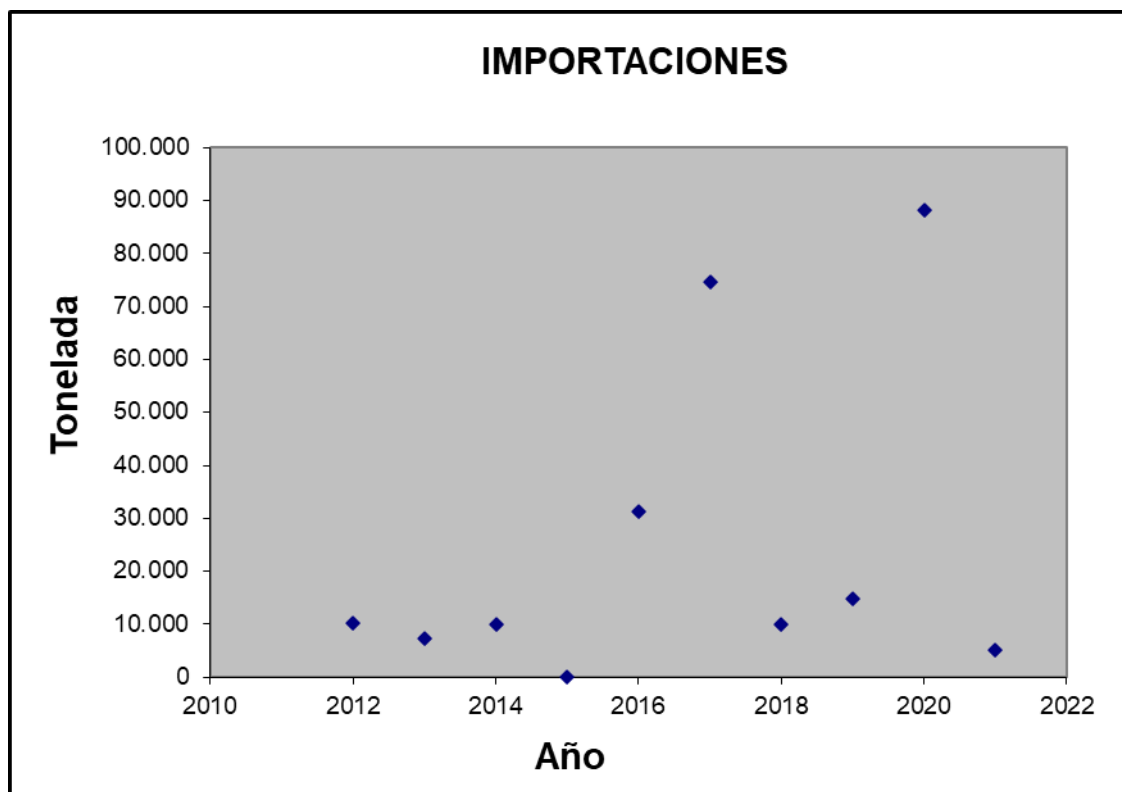




Fig. 2.1: Importación del Metanol<sup>7</sup>

<sup>7</sup> IPA 2022 y Autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 39 de 373</p>

## 2.2.2 GRAFICO DE LA EXPORTACION DEL METANOL

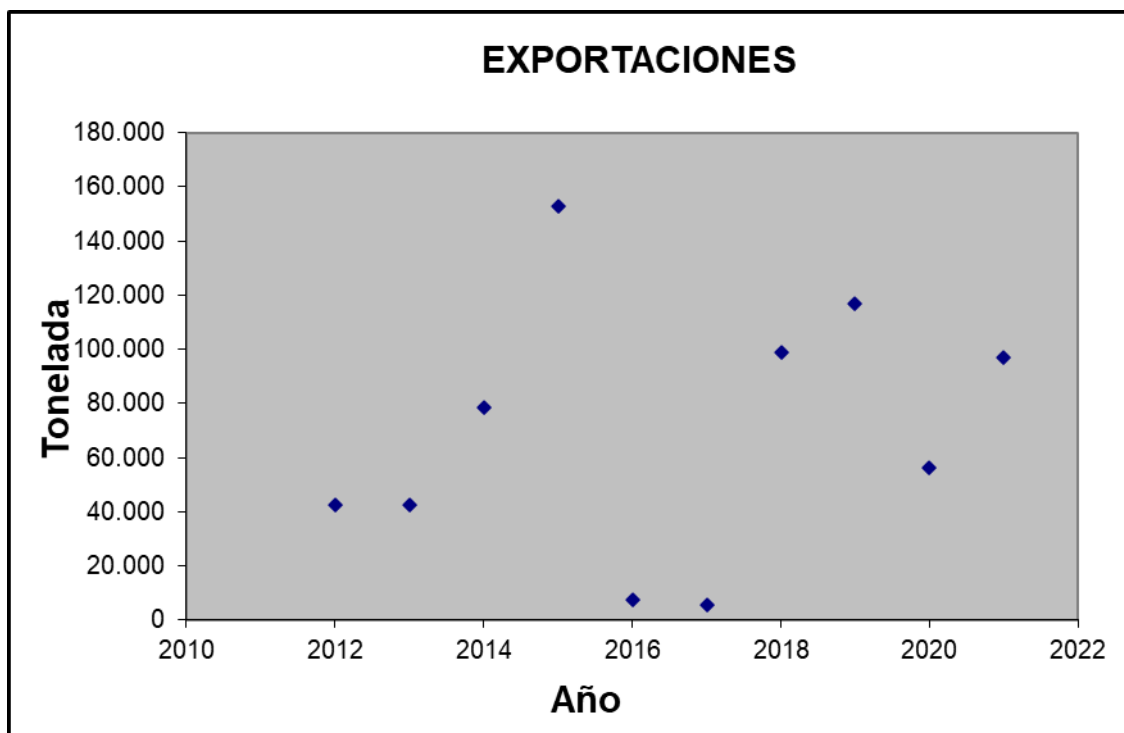




Fig. 2.2. Exportación del Metanol.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> IPA 2022 y Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 40 de 373

### 2.2.3 GRAFICO DEL CONSUMO APARENTE DEL METANOL

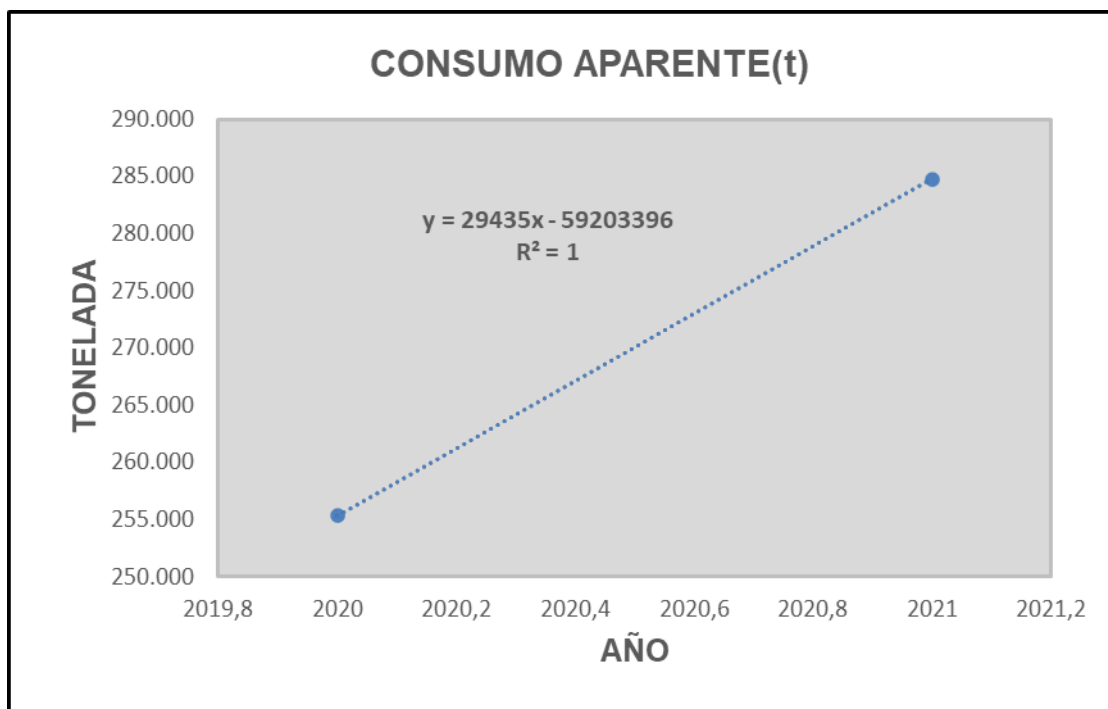

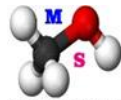


Fig. 2.3 Consumo Aparente del Metanol.<sup>9</sup>

A través de la línea de tendencia, se obtuvo una ecuación lineal, la cual nos ayuda a realizar una tendencia estimada a 10 años de consumo aparente.

<sup>9</sup> IPA 2022 y Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 41 de 373



Los datos obtenidos fueron:

AÑO	CONSUMO APARENTE(t)
2021	284.739
2022	314.174
2023	343.609
2024	373.044
2025	402.479
2026	431.914
2027	461.349
2028	490.784
2029	520.219
2030	549.654
2031	579.089

**Tabla. 2.3. Consumo Aparente. <sup>10</sup>**

---

<sup>10</sup> IPA 2022 y Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23		Página 42 de 373

## 2.2.4 PROYECCION DEL CONSUMO APARENTE DEL METANOL

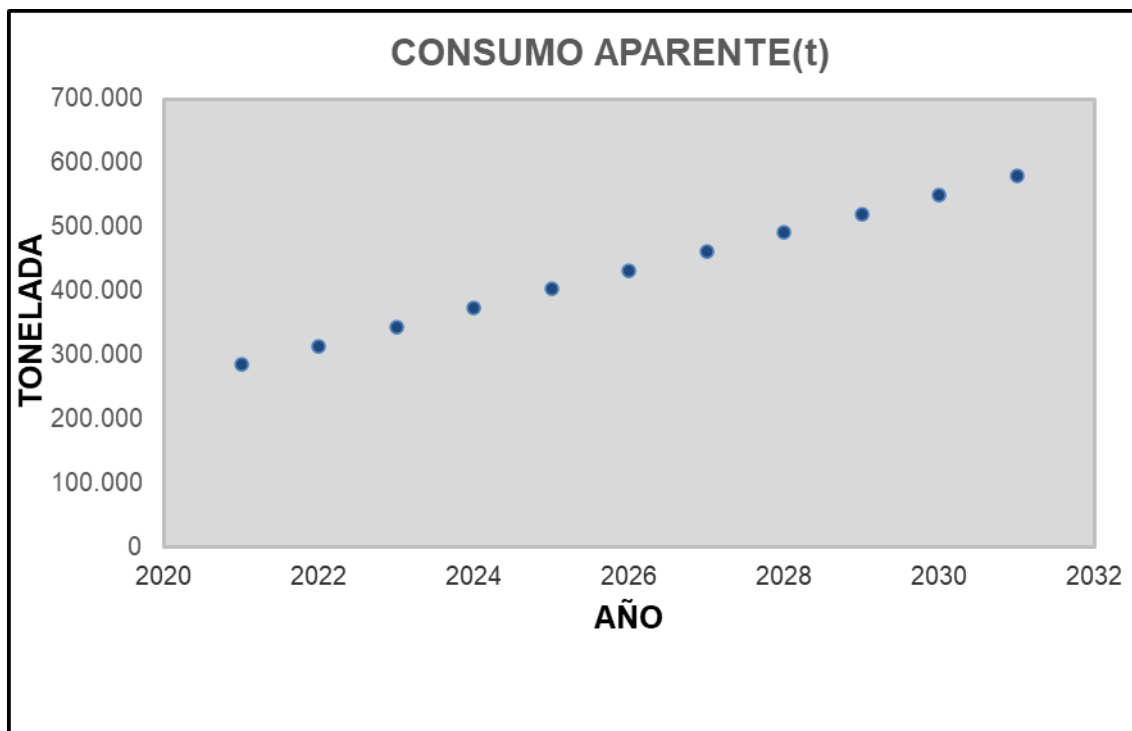

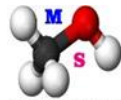


Fig.2.4 Proyección del Consumo Aparente.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> IPA 2022 y Autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 43 de 373</p>

## 2.3 ESTRUCTURA DEL MERCADO

Esta tabla refleja el porcentaje de la producción total de metanol en el uso de la producción de otros productos.

	%
BIODIESEL	65
FORMALDEHIDO (incluyendo colas ureicas, etc.)	23
MTBE	7
Varios (solvente y otros)	5



**Tabla.2.4. Mercado del metanol.<sup>12</sup>**

Se puede observar que los compradores potenciales serán los productores de biodiesel, formaldehido, MTBE, es por esto que en este estudio de mercado nos enfocamos en estos 3 productos, para así obtener los compradores potenciales.

---

<sup>12</sup> IPA 2022 y Autor



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 44 de 373

### 2.3.1 PRODUCTORES DEL FORMALDEHIDO

En la siguiente tabla se muestran los productores de formaldehido que se encuentran en la Argentina, como así también su ubicación dentro del país, y la capacidad total que poseen para su producción anual (IPA).

PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD aprox. (ton/añual)
ATANOR S.C. A	MUNRO (BS AS)	15.000
RESINAS CONCORDIA S.R. L	CONCORDIA (ENTRE RIOS)	35.000
ARAUCO ARGENTINA S. A	PTO. GRAL. SAN MARTIN (STA FE)	48.000
		98.000

Tabla.2.5. Productores de formaldehido.<sup>13</sup>



En cuanto a la producción de formaldehido a través de información estadística de IPA, se realizó una tendencia de 10 años.

Año	Tonelada
2021	28910
2022	34105
2023	39300
2024	44495
2025	49690
2026	54885
2027	60080
2028	65275
2029	70470
2030	75665
2031	80860

Tabla.2.6. Formaldehido proyectado a 10 años<sup>14</sup>

<sup>13</sup> IPA 2022 y Autor

<sup>14</sup> IPA 2022 y Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 45 de 373

### 2.3.2 PRODUCTORES DEL MTBE

El cuadro siguiente muestra al igual que en el caso anterior, los productores principales, la localización dentro del país, y su capacidad de producción anual.

PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD aprox. (ton/anual)
Y P F S.A	Ensenada (Bs As)	60.000
	Lujan de Cuyo	48.000
CARBOCLOR S.A	Campana (Bs As)	33.000
		141.000

**Tabla.2.7. Producción de MTBE<sup>15</sup>**



La producción del MTBE, cuyos datos se obtuvieron de IPA, se realizó una tendencia de 10 años;

Año	Tonelada
2021	33.536
2022	39.690
2023	45.844
2024	51.998
2025	58.152
2026	64.306
2027	70.460
2028	76.614
2029	82.768
2030	88.922
2031	95.076

**Tabla.2.8. Proyección del MTBE<sup>16</sup>**

<sup>15</sup> IPA 2022 y Autor



<sup>16</sup> IPA 2022 y Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 46 de 373

### 2.3.3 PRODUCTORES DE BIODIESEL

En cuanto a la producción de biodiesel, esta información no fue tomada de informes del IPA, los mismos fueron obtenidos mediante datos de internet del Estado de la industria argentina de biodiesel.

<b>Empresa productora de biodiesel</b>	<b>Localización</b>	<b>Capacidad instalada (ton/añual)</b>
LDC Argentina SA	General Lagos (Santa Fe)	610.000
Renova SA	San Lorenzo (Santa Fe)	480.000
Patagonia Bioenergía SA	San Lorenzo (Santa Fe)	480.000
T6 Industria S. A	Puerto Gral. San Martin (Santa Fe)	480.000
COFCO Argentina S. A	Puerto Gral. San Martin (Santa Fe)	240.000
CARGILL S.A.C. I	Villa Gobernador Gálvez (Santa Fe)	240.000
UNITEC- BIO S. A	Puerto Gral. San Martin (Santa Fe)	240.000
Viluco SA (Grupo Lucci)	Frías (Sgo del Estero)	200.000
Vicentin SAIC	Avellaneda (Santa Fe)	120.000
Molinos Rio de la Plata S.A.	Rosario (Sta. Fe)	120.000
Explora S.A.	Puerto Gral. San Martin (Santa Fe)	120.000
El Albardón S. A	Puerto Gral. San Martin (Santa Fe)	100.000
Diaser S.A.	Parque Industrial San Luis (San Luis)	96.000
ARIPAR	Daireaux(Buenos Aires)	50.000
Cremer Argentina S.A.	Arroyo Seco (Santa Fe)	50.000
Bio Bahía S.A.	Bahía Blanca (Buenos Aires)	50.000
Pampa Bio S.A.	General Pico (La Pampa)	50.000
Rosario Bioenergy S.A.	Roldan (Santa Fe)	50.000
Bio Ramallo S.A.	Ramallo(Buenos Aires)	50.000
Bio Bin S.A.	Junín (Buenos Aires)	50.000
Bio Nogoya S.A.	Nogoya (Entre Ríos)	50.000
Latín Bio S.A.	Arroyo Seco (Santa Fe)	50.000
Bio Corba S.A.	Ramallo(Buenos Aires)	50.000
Refinar Bio	Ramallo (Buenos Aires)	50.000


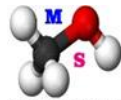
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 47 de 373

Bio Bal S.A.	Ramallo (Buenos Aires)	50.000
Energías Renovables S.A.	Catrilo (La Pampa)	50.000
Advanced Organic Materials S.A.(AOM)	Parque Industrial Pilar (Buenos Aires)	48.000
Diferoil S.A.	General Alvear (Santa Fe)	48.000
Energías Renovables Argentinas S.R.L.	Piamonte (Santa Fe)	24.000
Colalao del Valle S.A.	Los Polvorines (Buenos Aires)	18.000
Soy Energy S.A.	Villa Astolfi (Buenos Aires)	18.000
Héctor Bolzan S.A.	Aldea María Luisa (Entre Ríos)	14.400
Prochem Bio S.A.	Ramallo (Buenos Aires)	12.000
New Fuel S.A.	Villaguay (Entre Ríos)	10.800
B.H. Biocombustibles S.R.L.	Calchaquí (Santa Fe)	10.800
Doble L Bioenergías S.A.	Esperanza (Santa Fe)	10.800
Agro M&G	Saladillo (Buenos Aires)	8.000
Capacidad de Producción Argentina(ton/año) 100%		4.398.800
Capacidad de Producción Provincia de Santa Fe (ton/año) 79%		3.475.052

**Tabla.2.9. Producción Nacional de Biodiesel<sup>17</sup>**

La industria del Biodiesel Argentino ha registrado un importante crecimiento a partir del año 2007. Por el lado del mercado interno, la mezcla obligatoria de gasoil con biodiesel fue la que impulso el desarrollo de esta industria, gracias al Programa Nacional de Biocombustibles que implemento el Gobierno Argentino a partir del año 2010. El mandato de corte surge del artículo N°7 de la Ley 26.093, reglamentada por Decreto 109/07. En la actualidad, el porcentaje de mezcla obligatoria se encuentra en el 10%.


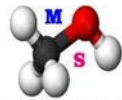
<sup>17</sup> <http://carbio.com.ar/>.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 48 de 373

<b>Año</b>	<b>Tonelada</b>
2021	4992987
2022	5523375
2023	6053763
2024	6584151
2025	7114539
2026	7644927
2027	8175315
2028	8705703
2029	9236091
2030	9766479
2031	10296867

**Tabla.2.10. Producción Nacional de biodiesel<sup>18</sup>.**

<sup>18</sup> Secretaria de Energía y Autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 49 de 373</p>

## 2.4 PRODUCCION TOTAL

Una vez obtenidos los valores de las producciones de los compradores potenciales, se calculó el total de la producción de los tres productos, para de esta manera tener una idea aproximada de la demanda próxima a tener.

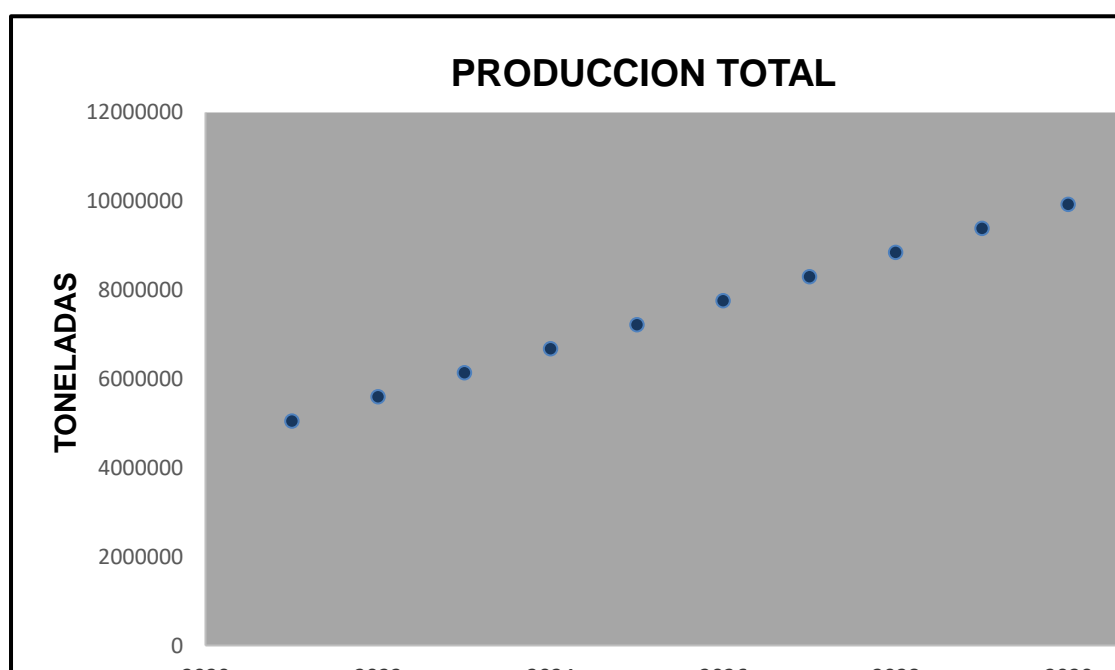




Fig.2.5. Producción Total<sup>19</sup>

Como se puede observar en el gráfico la producción de los potenciales compradores va en ascenso, por lo tanto, al ser estos productos a base de metanol, la demanda de la misma se va a ir incrementando también con el paso de los años.

<sup>19</sup> IPA 2022 y Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 50 de 373



## 2.5. PRECIO DEL METANOL EN EL MERCADO

Con la información obtenida de los informes que brinda el I.P.A, también se puede ver la evolución del precio del metanol.

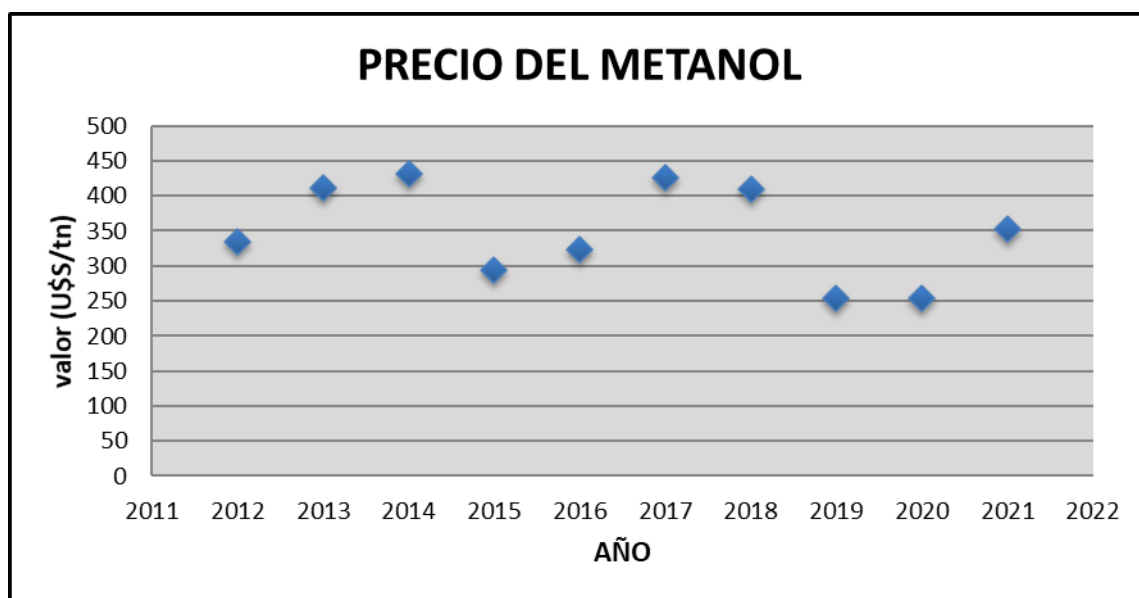
<b>Año</b>	<b>Valor (U\$/ton)</b>
2012	335
2013	411
2014	431
2015	295
2016	324
2017	426
2018	410
2019	254
2020	254
2021	352

**Tabla.2.10. Precio del metanol<sup>20</sup>**

<sup>20</sup> IPA 2022 y Autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 51 de 373</p>

### GRAFICO PRECIO DEL METANOL





**Fig.2.6. Precio del Metanol<sup>21</sup>**

Podemos observar que el precio del metanol en el año 2015 tuvo una caída y luego un crecimiento hasta el año 2017. Posteriormente hasta el año 2019 tuvo nuevamente una caída considerable, debido a la crisis económica que estaba atravesando nuestro país. En el intervalo de los años (2019- 2020) se mantuvo constante y luego se obtuvo un incremento paulatino, debido a la gran crisis económica mundial que se vivió por la pandemia covid-19. Creemos que se irá incrementando el precio del metanol de a poco, entendiendo la reciente reactivación de la industria a nivel mundial.

<sup>21</sup> IPA 2022 y Autor



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 52 de 373

## 2.6 MERCADO COMPETIDOR EN LA ARGENTINA

A continuación, se detallarán las dos plantas competidoras en la producción de metanol;

PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD aprox. (ton/anual)
YPF S.A.	Plaza Huincul (Neuquén)	411.000
ARAUCO ARGENTINA S. A	PTO. GRAL. SAN MARTIN (STAFE)	50.000

Tabla.2.11. Productores de Metanol en la Argentina<sup>22</sup>



### 2.6.1 ANALISIS DEL MERCADO MUNDIAL DEL METANOL

La pandemia de COVID-19 impactó negativamente en la economía mundial, lo que dificulta pronosticar el futuro del mercado debido a las incertidumbres que rodean a la pandemia. El brote expuso varios desafíos para varias industrias. Como la mayoría de los países productores de petróleo estaban bloqueados debido a la pandemia, muchas incertidumbres obstaculizaron el mercado petroquímico, mientras que Arabia Saudita, China y otros importantes productores de petróleo se vieron muy afectados. La industria petroquímica juega un papel clave en la fabricación de varios productos, incluido el metanol. Sin embargo, debido al cierre de estas industrias, el mercado del metanol se vio muy afectado.

A corto plazo, es probable que uno de los principales factores que impulsen el mercado del metanol sea la creciente demanda de combustible a base de metanol. Se prefiere el metanol al combustible de gasolina convencional para reducir las emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. Por lo tanto, el metanol se utiliza como alternativa al combustible convencional en América del Norte y Europa.

Sin embargo, se espera que los impactos peligrosos en la salud debido a la exposición al metanol obstaculicen el crecimiento del mercado.

<sup>22</sup> IPA 2022 y Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 53 de 373

El formaldehído dominó el mercado y se espera que crezca a un ritmo saludable durante el período de pronóstico debido a las crecientes aplicaciones en los sectores de la construcción, la automoción y el cuidado personal.



Asia-Pacífico dominó el mercado mundial con el mayor consumo en China e India.

### **TENDENCIAS DEL MERCADO MUNDIAL DEL METANOL**

Las principales tendencias que determinan el crecimiento del mercado del metanol son:



#### **El formaldehído domina el mercado general de metanol con derivados**

- El metanol se utiliza en gran medida en la fabricación de formaldehído. El formaldehído es el aldehído más simple y el de mayor importancia comercial. Es comúnmente conocido como metanal ( $\text{CH}_2\text{O}$ ).
- El formaldehído incluye una amplia gama de aplicaciones en variados sectores. La combinación de formaldehído con diferentes compuestos da como resultado diferentes productos, como resinas de urea, fenol y melamina-formaldehído (resinas UF, PF y MF), resinas de poliacetal, pentaeritritol, metileno bis (4-fenilisocianato) (MDI), 1,4-butanodiol (BDO) y hexametilentetramina (HMTA).
- Estos productos se utilizan además en la fabricación de diferentes productos aplicables en varios sectores, como la construcción (adhesivos, pinturas y revestimientos, bases para moquetas, adhesivos para madera y capas, paneles de madera, etc.), la automoción (componentes debajo del capó, anticongelantes, sistema de combustible, componentes, pastillas de freno, etc.), productos de consumo (toallas de papel, cosméticos, alfombras, muebles, gabinetes, solventes, etc.) y aplicaciones de atención médica (fabricación de vacunas, fabricación de cápsulas de gel duro, investigación farmacéutica, etc.)
- La región de Asia-Pacífico representa más del 60% del consumo global total de formaldehído, siendo China el líder al consumir la mayor proporción de la producción.

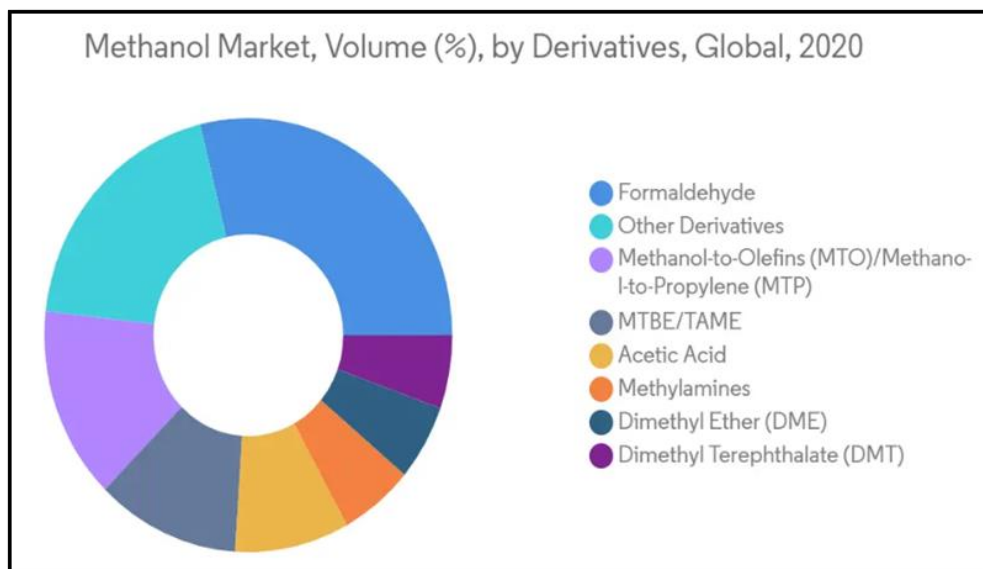
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 54 de 373</p>

El sector de la construcción contribuye con más del 50% del consumo total a nivel mundial.

- Sin embargo, la presencia de formaldehído en el aire, en niveles superiores a 0,1 partes por millón (ppm), puede provocar problemas de salud en los seres humanos, como ojos llorosos, sensación de ardor en los ojos, la nariz y la garganta, tos, sibilancias, náuseas, irritación de la piel, etc. Los niveles más altos de exposición a la concentración de formaldehído pueden provocar enfermedades graves como el cáncer.
- Debido a tales factores, el combustible a base de metanol ha estado impulsando el mercado de metanol a nivel mundial y se estima que el mercado seguirá creciendo durante el período de pronóstico.
- Si bien el formaldehído se utiliza en la fabricación de productos de madera prensada, tableros de fibra, madera contrachapada, pegamentos y adhesivos, la producción de estos productos disminuyó debido al cierre de las instalaciones de fabricación durante la pandemia de COVID-19, lo que redujo aún más el consumo industrial.
- Sin embargo, la tendencia de consumo es creciente en el sector médico ya que el formaldehído se está utilizando para fabricar desinfectantes. Por lo tanto, la demanda de formaldehído es mayor y se espera que sea testigo de un crecimiento equilibrado a nivel mundial.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 55 de 373</p>

## GRAFICO MERCADO MUNDIAL DEL METANOL





**Figura.2.7. Mercado Mundial del Metanol<sup>23</sup>**

## **2.7 LOGISTICA DE TRANSPORTE**

El metanol está considerado como materia peligrosa para el transporte, por lo cual debe cumplir con la legislación vigente para el transporte de sustancias peligrosas. En todas las etapas del transporte y de la distribución, el metanol se debe almacenar con seguridad y manejar responsablemente. Esto reduce al mínimo el riesgo para la población y para el medio ambiente, y preserva la calidad del producto.

Los modos más comunes del transporte a granel del metanol por todo el mundo son por: navío, lancha a remolque, ferrocarril, camión y gasoductos. Los procedimientos y sistemas comprensivos sobre el manejo del producto deben estar en vigencia en todos los puntos de almacenaje y transferencia del mismo.

<sup>23</sup> <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/methanol-market>



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 56 de 373</p>

Al transferir o almacenar metanol, es preferible usar sistemas dedicados exclusivamente. Los sistemas no dedicados deben lavarse con un chorro de agua y ser puestos a prueba antes de utilizarlos, para asegurar la integridad del producto. El equipo se debe marcar claramente indicando que es sólo para el servicio del metanol. Cuando no esté en uso, el equipo debe protegerse contra la contaminación.

El destino del metanol será la importación. En nuestro caso el transporte más efectivo será mediante camiones cisterna, encontrándose sujeto a las mismas precauciones que se le aplican de forma rutinaria al transporte de gasolina.

### **2.7.1 NORMATIVA BÁSICA EN LA ARGENTINA PARA EL TRANSPORTE DEL METANOL**

- ❖ Trabajo y seguridad social. Ley nacional 19.587/72.
- ❖ Reglamentación de la Ley 19.587. Decreto 351/79.
- ❖ Acuerdo Sectorial sobre transporte de mercancías peligrosas en el Mercosur (AM). Decreto 2/94.
- ❖ Reglamento general para el transporte de mercancías peligrosas por carretera (RGTC). Decreto 779/95- Anexo S. Referencia nacional básica.
- ❖ Ley nacional de alcoholes 24.566/95. Fiscalización de los movimientos de Metanol por el Instituto Nacional de Vitivinicultura.
- ❖ Transporte automotor de cargas. Ley nacional 24.653/96. Referencia nacional básica.
- ❖ Curso de capacitación básico obligatorio para conductores (CCBOC). Resolución 110/97 para desarrollar el Decreto 779/95 según lo previsto en su art. 4, d).
- ❖ Transporte automotor de cargas. Decreto 1035/02. Registro único del transporte automotor.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 57 de 373</b></p>



## 2.8 COMPRADOR POTENCIAL (BIODIESEL)

### ¿QUE ES EL BIODIESEL?

Es un combustible renovable integrante del grupo de las bioenergías, sucedáneo del gasoil, producido a partir de la modificación de aceites vegetales o grasas animales, por vía del proceso químico denominado transesterificación. Este proceso requiere además de la presencia de aceites vegetales o grasas animales convenientemente preparada (desgomado), un alcohol liviano anhidro el más usual y eficiente es el metanol y un catalizador el más usado actualmente es el metilato de sodio. Del proceso de transesterificación, surge un éster, el que luego de ser purificado, cumpliendo con una norma de calidad en Argentina es la establecida por la Resolución N° 828/10 de la Secretaría de Energía de la Nación se convierte en biodiesel. Como subproductos del proceso industrial, surgen el glicerol que luego de concentrado y refinado en distintos grados, se convierte en glicerina y ácidos grasos. La cadena de soja representa uno de los pilares de la economía del país, generando en forma directa e indirecta cientos de miles de puestos de trabajo, valor agregado, ingreso de divisas e importantes recursos fiscales. El desarrollo de nuevos eslabones de agregado de valor es estratégico, además de generar más empleo diversifica nuestras exportaciones y el destino de las mismas, las industrializa y genera mejores valores para todo el complejo.

El biodiesel es uno de ellos, generando enormes inversiones en los últimos 6 años. Ante las restricciones impuestas por Europa a nuestro biodiesel, la industria llegó a trabajar en el año 2013 a 140% de su capacidad, sobre todo en las plantas de mayor capacidad de producción.

Esto generó una enorme pérdida de valor para toda la cadena, pero las medidas tomadas a partir de mayo del 2014 de rebaja de la alícuota del derecho de exportación de biodiesel que favorecieron las exportaciones, más el aumento del corte obligatorio en el mercado interno al 10%, redundaron en una recuperación de la producción de biodiesel que permitió mayor ingreso y ahorro de divisas debidas a un aumento sustancial de los precios relativos del aceite y poroto de soja, y sustitución de importaciones de gasoil.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 58 de 373</p>

Este efecto muestra la enorme importancia de sostener políticas que permitan agregar valor a la cadena sojera como una de las principales fuentes de ingresos a nuestro país. La baja del precio internacional del petróleo ha causado nuevamente una caída de las exportaciones a mercados discretos que se convirtieron en el principal destino luego de la caída del mercado europeo. Es fundamental contar con firmes políticas ante la OMC y otros organismos contra medidas de restricciones al comercio de productos elaborados, para poder continuar con una política agroexportadora con “Valor Agregado en Origen”.



### **Evolución de la Producción de Biodiesel en la Argentina**

La producción de biodiesel se recuperó en un 54% en 2021 tras los magros resultados obtenidos en 2020.

La producción de biodiesel en 2021 se ubicó en 1,7 Mt, recuperando parte de lo perdido en 2020. La exportación fue clave, ya que las ventas al corte en el mercado interno se mantienen muy afectadas por el esquema regulatorio actual.

En sintonía con lo comentado en el Informativo Semanal N° 2.044, la industria del biodiesel viene soportando altibajos en su desempeño productivo debido a diversos factores, entre los cuales se encuentra principalmente, los recurrentes cambios regulatorios introducidos por el Gobierno Nacional desde 2012 a la fecha. Tal situación se presenta, en contraposición al gran desarrollo que permitió a nivel sectorial y de agregado de valor la Ley N° 26.093 denominada “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles”. En este sentido, se promovieron inversiones para la instalación de una capacidad productiva de alrededor de 2 Mt de biodiesel destinadas a abastecer el mandato en el mercado interno, y otra cantidad similar, para atender el comercio internacional.

En el siguiente cuadro, se observa la evolución de la producción de biodiesel, las ventas al corte en el mercado interno y las exportaciones de esta actividad integrante del sector energético, desde el año 2010 a la actualidad. Entre el período 2010-2015 se registraron algunos traspiés en materia productiva, aunque con un promedio destacable para el período de



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 59 de 373</b></p>

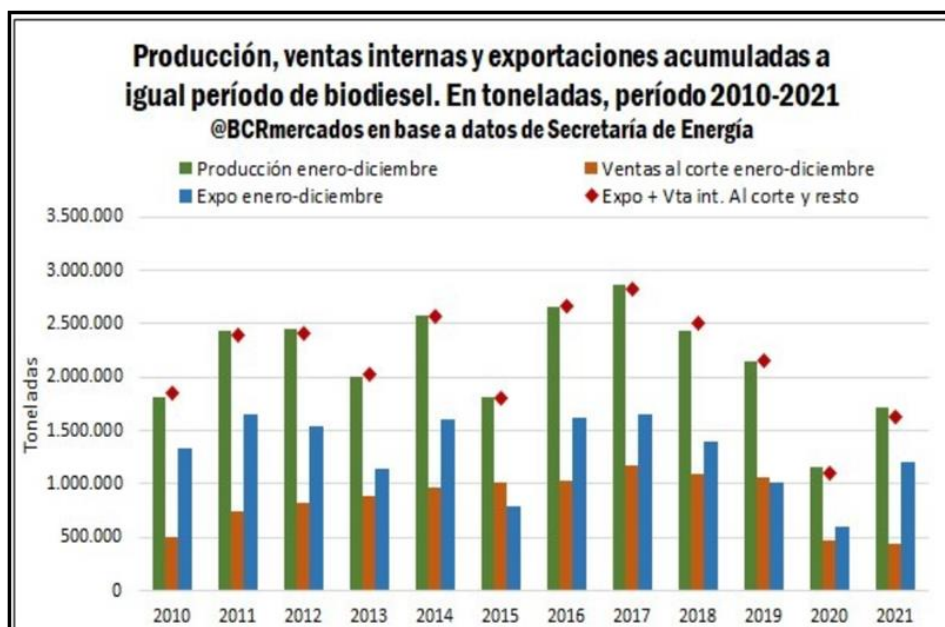
2,1 Mt de biodiesel, remarcando un récord para dichos años de 2,58 Mt en 2014 y un posterior mínimo de producción de 1,8 Mt en el año 2015. Respecto al volumen de ventas al corte en el mercado interno, se mantuvieron al alza año tras año lo cual fue clave para dinamizar la producción.

No obstante, los problemas de colocación del biodiesel en el mercado externo fueron las principales limitaciones para sostener la producción al alza, ante políticas antidumping implementadas fundamentalmente por el mercado europeo. En este sentido, tras alcanzar exportaciones por 1,6 Mt en 2012, se obtuvo una caída del 50% al año 2015 con despachos al exterior por solo 0,78 Mt respectivamente.

Luego, si se considera el período 2016-2019, en los primeros dos años se registró un repunte importante de las exportaciones y, en consecuencia, de la producción de biodiesel que alcanzó un récord histórico de 2,87 Mt en el año 2017. Dicha situación, se encontró en consonancia con una fuerte demanda externa por parte de Estados Unidos al cual se le vendieron nada menos que 1,4 Mt, es decir, el 80% del total exportado en dicho año (1,65 Mt). Asimismo, se agrega un récord en materia de ventas en el mercado doméstico (1,1 Mt) para satisfacer el corte del 10% en gasoil. Mientras que de cara al año 2019, las exportaciones registraron una baja del 37,5% respecto al récord de 2017 ante la ausencia de compras desde Estados Unidos desde 2018, derivadas de la aplicación por parte de este país, de derechos especiales anti-dumping y anti-subsidios. Con Países Bajos siendo un destino que se comenzó a consolidar como el principal foco de exportación hasta la actualidad. A su vez, se remarca que Perú también aplicó una sanción similar a la aplicada por la UE, para el biodiesel argentino, cerrando ese mercado, que llegó a explicar cerca de un 10 % del share de mercado del biodiesel exportado.





 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 60 de 373</p>



**Fig.2.8 Producción. Ventas internas y exportaciones de biodiesel<sup>24</sup>**

Luego, en los dos últimos años entre 2020 y 2021, la situación para el biodiesel se convirtió realmente compleja. Con el advenimiento de la pandemia por COVID-19 en 2020, disminuyó fuertemente el consumo de combustibles a nivel local e internacional, con lo cual afectó la demanda de biodiesel para corte en gasoil en general. A lo cual se añade que, en el mercado local, se estima que el porcentaje de corte en gasoil no se cumplió de acuerdo con la legislación vigente de dicho momento sumado al atraso en los precios de referencia establecidos por la Secretaría de Energía. Estos factores condujeron a alcanzar un magro resultado productivo de 1,1 Mt en 2020, aunque destacando una recuperación posterior del 54% en 2021 hasta 1,7 Mt. En el último año, sin la prórroga de la Ley 26.093 se estableció un nuevo marco regulatorio (Ley 27.640) que disminuyó el corte mínimo de gasoil en el mercado interno de 10% al 5% con la posibilidad de disminuirse al 3% para el caso del biodiesel. Claramente, esta situación no coadyuvó a potenciar la producción para abastecer al mercado interno con ventas locales que se ubicaron en mínimos desde el comienzo del

<sup>24</sup> <https://www.agrositio.com.ar/noticia/222201-la-produccion-de-biodiesel-se-recupero-en-un-54-en-2021-tras-los-magros-resultados-obtenidos-en-2020>

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		<b>INTEGRANTES:</b> Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com		 <b>METANOL DEL SUR</b>			
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>					
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot		<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick		<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan		<b>Fecha:</b> 10/02/23		Página 61 de 373	

desarrollo de la industria. Favorablemente, la exportación a Países Bajos se encuentra sólida ante el acuerdo firmado entre Argentina y la Unión Europea (UE) en 2019, lo cual nos garantiza la colocación de 1,2 Mt anuales. De esta forma, al momento actual no hay un gran margen para aumentar la producción de forma sostenida de cara al futuro frente al esquema planteado anteriormente.

Si se analiza el rol de las diferentes provincias en materia productiva de biodiesel, destaca fuertemente la provincia de Santa Fe con una participación del 84% del total producido en el año 2021. Dicho guarismo es un máximo desde el año 2012, aunque se logra observar que la producción provincial se encuentra por debajo del año 2019. En este sentido, destaca la menor elaboración de biodiesel en la provincia de Buenos Aires que se ubicó en 0,18 Mt en 2021, es decir, levemente por debajo del fatídico año 2020 y representando una caída del 44% en la producción respecto al año 2019.

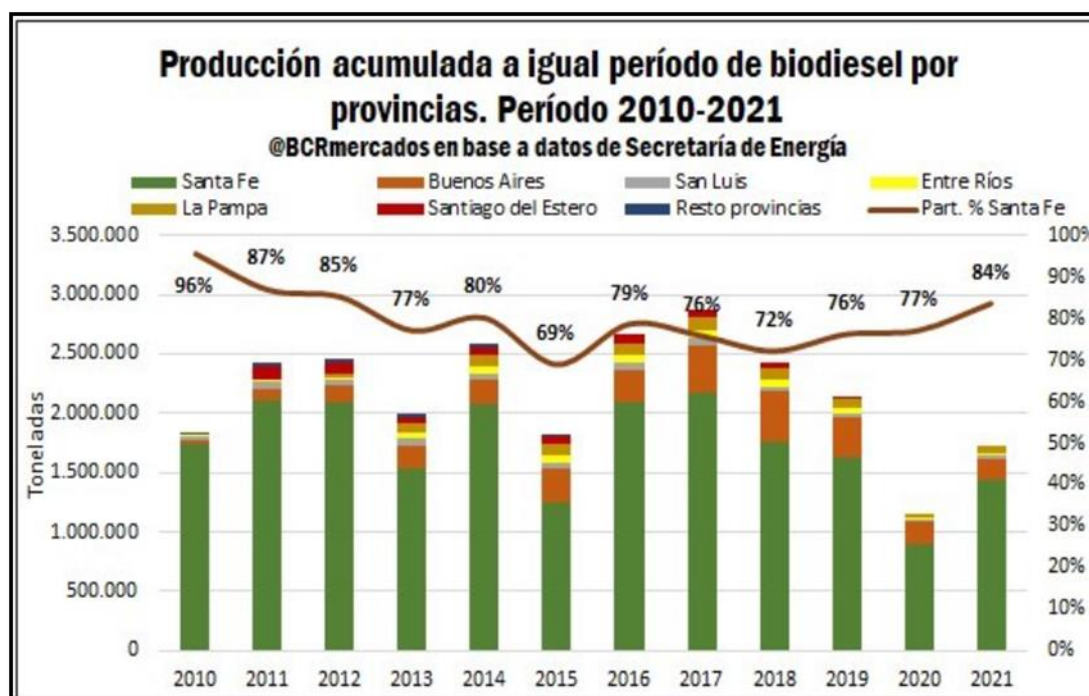




Fig.2.9. Producción acumulada a igual periodo de biodiesel por provincias<sup>25</sup>.

<sup>25</sup> <https://www.agrositio.com.ar/noticia/222201-la-produccion-de-biodiesel-se-recupero-en-un-54-en-2021-tras-los-magros-resultados-obtenidos-en-2020>

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 62 de 373</p>

Por otro lado, al analizar la situación de las fábricas productoras de biodiesel, los cambios regulatorios del último año se encontraron fuertemente en contra del desempeño del sector en general, aunque especialmente de las pequeñas y medianas empresas que abastecen el mercado doméstico.

En el siguiente gráfico, se puede observar la participación en la producción de las principales cinco empresas respecto al total y se vislumbra una tendencia al alza desde 2020 y alcanzando nada menos que el 70% en el año 2021. Es importante destacar que las empresas que abastecen las ventas al corte en el mercado local tienen prohibido por ley, abastecer el mercado externo, al tiempo que las vinculadas a la exportación no tienen cupos asignados para vender al corte en el mercado local. En este sentido, la baja en el corte de gasoil está afectando la demanda interna y las posibilidades de producción de las empresas enfocadas en el mercado doméstico que no pueden dirigirse a la exportación.

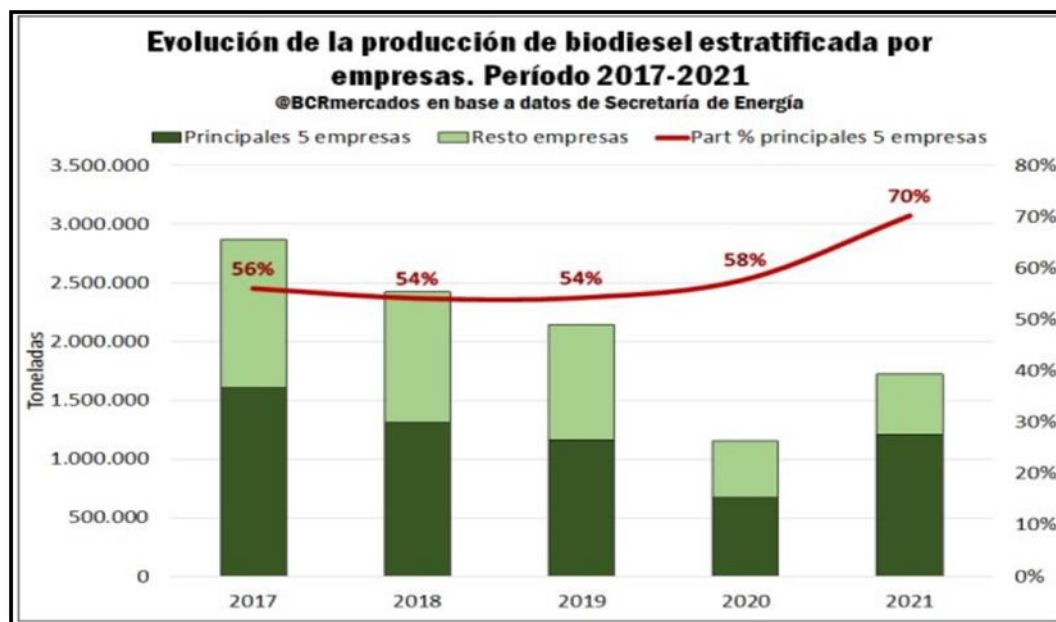


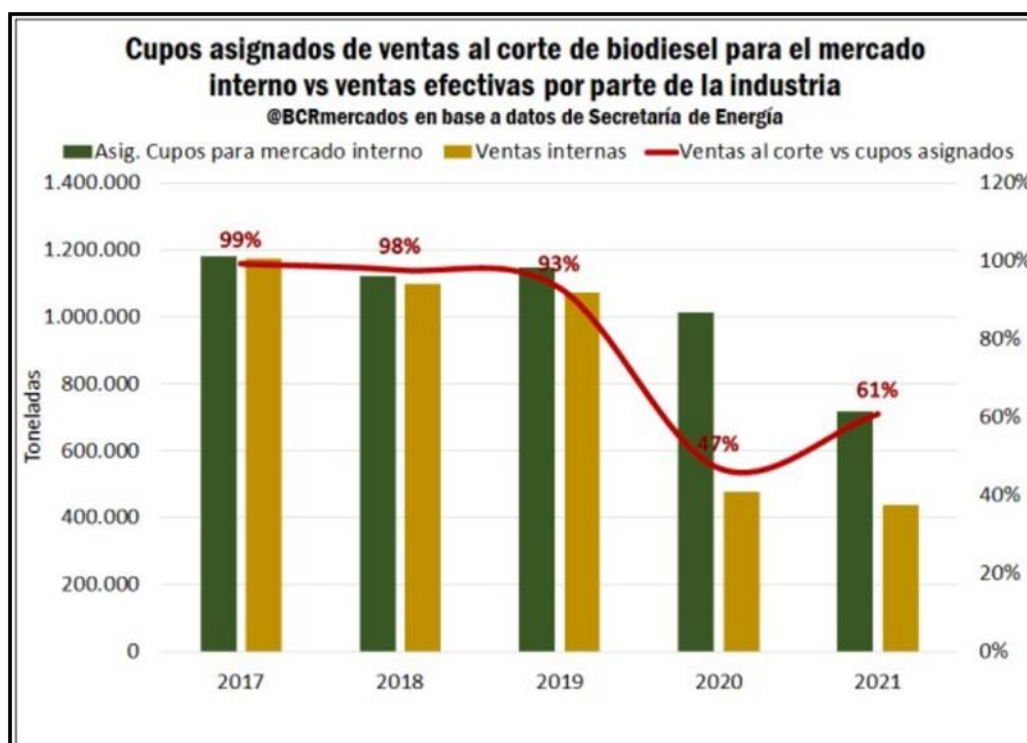


Fig. 3. Evolución de la producción de biodiesel estratificada por empresas<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> <https://www.agrositio.com.ar/noticia/222201-la-produccion-de-biodiesel-se-recupero-en-un-54-en-2021-tras-los-magros-resultados-obtenidos-en-2020>.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 63 de 373



Asimismo, en el siguiente gráfico se observan los volúmenes de cupos asignados por la Secretaría de Energía a las empresas que operan en el mercado local y las ventas internas realizadas por dicho grupo de empresas. Entre el año 2017 y 2019 se observa que las ventas internas se correspondieron con los cupos asignados al conjunto de fábricas. No obstante, en 2020 se asignaron cupos por 1 Mt, mientras que las ventas internas solo se ubicaron en 0,477 Mt, lo cual indica una gran dispersión entre ambos valores.



**Fig.3.1 Cupos asignados de venas al corte de biodiesel para el mercado interno<sup>27</sup>**

Al tiempo que, en 2021, se recortaron los cupos asignados para ventas al corte ante la baja de los mandatos obligatorios de biodiesel en combustibles. A su vez, si se observan las ventas efectivas se mantuvieron muy estables y no se pudo cubrir dicho cupo por partes de las compañías, las cuales registran menos volúmenes de producción respecto a los últimos años.



<sup>27</sup> <https://www.agrositio.com.ar/noticia/222201-la-produccion-de-biodiesel-se-recupero-en-un-54-en-2021-tras-los-magros-resultados-obtenidos-en-2020>

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 64 de 373

En este sentido, en el siguiente cuadro se puede observar la situación productiva por empresas. Del total de 32 empresas que produjeron biodiesel en 2021, salvo Patagonia Bioenergía el resto de las empresas registró un volumen producido por debajo del promedio alcanzado entre 2017-2019. A su vez, se logra destacar que las fábricas de menor tamaño que producen menos de 50.000 toneladas anuales fueron muy perjudicadas, registrando caídas en las producciones superiores al 40% en la mayoría de los casos. En este sentido, los recientes cambios regulatorios que modificaron el corte obligatorio en biodiesel obligaron a recortar fuertemente la producción, sumado a que en 2020 los precios fijados internamente perjudicaron los márgenes de rentabilidad y las posibilidades de producción con dichos valores.

<b>Empresas</b>	<b>Produc. Prom 2017-2019</b>	<b>Produc. 2021</b>	<b>2021 vs prom 2017-2019</b>
PATAGONIA BIOENERGIA S.A.	221.949	311.998	40,6%
T 6 INDUSTRIAL S.A.	325.638	311.646	-4,3%
L.D.C. S.A.	361.499	307.881	-14,8%
RENOVA S.A.	325.378	153.930	-52,7%
CARGILL S.A.	126.013	124.374	-1,3%
COFCO ARGENTINA S.A. (EX NOBLE ARGENTINA S.A.)	109.417	105.105	-3,9%
EXPLORA S.A.	57.022	43.669	-23,4%
ENERGÍA RENOVABLE S.A.	43.598	32.345	-25,8%
ADVANCED ORGANIC MATERIALS S.A.	43.365	27.152	-37,4%
UNITEC BIO S.A.	59.889	26.164	-56,3%
DIASER S.A.	49.374	25.292	-48,8%
BIO RAMALLO S.A.	42.055	22.914	-45,5%
PAMPA BIO S.A.	47.747	22.558	-52,8%
ARIPAR S.A.	45.646	22.108	-51,6%
BIOCORBA S.A.	41.083	21.942	-46,6%
REFINAR BIO S.A.	41.397	21.688	-47,6%
BIOBAL ENERGY S.A.	41.396	21.579	-47,9%
ROSARIO BIOENERGY S.A.	49.732	17.054	-65,7%
BIO NOGOYA S.A.	42.578	16.725	-60,7%



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 65 de 373


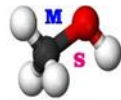
BIOBAHIA S.A.	45.567	16.616	-63,5%
BIOBIN S.A.	45.959	16.339	-64,4%
CREMER Y ASOCIADOS S.A.	46.329	8.843	-80,9%
ESTABLECIMIENTO EL ALBARDON S.A.	49.766	8.245	-83,4%
ENERGÍAS RENOVABLES ARGENTINA S.A.	18.957	7.768	-59,0%
DOBLE L BIOENERGIAS S.A.	6.710	7.285	8,6%
COLALAO DEL VALLE S.A.	15.121	5.427	-64,1%
LATINBIO S.A.	44.580	4.322	-90,3%
DIFEROIL S.A.	42.636	4.241	-90,1%
SOYENERGY S.A.	15.019	3.280	-78,2%
AGRO M Y G S.A.	6.440	2.436	-62,2%
HÉCTOR A. BOLZAN Y CÍA. S.R.L.	10.115	1.630	-83,9%
NEW FUEL S.A.	3.678	1.112	-69,8%
BH BIOCOMBUSTIBLES S.R.L.	8.735	0	-100,0%
ENERGÍAS RENOVABLES ARGENTINA S.R.L.	8.265	0	-100,0%
VILUCO S.A.	46.231	0	-100,0%

**Fig.3.2 Producción de biodiesel por empresas<sup>28</sup>.**

Por último, la Bolsa de Comercio de Rosario junto con las otras bolsas del país emitió esta semana un comunicado de prensa indicando los problemas que han surgido del conflicto bélico entre Rusia y Ucrania en los mercados energéticos, especialmente gas y petróleo. Estimaciones de consultoras especializadas calculan que, a valores actuales de energía, Argentina podría llegar a importar aproximadamente 13.500 millones de dólares durante el 2022 entre GNL, gas de Bolivia, gasoil y fuel oil para usinas y transporte, y naftas para vehículos. La agroindustria argentina está en condiciones de responder a este importante desafío a través de una sustitución rápida de importaciones de combustibles utilizando los biocombustibles. Nuestro país puede alcanzar 3,9 millones de toneladas de producción de biodiesel, concentradas principalmente en la provincia de Santa Fe, donde se integran con las empresas de molienda de soja.

En la actualidad, este importante sector industrial tiene casi un 60% de capacidad productiva ociosa. Los estándares vigentes para la producción de biodiesel establecidos para un corte del 10% y las experiencias en su uso puro, muestran el potencial técnico del

<sup>28</sup> <https://www.agrositio.com.ar/noticia/222201-la-produccion-de-biodiesel-se-recupero-en-un-54-en-2021-tras-los-magros-resultados-obtenidos-en-2020>

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 66 de 373

producto para sustituir al gasoil en el transporte. Incluso se cuenta con experiencias exitosas del uso del biodiesel puro B100 en flotas de camiones y buses de transporte de pasajeros. En este sentido, incrementar la utilización de fuentes de energía renovables producirá beneficios para el medio ambiente y la salud humana.

Por estas y otras razones, las Bolsas de Cereales y de Comercio han propuesto a las autoridades nacionales establecer por norma que, más allá del corte obligatorio vigente del 5%, las empresas mezcladoras puedan usar biodiesel hasta un máximo del 20%. Este adicional deberá ser consecuencia de mercado libre de oferta y demanda en la que podrán participar todas las empresas productoras de biodiesel registradas en Argentina, de manera de asegurar el abastecimiento en las mejores condiciones posibles de calidad y precio para el consumidor.

A modo de conclusión, se remarca el perjuicio que se le hizo a la industria de biodiesel santafesina con los cambios regulatorios implementados en 2021, considerando que casi el 80% de la capacidad instalada argentina se encuentra en dicha provincia. Los volúmenes producidos se vieron afectados en la mayoría de los casos y fundamentalmente en las fábricas de menor tamaño, que se encuentran cautivas del mercado interno y sin posibilidad de colocar su producción en el exterior. De esta forma, el esquema actual es un gran golpe para la cadena de valor soja debido al impacto productivo que se registra en la producción de biodiesel, un producto industrial que agrega valor a la producción primaria de la oleaginosa y al principal complejo agroindustrial de exportación de nuestro país



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 67 de 373
---	--	---	------------------------	------------------



**Datos Estadísticos:**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Albania	0	0	0	0	0	0	5.250	0	0	0	0	0
Alemania	0,01	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Australia	0	0	0	0	0	0	25.500	25.949	0	0	0	0
Bélgica	0	15.139	29.050	38.796	54.000	76.990	28.780	0	0	0	0	90.000
Brasil	0	0	6.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canadá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86.000
Chile	0	28	29	28	0	0	0	0	0	0	0	0
China	0	0	2.470	0	0	3.500	0	0	0	0	0	0
Colombia	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corea	0	0	0	0	0	0	0	14.500	0	0	0	0
Costa de Marfil	0	0	0	0	0	0	0	30.000	0	0	0	0
Dinamarca	0	0	0	0	0	0	0	785	0	0	0	0
EE.UU	112.339	560.726	45.600	0	0	0	413.583	159.123	593.501	1.473.921	969.328	0
España	21	85	323.600	568.479	890.039	869.439	270.500	389.974	6.250	0	90.000	0
Francia	0	4.250	8.020	0	2.000	0	0	0	0	0	0	0
Italia	0	11.000	55.502	207.638	383.849	74.176	0	0	0	0	0	0
Malta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	235.091	438.909
México	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Países Bajos	49.773	96.386	667.151	488.583	158.821	366.650	172.346	61.000	0	0	313.000	769.810
Panamá	0	0	0	0	0	0	0	0	10.170	6.800	0	0
Paraguay	358	50	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perú	0	0	10.250	54.753	193.166	166.645	197.606	251.723	164.305	145.543	42.700	16.200
Posic. Britan.	0	0	0	0	0	0	0	376.060	14.000	0	0	0
Puerto Rico	0	0	0	0	0	0	31.494	30.000	0	0	0	0
Reino Unido	0	0,02	0	0	0	0	0	248.580	0	0	0	0
Suecia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
Taiwán	0	0	0	0	0	0	4.200	5.000	0	0	0	314
Uruguay	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL (Tns)</b>	<b>162.491</b>	<b>687.664</b>	<b>1.148.448</b>	<b>1.358.478</b>	<b>1.681.876</b>	<b>1.557.399</b>	<b>1.149.259</b>	<b>1.602.694</b>	<b>788.226</b>	<b>1.626.264</b>	<b>1.650.119</b>	<b>1.401.317</b>
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>133.055.968</b>	<b>842.294.036</b>	<b>910.777.171</b>	<b>1.218.670.665</b>	<b>2.076.489.779</b>	<b>1.774.104.053</b>	<b>987.523.134</b>	<b>1.244.290.611</b>	<b>486.704.372</b>	<b>1.175.757.653</b>	<b>1.224.125.638</b>	<b>977.650.693</b>

**Tabla.2.12 Exportaciones Argentinas de Biodiesel por destino. En toneladas<sup>29</sup>.**

<sup>29</sup> Informe Biocombustible (enero 2022). Secretaria de Energía.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 68 de 373

		Paises Bajos	Taiwán	TOTAL
<b>TOTAL 2020</b>	TONELADAS	596.892	313	<b>597.205</b>
	DÓLARES	471.434.358	278.589	<b>471.712.947</b>



**Tabla. 2.13. Exportaciones Argentinas de Biodiesel por destino. En toneladas Año 2020<sup>30</sup>**

		Paises Bajos	España	Taiwán	Brasil	Bélgica	TOTAL
Enero	TONELADAS	58.500	0	0	0	0	58.500
	DÓLARES	53.217.000	0	0	0	0	53.217.000
Febrero	TONELADAS	90.000	0	0	0	0	90.000
	DÓLARES	89.935.000	0	0	0	0	89.935.000
Marzo	TONELADAS	70.571	48.000	313	0	0	118.884
	DÓLARES	70.923.271	45.633.000	348.694	0	0	116.904.965
Abril	TONELADAS	0	0	0	0	0	0
	DÓLARES	0	0	0	0	0	0
Mayo	TONELADAS	141.793	0	0	0	0	141.793
	DÓLARES	171.771.321	0	0	0	0	171.771.321
Junio	TONELADAS	169.289	0	0	0	0	169.289
	DÓLARES	197.620.410	0	0	0	0	197.620.410
Julio	TONELADAS	210.528	0	0	0	0	210.528
	DÓLARES	288.051.783	0	0	0	0	288.051.783
Agosto	TONELADAS	127.091	19.704	0	0	0	146.795
	DÓLARES	175.422.500	27.113.712	0	0	0	202.536.212
Septiembre	TONELADAS	93.752	0	0	0	0	93.752
	DÓLARES	128.199.946	0	0	0	0	128.199.946
Octubre	TONELADAS	170.000	0	0	29	0	170.029
	DÓLARES	229.781.400	0	0	38.453	0	229.819.853
Noviembre	TONELADAS	25.000	0	0	0	0	25.000
	DÓLARES	33.312.000	0	0	0	0	33.312.000
Diciembre	TONELADAS	20.000	0	0	0	25.000	45.000
	DÓLARES	27.510.000	0	0	0	32.800.000	60.310.000
<b>TOTAL</b>	TONELADAS	1.176.524	67.704	313	29	25.000	1.269.570
	DÓLARES	1.465.744.631	72.746.712	348.694	38.453	32.800.000	1.571.678.490

**Tabla.2.14. Exportaciones Argentinas de Biodiesel por destino. En toneladas. Año 2021<sup>31</sup>**

<sup>30</sup> Informe Biocombustible (enero 2022). Secretaria de Energía.

<sup>31</sup> Informe Biocombustible (enero 2022). Secretaria de Energía.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 69 de 373

## 2.9 TENDENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

Según los datos obtenidos se graficó la producción de biodiesel con una tendencia de 10 años, la ecuación que nos ayudó a realizar esta tendencia es una ecuación lineal, que a nuestro criterio fue la que mejor se ajustó con los datos ya dados.

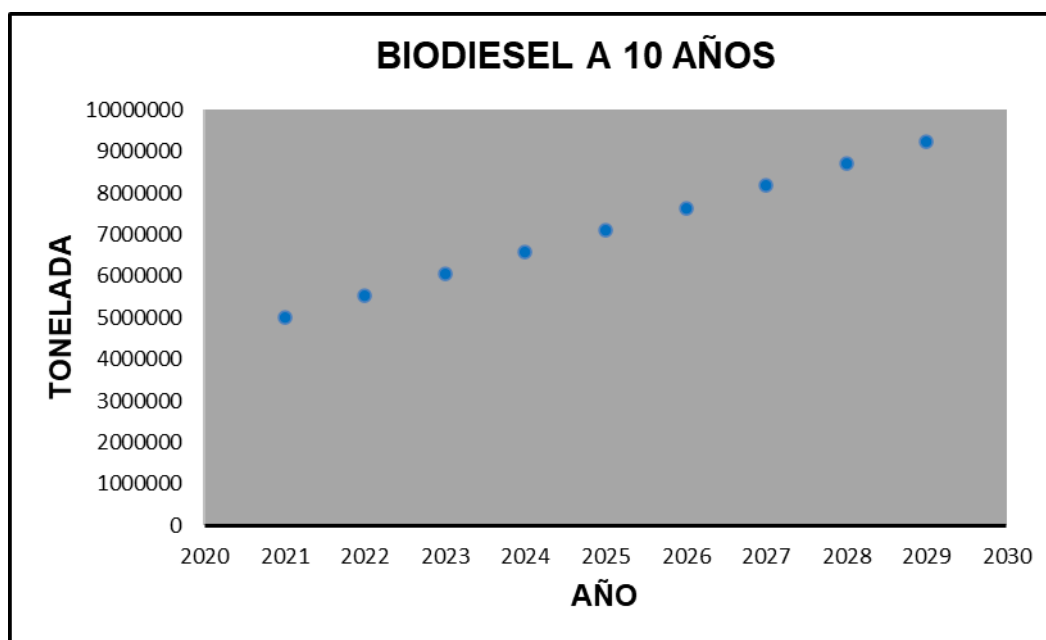




Fig.3.3 Tendencia de producción de biodiesel a 10 años<sup>32</sup>

## 2.10 MARCO REGULATORIO PARA EL BIODIESEL

Mediante la resolución 1/2021 de la Ley N°26.093 (Régimen de Regulación y Promoción para la producción y Uso Sustentables de Biocombustibles). Se resuelve lo siguiente:

**Artículo 4** :Sustituyese transitoriamente, para los meses de enero, febrero y marzo de 2021, la proporción obligatoria de biodiesel en su mezcla con el total del volumen del combustible fósil gasoil establecida por el Artículo 7° de la Resolución N° 1.283 de fecha 6 de septiembre de 2006 y el Artículo 3° de la Resolución N° 660 de fecha 20 de agosto de 2015, ambas de la ex SECRETARÍA DE ENERGÍA del ex MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS, la cual queda establecida para dichos períodos en

<sup>32</sup> IPA 2022 y Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 70 de 373

CINCO POR CIENTO (5%), SEIS COMA SIETE POR CIENTO (6,7%) y OCHO COMA CUATRO POR CIENTO (8,4%), respectivamente, retomando a partir del mes de abril de 2021 el DIEZ POR CIENTO (10%) de mezcla obligatoria establecido por las normas precitadas.

## 2.11 MERCADO PROVEEDOR DE LA MATERIA PRIMA

Nuestras dos materias primas principales para la producción de metanol serán:

- ✓ Nafta Virgen
- ✓ Vapor de Agua

La Nafta virgen que se necesite para la producción de metanol, será abastecida por CIPH y NAO quedando ambas plantas en Plaza Huincul provincia del Neuquén.



El agua será abastecida una parte por el EPAS y otra por un sistema de bombeo particular del cual se extraerá agua del río.

Datos de la Nafta Virgen:

<b>NAFTA VIRGEN</b>					
	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>Producción</b>	1.793.830	1.498.244	1.502.189	1.547.818	1.738.142
<b>Consumo</b>					
<b>Petroquímico</b>	945.356	686.225	802.216	830.245	872.340
<b>Otros consumos</b>	613.665	524.019	463.984	129.749	523.738
<b>Exportación</b>	234.809	288.000	235.989	587.824	342.064
<b>Precio Exportación (U\$\$/t)</b>	463	598	472	364	565
<b>Otros cortes de nafta sin terminar</b>					
<b>Producción</b>	330.000	284.666	298.593	489.370	499.378
<b>Exportación</b>	242.027	265.283	252.780	424.100	451.022
<b>Precio</b>	469	578	698	345	623

**Tabla.2.15 Datos de Nafta Virgen<sup>33</sup>**

<sup>33</sup> IPA2022 y Autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 71 de 373</b></p>

Debemos tener en cuenta que también contamos con una potencial fuente de abastecimiento de Nafta Virgen, ubicada también en Plaza Huincul, y que, si bien hoy en día no se encuentran en actividad por cuestiones de diversos conflictos político-financieros, cuentan con el equipamiento necesario para generar entre otros productos, la materia prima de nuestro interés.

### **MARCO REGULATORIO PARA LA GENERACION DE PROYECTOS PROVINCIALES.**

Para promover proyectos de interés provincial en los parques industriales, la provincia, decreto la ley 378, que fomenta la inversión en el sector y da ciertos beneficios a dichas empresas.

Algunos artículos relevantes de esta ley son:



**Artículo 6°** Considérense industrias nuevas a los fines de la presente Ley, aquellas que no existan en la Provincia y que se dediquen a la obtención, transformación o terminación de productos que no hayan sido hasta ahora extraídos, elaborados o terminados en el territorio provincial. Asimismo, se considerarán industrias nuevas aquellas que resulten así de la ampliación de las actividades de una fábrica o establecimientos ya existentes.

En todos los casos la industria nueva deberá tender a un mejor y más intenso aprovechamiento de las posibilidades locales, a la promoción económica social de la región y a la armonización de los factores de producción industrial, con los resultados de la política turística y de fomento hotelero que en su consecuencia se promuevan.

**Artículo 7°** Los que propongan nuevas industrias, creación de nuevas fuentes de trabajo, o radicación de capitales, deberán constituir domicilio legal dentro del territorio de la Provincia, sometiéndose a su jurisdicción.

**Artículo 8°** Los proponentes a que se refiere el artículo anterior se comprometerán a:

a) Utilizar preferentemente materias primas producidas en la Provincia del Neuquén, siempre que las mismas ofrezcan igualdad de precio y calidad con las de otras provincias o del extranjero;

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 72 de 373</b></p>

b) Tomar preferentemente personal radicado en la Provincia, con una residencia anterior inmediata de seis (6) meses como mínimo; en el caso de los técnicos emplear preferentemente argentinos nativos o naturalizados;

c) Aceptar las inspecciones técnicas y contables que disponga el Gobierno provincial a través del Consejo de Planificación Provincial.

**Artículo 13** Los proponentes que sean aceptados y con los cuales se celebre el convenio indicado en las normas precedentes, ajustándose al estricto cumplimiento de sus obligaciones, podrán gozar de todos o algunos de los beneficios que a continuación se indican:

a) Exención de impuestos provinciales, ordinarios, de emergencia o especiales y cualquier otro gravamen creado o a crearse, por los plazos, porcentajes y/o montos que se especifiquen en el convenio;

b) Exención de gravámenes sobre los actos jurídicos relativos a la constitución y/o inscripción de las sociedades, asociaciones y/o entidades que realicen la propuesta;



c) Exención de gravámenes fiscales de sellado y/o tasas provinciales, patentes y contribuciones en el territorio de la Provincia, siempre por los plazos, montos y/o porcentajes que se expresen en el convenio;

d) Donación con acuerdo de la Honorable Legislatura, o venta a precio fiscal, de la tierra pública, cuando ella fuera indispensable para el establecimiento de la industria, fuente de trabajo o radicación de capitales;

e) Compromiso por parte del Gobierno provincial de no autorizar, durante un plazo determinado, la radicación en la provincia de otra industria o fuente de trabajo similar con iguales beneficios, salvo que las condiciones del mercado lo justifiquen;

f) Asesoramiento técnico a los proponentes a través del Consejo de Planificación Provincial;

g) Compromiso a facilitar el agua indispensable para uso y consumo industrial, con arreglo a las leyes de la materia y conforme a las posibilidades de entrega de la misma;

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 73 de 373</b></p>

h) Construcción de caminos de acceso y comunicación o contribución a la conservación de los construidos por el proponente;

i) Compromiso a facilitar y proveer de energía necesaria a tarifa preferencial;


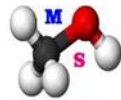
j) Compromiso a gestionar ante las municipalidades de la Provincia y el Gobierno nacional, medidas favorables a las industrias promovidas;

k) Compromiso de preferencia en toda licitación para la provisión o ejecución de obras públicas, de los productos obtenidos en el establecimiento industrial promovido, siempre que ellos ofrezcan iguales condiciones de calidad y precio a los de fuera del ámbito provincial. No están comprendidas en las exenciones impositivas mencionadas en el presente artículo, las tasas por retribución de servicios municipales, contribuciones de mejoras, impuestos de acción social y regalías mineras. Con todo esto se puede ver que la ley provincial se compromete a asegurar suministros de energía y agua a precios preferenciales, así también proveer los caminos necesarios para el acceso a la planta entre otros beneficios.

## 2.12 ANÁLISIS FODA

**Fortalezas:** Nuestra principal fortaleza, es la poca competencia que tenemos en cuanto a oferta de nuestro producto, debido a que las dos plantas argentinas que producen metanol exportan gran parte de su producción, mientras que nuestro principal objetivo es abastecer al mercado interno. Otra de las grandes fortalezas es que obtendremos el abastecimiento interno con una tecnología innovadora, a través de nafta virgen obtenida de YPF CIPH. También los insumos importantes para nuestra producción no están tan alejados de la locación de nuestra planta productora.


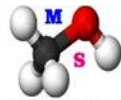
**Oportunidades:** Una de las grandes oportunidades es el abastecimiento interno de metanol, seremos innovadores en la producción de metanol a través de nafta virgen obtenida de YPF y pensando a futuro, en la medida que se reactive la producción de Petrolera Argentina S.A., también será potencial proveedor. La tendencia de crecimiento en el mercado de biodiesel dará lugar a un gran consumo de metanol para su producción por lo que representará una oportunidad para abastecer dicho sector petroquímico. También contamos con un marco

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 74 de 373

regulatorio Provincial que tiene como fin promover proyectos de interés provincial en los parques industriales, fomentando la inversión en el sector pudiendo obtener grandes beneficios.

**Debilidades:** Podemos considerar como debilidad, el hecho de tener que trasladar la nafta virgen desde Plaza Huincul a Senillosa. La adición de una etapa al proceso convencional de producción de metanol conllevará a una mayor inversión inicial, mayor necesidad de control en el proceso y mayor mantenimiento comparado a nuestros competidores. Otra debilidad será una posible disminución de producción en los meses de verano debido a los bajos caudales que se han registrado en el río en los últimos años, lo que nos dificultaría la obtención de la cantidad de agua necesaria para el proceso, teniendo en cuenta que la población es prioridad de abastecimiento para el consumo humano.



**Amenazas:** Son aquellas que puedan atentar a la permanencia de nuestra planta productora, como el aumento de los precios de los insumos, la inestabilidad económica del país, originando el cierre de las plantas de nuestros potenciales consumidores.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 75 de 373

## 2.13 BIBLIOGRAFÍA

- ✦ Metanol. Textos Científicos, 18 de agosto (2005). Textos científicos.com.  
<https://www.textoscientificos.com/quimica/metanol>.
- ✦ Obtención de metanol propiedades-usos, (sf). Editorial de la Universidad Tecnología Nacional Bahía Blanca.  
[www.edutecne.utn.edu.ar/procesos\\_fisicoquimicos/Obtencion\\_de\\_Metanol.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/procesos_fisicoquimicos/Obtencion_de_Metanol.pdf)
- ✦ Producción, transporte y exportación del metanol, (sf). Transporte y Normativas básicas para el transporte de metanol en la Argentina.  
<http://biblioteca.iapg.org.ar/ArchivosAdjuntos/Petrotecnica/20032/Produccion.pdf>
- ✦ Cámara Argentina de Energías Renovables, (2008). Panorama de la industria argentina de Biodiesel Argentina.  
[www.biodiesel.com.ar/download/MercadoArgentinoBiodieselFINAL](http://www.biodiesel.com.ar/download/MercadoArgentinoBiodieselFINAL)
- ✦ Información Estadística de industria Petroquímica de a Argentina, Julio (2018). Anuario 36ª Edición.
- ✦ Carbio, (sf). Cámara Argentina de Biocombustible <http://carbio.com.ar/>.
- ✦ La Producción de Biocombustible en la Argentina [farn.org.ar](http://farn.org.ar), 20 de marzo (2014), María Marta Di Paola. [farn.org.ar/archives/16669](http://farn.org.ar/archives/16669)
- ✦ Bolsa de Comercio de Rosario. Información de la Industria de Biodiesel en la Argentina.
- ✦ [Carbio.com.ar/wpcontent/uploads/2017/10/ArticulossemanalBCR17\\_09\\_01.pdf](http://Carbio.com.ar/wpcontent/uploads/2017/10/ArticulossemanalBCR17_09_01.pdf)
- ✦ Información de Refinería YPF- CIPH . Año: 2019
- ✦ Información de NAO New American Oil. Año :2019
- ✦ <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/239499/20210104>
- ✦ <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/methanol-market>



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 76 de 373</b></p>

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO/TECNOLOGÍAS

#### 3.1 TIPOS DE TECNOLOGIAS

Los procesos industriales más usados en la elaboración de metanol, usando como alimentación gas natural, mezclas de hidrocarburos líquidos o carbón son los desarrollados por las firmas Lurgi Corp., Imperial Chemical Industries Ltd. (ICI), Haldor Topsoe y Ammonia-Casale.

##### 3.1.1 PROCESO LURGI

Se denomina proceso de baja presión para obtener metanol a partir de hidrocarburos gaseosos, líquidos o carbón.

El proceso consta de tres etapas bien diferenciadas.

**1º Etapa: (Reforming)** Esta etapa del proceso se diferencia de acuerdo al tipo de alimentación que se utilice. En el caso de que la alimentación sea de gas natural, este se desulfurara antes de alimentar el reactor. Aproximadamente la mitad de la alimentación entra al primer reactor, el cual está alimentado con vapor de agua a media presión. Dentro del reactor se produce la oxidación parcial del gas natural. De esta manera se obtiene H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> y un 20% de CH<sub>4</sub> residual.

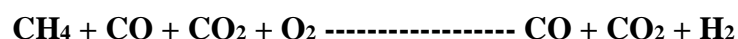
Reacción:





Esta reacción se produce a 780°C y a 40 atm.

El gas de síntesis más el metano residual que sale del primer reactor se mezcla con la otra mitad de la alimentación (previamente desulfurada). Esta mezcla de gases entra en el segundo reactor, el cual está alimentado por O<sub>2</sub>, el cual proviene de una planta de obtención de oxígeno a partir de aire.

Reacción:



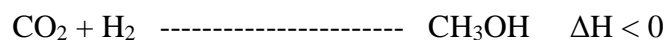
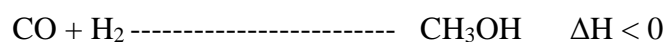
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 77 de 373</p>

Esta reacción se produce a 950 °C.

En el caso de que la alimentación sea líquida o carbón, esta es parcialmente oxidada por O<sub>2</sub> y vapor de agua a 1400-1500°C y 55-60 atm. El gas así formado consiste en H<sub>2</sub>, CO con algunas impurezas formadas por pequeñas cantidades de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S y carbón libre. Esta mezcla pasa luego a otro reactor donde se acondiciona el gas de síntesis eliminándose el carbón libre, el H<sub>2</sub>S y parte del CO<sub>2</sub>, quedando el gas listo para alimentar el reactor de metanol.

**2º Etapa (Síntesis):** El gas de síntesis se comprime a 70-100 atm y se precalienta. Luego alimenta al reactor de síntesis de metanol junto con el gas de recirculación. El reactor Lurgi es un reactor tubular, cuyos tubos están llenos de catalizador y enfriados exteriormente por agua en ebullición. La temperatura de reacción se mantiene así entre 240-270°C.



Reacciones:



Una buena cantidad de calor de reacción se transmite al agua en ebullición obteniéndose de 1 a 1,4 Kg. de vapor por Kg de metanol. Además, se protege a los catalizadores.

**3º Etapa (Destilación):** El metanol en estado gaseoso que abandona el reactor debe ser purificado. Para ello primeramente pasa por un intercambiador de calor que reduce su temperatura, condensándose el metanol. Este se separa luego por medio de separador, del cual salen gases que se condicionan (temperatura y presión adecuadas) y se recirculan. El metanol en estado líquido que sale del separador alimenta una columna de destilación alimentada con vapor de agua a baja presión. De la torre de destilación sale el metanol en condiciones normalizadas.

La tecnología Lurgi que trabaja a baja presión ha sido desarrollada para las plantas de metanol a escala mundial, con capacidades superiores a un millón de toneladas métricas por año.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 78 de 373</p>

### 3.1.2 PROCESO ICI

La diferencia entre los distintos procesos se basa en el reactor de metanol, ya que los procesos de obtención de gas de síntesis y purificación de metanol son similares para todos los procesos.

En este caso la síntesis catalítica se produce en un reactor de lecho fluidizado, en el cual al gas de síntesis ingresa por la base y el metanol sale por el tope. El catalizador se mantiene así fluidizado dentro del reactor, el cual es enfriado por agua en estado de ebullición, obteniéndose vapor que se utiliza en otros sectores del proceso.

La destilación se realiza en dos etapas en lugar de realizarse en una sola.

Todas las demás características son similares al proceso Lurgi antes descripto.

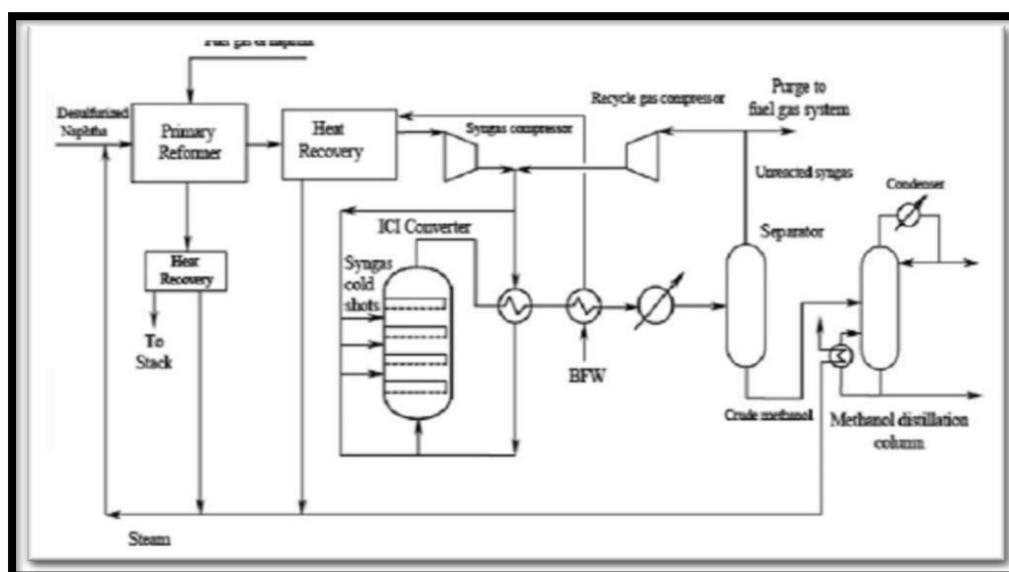




Fig. 3.1 Proceso ICI.<sup>34</sup>

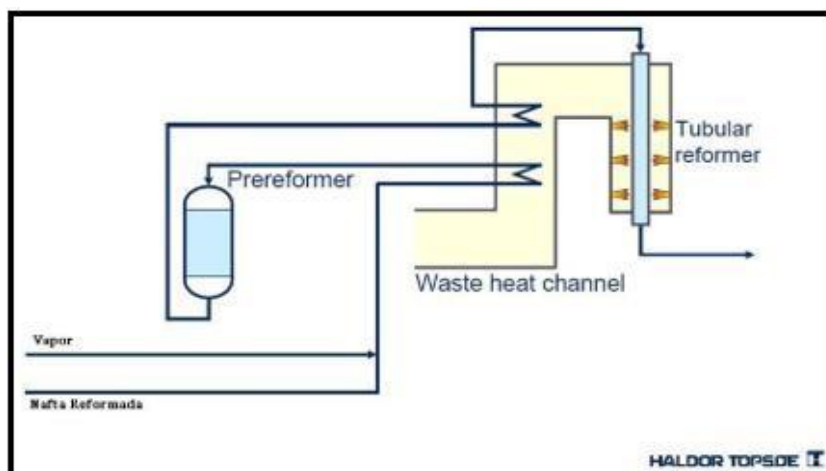
### 3.1.3 PROCESO HALDOR TOPSOE

Se caracteriza por desarrollar un flujo radial a través de tres catalizadores de lecho fluidizado en distintos compartimentos. El intercambio de calor es externo.

<sup>34</sup> Proceso de obtención del metanol. Ing. Quimica.org, 2 de junio (2008)



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha:</b> 10/02/23</p>	<p>Página 79 de 373</p>

Es un proceso que emplea una etapa de reformado más compleja, es decir una mayor cantidad de reactores que los demás procesos, por lo que se habla de una inversión mucho más costosa, justificando su uso en plantas que producen grandes cantidades de metanol, entre 700 y 1,5 millones de toneladas/año, y puede alcanzar los 3,6 millones Ton/año.



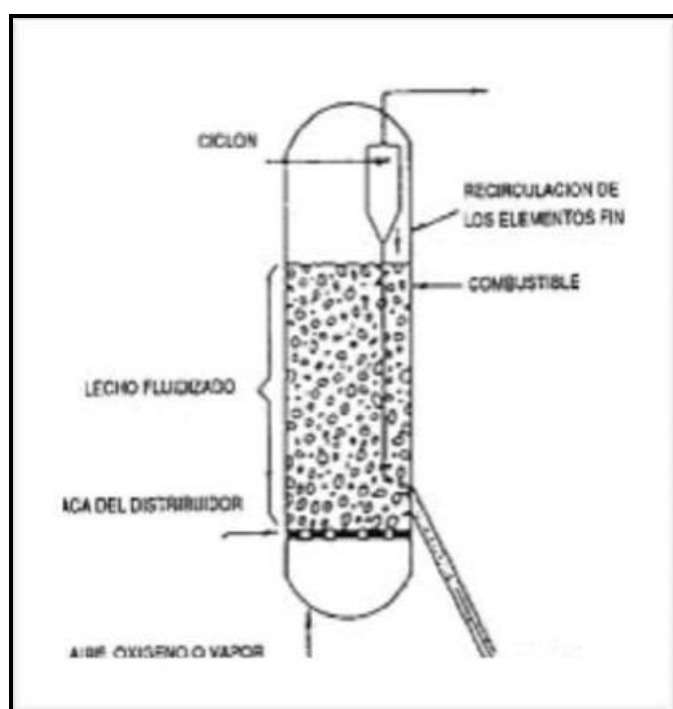
**Fig. 3.2 Reformador Haldor Topsoe.<sup>35</sup>**

<sup>35</sup> Proceso de obtención del metanol. Ing. Quimica.org, 2 de Junio (2008)

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 80 de 373</p>



### 3.1.4 PROCESO AMMONIA-CASALE

El reactor posee múltiples catalizadores de lecho fluidizado, con gas refrigerante, flujos axiales y radiales con bajas caídas de presión. La producción en este tipo de reactores puede llegar a 5.000ton/día.



**Fig,3.3 Reactor del Proceso Ammonia-Casale<sup>36</sup>**

<sup>36</sup> Proceso de obtención del metanol. Ing. Quimica.org, 2 de junio (2008)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 81 de 373



### 3.2 ANÁLISIS DE LAS DISTINTAS TECNOLOGÍAS

	❖	❖ 1969 - 1992	❖ 1992 - 2002
❖ LURGI	❖	❖ 27%	❖ 55%
❖ ICI	❖	❖ 61%	❖ 25%
❖ OTRAS	❖	❖ 12%	❖ 20%

Tabla 3.1 Análisis de Distintas Tecnologías<sup>37</sup>.

En los últimos 10 años, que se tuvieron en cuenta en la tabla, la tecnología Lurgi ha superado a ICI por lo que se ha convertido en la tecnología más utilizada en la producción de metanol.

<sup>37</sup> [http://www.lth.se/fileadmin/mot2030/filer/9\\_Bogild\\_Hansen\\_-\\_Methanol\\_Production\\_Technology\\_Todays\\_and\\_Future.pdf](http://www.lth.se/fileadmin/mot2030/filer/9_Bogild_Hansen_-_Methanol_Production_Technology_Todays_and_Future.pdf)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 82 de 373

## COMPARACION DE LOS PROCESOS DE ACUERDO CON LA PRESION DE TRABAJO.



Alta Presión	Baja Presión
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Catalizador de proceso a base de <math>ZnOZnOCr_2O_3</math>.</li> <li>- Condiciones de entrada al reactor: 5000 psig- 162°F.</li> <li>- Conversión con base al CO con lechos es de 53%.</li> <li>- Concentración de metanol en gases efluentes del reactor 7,4%.</li> <li>- Altos requerimientos energéticos, emplea 4 compresores.</li> <li>- El metanol obtenido es de muy alta pureza con solo rastros de productos secundarios.</li> <li>- No se pueden utilizar reactores de acero al carbón porque se forman debido a las altas presiones <math>Fe(CO)_5</math> que es un catalizador de la reacción de metanización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Catalizador de proceso a base a óxidos de Cu-Zn-Al.</li> <li>- Condiciones de entrada al reactor 800 psig- 160°F.</li> <li>- Conversión con base al CO con lechos es de 27%.</li> <li>- Concentración de metanol en gases efluentes del reactor 6,7%</li> <li>- Bajos requerimientos energéticos, emplea 2 compresores. Poseen menores costos de inversión y fabricación.</li> <li>- Actualmente se obtiene mediante este proceso más de la mitad de la producción mundial de metanol.</li> </ul>

**Tabla 3.2 Comparación de Procesos según la presión de trabajo<sup>38</sup>**

### **3.3 ELECCION DEL PROCESO**

La tecnología que recurriremos en nuestro caso es Lurgi (proceso a baja presión), ya que este tipo de proceso permite la construcción de reactores de paredes más finas, manejo de volúmenes mayores de gas, construcción de equipos más grandes, aprovechamiento mayor del lecho catalítico, se reducen la cantidad de equipos de compresión y hay una mayor

<sup>38</sup> [http://www.lth.se/fileadmin/mot2030/filer/9\\_Bogild\\_Hansen\\_-\\_Methanol\\_Production\\_Technology\\_Todays\\_and\\_Future.pdf](http://www.lth.se/fileadmin/mot2030/filer/9_Bogild_Hansen_-_Methanol_Production_Technology_Todays_and_Future.pdf)

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 83 de 373</b></p>

facilidad en el manejo del gas. Entre sus desventajas está el mayor costo de catalizadores y los procesos aguas abajo tienen un costo mayor, por ejemplo, purificación.

Esta tecnología permite la construcción de alta eficiencia de plantas de un solo tren de al menos el doble de la capacidad de los construidos hasta la fecha, a pesar de los altos costos que se manejan al comienzo, esta tecnología una vez comenzada la producción restituye esos costos reflejando, por ejemplo, un ahorro energético significativo.

Entre el 60 y 70 por ciento de la producción de metanol en el mundo, se basa ahora en la tecnología de Lurgi, por lo que se lo considera un líder tecnológico mundial en ingeniería de procesos e ingeniería de planta. La fuerza de Lurgi reside en las tecnologías innovadoras del futuro centradas en soluciones que se orientan al cliente en un mercado de rápido crecimiento.

### 3.3.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

La descripción ofrece una vista un poco más detallada de las unidades de reformado, recuperación de calor y compresión, además del núcleo convertidor.



Como la materia prima que utilizaremos es Nafta Virgen, incluimos una unidad de Pre-reformado.

### 3.3.2 UNIDAD DE PRE-REFORMADO

Como la materia prima en nuestro caso es nafta virgen es necesario un pre-reforming para la metanización el cual se utiliza también para reducir el coque en reformadores. Esto utiliza una cama fija de catalizador muy activo, funcionando a una temperatura más baja, desde el arranque del reformador. Se seleccionan las temperaturas de entrada de modo que haya el riesgo mínimo de coquefacción.

El gas que sale del pre-reformador contiene el vapor, el hidrógeno, los óxidos del carbón, y el metano. Esto permite que un catalizador estándar del metano sea utilizado en el horno del reformador. Este acercamiento se ha utilizado con materias prima hasta el kerosene ligero. La desventaja a este acercamiento es la necesidad de un reactor separado de pre-reformador y un más complicado tren de precalentamiento.



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 84 de 373</p>

Desde el gas que sale tratado del pre-reformador y el riesgo de coquefacción es reducido, esto hace también al reformador por encendido más “tolerante”. Lo cual puede compensar hasta cierto punto para las variaciones en actividad del catalizador y el flujo del calor en el reformador primario.

Además de su uso para la flexibilidad de la materia prima, un pre-reformador puede ser utilizado para reducir el consumo del combustible y la producción del vapor del reformador. Puesto que el gas de salida del pre-reformador no contiene hidrocarburos más pesados, puede ser recalentado a una temperatura más alta que la materia prima original sin el riesgo de la formación del carbón.

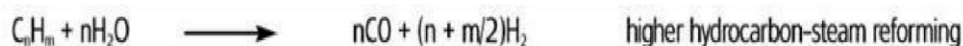
Las altas temperaturas reducen el consumo del calor radiante y de combustible, así como la producción del vapor.

### 3.3.3 CATALIZADOR A UTILIZAR EN EL PRE-REFORMING

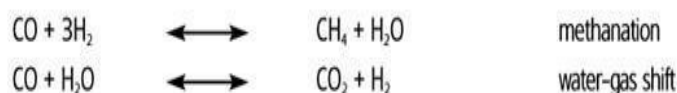
**ETAPA DE PRE-REFORMACIÓN:** En la etapa de pre-reformación el metano y los hidrocarburos pesados son reformados por vapor de agua. En el caso de que la alimentación sea hidrocarburos pesados estos son metanizados.

El cambio y las reacciones de reformación del metano-vapor se mueven hacia el equilibrio sobre un catalizador altamente activo de níquel.


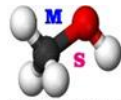
#### Reacciones de Reformación de vapor (Endotérmica)



#### Reacciones de metanización y de desplazamiento agua-gas (Exotérmicas)

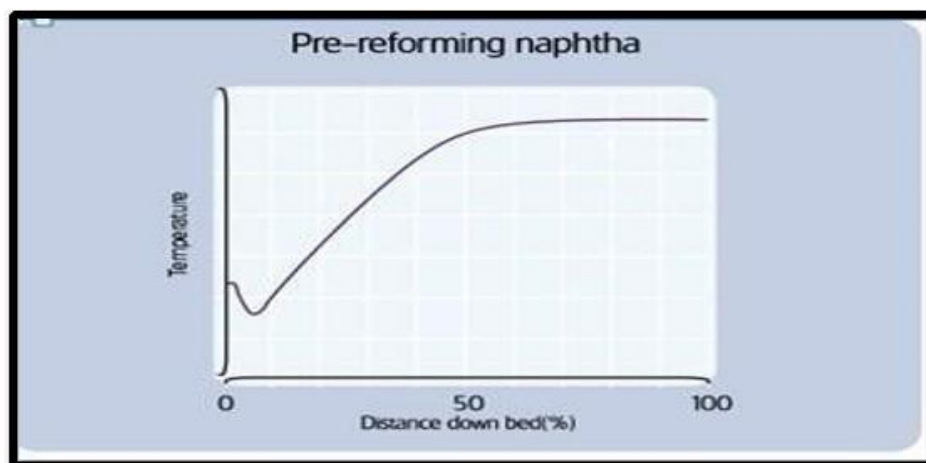


Dado que las reacciones de reformado con vapor son endotérmicas y que las reacciones de metanización y de desplazamiento de agua -gas son exotérmicas, puede haber una subida o

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 85 de 373</b></p>

caída de temperatura dependiendo de la materia prima liviana (ej. gas natural) y materia prima pesada (ej. naftas).



En nuestro caso utilizaremos nafta virgen como materia prima, por lo tanto, en el siguiente grafico se puede visualizar como varia la temperatura en el pre-reforming en relación con la distancia debajo de la cama del catalizador.

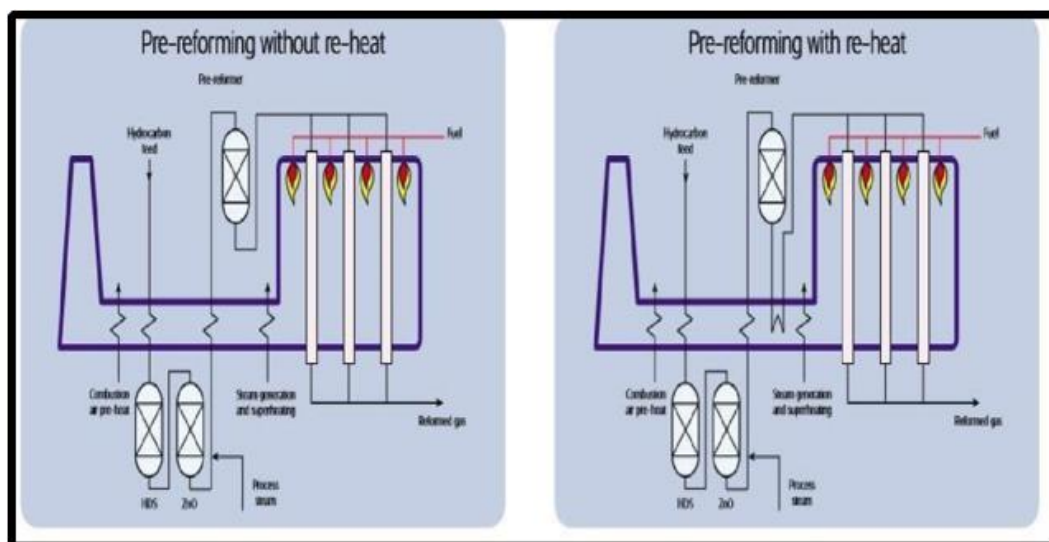


**Fig. 3.4 Comportamiento del pre reformador con la temperatura<sup>39</sup>.**

En el pre-reformado de Naftas se puede incorporar al gas de síntesis con un precalentado o sin él precalentado.

<sup>39</sup>Operating manual, (sf) *Prereforming catalysts*, Johnson Matthey catalysts

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 86 de 373</p>



**Fig. 3.5 Comparación de Pre reformadores de Naftas<sup>40</sup>.**

El proceso se utiliza mejor a mayores temperaturas con concentraciones de salidas en equilibrio sostenidas a través de una larga vida a pesar de sus condiciones de operaciones duras; esto es activadas por medio un catalizador muy estable como los de Johnson.

### **3.3.4 CARACTERÍSTICAS DEL CATALIZADOR**



#### **CATALIZADOR DE NIQUEL**



**Fig. 3.6 Catalizador de Níquel<sup>41</sup>.**

<sup>40</sup> Operating manual, (sf) *Prereforming catalysts*, Johnson Matthey catalysts

<sup>41</sup> Operating manual, (sf) *Prereforming catalysts*, Johnson Matthey catalysts

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 87 de 373

### CONDICIONES OPERATIVAS PARA EL USO DEL CATALIZADOR

Para el uso del catalizador las variables de operación con las que se trabajan son las siguientes:



- ✓ Presión de Operación: Hasta 70 bares
- ✓ Temperatura de entrada: (250-650°C)
- ✓ Vapor: Relación de carbón 0.3-5.0(w/w)

% w/w	CRG LH R	CRG F R
Nickel as NiO	45-50	75-81
Magnesium as MgO	3.3	-
Silicon as SiO <sub>2</sub>	4.2	0.2
Potassium as K <sub>2</sub> O	0.5	0.35
Chromium as Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.5	-
Calcium as CaO	7.8	-
Alumina as Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	balance	balance

**Tabla 3.3 Comparación de Catalizadores<sup>42</sup>.**

Los Catalizadores CRG son robustos y tienen una gran capacidad para operar en condiciones difíciles en un proceso. Su funcionamiento es óptimo en periodos bastantes largos, es decir tiene una vida útil larga en condiciones altas de operación.

<sup>42</sup> **Operating manual, (sf) Prereforming catalysts, Johnson Matthey catalysts**

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 88 de 373

### PROPIEDADES FÍSICAS (NOMINALES)

Una pastilla de tamaño intermedio de 5.4mm de diámetro\*3.6mm de altura, se encuentra disponible como tamaño especial.

		CRG LH R	CRG LH GR
Form		Pellets	Pellets
Nominal diameter	mm	3.4	8.5
Nominal length	mm	3.2-3.7	5.0-6.0
Tapped bulk density	kg/l	1.35-1.55	1.35-1.55
	lb/ft <sup>3</sup>	84-91	84-91
MHCS	kgf	>16	>43
	lbf	>35	>95

Tabla 3.4 Propiedades físicas de ambos catalizadores<sup>43</sup>



### 3.3.5 UNIDAD DE REFORMADO

Se produce una mezcla de hidrogeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono por reformación con vapor de la nafta virgen gasificada, el reformador funciona a 1,6MPa.

El reformador consiste en un conjunto de tubos verticales llenos de catalizador cerámico con níquel. Las hileras de esos tubos se localizan dentro de una caja de fuego aislada, donde se calientan por la combustión de la materia prima o gas natural.

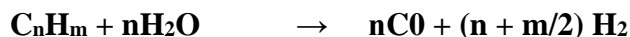
Nafta virgen gasificada y vapor que se mezclan para proporcionar la alimentación al reformador. El vapor ingresa a 210°C. La mezcla se precalienta a 450°C, con el gas de escape de la caja de fuego y se meten al reformador a través de un cabezal que logra distribuir la mezcla equitativamente entre los tubos reformadores que están paralelos.

<sup>43</sup> Operating manual, (sf) *Prereforming catalysts*, Johnson Matthey catalysts

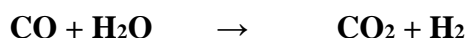
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 89 de 373</p>

Ocurren dos reacciones:

- **Reacción de reformación por vapor**



- **Reacción de desplazamiento de agua-gas**



El gas que se produce sale del reformador a 855°C y 1,6MPa.



La eficiencia energética de la reformación por vapor se mejora por la recuperación de calor del gas de escape del quemador, que sale de la caja de fuego a 960°C. El gas de escape se termina enfriando en una serie de operaciones de intercambio de calor, que precalientan las corrientes de alimentación al reformador hasta 450°C, produciendo vapor sobrecalentado a 4,8MPa y 100°C de sobrecalentamiento a partir de agua de alimentación de la caldera a 30°C, y precalientan el aire de combustión a 300°C. El vapor sobrecalentado se emplea para impulsar turbinas en otro punto del proceso o puede exportarse, por ejemplo, para generar electricidad.

El gas de escape del quemador sale de las unidades de recuperación de calor y entra a una chimenea a 150°C para ser liberado a la atmosfera.

### **3.3.6 RECUPERACION DE CALOR Y COMPRESION**

El gas producido que sale del reformador contiene agua que debe retirarse para reducir la cantidad de gas que será necesario comprimir y minimizar así el impacto en la conversión de CO a metanol.

El calor se remueve del gas generando vapor sobrecalentado (4,8 MPa y 100°C de sobrecalentamiento), y enfriando el gas a 15°C por arriba de la temperatura del vapor generado. Después, se realizan tres pasos para recuperar calor y reducir el contenido de agua: primero, se recupera calor para usarlo en otra parte del proceso; segundo, se realiza el enfriamiento con aire ambiental en un enfriador de aire; y tercero, se utiliza el agua de

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 90 de 373</p>

enfriamiento para reducir la temperatura del gas de síntesis a 35°C el agua condensada se separa del gas en cada uno de estos pasos y se recolecta en un tambor de condensado.

El compresor del gas de compensación aumenta la presión del gas de síntesis de 1,6MPa a 7,5MPa en dos etapas, para que pueda inyectarse en un ciclo convertidor.

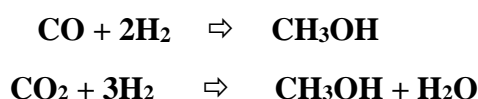
Entre las etapas del compresor se emplea agua de enfriamiento para reducir la temperatura del gas a 100°C y eliminar cualquier condensado que se forme. El gas de síntesis comprimido se introduce a un ciclo convertidor, en donde se combina con el gas recirculado.



### 3.3.7 CICLO CONVERTIDOR

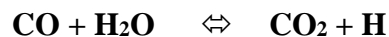
El ciclo convertidor consiste en un compresor de recirculación, cuyo fin principal es suministrar la cabeza de presión necesaria para que el gas fluya por el sistema, el reactor de síntesis de metanol, cambiadores de calor, un condensador de metanol y un separador gas-liquido, que es un tambor de vaporización ultrarrápida.

La mezcla que se transformara en alimentación para el reactor que consiste en gas fresco de síntesis. Una vez que se mezclan estos gases, la mezcla fluye a través del compresor de recirculación y luego se calienta a 130°C mediante la corriente de un producto enfriado en parte, que sale del reactor. La compresora de recirculación tiene el tamaño adecuado para desplazar la corriente de circulación a una velocidad 7,8 veces mayor que aquella a la cual se alimenta el gas de síntesis fresco al ciclo convertidor. La combinación recirculación-mezcla fresca de alimentación que sale del intercambiador de calor después del compresor se divide en dos corrientes; una, con 30% de la mezcla, se envía a otro intercambiador de calor donde su temperatura se eleva a 220°C por una fracción de vapor producido en el reactor, y después se inyecta a la primera etapa del reactor; el otro 70%, que todavía está a 130°C, se inyecta en diversos puntos a lo largo del reactor de metanol.

Las reacciones clave que ocurren en el reactor de metanol son:



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 91 de 373</b></p>



Se puede ver que la reacción de la ecuación dada en último término es el inverso de la reacción de desplazamiento agua-gas.

El gas producido que sale del reactor se enfría parcialmente dividiéndolo en dos corrientes, cada una de las cuales atraviesa un intercambiador de calor antes de recombinarse; una se emplea para calentar a 220°C la corriente de alimentación de la primera etapa del reactor, y la otra pasa a través de una unidad de recuperación de calor de desecho. La corriente recombinada del producto se enfría aún más en un intercambiador de enfriamiento por aire antes de ser llevado a 35 °C con agua de enfriamiento. A 35°C un líquido constituido por metanol condensado y gases disueltos se separa de la corriente de gas y se envía a una unidad de purificación de metanol. Los gases sin condensar se dividen y una porción se purga del sistema, y el resto forma el gas de recirculación que se mezcla con gas de síntesis fresco, para formar la alimentación al compresor de recirculación.

Después de recuperar el metanol crudo condensado en el separador de alta presión, este se envía a una columna de purificación de metanol. Lo típico es que la purificación de metanol requiera dos columnas, una para retirar los extremos ligeros, y otra para separar el metanol y el agua y otros subproductos con volatilidad inferior a la del metanol. Se recupera metanol grado especificación, conteniendo más del 99,85% por peso de metanol, que es el producto del domo de la columna de extremos pesados y se envía para su almacenamiento





Profesor titular:  
Ing. Horacio Spesot

Jefe de Trabajos  
Prácticos:  
Ing. Ezequiel Krumrick

Ayudante de Catedra:  
Ing. Cristian Silva  
Ing. Garrido Juan

Fecha: 10/02/23

Página 92 de 373

### Proceso Global de Producción de Metanol

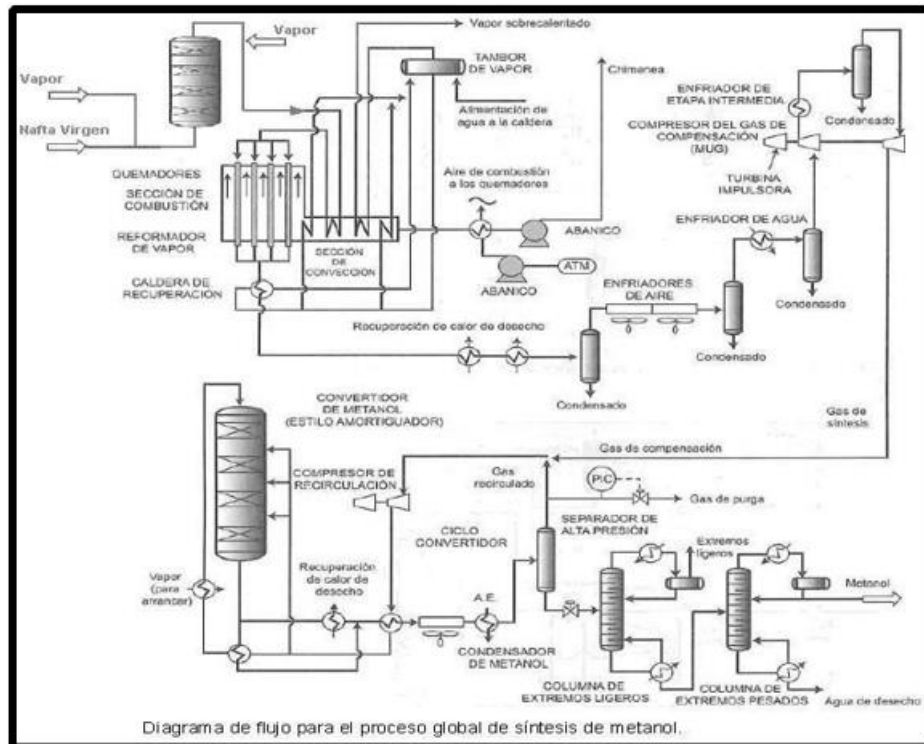


Fig.3.7 Proceso Global de Producción de Metanol.<sup>44</sup>

<sup>44</sup> Felder Principios Elementales de los procesos químicos, México DF, Editorial Limusa Wiley.



Profesor titular:  
Ing. Horacio Spesot

Jefe de Trabajos  
Prácticos:  
Ing. Ezequiel Krumrick

Ayudante de Catedra:  
Ing. Cristian Silva  
Ing. Garrido Juan

Fecha: 10/02/23

Página 93 de 373

## REFORMADOR

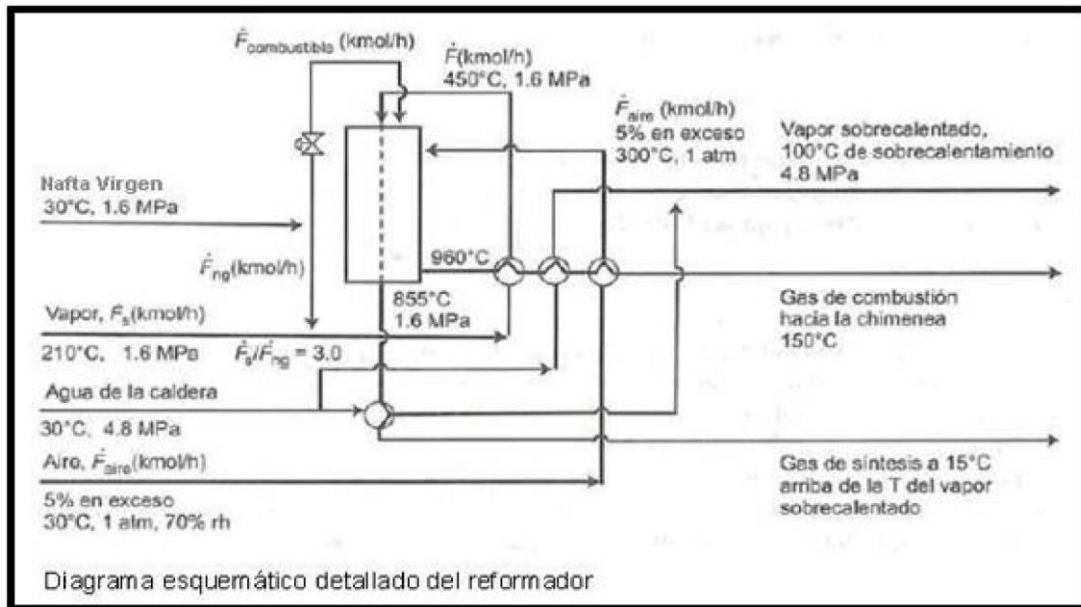


Fig. 3.8 Diagrama del Reformador<sup>45</sup>.

## RECUPERACION DE CALOR Y COMPRESION

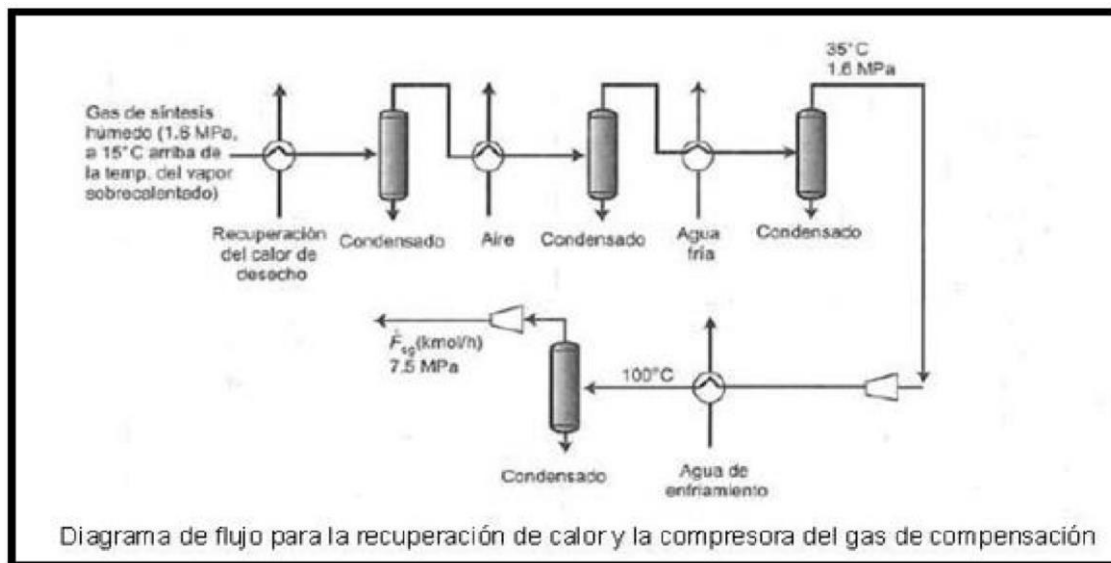


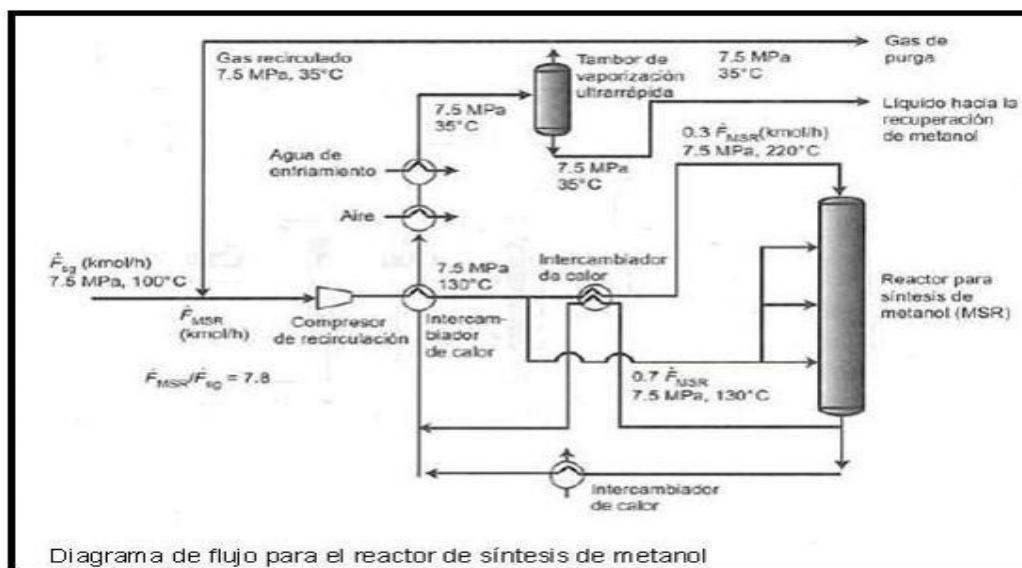


Fig. 3.9 Recuperación de calor y compresión<sup>46</sup>.

<sup>45</sup> Felder Principios Elementales de los procesos químicos, México DF, Editorial Limusa Wiley.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 94 de 373</p>

## SINTESIS DE METANOL





**Fig.3.10 Reactor de síntesis del metanol.**<sup>47</sup>

### **3.4 BIBLIOGRAFÍA**

- ✦ Proceso de obtención del metanol. Ing. Quimica.org, 2 de Junio (2008), *Methanol Synthesis Technology*, by Sunggyu.
- ✦ Felder, RM, (2006), *Principios Elementales de los procesos químicos*, México DF, Editorial Limusa Wiley.
- ✦ Methanol Production Technology: Today's and future Renewable ..., (2015) [http://www.lth.se/fileadmin/mot2030/filer/9\\_Bogild\\_Hansen\\_-\\_Methanol\\_Production\\_Technology\\_Today's\\_and\\_Future.pdf](http://www.lth.se/fileadmin/mot2030/filer/9_Bogild_Hansen_-_Methanol_Production_Technology_Today's_and_Future.pdf)
- ✦ Información brindada por el complejo Industrial Plaza Huincul
- ✦ Información brindada por Ing. Ezequiel Krumrick.
- ✦ Operating manual, (sf) *Prereforming catalysts*, Johnson Matthey catalysts.

<sup>46</sup> Felder. *Principios Elementales de los procesos químicos*, México DF, Editorial Limusa Wiley.

<sup>47</sup> Felder. *Principios Elementales de los procesos químicos*, México DF, Editorial Limusa Wiley

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 95 de 373</p>

## 4. BALANCE DE MASA Y ENERGIA

A continuación, se describirán los balances de masa y energía del proceso, la descripción de la simulación, los criterios de la selección de los paquetes de fluidos y las reacciones en las distintas etapas que componen el proceso de obtención de metanol.

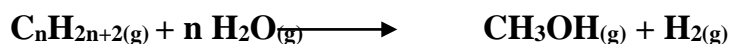
### 4.1 BALANCE DE MASA

El balance de la reacción de conversión de nafta virgen se hizo en base al ejemplo explicado en el libro “Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química” de Himmelblau.

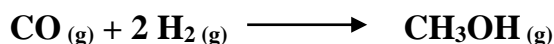
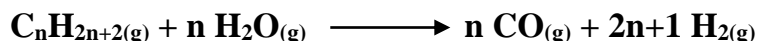
En dicho ejemplo, se considera a los compuestos no reaccionados (vapor de agua, monóxido de carbono, hidrogeno) como componentes de una corriente de gas de purga a fin de facilitar el desarrollo del balance global.



#### BALANCE GLOBAL

REACCION:



BALANCE DE REACCION DE REFORMADO:



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 96 de 373

Por lo tanto, las dos materias primas que utilizaremos para obtener metanol serán nafta virgen y agua.

#### 4.1.1 NAFTA VIRGEN

- ✓ Sera obtenida del complejo industrial de Plaza Huincul (CIPH) y de la planta New American Oil (NAO).
- ✓ La producción promedio que se obtiene en el CIPH es 5 m<sup>3</sup>/h de nafta virgen.
- ✓ La producción promedio que se obtiene en (NAO) es de 8 m<sup>3</sup>/h.

Por lo tanto, la cantidad de materia prima que nos abastecerá será de 13 m<sup>3</sup>/h de nafta virgen (5m<sup>3</sup>/h de CIPH y 8m<sup>3</sup>/h de NAO) lo que equivaldría a 9319,7 kg/h, por lo cual solo utilizaremos 9300 kg/h para asegurarnos la cantidad de materia prima.

Muestra	Nafta Virgen
Densidad(gr/cm <sup>3</sup> )	0.7169
Aromáticos(%V/V)	7.1
Azufre (%V)	7.2
RON	57.0
TVR (psi):	7.8
Corrosión	1a
Color	29
Destilación (°C)	
PI	37.4
5%	57.3
10%	64.4
50%	99.6
90%	147.3
95%	162.1
PF	182.7
Residuo (ml):	1.0

**Tabla 4.1. Propiedades de la Nafta Virgen.**<sup>48</sup>

<sup>48</sup> CIPH 2018



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**


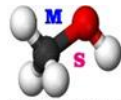
**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 97 de 373
---	--	---	------------------------	------------------

DESTILACIONES DE NAFTA VIRGEN									
Densidad 15°C g/cm3	Punto Inicial °C	5%Recuperado °C	10%Recuperado °C	50%Recuperado °C	90%Recuperado °C	95%Recuperado °C	Punto Final	Recuperado a 8°C -ml	Recuperado Maximo -ml
0,7201	68,5	72,3	76,6	90,5	101,3	104	113,7	19	96,3
0,7189	58,8	71,8	76,4	89,5	102,4	105,7	116,7	18	97,7
0,7192	55,7	71,1	76,4	89,5	101,2	104,1	113,4	N/A	98,2
0,7196	46,1	70,7	74,9	89,6	101,3	104,6	115,3	19	96,2
0,7197	54,2	71,3	76,4	90,4	102,2	106	117,3	20,3	96,8
0,7187	58,2	72,4	76,4	89	100,3	103	112,2	17,2	97,7
0,719	59,9	70,7	75,4	91,9	105,7	109	123	18,3	96,6
0,7199	55,6	72,5	76,8	93,9	111	115,5	125,7	14,3	97,2
0,7188	49,3	72,5	76,8	91,5	97,4	110,2	119,5	18	97,9
0,7203	58,7	73,9	94,4	109,5	114,3	126,3	126,3	12	97,3
0,7223	43	76,4	81,7	95,9	110,2	114,7	126	9	97
0,7228	49,7	77,5	81,8	95,7	110,3	117,7	127,3	N/A	97,4
0,719	51,7	71,2	16,5	92	106,4	109,8	121,7	N/A	96,7
0,7212	48,5	74,9	80,2	93,9	105,8	109,3	102,2	10	97,2
0,7199	55	71,4	76,8	92	106,3	110,6	123,8	18	96,9
0,7241	42,3	72	78,9	98,3	120,1	129,8	146,7	13	97,3
0,7203	48,8	69,5	72,5	94,6	117,1	126,6	145,5	N/A	97,1
0,7199	50,2	71	77,4	93,4	109,4	114,1	121,1	N/A	97,3
0,7198	47,1	72,1	77,4	93,9	109,1	114,1	124,1	N/A	97,1
0,7174	56,8	69,4	75	89,5	102,5	106,7	120,2	N/A	96,5
0,715	42,3	68,6	73,9	87,9	99,5	101,8	110,4	20,2	97
0,7185	57	71,2	76,1	89,8	101,4	104,7	117	17	96,7
0,7185	57	71,2	76,1	89,8	101,4	104,7	117	18	97,2
0,7174	52,9	71	75,3	88,2	99,4	101,9	110,3	19,5	97,1


**Tabla.4.2. Destilación de la Nafta Virgen.** <sup>49</sup>

<sup>49</sup> CIPH 2020

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 98 de 373

### COMPOSICION DE LA NAFTA VIRGEN

Las composiciones en peso de la nafta virgen corresponden a compuestos que van desde el etano al dodecano (C2 a C12).

  
Laboratorio Industrial  
 Telefax : ( 0299 ) 4962652  
 e-mail: induslab@copelnet.com.ar

RI LC 01 - 1  
 Protocolo Nº: 1972



CÁLCULO DE PROPIEDADES DE HIDROCARBUROS LIQUIDOS, REFERIDAS A 101,325 KPa y 15 °C.  
 PHYSICAL CONSTANTS OF HYDROCARBONS ACCORDING TO THE GPA PUBLICATION 2145 SI-93  
 FECHA DE INFORME: 04-08-05

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: Tk 503- NAFTA VIRGEN-01-08-05 - Hs:22:0**

Componente	% / W		
CO2	0,000	<b>RESULTADOS</b>	
N2	0,000		
C1	0,000	TOTAL 100,00 %w	
C2	0,018		
C3	0,825		
iC4	1,758	Densidad Relativa 0,673	
nC4	5,814		
iC5	8,900	Poder Calorífico Superior 47.262 Kcal/m <sup>3</sup>	
nC5	9,456		
C-6	16,347	Poder Calorífico Inferior 43.708 Kcal/m <sup>3</sup>	
C-7	20,563		
C-8	22,430	Densidad a 15°C 0,7060 gr/cm <sup>3</sup>	
C-9	12,363		
C-10	1,059	Peso Molecular 96,43 Kg/Kmol	
C-11	0,431		
C-12	0,036	Tension de Vapor 0,802 Bar	
C-13	0,000		
C-14	0,000	Tension de Vapor 11,63 psi	
C-15	0,000		
C-16	0,000		
C-17	0,000		
C-18	0,000		
C-19	0,000		
C-20 y Sup.	0,000		
<b>Total</b>	<b>100,000</b>		

**Tabla.4.3. Propiedades de la Nafta Virgen.<sup>50</sup>**

<sup>50</sup> Induslab

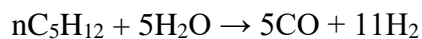
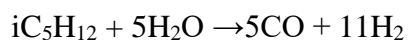
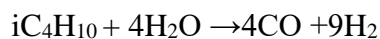
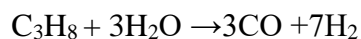
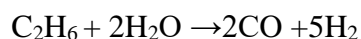
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 METANOL DEL SUR
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 99 de 373

Los componentes son los siguientes:

Composición másica de la Nafta Virgen	
Compuesto	Porcentaje
C <sub>2</sub>	0,018
C <sub>3</sub>	0,825
iC <sub>4</sub>	1,758
nC <sub>4</sub>	5,814
iC <sub>5</sub>	8,9
nC <sub>5</sub>	9,456
C <sub>6</sub>	16,347
C <sub>7</sub>	20,563
C <sub>8</sub>	22,43
C <sub>9</sub>	12,363
C <sub>10</sub>	1,059
C <sub>11</sub>	0,431
C <sub>12</sub>	0,036



**Tabla.4.4. Composición de la Nafta Virgen.<sup>51</sup>**

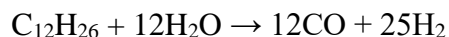
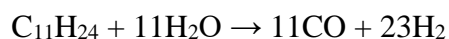
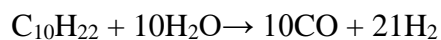
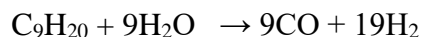
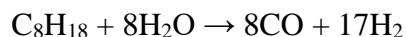
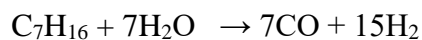
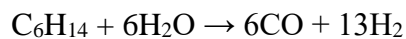
Las reacciones que se tuvieron en cuenta en la sección de reformación de la Nafta Virgen con Vapor de agua fueron las siguientes:



<sup>51</sup> Autor



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 100 de 373</b></p>





Si utilizamos como materia prima 9300 kg/h de nafta virgen, teniendo en cuenta sus porcentajes máxicos y con una conversión del 90% de la reacción.

9300kg-----100%

8370kg-----90%

Por lo tanto, la cantidad de nafta virgen que reaccionara será de 8370kg, y el 10% formara CO.

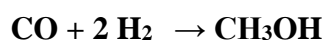
Datos de los componentes de la nafta virgen reaccionando con el agua con una conversión del 90%:

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 101 de 373

Componente	% másico	Masa(kg)	H <sub>2</sub> O (kg)	H <sub>2</sub> (kg)	CO (kg)
<b>C2</b>	0,018	1	1	0,9	2
<b>C3</b>	0,825	69	85	22	132
<b>iC<sub>4</sub></b>	1,758	147	183	46	284
<b>nC<sub>4</sub></b>	5,814	487	604	151	940
<b>iC<sub>5</sub></b>	8,9	745	931	228	1450
<b>nC<sub>5</sub></b>	9,456	792	989	242	1540
<b>C<sub>6</sub></b>	16,347	1368	1718	414	2673
<b>C<sub>7</sub></b>	20,563	1721	2169	516	3373
<b>C<sub>8</sub></b>	22,43	1877	2372	560	3689
<b>C<sub>9</sub></b>	12,363	1035	1310	308	2038
<b>C<sub>10</sub></b>	1,059	89	112	26	176
<b>C<sub>11</sub></b>	0,431	36	46	11	71
<b>C<sub>12</sub></b>	0,036	3	4	1	6
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>8370</b>	<b>10524</b>	<b>2526</b>	<b>16374</b>

**Tabla.4.5. Composición de la Nafta Virgen.<sup>52</sup>**

Ahora los cálculos se realizarán en la sección de Síntesis de Metanol, en la misma se tienen en cuenta las reacciones principales que son:





**Datos:**

$$\text{CO}=16374\text{kg}$$

$$\text{H}_2=2526\text{kg}$$

De ambos reactivos el reactivo limitante es el CO, por lo tanto, lo usaremos como dato para poder realizar la reacción y obtener la cantidad de metanol estequiométrico.

<sup>52</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 102 de 373

Los resultados fueron los siguientes:

16374kg CO-----90%

1819kg CO-----10%

H<sub>2</sub> utilizado es:

28kg CO-----4Kg H<sub>2</sub>

16374kg CO-----2335 Kg H<sub>2</sub> estequiometricamente

H<sub>2</sub> (exceso)=2526kg - 2335kg

H<sub>2</sub> (exceso)= 191 kg

#### 4.1.2 AGUA

El agua se obtendrá del Rio Limay.

#### EPAS “ENTE PROVINCIAL DE AGUA Y SANEAMIENTO”

#### RELEVAMIENTO LOCALIDAD SENILLOSA

**FECHA: octubre de 2019**

La Captación se realiza mediante 3 (tres) perforaciones y un pozo filtrante. Existe un tanque de cola que actúa como almacenamiento de reserva.

La desinfección será con Hipoclorito de Sodio.



**Caudal de diseño: 150 m<sup>3</sup>/h**

Captación - Redes - Cobro servicio - Laboratorio- Electricidad: A cargo de EPAS

La localidad cuenta con aproximadamente 9500 habitantes, se calcula un consumo de 250 lts/hab día, entonces:

$$9500 \text{ hab} \times 250 \text{ lts/hab día} = 2375000 \text{ lts/día}$$

$$2375000 \text{ lts/día} \times 0,001 \text{ m}^3/\text{lts} = 2375 \text{ m}^3/\text{día}$$

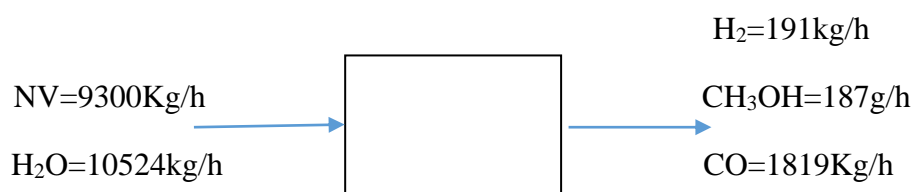
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 103 de 373</p>

$$2375 \text{ m}^3/\text{día} \times 0,0416 \text{ día/h} = 98,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Consumo aproximado de la población = 100m<sup>3</sup>/h

Teniendo en cuenta esto y sabiendo el caudal de 150 m<sup>3</sup>/h que se obtiene de las captaciones de agua, se puede considerar mediante condiciones establecidas, un abastecimiento del caudal necesario, en nuestro caso para producción de metanol, de 10,524 m<sup>3</sup>/h según balance de masa.



En contacto con personal a cargo del sistema de aguas, nos comentan que existe también la posibilidad de realizar perforaciones, ya que la capa freática se encuentra próxima y las perforaciones realizadas en la zona del parque industrial, donde se ubicaría nuestra planta, han tenido buenos resultados.



### Resumiendo:

Nafta Virgen	9300 kg/h
Agua	10524kg/h
Metanol	18713Kg/h

El gas de salida de purga puede ser reutilizado para recirculado en el sistema y está compuesto por CO y H<sub>2</sub>.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 104 de 373</p>

## 4.2 SIMULACION DEL PROCESO

La simulación del proceso se llevó a cabo en el simulador HYSYS.

### 4.2.1 SIMULADOR HYSYS

Aspen Hysys es una herramienta de simulación de procesos muy poderosa, es un software computacional que ha sido específicamente creada teniendo en cuenta la arquitectura del programa, diseño, capacidades ingenieriles y operación interactiva.


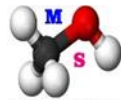
Este software permite simulaciones de procesos tanto en estado estacionario como en estado transitorio (Dinámico). Los variados componentes que comprende Aspen Hysys proveen un enfoque extremadamente poderoso del modelado en estado estacionario. Sus operaciones y propiedades permiten modelar una amplia gama de procesos con confianza. Posee una fuerte base termodinámica, sus paquetes de propiedades llevan a la presentación un modelo muy realista. En los últimos años este programa ha sido ampliamente utilizado en la industria, para investigación, desarrollo, simulación y diseño. Sirve como plataforma ingenieril para modelar procesos químicos, de refinación, petroquímicos, etc.

A continuación, se describirá las principales ventajas de usar un simulador Hysys:

- La facilidad de uso.
- Base de datos extensa.
- Utiliza datos experimentales para sus correlaciones.
- La mayoría de los datos son experimentales y algunos son estimados por aproximación.

Las principales desventajas que representa la utilización de un simulador son pocas y entre ellas se puede mencionar:

- Pocas o nulas aplicaciones de sólidos.
- Resultados poco precisos cuando se cuenta con escasa información para la realización de un proceso.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanesa_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	<b>Página</b> 105 de 373

### 4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Para llevar a cabo la simulación en Hysys, se tuvo en cuenta el siguiente diagrama de flujo diseñado según la tecnología elegida, Lurgi. Se detallan paso a paso las distintas etapas del proceso, los parámetros y los equipos utilizados para la obtención de metanol a partir de nafta virgen y vapor de agua. [Archivos\Diagrama de Flujo Producción de Metanol.pdf](#)

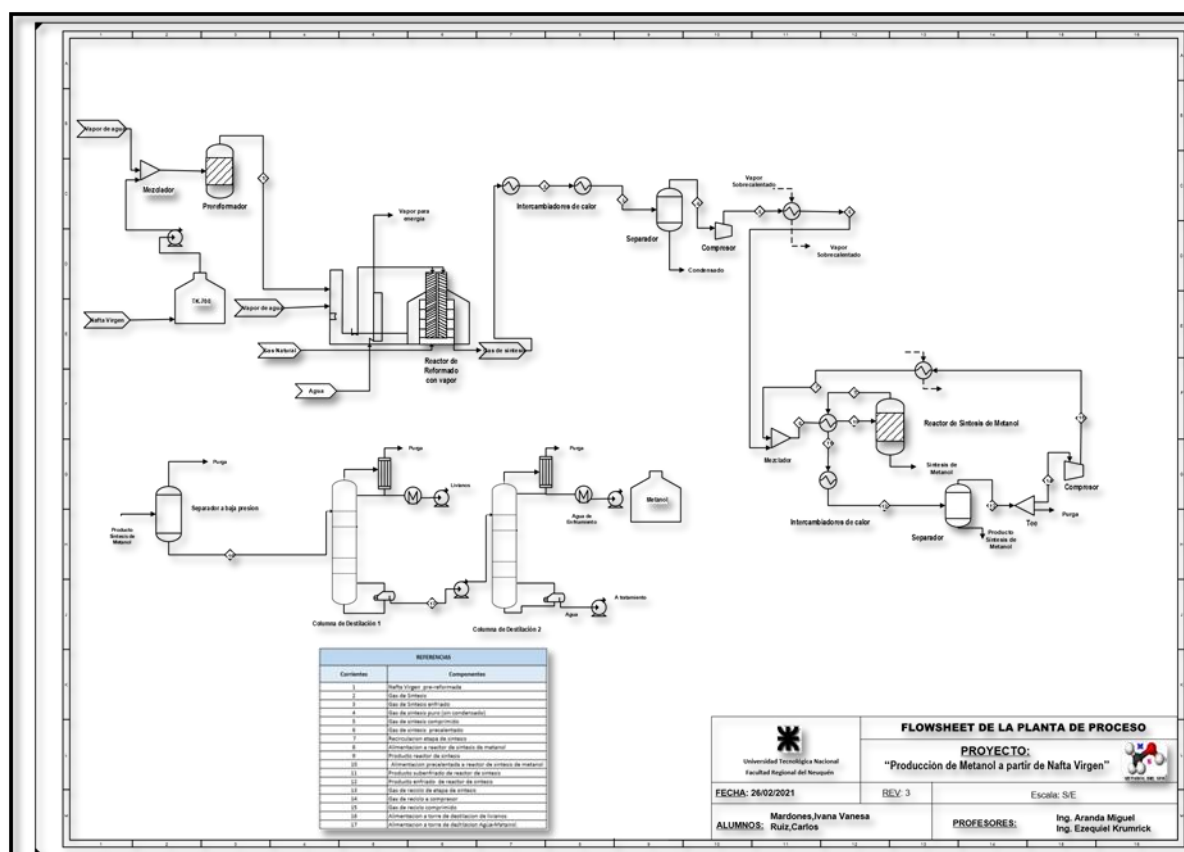




Fig.4.1. Diagrama de Flujo del Proceso.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23		Página 106 de 373

## 4.4 DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO

Se presenta a continuación una guía paso a paso de cómo se realizó la simulación del proceso químico de nuestra planta en el ambiente del simulador de procesos Hysys. Se indican las facilidades para construir el flowsheet, resolver los balances de masa y de energía.

### 4.4.1 SELECCIÓN DEL PAQUETE DE FLUIDOS

Se eligió un Paquete de fluidos, el cual determinará los modelos matemáticos que usará el simulador. En esta simulación utilizamos varios paquetes de fluidos Peng Robinson con las reacciones y los componentes según corresponda en cada etapa.

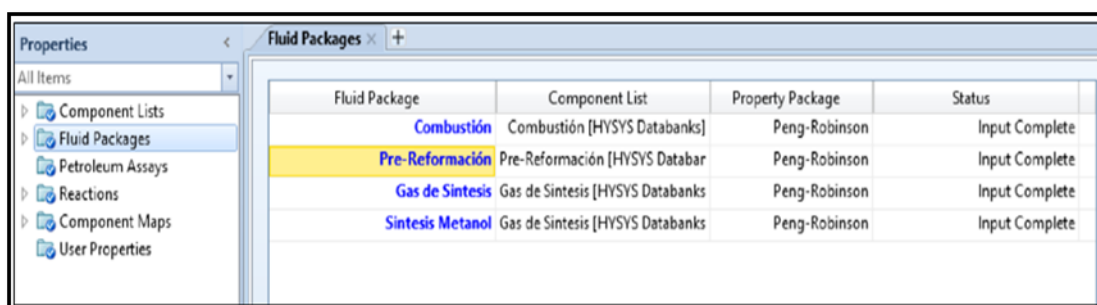

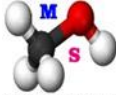


Fig. 4.2. Paquete de Fluidos.<sup>53</sup>

**Ecuación de Peng Robinson:** La ecuación de estado Peng-Robinson es una ecuación cúbica construida a partir de la ecuación básica de van der Waals. Fue desarrollada en la década del 70 por Ding-Yu Peng y Donald Baker Robinson. Ding-Yu Peng era alumno de doctorado del Prof. Donald Robinson en la Universidad de Calgary, Canadá. Este trabajo investigativo fue apadrinado por la Junta Canadiense de Energía (Canadian Energy Board) para solucionar específicamente sistemas de gas natural. Finalmente, en 1976 se publicó este trabajo. (Robinson, 1976).

<sup>53</sup> Hysys del autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 107 de 373</b>

La ecuación Peng-Robinson se diseñó para satisfacer las siguientes metas:

- Los parámetros se expresen en términos de propiedades críticas y el factor acéntrico.
- El modelo debe proveer una exactitud razonable cerca del punto crítico, particularmente para los cálculos del factor de compresibilidad y densidad de líquido.
- Las reglas que se mezclan no deben emplear más que los parámetros de interacción binarios, los cuales deben ser independiente de la temperatura, presión y, composición.
- La ecuación debe ser aplicable a todos los cálculos de propiedades de fluidos en procesos del gas natural.

Gran parte de la ecuación Peng-Robinson muestra un desempeño similar a la ecuación Soave, aunque es generalmente superior en la predicción de las regiones críticas de fase y de densidades de líquido de cualquier material, especialmente los no polares (ejemplo. las moléculas carbonadas) por lo que es muy aplicada en la industria petrolera del gas natural.



La ecuación Peng-Robinson se expresa en los siguientes términos:

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a\alpha}{V_m^2 + 2bV_m - b^2}$$

**Fig.4.3. Ecuación Peng-Robinson<sup>54</sup>**

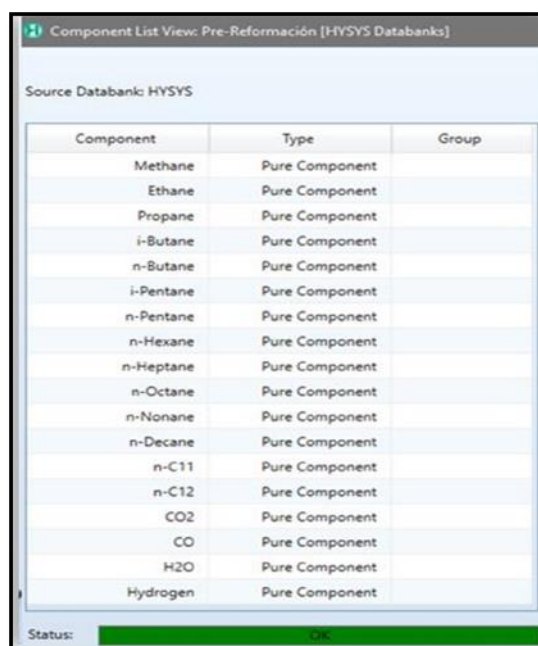
<sup>54</sup> HYSYS Manual



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 108 de 373

#### 4.4.2 PASOS DE LA SIMULACION

1. Abrimos el programa HYSYS e iniciamos un nuevo caso.
2. Cargamos los componentes utilizados en nuestro proceso.





Component	Type	Group
Methane	Pure Component	
Ethane	Pure Component	
Propane	Pure Component	
i-Butane	Pure Component	
n-Butane	Pure Component	
i-Pentane	Pure Component	
n-Pentane	Pure Component	
n-Hexane	Pure Component	
n-Heptane	Pure Component	
n-Octane	Pure Component	
n-Nonane	Pure Component	
n-Decane	Pure Component	
n-C11	Pure Component	
n-C12	Pure Component	
CO2	Pure Component	
CO	Pure Component	
H2O	Pure Component	
Hydrogen	Pure Component	

Fig. 4.3 Componentes utilizados en el Proceso.<sup>55</sup>

3. En esta etapa se utilizó un paquete de fluido Peng Robinson, al que llamamos pre-reformación, con la composición según datos obtenidos de cromatografías realizadas por nuestros proveedores.
4. Se ingresaron las reacciones correspondientes a cada etapa y se entró a la simulación.
5. Empezamos introduciendo la corriente de alimentación para la primera etapa “pre-reformación”.

<sup>55</sup> Hysys del autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 109 de 373

### Condiciones de alimentación:


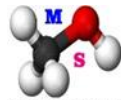
La nafta virgen utilizada como materia prima para la producción de metanol, proviene de CIPH Refinería YPF, y de New American Oil. A continuación, se muestran las condiciones de la alimentación:

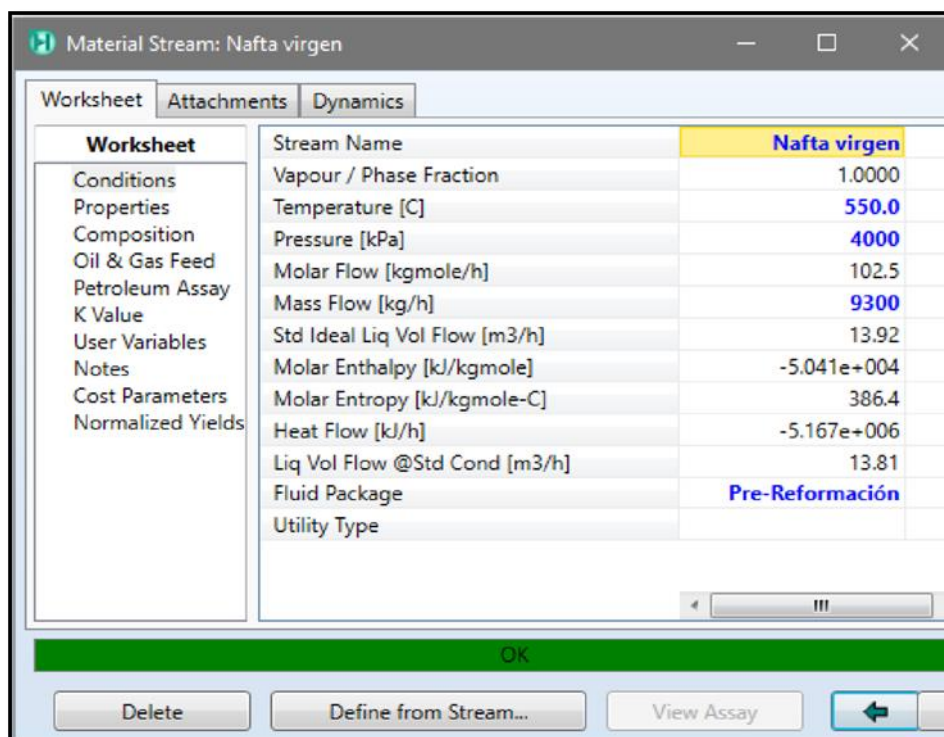
Según manual Johnson Matthey la relación vapor/carbono se debe encontrar entre 0,6 y 2, relaciones muy bajas pueden llevar a la formación de coque, y altas relaciones resultan ser más ineficaces. La temperatura puede variar de 440 a 550 °C, la presión puede ir desde la atmosférica hasta 70 bar.

CORRIENTE	Nafta Virgen
Temperatura (°C)	550
Presión (bar)	40
Flujo Másico (kg/h)	9300
Fracción Molar	1

Tabla 4.6. Propiedades de la Nafta Virgen<sup>56</sup>

<sup>56</sup> Autor



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 110 de 373



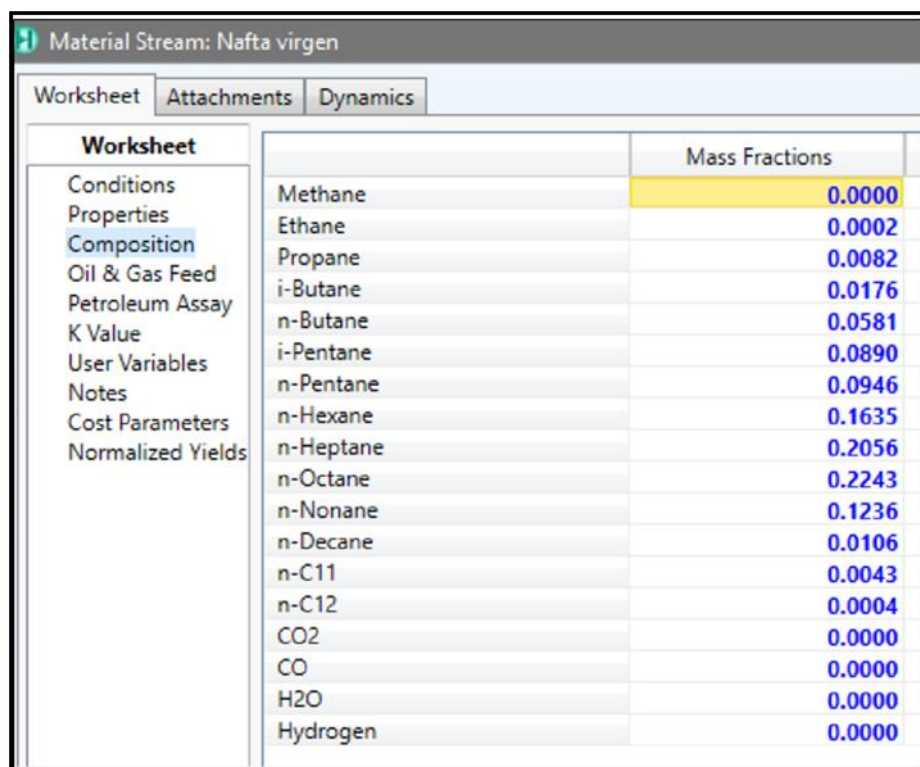
Material Stream: Nafta virgen	
Worksheet	Stream Name: Nafta virgen
Conditions	Vapour / Phase Fraction: 1.0000
Properties	Temperature [C]: 550.0
Composition	Pressure [kPa]: 4000
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]: 102.5
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]: 9300
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]: 13.92
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]: -5.041e+004
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]: 386.4
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]: -5.167e+006
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]: 13.81
	Fluid Package: Pre-Reformación
	Utility Type:

Fig.4.4 Condición de la corriente de Nafta Virgen<sup>57</sup>

<sup>57</sup> Hysys del autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 111 de 373

Composición de la nafta virgen según datos obtenidos de proveedores de la misma:



Material Stream: Nafta virgen	
Worksheet	Mass Fractions
Conditions	Methane 0.0000
Properties	Ethane 0.0002
Composition	Propane 0.0082
Oil & Gas Feed	i-Butane 0.0176
Petroleum Assay	n-Butane 0.0581
K Value	i-Pentane 0.0890
User Variables	n-Pentane 0.0946
Notes	n-Hexane 0.1635
Cost Parameters	n-Heptane 0.2056
Normalized Yields	n-Octane 0.2243
	n-Nonane 0.1236
	n-Decane 0.0106
	n-C11 0.0043
	n-C12 0.0004
	CO2 0.0000
	CO 0.0000
	H2O 0.0000
	Hydrogen 0.0000

Fig. 4.5 Composición de la Corriente de Nafta Virgen<sup>58</sup>

Con estos datos se puede calcular las relaciones de vapor/carbono, que como se dijo anteriormente debe estar en el rango de 0.6 a 2, buscando una relación óptima para nuestro proceso.



$$9300 \text{ kg NV} \text{-----} 7752,7 \text{ kg C}$$

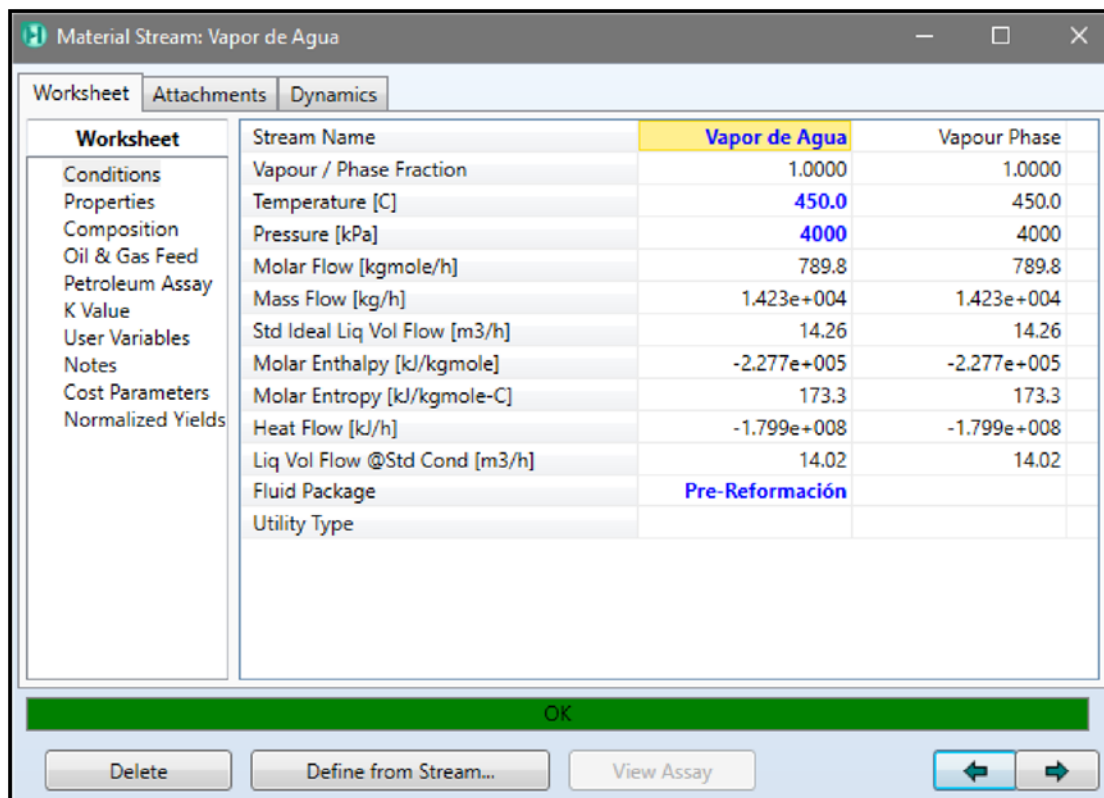
$$\text{Relación} = \text{Vapor/ Carbono}$$

Luego de distintas pruebas analíticas y en el simulador, se llega a la conclusión que para nuestro proceso la relación a utilizar será de 1,85. Valor que se mantiene dentro del rango recomendado. Si Rel= 1.85

$$\text{Entonces; } 1.85 \times 7752,7 = 14342,5 \text{ kg de vapor H}_2\text{O}$$

<sup>58</sup> Hysys del autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 112 de 373



Worksheet	Stream Name	Vapor de Agua	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	450.0	450.0
Composition	Pressure [kPa]	4000	4000
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	789.8	789.8
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	1.423e+004	1.423e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	14.26	14.26
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2.277e+005	-2.277e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	173.3	173.3
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1.799e+008	-1.799e+008
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	14.02	14.02
	Fluid Package	Pre-Reformación	
	Utility Type		



Fig. 4.6. Condición de la Corriente de Vapor de Agua<sup>59</sup>

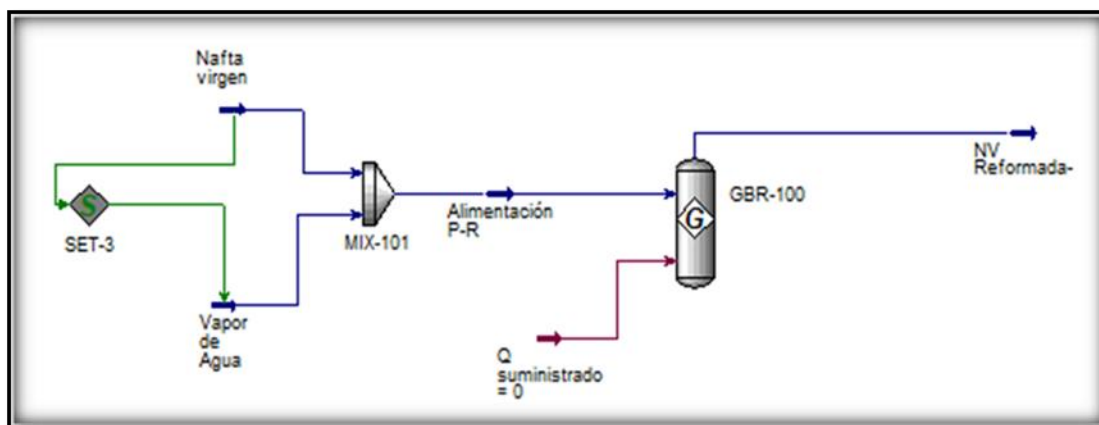
6. **Etapas de pre-reformación:** Esta etapa tiene como fin acondicionar la materia prima, en este caso nafta virgen.

Un pre-reformador es un lecho de catalizador adiabático fijo que hace reaccionar las mezclas de vapor/HC al equilibrio. Para ello se utiliza un catalizador, el cual se analizó bajo condiciones impuestas por la firma Johnson Matthey para este tipo de proceso.

Johnson Matthey se enfoca en catalizadores pre-reducidos, sin embargo, también se pueden suministrar en estado oxidado y luego requieren in situ reducción antes de ser puestos en línea. Las recomendaciones aplican para catalizadores de la serie CRG LH y también la serie CRG F cuando se usan para pre-reformador de alimentación de hidrocarburos.

<sup>59</sup> Hysys del autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 113 de 373</p>



**Fig. 4.7. Simulación de la Etapa de Pre-reformación<sup>60</sup>**



Para lograr la relación deseada, se utiliza la operación SET, la cual nos sirve para realizar relaciones lineales entre distintas corrientes.

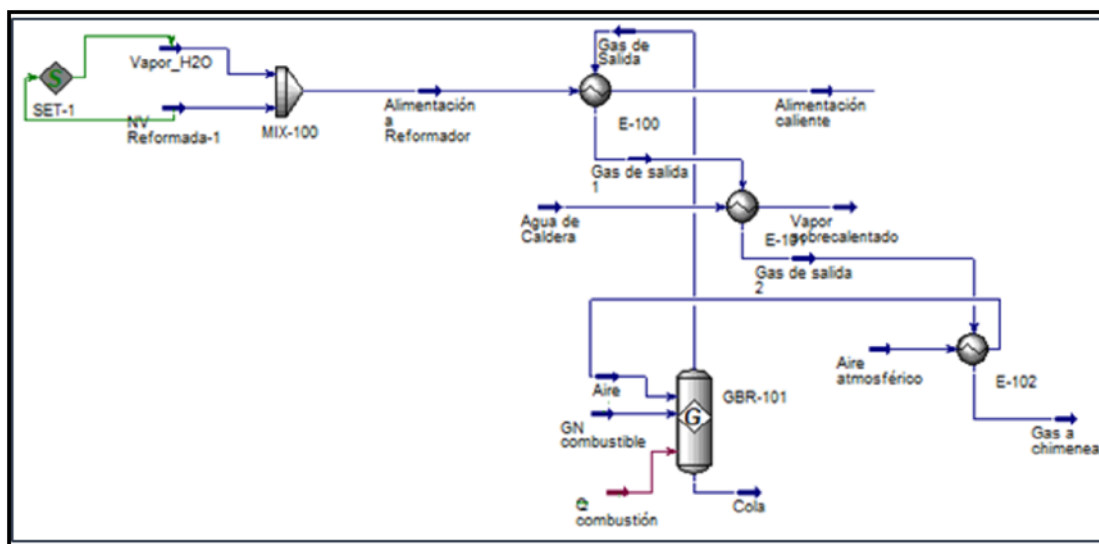
Como se puede observar en la figura general de la primera etapa, nafta Virgen y vapor de agua se dirigen a un mezclador para finalmente ingresar al reactor adiabático ( $Q=0$ ) donde se pondrán en contacto con el catalizador a las condiciones ya mencionadas y como resultado llamaremos Nafta pre-reformada a la corriente de salida de esta primera etapa.

**7. Etapa de Reformación:** Continuando con el proceso, la nafta virgen pre-reformada que se obtiene de la etapa inicial se mezcla nuevamente con vapor de agua para ingresar al reactor de síntesis, cuyo objetivo principal es la formación de gas de síntesis, lo cual se logra haciendo pasar la mezcla de nafta pre-reformada-vapor de agua a través de un catalizador que se encuentra dispuesto en los tubos verticales del horno, bajo las condiciones recomendadas por el proveedor del mismo.

Previo al contacto con el catalizador en reactor, la mezcla intercambia calor con los gases de combustión en el horno, en un tren de intercambio donde es aprovechado a su vez para sobrecalentar el vapor que se obtiene en la caldera y precalentar el aire atmosférico que se utilizará en la combustión, de esta manera se logra un ahorro energético.

<sup>60</sup> Hysys del autor



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 114 de 373</p>

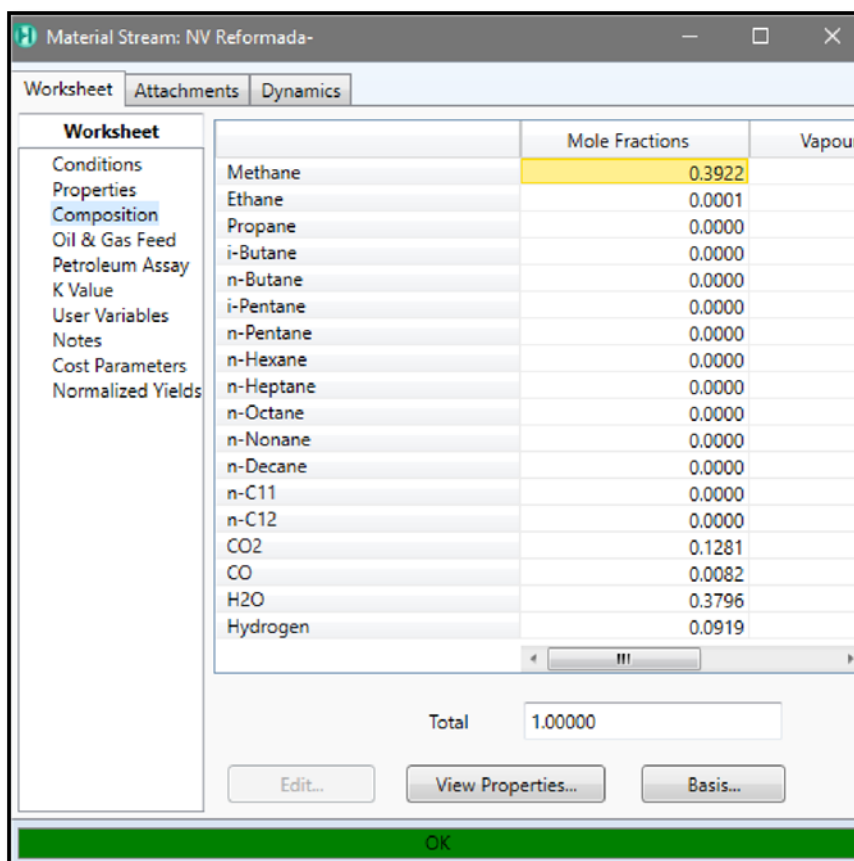


**Fig. 4.8. Simulación de la Etapa de Reformación<sup>61</sup>**

A continuación, se observa la composición de la nafta pre-reformada resultante de la primera etapa:

<sup>61</sup> Hysys del autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 115 de 373</p>





	Mole Fractions	Vapour
Methane	0.3922	
Ethane	0.0001	
Propane	0.0000	
i-Butane	0.0000	
n-Butane	0.0000	
i-Pentane	0.0000	
n-Pentane	0.0000	
n-Hexane	0.0000	
n-Heptane	0.0000	
n-Octane	0.0000	
n-Nonane	0.0000	
n-Decane	0.0000	
n-C11	0.0000	
n-C12	0.0000	
CO2	0.1281	
CO	0.0082	
H2O	0.3796	
Hydrogen	0.0919	
<b>Total</b>	<b>1.00000</b>	

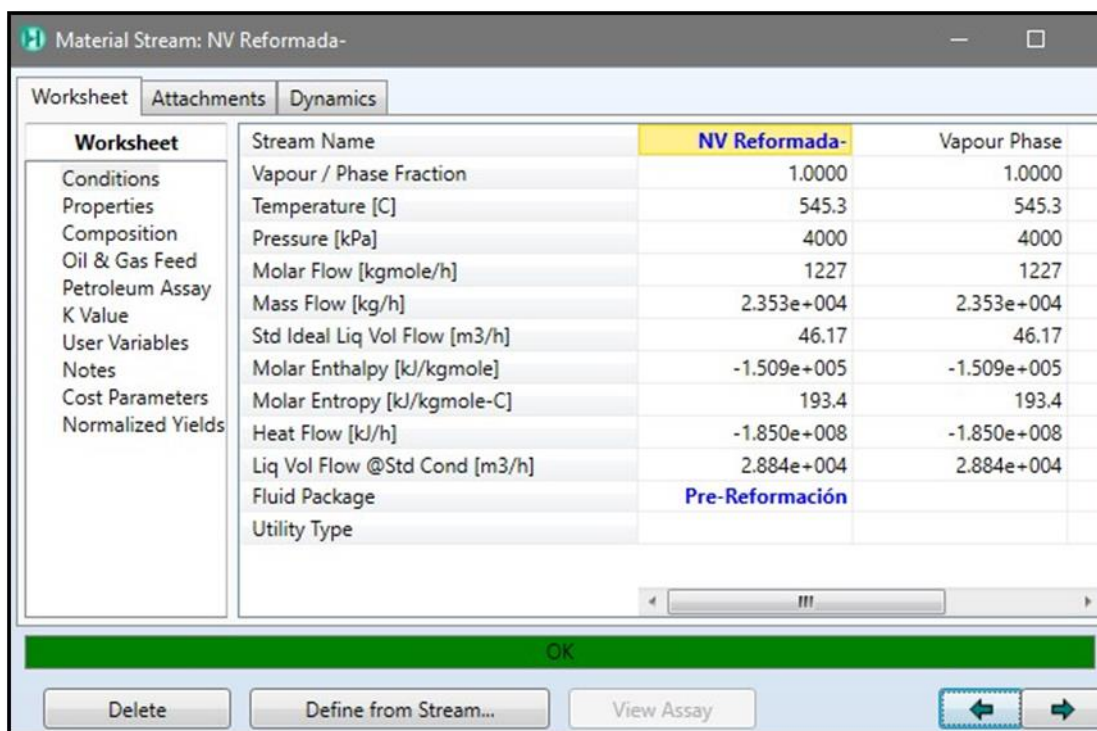
**Fig. 4.9. Composición de la Nafta Pre-reformada<sup>62</sup>.**

Con los datos obtenidos podemos calcular la relación vapor/carbono que mejor se ajuste a nuestro proceso, siempre teniendo en cuenta las recomendaciones del proveedor que para este caso será de una relación Vapor/ Carbono dentro del rango de 1,5 a 3. Corriente de Nafta Virgen pre-reformada que ingresa a la siguiente etapa:

<sup>62</sup> Hysys del autor



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 116 de 373



Worksheet	Stream Name	NV Reformada	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	545.3	545.3
Composition	Pressure [kPa]	4000	4000
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	1227	1227
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	2.353e+004	2.353e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	46.17	46.17
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.509e+005	-1.509e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	193.4	193.4
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1.850e+008	-1.850e+008
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	2.884e+004	2.884e+004
	Fluid Package	Pre-Reformación	
	Utility Type		

**Fig. 4.10. Condición de la corriente de Nafta Pre-reformada<sup>63</sup>**

Teniendo en cuenta los dos cuadros anteriores, la alimentación de Nafta Virgen Pre -Reformado a la siguiente etapa, se compone de la siguiente cantidad de Carbono.

$$23530 \text{ kg NVR} \text{ ----- } 13596,15 \text{ kg C}$$



$$\text{Relación} = \text{Vapor/ Carbono}$$

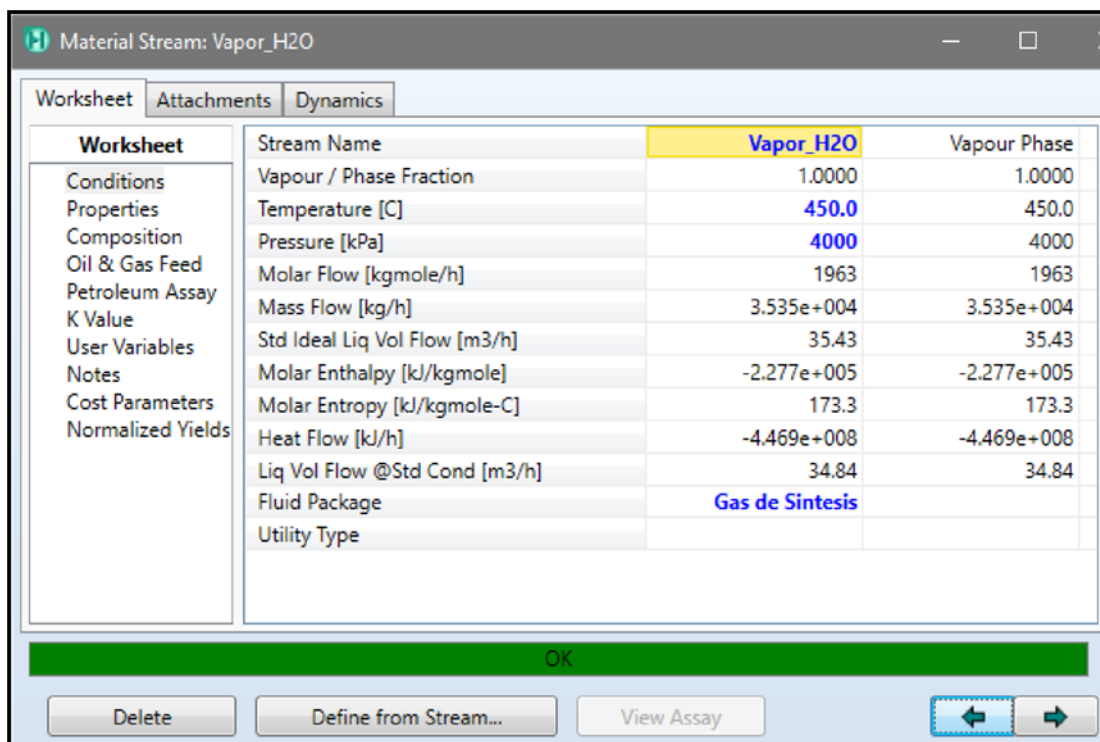
Luego de distintas pruebas analíticas y en el simulador, se llega a la conclusión que para nuestro proceso la relación a utilizar será de 2,6. Valor que se mantiene dentro del rango recomendado.

$$\text{Si Rel} = 2.6$$

Entonces;  $2.6 \times 13596,15 = 35350$  kg de vapor Como se puede observar en la siguiente figura, con la ayuda del simulador se obtuvo la cantidad de vapor de agua necesario para la relación adoptada, con las condiciones sugeridas.

<sup>63</sup> Hysys del autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23
			Página 117 de 373



Worksheet	Stream Name	Vapor_H2O	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	450.0	450.0
Composition	Pressure [kPa]	4000	4000
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	1963	1963
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	3.535e+004	3.535e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	35.43	35.43
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2.277e+005	-2.277e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	173.3	173.3
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-4.469e+008	-4.469e+008
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	34.84	34.84
	Fluid Package	Gas de Síntesis	
	Utility Type		

Fig. 4.11. Condición de la corriente de Vapor de Agua<sup>64</sup>

Para lograr la relación deseada, nuevamente se utiliza la operación de SET, que nos permite llevar a cabo las relaciones lineales entre distintas corrientes.

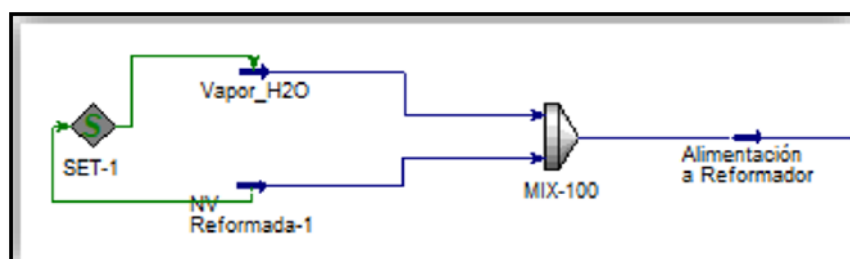

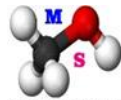


Fig. 4.12. Unidad de Reformado. Gas de síntesis<sup>65</sup>

<sup>64</sup> Hysys del autor

<sup>65</sup> Hysys del autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 118 de 373

El horno reformador nos brinda la cantidad de energía necesaria para que se lleve a cabo la reacción de reformación.

Para poder realizar la unidad que comprende la obtención de gas de síntesis en el simulador, nos regimos en el diagrama que se encuentra en bibliografía, Felder, teniendo en cuenta las condiciones de las corrientes que interactúan en el horno reformador que se puede observar en la siguiente figura:

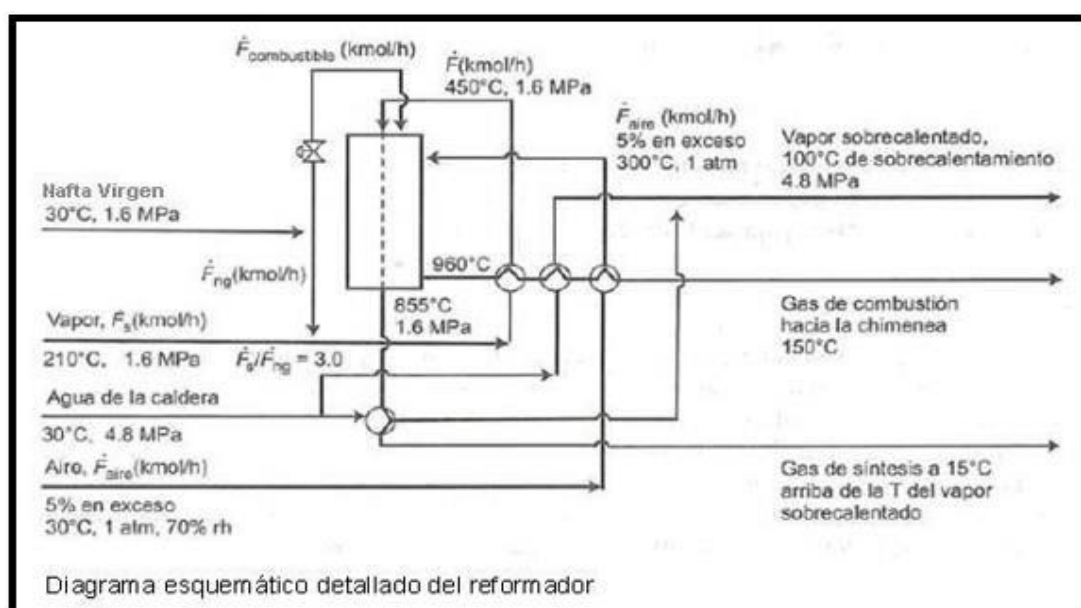




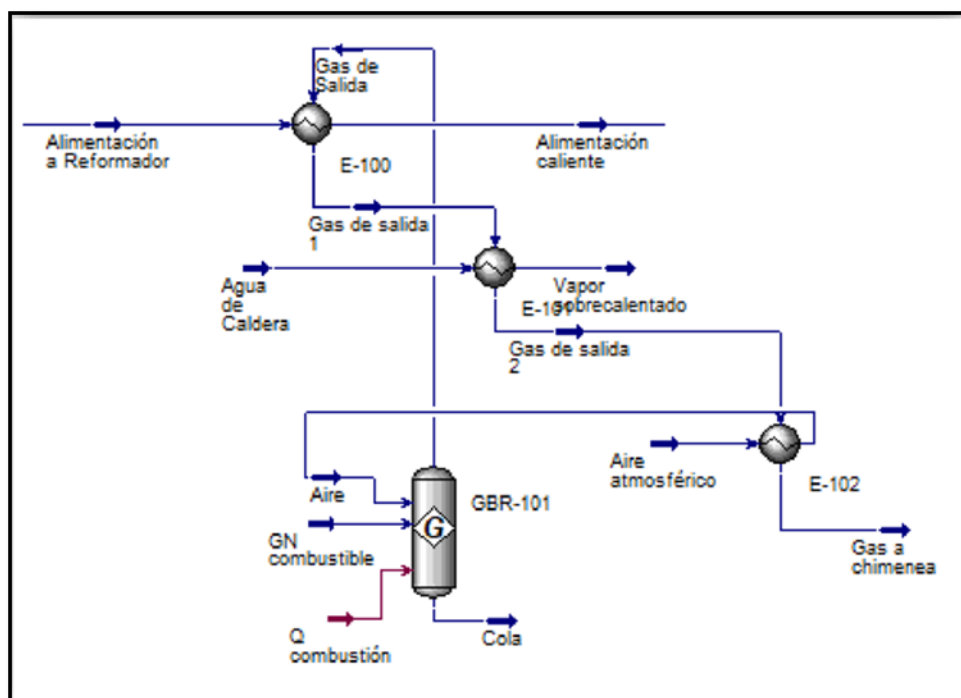
Fig. 4.13. Horno Reformador<sup>66</sup> Fuente:

Los reactores de Gibbs se utilizan generalmente en reacciones de combustión donde no se sabe la composición de salida de los gases, dicho reactor actúa de manera que la corriente de salida tenga la menor energía de gibbs posible.

La siguiente figura muestra el diagrama general de funcionamiento del horno y el intercambio de las corrientes, como lo indica la bibliografía:

<sup>66</sup> Libro de Richard. M. Felder

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 119 de 373</p>


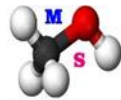


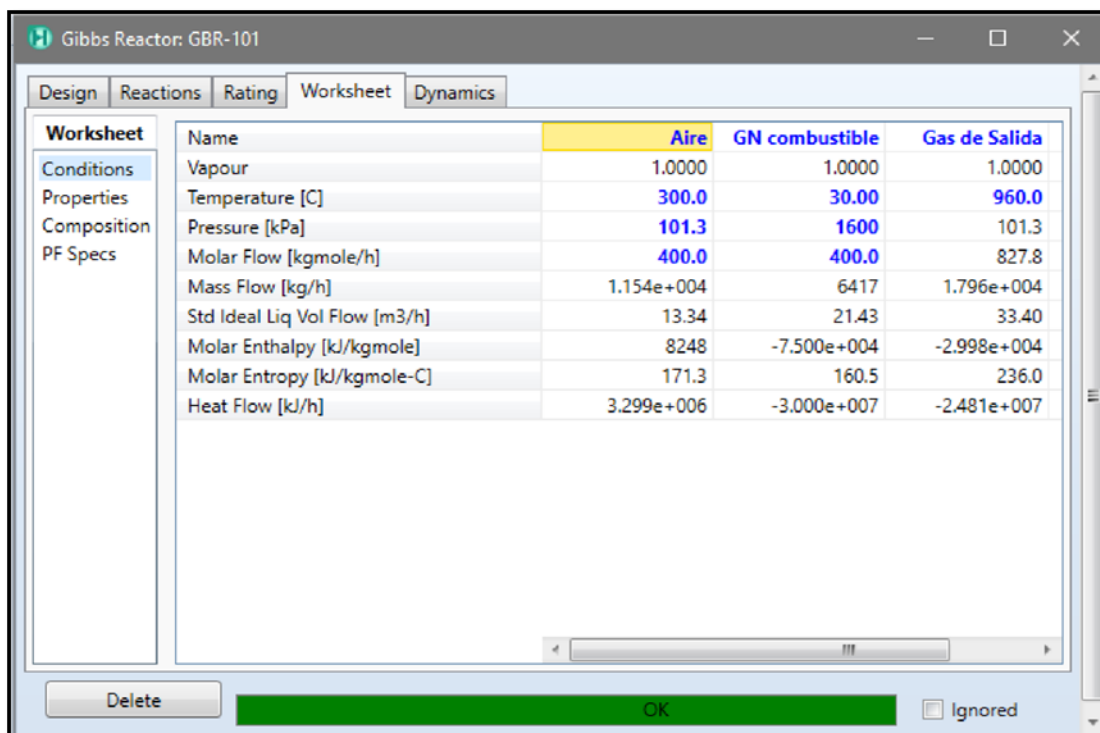
**Fig. 4.14. Etapa de Reformación<sup>67</sup>**

Para esta etapa, en el simulador utilizamos el reactor de gibbs con el paquete de fluidos Peng Robinson, que llamaremos combustión.

Se debe tener en cuenta que para la combustión tenemos que cargar el aire atmosférico como comburente, y el gas natural combustible.

<sup>67</sup> Hysys del autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 120 de 373


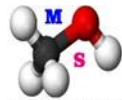


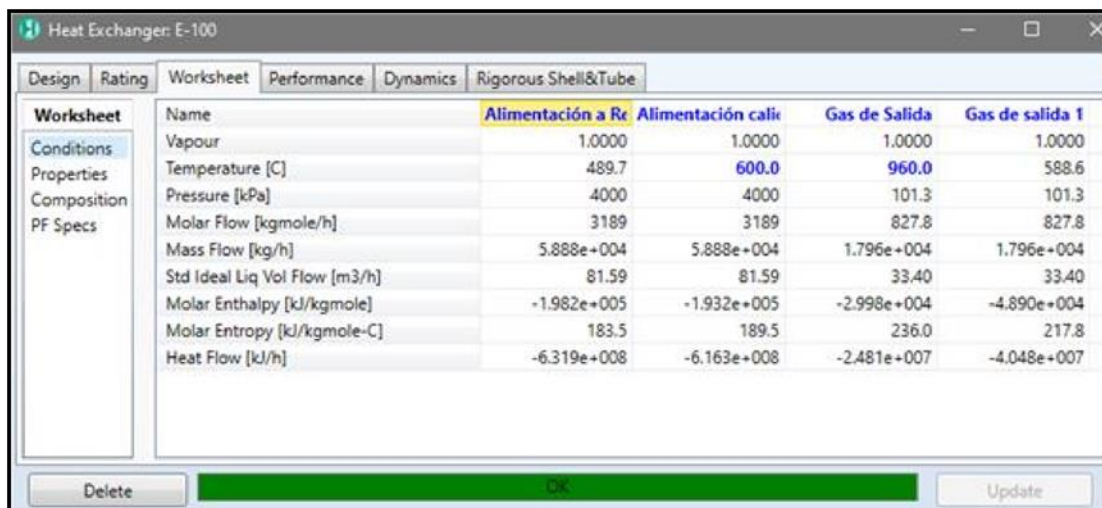
Worksheet	Name	Aire	GN combustible	Gas de Salida
Conditions	Vapour	1.0000	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	300.0	30.00	960.0
Composition	Pressure [kPa]	101.3	1600	101.3
PF Specs	Molar Flow [kgmole/h]	400.0	400.0	827.8
	Mass Flow [kg/h]	1.154e+004	6417	1.796e+004
	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	13.34	21.43	33.40
	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	8248	-7.500e+004	-2.998e+004
	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	171.3	160.5	236.0
	Heat Flow [kJ/h]	3.299e+006	-3.000e+007	-2.481e+007

**Fig.4.15. Condiciones del Horno Reformador 4.1<sup>68</sup>**

Además, el aprovechamiento de energía que se produce con los gases que se generan en el horno con ciertas condiciones de presión y temperatura, permiten intercambiar calor con la alimentación, generar vapor sobrecalentado y precalentar el aire necesario para la combustión.

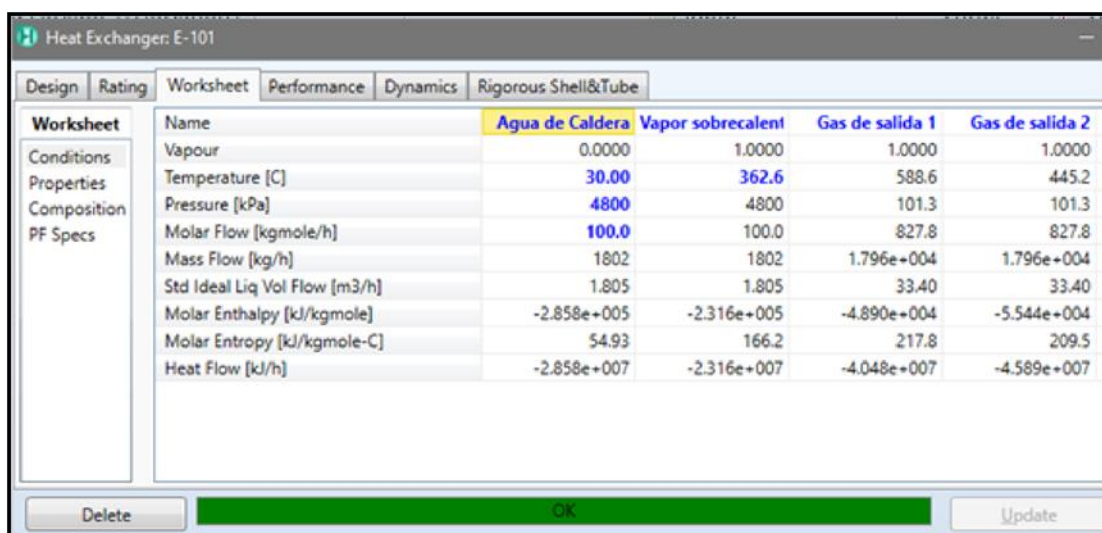
<sup>68</sup> Hysys del autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 121 de 373



Worksheet	Name	Alimentación a Re	Alimentación calie	Gas de Salida	Gas de salida 1
Conditions	Vapour	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	489.7	600.0	960.0	588.6
Composition	Pressure [kPa]	4000	4000	101.3	101.3
PF Specs	Molar Flow [kgmole/h]	3189	3189	827.8	827.8
	Mass Flow [kg/h]	5.888e+004	5.888e+004	1.796e+004	1.796e+004
	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	81.59	81.59	33.40	33.40
	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.982e+005	-1.932e+005	-2.998e+004	-4.890e+004
	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	183.5	189.5	236.0	217.8
	Heat Flow [kJ/h]	-6.319e+008	-6.163e+008	-2.481e+007	-4.048e+007

Fig.4.16. Intercambio de calor entre los gases de combustión y la alimentación del reformador<sup>69</sup>





Worksheet	Name	Agua de Caldera	Vapor sobrecalent	Gas de salida 1	Gas de salida 2
Conditions	Vapour	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	30.00	362.6	588.6	445.2
Composition	Pressure [kPa]	4800	4800	101.3	101.3
PF Specs	Molar Flow [kgmole/h]	100.0	100.0	827.8	827.8
	Mass Flow [kg/h]	1802	1802	1.796e+004	1.796e+004
	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1.805	1.805	33.40	33.40
	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2.858e+005	-2.316e+005	-4.890e+004	-5.544e+004
	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	54.93	166.2	217.8	209.5
	Heat Flow [kJ/h]	-2.858e+007	-2.316e+007	-4.048e+007	-4.589e+007

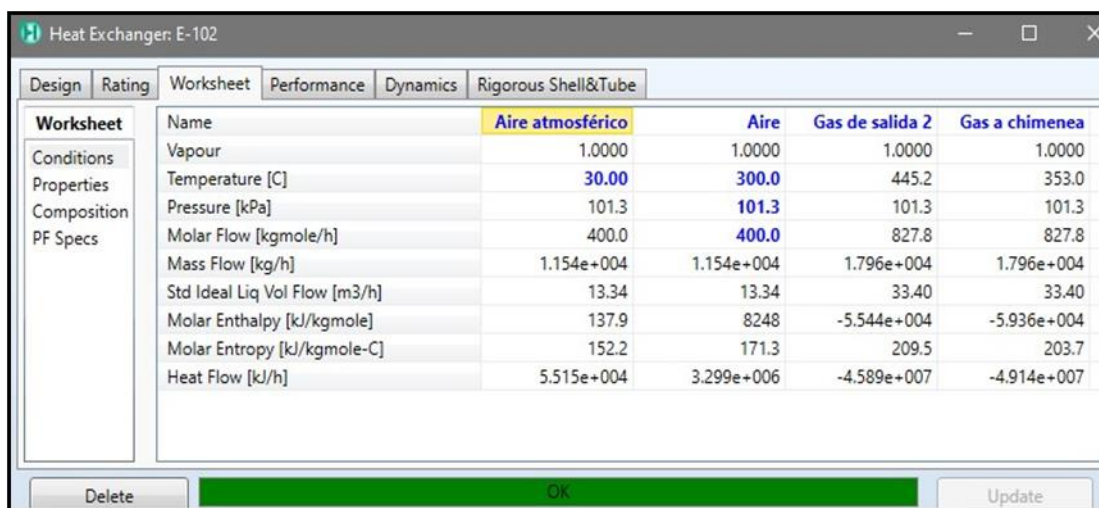
Fig.4.17. Intercambiador de calor que permite generar vapor de agua sobrecalentado<sup>70</sup>

<sup>69</sup> Hysys del autor.

<sup>70</sup> Hysys del autor.



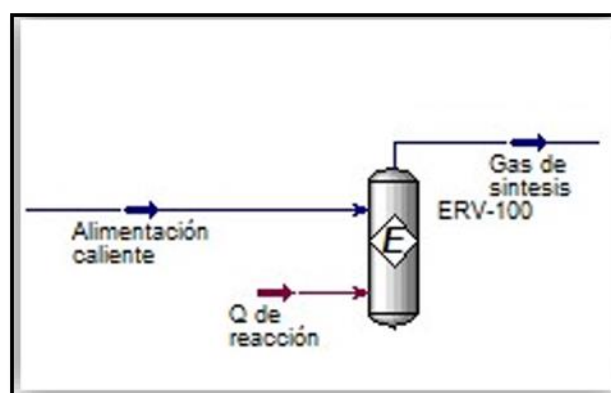
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 122 de 373



Worksheet	Name	Aire atmosférico	Aire	Gas de salida 2	Gas a chimenea
Conditions	Vapour	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	30.00	300.0	445.2	353.0
Composition	Pressure [kPa]	101.3	101.3	101.3	101.3
PF Specs	Molar Flow [kgmole/h]	400.0	400.0	827.8	827.8
	Mass Flow [kg/h]	1.154e+004	1.154e+004	1.796e+004	1.796e+004
	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	13.34	13.34	33.40	33.40
	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	137.9	8248	-5.544e+004	-5.936e+004
	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	152.2	171.3	209.5	203.7
	Heat Flow [kJ/h]	5.515e+004	3.299e+006	-4.589e+007	-4.914e+007



**Fig.4.18. Intercambiador de calor que permite precalentar el aire que se utiliza en la combustión<sup>71</sup>**

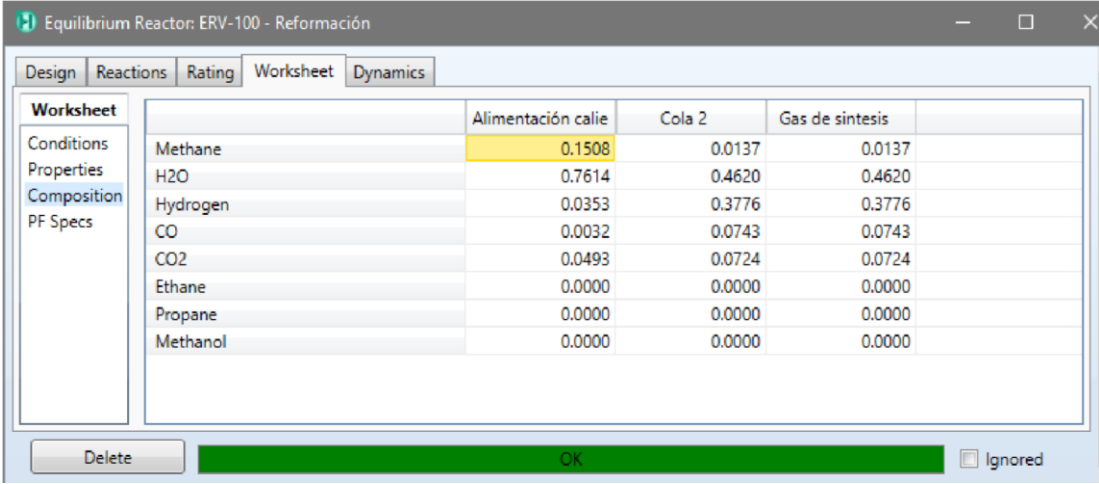
Luego se procede al diseño del reactor de reformación, el mismo se realiza con un paquete de fluidos Peng Robinson, al que llamamos Gas de Síntesis, en un reactor de equilibrio con los componentes que intervienen en esta etapa. Las reacciones de obtención de gas de síntesis están muy estudiadas y se pueden encontrar en la biblioteca, por lo que para este caso se cargan directamente las reacciones desde el simulador mismo, agregando las reacciones de etano y propano que si bien es de mínimo aporte se consideran para nuestro caso.



**Fig. 4.19. Reactor de Reformación<sup>72</sup>**

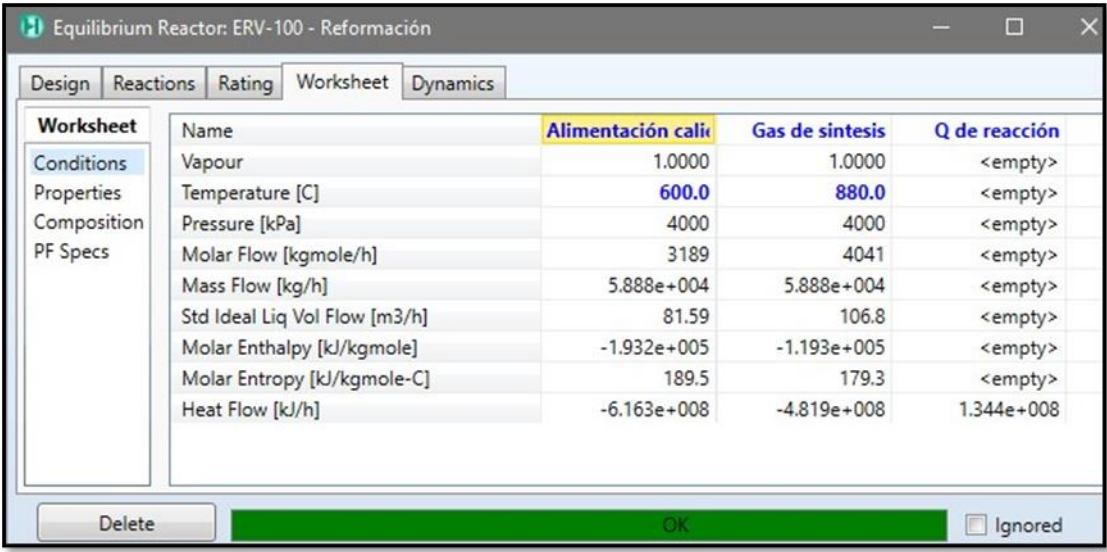
<sup>71</sup> Hysys del autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23
			Página 123 de 373



	Alimentación calie	Cola 2	Gas de síntesis
Methane	0.1508	0.0137	0.0137
H2O	0.7614	0.4620	0.4620
Hydrogen	0.0353	0.3776	0.3776
CO	0.0032	0.0743	0.0743
CO2	0.0493	0.0724	0.0724
Ethane	0.0000	0.0000	0.0000
Propane	0.0000	0.0000	0.0000
Methanol	0.0000	0.0000	0.0000

Fig. 4.20. Condición de las corrientes de Reactor de Reformación<sup>73</sup>



Name	Alimentación calie	Gas de síntesis	Q de reacción
Vapour	1.0000	1.0000	<empty>
Temperature [C]	600.0	880.0	<empty>
Pressure [kPa]	4000	4000	<empty>
Molar Flow [kgmole/h]	3189	4041	<empty>
Mass Flow [kg/h]	5.888e+004	5.888e+004	<empty>
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	81.59	106.8	<empty>
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.932e+005	-1.193e+005	<empty>
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	189.5	179.3	<empty>
Heat Flow [kJ/h]	-6.163e+008	-4.819e+008	1.344e+008

Fig. 4.21. Composición de las corrientes del Reactor de Reformación<sup>74</sup>



El gas de síntesis que se produce en el reactor sale a una temperatura de 880 grados centígrados, es necesario enfriar esta corriente que en procesos posteriores requiere de menores temperaturas. Para ello se utiliza un intercambio entre la corriente de gas de síntesis

<sup>72</sup> Hysys del autor

<sup>73</sup> Hysys

<sup>74</sup> Hysys



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 124 de 373

y agua de caldera tal como señala la bibliografía, de manera tal que se aprovecha la energía para generar vapor sobrecalentado.

La bibliografía indica que la temperatura del gas de síntesis de salida debe estar 15 grados centígrados por encima de la temperatura del vapor sobrecalentado, por lo que se utiliza la operación SET para lograr esta condición.

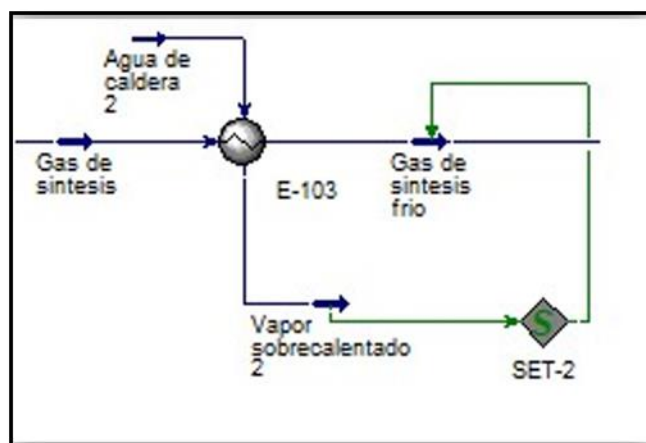




Fig.4.22 Intercambio de calor del Gas de síntesis y Agua de Caldera<sup>75</sup>

Heat Exchanger: E-103						
Design	Rating	Worksheet	Performance	Dynamics	Rigorous Shell&Tube	
Worksheet		Name	Gas de síntesis	Gas de síntesis frío	Agua de caldera 2	Vapor sobrecalent
Conditions		Vapour	1.0000	1.0000	0.0000	1.0000
Properties		Temperature [C]	880.0	377.6	30.00	362.6
Composition		Pressure [kPa]	4000	3950	4800	4750
PF Specs		Molar Flow [kgmole/h]	4041	4041	1408	1408
		Mass Flow [kg/h]	5.888e+004	5.888e+004	2.537e+004	2.537e+004
		Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	106.8	106.8	25.42	25.42
		Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.193e+005	-1.382e+005	-2.858e+005	-2.316e+005
		Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	179.3	158.0	54.93	166.3
		Heat Flow [kJ/h]	-4.819e+008	-5.583e+008	-4.025e+008	-3.261e+008

Fig. 4.23. Intercambiador de calor<sup>76</sup>

<sup>75</sup> Hysys del autor

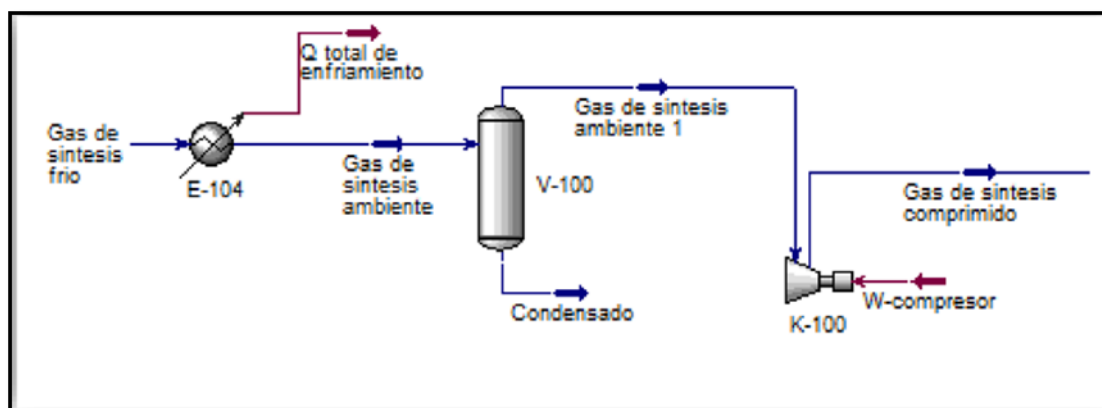
<sup>76</sup> Hysys del autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 125 de 373</p>

Antes de llevar la corriente de gas de síntesis a una etapa de compresión, para ingresar en la síntesis de metanol, debemos:

Enfriar lo suficientemente la corriente de gas de síntesis, proceso por el cual se genera un condensado que no es conveniente para los compresores.

Se debe llevar a cabo la separación de dicho condensado, previo a la compresión.





**Fig.4.24. Etapa de Compresión del Gas de Síntesis<sup>77</sup>**

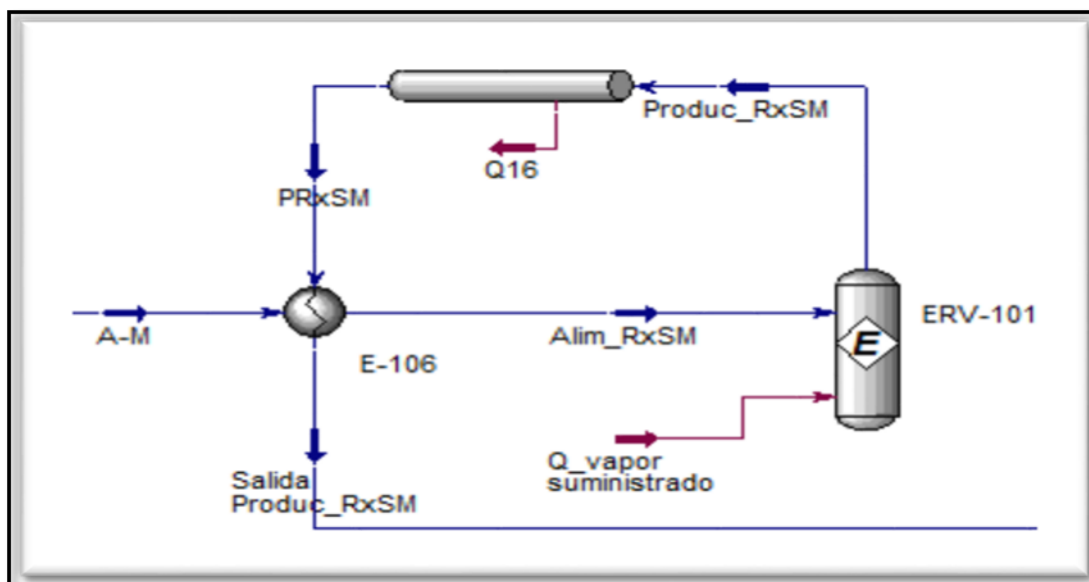
8. **Etapa de Compresión:** El gas de síntesis comprimido se lleva a la siguiente etapa donde se realizará la síntesis del metanol.

9. **Etapa Síntesis de Metanol:** Reactor de síntesis: Catalizador Cu/Zn (reacción global resultante de carácter exotérmico) este catalizador proporciona un buen rendimiento de metanol a presiones relativamente bajas y sustancialmente una baja formación de subproductos, bajo condiciones de temperaturas normales.

En principio, la alimentación al reactor de síntesis intercambia calor con el producto de dicho reactor para lograr de esta forma elevar la temperatura a las condiciones de reacción, 230 °C, y obtener el producto deseable.

<sup>77</sup> Hysys del autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 126 de 373</p>



**Fig.4.25 . Etapa de Síntesis de Metanol 4.1<sup>78</sup>**

El producto de la reacción de síntesis tiene la siguiente composición:



Material Stream: Salida Produc_RxSM			
Worksheet Attachments Dynamics			
Worksheet		Mole Fractions	Vapour Phase
Conditions	Methane	0.0858	0.0858
Properties	H2O	0.0301	0.0301
Composition	Hydrogen	0.6407	0.6407
Oil & Gas Feed	CO	0.0405	0.0405
Petroleum Assay	CO2	0.1271	0.1271
K Value	Ethane	0.0000	0.0000
User Variables	Propane	0.0000	0.0000
Notes	Methanol	0.0758	0.0758
Cost Parameters			
Normalized Yields			

**Fig.4.26. Composición de las Corrientes de salida del Reactor de Síntesis<sup>79</sup>**

El producto del reactor luego de pasar por los intercambiadores de calor para el aprovechamiento de energía se dirige a un separador donde el tope de este último se recircula

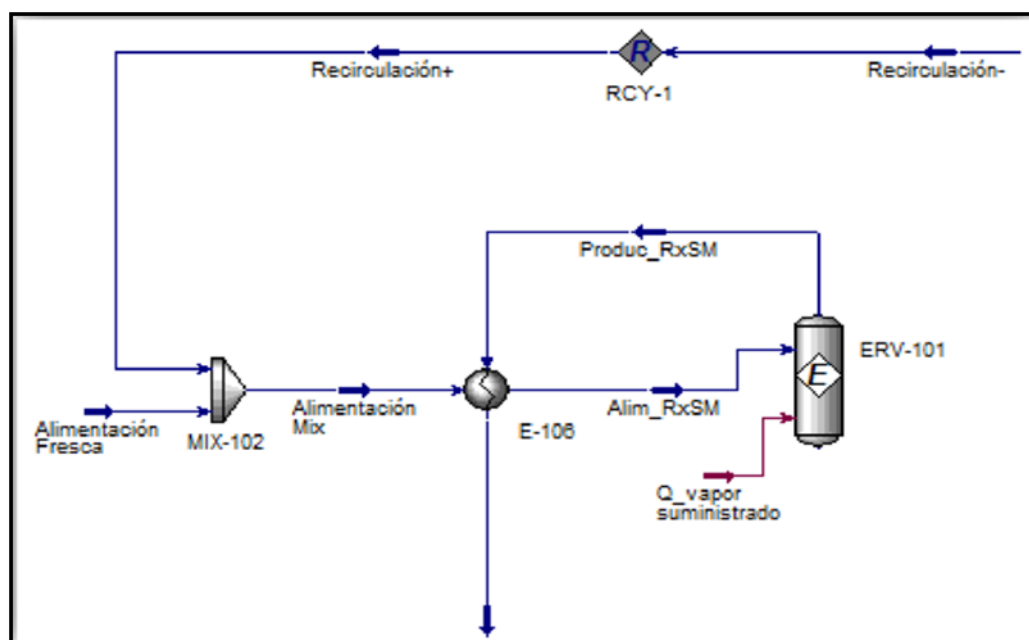
<sup>78</sup> Hysys del autor

<sup>79</sup> Hysys

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 127 de 373</p>



e ingresa con la alimentación, y el fondo se dirige a la siguiente etapa del proceso. Previo a recircularlo se deberá hacer pasar la corriente por un compresor para acondicionar la presión.

Dicho esto, entonces, la alimentación al reactor de síntesis de metanol estará compuesto por la alimentación que viene de la etapa anterior y el vapor de recirculación.

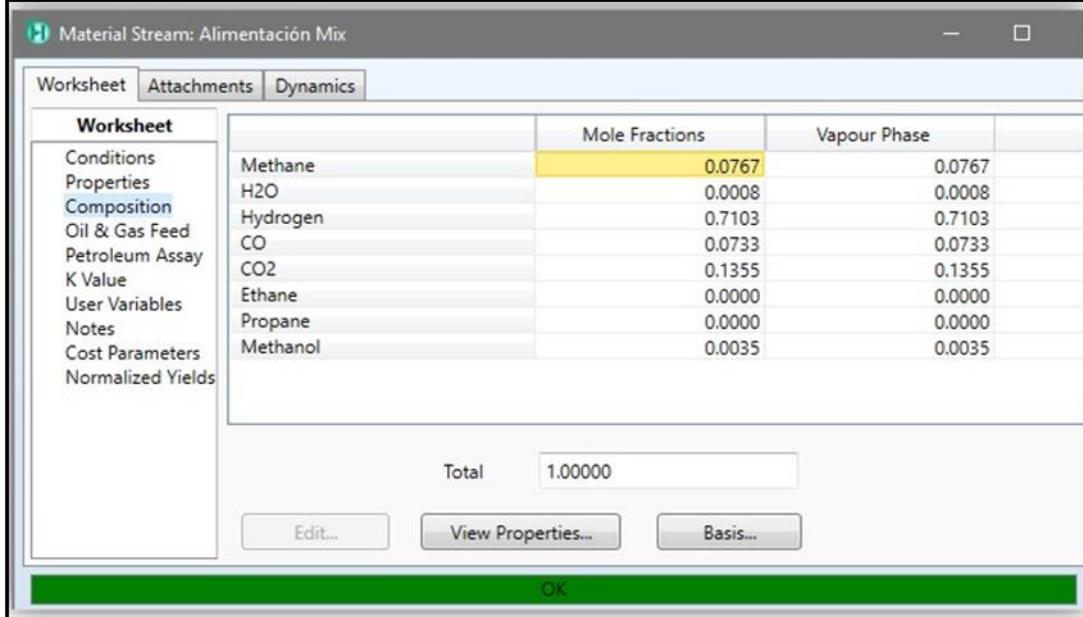


**Fig.4.27. Reactor síntesis de Metanol 4.1<sup>80</sup>**

<sup>80</sup> Hysys del autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 128 de 373</p>

De esta manera la composición después del mezclador queda de la siguiente forma;



	Mole Fractions	Vapour Phase
Methane	0.0767	0.0767
H2O	0.0008	0.0008
Hydrogen	0.7103	0.7103
CO	0.0733	0.0733
CO2	0.1355	0.1355
Ethane	0.0000	0.0000
Propane	0.0000	0.0000
Methanol	0.0035	0.0035

Total: 1.00000

Fig. 4.28. Composición de la Corriente de alimentación del Mezclador<sup>81</sup>

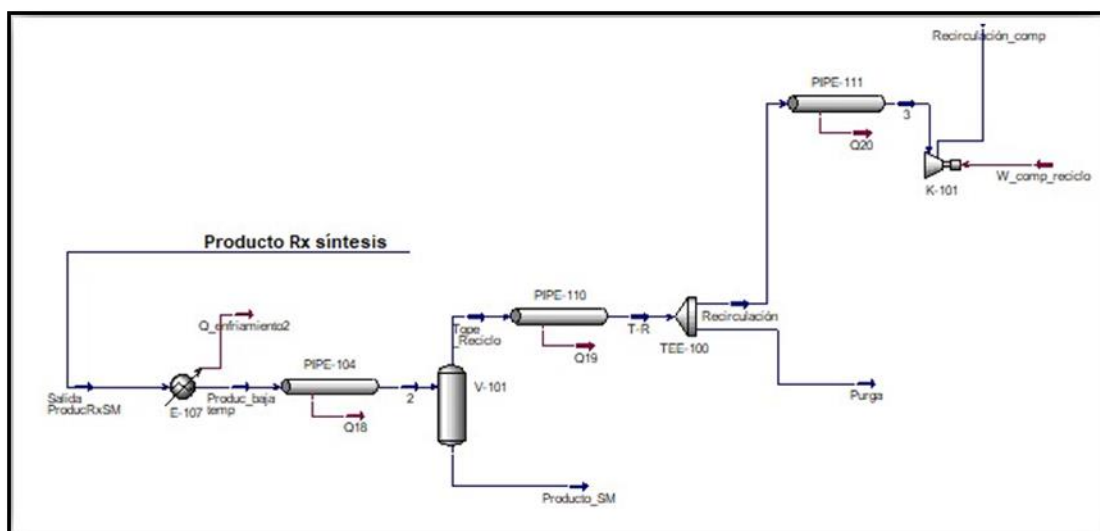


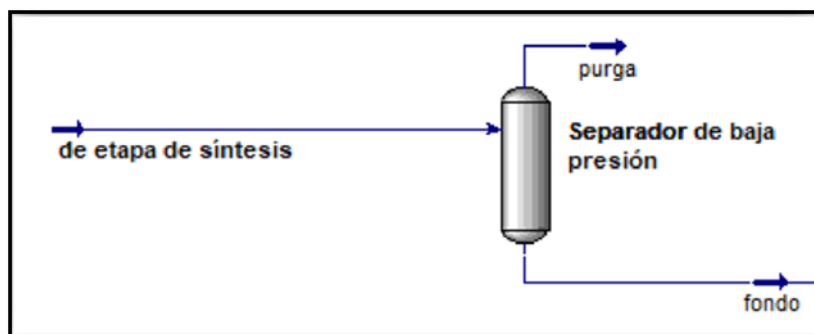


Fig. 4.29. Esquema final de la etapa de Síntesis de Metanol<sup>82</sup>

<sup>81</sup> Hysys

<sup>82</sup> Hysys del autor

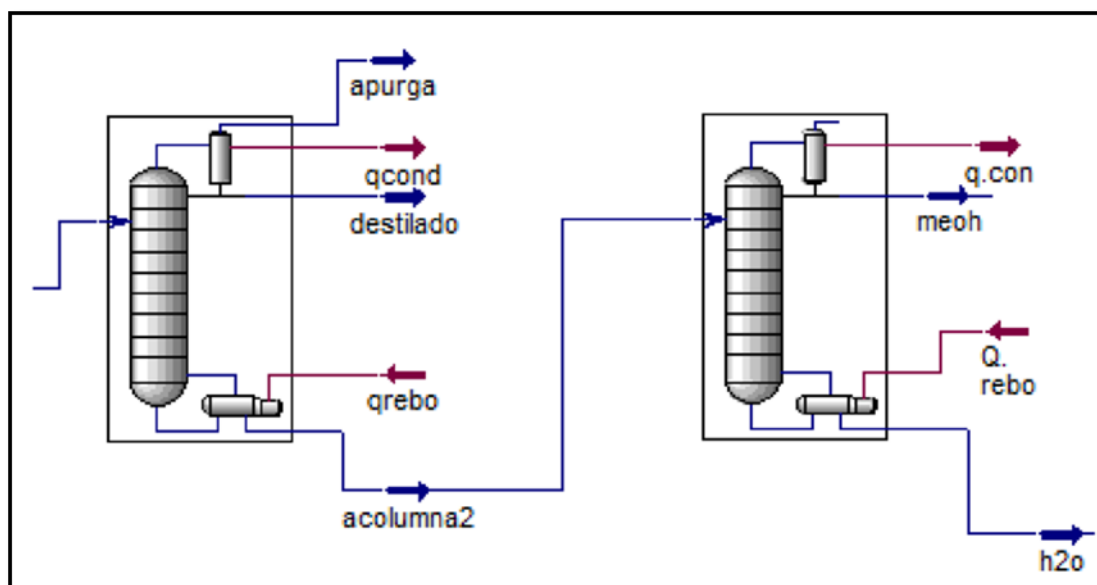
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 129 de 373</p>



**Fig.4.30. Separador de baja presión<sup>83</sup>**

**10. Etapa de Destilación:** Es la etapa final del proceso y está compuesto por dos columnas de destilación:



En la primera columna se remueven los éteres, aldehídos y cetonas junto a los gases remanentes, mientras que en la segunda se elimina el agua restante obteniendo metanol de elevada pureza.



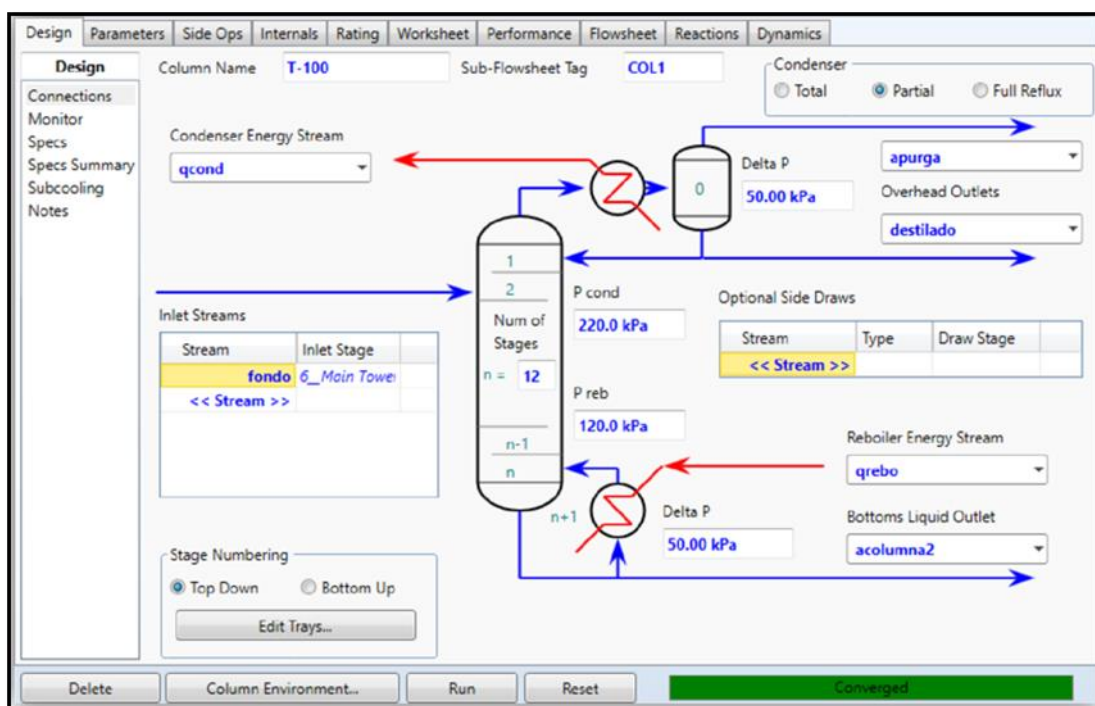
**Fig. 4.31. Primera Columna de Destilación<sup>84</sup>**

<sup>83</sup> Hysys del autor

<sup>84</sup> Hysys del autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 130 de 373</p>

La primera columna está compuesta por 12 etapas, la alimentación se realiza en la etapa 6, la temperatura es de 80 grados en cabeza, condensador, separador (condensado, parte a reflujo, relación de reflujo 1.5) vapor a venteo.



**Fig.4.32. Conexiones de la Primer Columna de Destilación 4.1<sup>85</sup>**

La segunda columna está compuesta por 65 etapas, la alimentación se realiza en la etapa 33, la temperatura es de 68 grados en cabeza, la relación de reflujo=1.2, la otra parte se envía a TK de almacenamiento. En fondo 115°C, se envía a enfriamiento.

<sup>85</sup> Hysys del autor



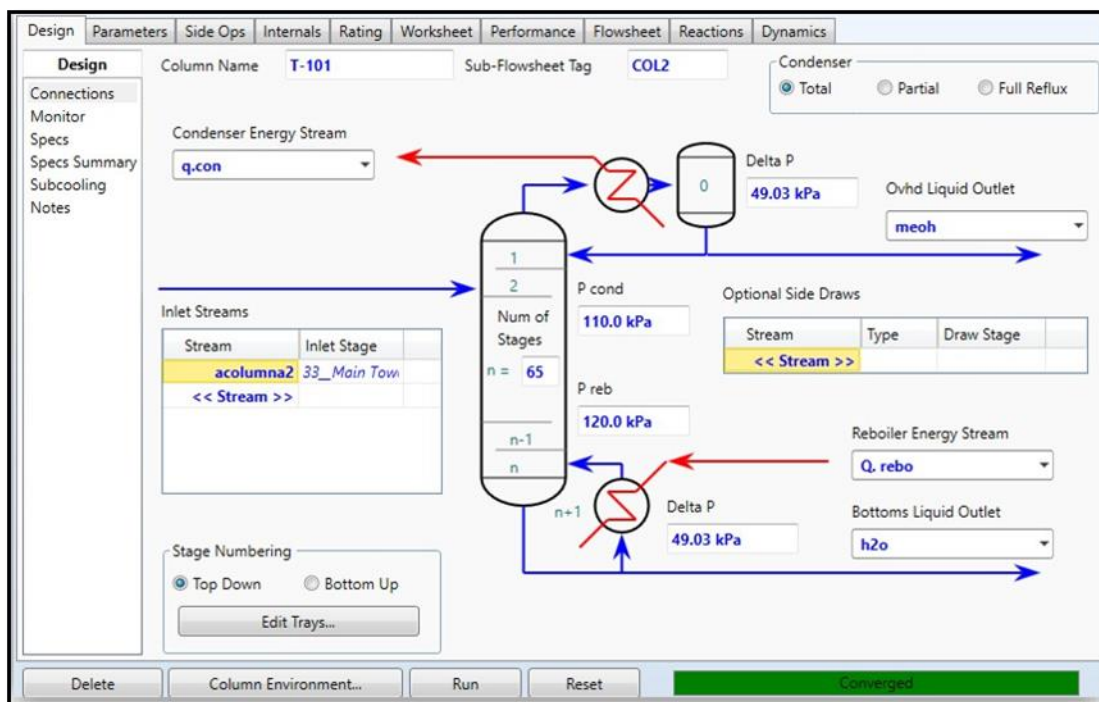
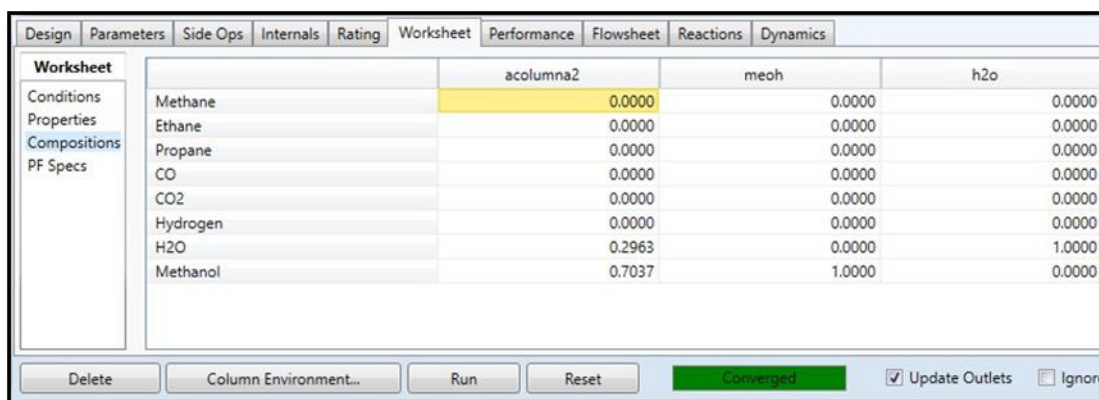


Fig. 4.33. Conexiones de la Segunda columna de Destilación<sup>86</sup>

El calor de esta columna es suministrado por vapor de baja presión en el rehervidor.

La separación se lleva a cabo de manera aceptable, logrando alto nivel de pureza.





Worksheet	acolumna2	meoh	h2o
Conditions			
Properties			
Compositions			
PF Specs			
Methane	0.0000	0.0000	0.0000
Ethane	0.0000	0.0000	0.0000
Propane	0.0000	0.0000	0.0000
CO	0.0000	0.0000	0.0000
CO2	0.0000	0.0000	0.0000
Hydrogen	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	0.2963	0.0000	1.0000
Methanol	0.7037	1.0000	0.0000

Fig. 4.34. composición de la Corriente de fondo de la Segunda Columna<sup>87</sup>

<sup>86</sup> Hysys del autor

<sup>87</sup> Hysys


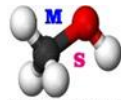


 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 132 de 373</b>

De esta forma se lleva a cabo la obtención de metanol a partir de nafta virgen y vapor de agua. La tecnología utilizada nos brinda las condiciones, los tipos de catalizadores y parámetros a tener en cuenta para un óptimo funcionamiento del proceso. Se deberá realizar un mantenimiento general programado, para lograr una vida útil aceptable en cada uno de los equipos

#### 4.5 BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Libro Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química (2°ED). Autor: David M. Himmelblau.
- ❖ Información obtenida de CIPH año 2020.
- ❖ Información obtenida de New American Oil (NAO).
- ❖ Información obtenida de EPAS.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 133 de 373</b>

## 5. SERVICIOS AUXILIARES

El diseño de los sistemas auxiliares del proceso suele ser la última fase del diseño del mismo y es crítico para el éxito comercial de dicho proceso, porque desde su concepción misma se está determinando la confiabilidad y flexibilidad de la operación. Comprenden funciones tanto de operación de la planta en sí, como de servicios domésticos necesarios para las personas que van a trabajar en la misma.



### 5.1 AGUA

El agua es el recurso natural que se debe tener en cuenta a la hora de implementar o proyectar cualquier tipo de planta industrial no solo por la necesidad cotidiana de los empleadores en cuanto al uso doméstico, baños, cocina, etc, sino también porque la gran mayoría de los procesos utilizan agua para enfriamiento o vapor de agua para calentamiento de equipos o fluidos y por la necesidad de contar con un sistema de seguridad lo cual implica un sistema de agua contra incendios.

La mayor parte del agua, después de su uso, se elimina devolviéndola nuevamente a la naturaleza. Estos vertidos, a veces se tratan, pero otras el agua residual industrial vuelve al ciclo del agua sin tratarla adecuadamente. La calidad del agua de muchos ríos del mundo se está deteriorando y está afectando negativamente al medio ambiente acuático por los vertidos industriales de metales pesados, sustancias químicas o materia orgánica. También se puede producir una contaminación indirecta: residuos sólidos pueden llevar agua contaminada u otros líquidos, el lixiviado, que se acaban filtrando al terreno y contaminando acuíferos si los residuos no se aíslan adecuadamente.

De esta forma el agua con la que se debe contar depende de la cantidad a utilizar:

1. **Sistema de agua potable para oficinas**
2. **Sistemas de generación de vapor**
3. **Sistemas de agua de enfriamiento**
4. **Sistemas de agua contra incendio.**

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 134 de 373</b></p>

## 1. Sistema de agua potable para oficinas:

Según la Organización Mundial de la salud, se recomienda utilizar una media de 50 litros de agua como mínimo por día por persona en oficinas, pero en la práctica se conoce, que existe un valor medio para oficinas o sector industrial de 80 litros por persona por cada 24 horas. Partiendo de esta base se puede establecer, según el número de empleados, la cantidad media de agua potable requerida para asegurar el bienestar de las personas que prestan su servicio en la planta. La dotación de agua para oficinas también se puede estimar a razón de 6 litros/día x m<sup>2</sup> de área útil del local.

El personal con el que se cuenta para llevar a cabo la producción y el funcionamiento de la planta de metanol consiste en un total de 62 personas, de las cuales 45 se encuentran en turnos rotativos y 17 en turnos diurnos.

Se considera que el proceso va a estar en funcionamiento todos los días del año salvo paradas programadas por mantenimiento o por algún motivo que pueda surgir por diversos imprevistos ajenos a la operatividad del proceso, como por ejemplo corte de luz, o deficiencia de algún equipo.

Por lo tanto, contamos con personal que brindará servicios en horarios diurnos consistentes en 8 horas de lunes a viernes y personal que rotará en turnos también de 12 horas, con un diagrama de trabajo y horarios rotativos.

Según la OMS, la norma sugiere que por 24 horas hay un consumo medio de 80 lts/h, en 2 periodos de 12 horas.

Teniendo en cuenta que en la planta se encontrarán como máximo 45 personas, en horario diurno, tenemos que:



$$C_{H_2O-m} = N_P * V_M$$

$$C_{H_2O-m} = (45 \text{ personas} * 40 \text{ lt día /persona})$$

$$C_{H_2O-m} = \mathbf{1800 \text{ lts/día}}$$

Donde:

$$C_{H_2O-m} = \text{Consumo medio por 24 hrs}$$

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 135 de 373</p>

$N_P$  = Número de empleados

$V_M$  = Valor medio por 24 hrs según OMS

Además del agua de red contaremos con dos tanques de 1000lts para garantizar un servicio continuo.

## 2. Sistema de generación de vapor:

El vapor de agua en la producción de metanol ocupa un lugar de gran relevancia ya que es materia prima en el horno reformador para reaccionar con el metano y así producir el gas de síntesis necesario para el proceso.



Para la cantidad de metanol que se va a producir según el balance de masa, se necesitan alrededor de 18 tn/hr de vapor de agua de alta presión, por lo que la generación debe ser constante e ininterrumpida y se dispone de boiler o calderas para tal fin, uno de los componentes de mayor aprecio en una industria y que puede representar una buena parte de la inversión.

Existen industrias o servicios, que quedarían colapsados por una falla en la caldera hasta el punto de llegar a parar su producción (es nuestro caso) y su reparación o sustitución podría representar un costo considerable en su presupuesto, por lo que es esencial que la caldera opere en óptimas condiciones.

Una caldera con mantenimiento adecuado y con un tratamiento químico adecuado en el agua de consumo puede llegar a operar durante 20 o más años, siempre realizando mantenimiento según recomiende el fabricante.

Una caldera básicamente es un recipiente de acero donde se quema un combustible y el calor generado en la reacción de combustión se transmite al agua líquida y se produce vapor de agua.

Existen muchas variaciones respecto al tipo de caldera, presión de operación, tamaño y capacidad, entre otros, pero todas las variantes y tipos de ellas adolecen de los mismos problemas en lo referente a la calidad del agua, lo cual afecta la vida útil y la operación de la caldera.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 136 de 373</p>

El agua de alimentación a la caldera es comúnmente almacenada en un tanque, con capacidad suficiente para atender la demanda de la misma. Una válvula de control de nivel mantiene el tanque con agua, una bomba de alta presión empuja el agua hacia adentro de la caldera, se emplean bombas de presión debido a que generalmente las calderas operan a presiones mucho más elevadas que las que encontramos en los tanques de agua.



Los problemas más frecuentes en lo referente a la calidad del agua y que influyen en la operación de la caldera son:

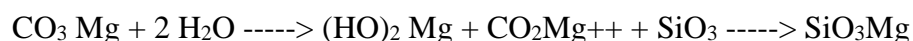
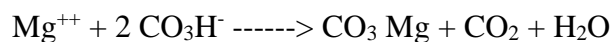
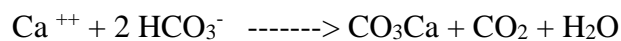
**Formación de depósitos:** La incrustación es indeseable ya que al formar una capa en los tubos y demás componentes del equipo, evitan la transmisión efectiva del calor. Esto conduce a una baja eficiencia en la producción de vapor, disminuyendo la cantidad de vapor producido por unidad de calor generado, y también causa desgaste del tubo y accesorios por fatiga térmica ya que se requiere de mayor temperatura del metal en la parte expuesta a la flama, que cuando no existe incrustación y este desgaste térmico afecta también la vida útil del equipo.

Los depósitos se producen por sólidos suspendidos que el agua pueda contener y principalmente por formación de depósitos de sulfatos y carbonatos de calcio y magnesio, en mezclas complejas con otros componentes como sílice, bario, etc. esto se debe a la baja solubilidad que presentan estas sales y algunas de ellas como es el caso del sulfato de calcio, decrece con el aumento de la temperatura. Estas incrustaciones forman depósitos duros muy adherentes, difíciles de remover, algunas de las causas más frecuentes de este fenómeno son las siguientes:

- Excesiva concentración de sales en el interior de la unidad.
- El vapor o condensado tienen algún tipo de contaminación.
- Transporte de productos de corrosión a zonas favorables para su precipitación.
- Aplicación inapropiada de productos químicos.

Las reacciones químicas principales que se producen en el agua de calderas con las sales presentes en el agua de aporte son las siguientes:

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 137 de 373</b></p>



Para evitar la formación de incrustaciones se deben remover los sólidos coloidales y materia suspendida que el agua contenga y ablandamiento o suavización del agua cruda antes de integrarla a la caldera.

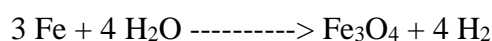
**Corrosión por Oxidación del metal:** Los principales componentes de la caldera son metálicos. Los agentes que atacan el hierro y lo disuelven son los gases corrosivos como oxígeno y dióxido de carbono. También la acidez del agua causa corrosión por lo que el pH debe mantenerse entre 9.0 y 11.5.

El control del oxígeno disuelto es uno de los puntos críticos en la operación de la caldera. Las picaduras o áreas de desgaste localizadas en ciertas partes de los tubos de la caldera, ocurre por la acción corrosiva del oxígeno.



En las líneas de vapor y condensado, se produce el ataque corrosivo más intenso en las zonas donde se acumula agua condensada. La corrosión que produce el oxígeno suele ser severa, debido a la entrada de aire al sistema, a bajo valor de pH, el dióxido de carbono abarca por sí mismo los metales del sistema y acelera la velocidad de la corrosión del oxígeno disuelto cuando se encuentra presente en el oxígeno.

El oxígeno disuelto ataca las tuberías de acero al carbono formando montículos o tubérculos, bajo los cuales se encuentra una cavidad o celda de corrosión activa: esto suele tener una coloración negra, formada por un óxido ferroso- férrico hidratado.

Una forma de corrosión que suele presentarse con cierta frecuencia en calderas corresponde a una reacción de este tipo:

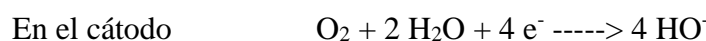


Esta reacción se debe a la acción del metal sobre calentado con el vapor.

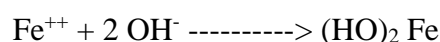
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 138 de 373</b></p>

Otra forma frecuente de corrosión suele ser por una reacción electroquímica, en la que una corriente circula debido a una diferencia de potencial existente en la superficie metálica.

Los metales se disuelven en el área de más bajo potencial, para dar iones y liberar electrones de acuerdo con la siguiente ecuación:

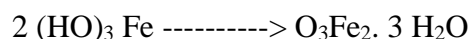
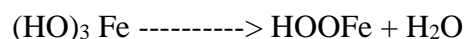
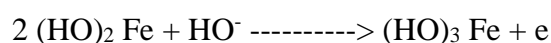
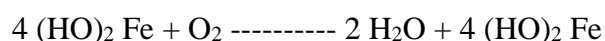


Los iones  $\text{HO}^-$  (oxidrilos) formados en el cátodo migran hacia el ánodo donde completan la reacción con la formación de hidróxido ferroso que precipita de la siguiente forma:


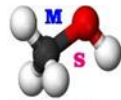


Si la concentración de hidróxido ferroso es elevada, precipitará como flóculos blancos.

El hidróxido ferroso reacciona con el oxígeno adicional contenido en el agua según las siguientes reacciones:



**Fragilización cáustica:** Si la alcalinidad a la fenolftaleína que es la que se encuentra en forma de carbonatos es muy alta, pueden presentarse problemas de fragilización del metal. Esta pérdida de elasticidad también puede ocurrir por frecuentes shocks térmicos en la caldera, al complementar sin calentamiento previo el agua de repuesto para compensar las pérdidas por fugas de vapor o por purgas de la caldera.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 139 de 373</b>

**Formación de Espumas:** esto ocurre cuando hay presencia de materia orgánica o de una gran cantidad de sólidos disueltos en el agua de la caldera. Para evitar la formación de espumas, se purga la caldera cuando en el agua se alcanza un cierto nivel preestablecido de sólidos disueltos. Otra acción preventiva consiste en tener un tratamiento externo del agua de alimentación para evitar la presencia de sólidos suspendidos de naturaleza orgánica, así como de grasas y aceites del equipo de proceso que puedan contaminar el agua.



Los principales parámetros involucrados en el tratamiento del agua de una caldera son los siguientes:

- pH: El pH representa las características ácidas o alcalinas del agua, por lo que su control es esencial para prevenir problemas de corrosión(bajo pH) y depósitos (alto pH).
- Dureza: La dureza del agua cuantifica principalmente la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en el agua, los que favorecen la formación de depósitos e incrustaciones difíciles de remover sobre las superficies de transferencia de calor de una caldera.
- Oxígeno: El oxígeno presente en el agua favorece la corrosión de los componentes metálicos de una caldera. La presión y temperatura aumentan la velocidad con que se produce la corrosión.
- Hierro y cobre: El hierro y el cobre forman depósitos que deterioran la transferencia de calor. Se pueden utilizar filtros para remover estas sustancias.
- Aceite: El aceite favorece la formación de espuma y como consecuencia el arrastre al vapor.
- Fosfato: El fosfato se utiliza para controlar el pH y dar protección contra la dureza.
- Sólidos disueltos: Los sólidos disueltos son la cantidad de sólidos (impurezas) disueltas en al agua.
- Sólidos en suspensión: Los sólidos en suspensión representan la cantidad de sólidos (impurezas) presentes en suspensión (no disueltas) en el agua.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 140 de 373

- **Secuestrantes de oxígeno:** Los secuestrantes de oxígeno corresponden a productos químicos (sulfitos, hidrazina, hidroquinona, etc.) utilizados para remover el oxígeno residual del agua.
- **Alcalinidad:** Representa la cantidad de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y silicatos o fosfatos en el agua. La alcalinidad del agua de alimentación es importante, ya que, representa una fuente potencial de depósitos.
- **Conductividad:** La conductividad del agua permite controlar la cantidad de sales (iones) disueltas en el agua.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 141 de 373



## 5.2 REQUERIMIENTOS DEL AGUA DE ALIMENTACION A CALDERA

De acuerdo con la norma británica BS-2486, la ABMA (American Boiler Manufacturing Association) y el TÜV, se han establecido las siguientes tablas que muestran los requerimientos que deberán satisfacer el agua de alimentación y el agua de una caldera para prevenir incrustaciones y corrosión en calderas de baja presión.

PARAMETROS	VALOR REQUERIDO
DUREZA TOTAL	< 2 ppm
CONTENIDO DE OXIGENO	< 8 ppb
DIOXIDO DE CARBONO	< 25 mg/l
CONTENIDO TOTAL DE HIERRO	< 0,05 mg/l
CONTENIDO TOTAL DE COBRE	< 0,01 mg/l
ALCALINIDAD TOTAL	< 25 ppm
CONTENIDO DE ACEITE	< 1 mg/l
pH A 25°C	8,5-9,5
CONDICION GENERAL	Incoloro, claro y libre de agentes insolubles.
pH a 25 °C	10.5 - 11,8
Alcalinidad Total CaCO <sub>3</sub>	< 700 ppm
Alcalinidad Cáustica	> 350 ppm
Secuestrantes de Oxígeno:	
• Sulfito de Sodio	30 – 70 ppm
• Hidrazina	0.1 – 10 ppm
• Taninos	120 – 180 ppm
• Dietilhidroxilamina	0.1 – 1.0 ppm (en agua alimentación)
Fosfato Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	30 - 60 mg/l
Hierro	< 3.0 ppm
Sílice	150 ppm
Sólidos disueltos	< 3500 ppm
Sólidos en suspensión	< 200 ppm
Conductividad	< 7000 uS/cm
Condición general	Incoloro, claro y libre de agentes insolubles.

Figura.5.1.Requerimientos del agua para calderas<sup>88</sup>

<sup>88</sup> Norma.Britanica BS-2486

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 142 de 373</p>

## 5.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

Dentro del predio donde se instalará la planta de metanol, se contará con un sistema modular compacto para el tratamiento de efluentes cloacales de carácter domiciliario. La red se extiende desde las oficinas, vestuarios, sector de lavado, cocina, gerencia y sala de reuniones, hacia la planta de tratamiento. El líquido resultante es doméstico, sin componentes industriales.

La implementación de esta planta tiene la función de reducir el impacto ambiental, cumplir con la reglamentación nacional vigente inherente a vuelcos cloacales y el reciclado de agua, en este caso para fines de riego y parquización.



### 5.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Esta Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, emplea la tecnología de Lodos Activados en un proceso biológico conocido como “Aireación Extendida” o “Digestión Aeróbica”.

En este proceso las aguas servidas entran en la cámara de aireación donde los contenidos son mezclados y oxidados con grandes volúmenes de aire los cuales son bombeados al interior de la cámara bajo presión. De esta manera el aire se eleva a la superficie de la masa transfiriendo oxígeno a los líquidos durante la elevación.

Las bacterias aeróbicas presentes en el lodo activado en la cámara usan este oxígeno para transformar las aguas servidas en líquidos y gases puros y sin olores. Algunas veces a este proceso se lo denomina como “quema seca” porque la bacteria destruye las aguas servidas por el uso de oxígeno, tal como el fuego utiliza oxígeno para quemar la basura.

Durante el tratamiento el líquido sale de la cámara de aireación y pasa a una cámara de sedimentación en la cual permanece en completa calma. Aquí, todas las partículas tratadas sedimentan al fondo de la cámara donde son devueltas a la cámara de aireación para posterior tratamiento. Esta sedimentación produce un líquido claro y altamente tratado el cual está listo para la disposición final.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 143 de 373</b></p>

Básicamente, el proceso realizado por la planta depuradora de efluentes cloacales de aireación extendida se divide en las siguientes etapas:

- 1) Pretratamiento
- 2) Aireación
- 3) Sedimentación
- 4) Desinfección
- 5) Filtro Fito Terrestre.



1) **Pretratamiento:** En esta primera etapa se ejecuta el cribado de los líquidos cloacales provenientes de la última cámara de inspección, para lo cual se utilizan dispositivos de pretratamiento para atrapar y retener materiales intratables tales como plásticos o metales antes de que ellos puedan entrar a la planta.

El dispositivo de pretratamiento está compuesto por rejillas y canastos que atrapan los elementos mencionados los cuales son retirados del interceptor en forma diaria por el personal a cargo del mantenimiento de la planta depuradora, para ser almacenados en recipientes herméticos que serán retirados del predio por la empresa autorizada para tal fin que realiza este servicio en la zona.

Luego de este primer tratamiento los efluentes pasan a la cámara de aireación.

2) **Aireación:** En la cámara de aireación toma lugar el proceso de digestión aeróbica.

El tratamiento biológico consiste en que muchos tipos de microorganismos, principalmente bacterias, en un proceso continuo, realizan un ataque secuencial de los compuestos orgánicos contenidos en las aguas residuales. Aquí, las aguas servidas pretratadas son mezcladas y aireadas a través de difusores localizados en el fondo de la cámara. Grandes volúmenes de aire los cuales son bombeados al interior de la cámara bajo presión son inyectados en la cámara por difusores que generan un flujo ascendente de burbujas finas, que inyectan suficiente aire para satisfacer tanto la demanda de oxígeno del proceso de digestión aeróbica, así como mezclar completamente el contenido de la cámara sin generar corrientes bruscas, asegurándose un completo tratamiento.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 144 de 373</p>

En la medida que el aire sube a la superficie en forma de burbujas, transfiere oxígeno a los líquidos en la cámara de tal manera que, las bacterias aeróbicas presentes en el lodo activado usan este oxígeno para degradar la materia orgánica.



Este tipo de bacterias es muy eficaz para destruir la parte sólida de las aguas residuales. El oxígeno contenido en el aire proporcionado por el soplador acelera considerablemente los procesos de oxidación.

Desde la cámara de aireación las aguas pasan a la cámara de sedimentación.


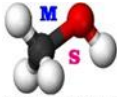
- 3) **Sedimentación:** Este paso toma lugar en el compartimento de sedimentación donde no hay circulación y donde el líquido se mantiene en completa calma de manera que cualquier sólido restante se deposita en el fondo de la cámara para luego ser devuelto a la cámara de aireación a través del sistema de retorno de barro (air lift), o se purga al digester en caso de ser necesario, en este último el lodo se termina de digerir para su disposición final.
- 4) **Desinfección:** Tiene la finalidad de eliminar las bacterias que contiene el efluente tratado, antes de su vuelco, en este caso al FFT y posterior riego. Este sistema se instala a la salida de la cámara de sedimentación y está compuesto por una cámara de cloración por contacto, la cual, incluye un sistema de desinfección a base de cloro activado. El aporte está a cargo de un dosificador de membrana.
- 5) **Filtro Fito Terrestre:** La construcción del sistema de FFT como tratamiento final del sistema propuesto, nos permitirá asegurar la calidad de líquido de salida.

El efecto de tratamiento se basa principalmente en la interrelación de procesos microbiológicos, fisicoquímicos y fisiológicos que se desarrollan en el sistema suelo-planta, creado artificialmente.

La capacidad de purificación de los FFT es similar a la de los sistemas convencionales de tratamiento de efluentes. Consiste en la remoción de las sustancias carbonatadas, nitrogenadas y fosforadas y por otra parte la eliminación de microorganismos patógenos y no patógenos.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 145 de 373</b></p>

El efluente final debidamente purificado y desinfectado puede ser dispuesto en cualquier curso normal de agua o usado para riego ya que cumple con los parámetros de vuelco exigidos por los ENTES reguladores para vertido a arroyos, pluviales, riego, etc.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p>Profesor titular: Ing. Horacio Spesot</p>	<p>Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p>Ayudante de Catedra: Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p>Fecha: 10/02/23</p>	<p>Página 146 de 373</p>

### 5.3.2 DIAGRAMA DEL PROCESO

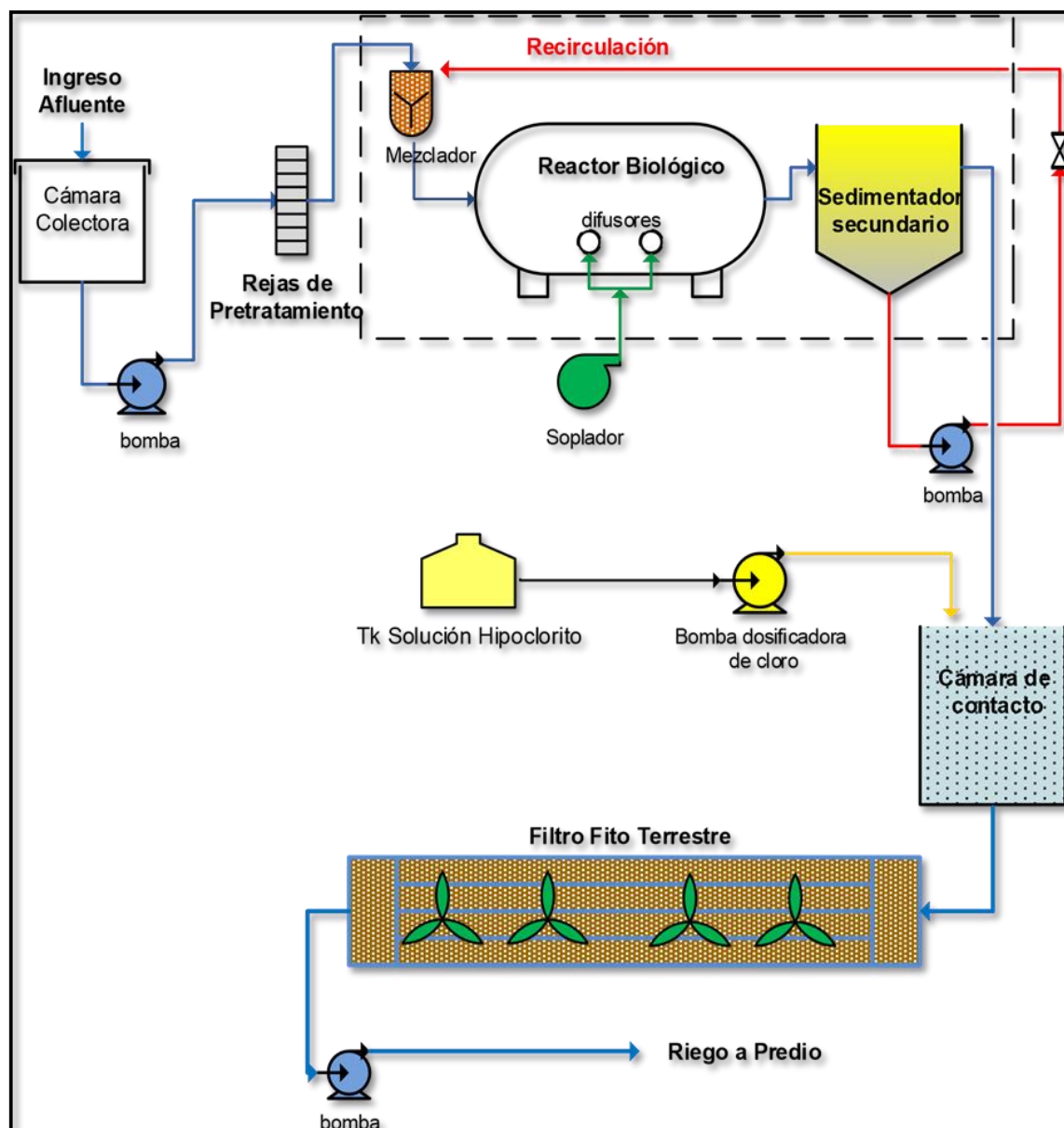




Fig.5.2. Diagrama del Proceso<sup>89</sup>

<sup>89</sup> Autor: Trabajo de Análisis de aguas residuales/encuentro internacional de Fito depuración.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 147 de 373

## 5.4 MEMORIA DE CÁLCULO

Parámetros de Diseño para barros activados aireación extendida (Metcalf & Eddy)

Proceso Modificación	Oc(días)	F/M (DBO/SSVLM)	Carga Volumétrica (kgDBO/d*m <sup>3</sup> )	SSLM (mg/l)	V/Q (horas)	Qr/Q
Aireación extendida	20-30	0.05- 0.15	0.16 - 0.4	3000-6000	18-36	0.5 -1.5

Tabla.5.1. Parámetros de Diseño<sup>90</sup>

## 5.5 CARACTERIZACION DEL LIQUIDO DE EGRESO.

Se estiman las características y cantidad de líquido recibido, para determinar las cargas de diseño para la Planta de Tratamiento.

### 5.5.1 CAUDAL

Se diseña la planta para 50 personas y se considera que debido a que se encuentran en un ambiente laboral, el consumo es menor al consumo domiciliario normal, por lo que se estima un valor diario de 80 litros por persona por día, válido según bibliografía Metcalf & Eddy, siendo el caudal diario:

$$Q = \text{Personas} \times \text{consumo diario}$$

$$Q = 50 \text{ personas} \times 80 \text{ lts /personas} \times \text{día}$$

$$Q = 4000 \text{ lts /d} = 4 \text{ m}^3/\text{d}$$



FUENTES					
	EPA (lts)	Metcalf	Guidelines (lts)	Washington (lts)	Promedio (lts)
<b>Comidas-Restaurant</b>	11	10	11.25	7.5	10

Tabla.5.2. Consumo de agua del personal en la comida<sup>91</sup>

<sup>90</sup> Metcalf & Eddy

<sup>91</sup> Autor



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 148 de 373

La comida se prepara para personal de turno rotativo, estimando 20 almuerzos y 20 cenas  
 = 40 comidas

Por lo tanto, caudal en cocina;

$$Q_c = 40 \cdot 10 = 400 \text{ lts/día}$$

$$\text{Caudal Total} = 4000 \text{ lts/d} + 400 \text{ lts/día}$$

$$\text{Caudal Total} = 4400 \text{ lts/día} = 4.4 \text{ m}^3/\text{d}$$

<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO5 (libras)</b>						
	EPA	Metcalf	Washington	Promedio	Cantidad	Total
<b>Operarios. Personal industrial</b>	0.05	0.06	0.055	0.055	50	2.75
<b>Comidas x comida</b>	0.015	0.01		0.0125	40	0.5
<b>Total</b>						3.25

**Tabla.5.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno<sup>92</sup>**



$$\text{Conversión: } 3.25 \text{ lbs} \times \frac{1 \text{ Kg}}{2.204 \text{ lbs}} = 1.475 \text{ Kg DBO}_5$$

$$\text{Concentración: } 1.475 \text{ Kg DBO}_5 / 4400 \text{ lts} = 335 \text{ mg/l}$$

$$\text{Población equivalente por caudal} = 4400 \text{ litros} / 80 \text{ litros} = 55 \text{ personas.}$$

Teniendo en cuenta que ya se consideró una cantidad superior y que la población equivalente no modifica de manera relevante el valor adoptado, se continúa con las 50 personas para el diseño.

<sup>92</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 149 de 373

Resumiendo:

<i>Parámetros</i>	<i>Consumo</i>
Población	50 personas
Dotación de Agua Potable	100 lts / personas
Factor de gasto	0,8
Caudal cloacal unitario	80 lts / personas
Caudal medio	4.4 m <sup>3</sup> / día
Caudal medio horario	0.183 m <sup>3</sup> / h
Carga orgánica total	1.475 kg DBO <sub>5</sub> / día
Carga orgánica unitaria	335 mg DBO <sub>5</sub> / l
Carga orgánica de salida	20 mg DBO <sub>5</sub> / l



Tabla.5.4. Parámetros utilizados<sup>93</sup>

### 5.5.2 DETERMINACION DEL VOLUMEN NECESARIO DEL REACTOR AEROBICO

Datos a tener en cuenta:

- Tiempo de retención celular o edad de los lodos: **O=25 días**; valor típico, considerado en cálculos en aireación extendida.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno a la entrada: **S<sub>0</sub>=335 mg/l**; dato obtenido de la carga orgánica por persona.

<sup>93</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 150 de 373

- Demanda Bioquímica de oxígeno en la salida:  $S_f = 15 \text{ mg/l}$ ; valor estimado teniendo en cuenta niveles aceptables a la salida de este tipo de tratamiento.
- Sólidos suspendidos volátiles en el licor de mezcla:  $X = 3000 \text{ mg/l}$

### Coefficientes Cinéticos

- Producción de lodos o crecimiento en masa de microorganismos por masa de sustrato utilizado:  $Y = 0.55$
- Coeficiente de consumo de biomasa por respiración endógena:  $K_d = 0.0065$

$$V = \frac{O * (S_0 - S_f) * Y * Q}{X * (1 + K_d * O)} = 5,55 \text{ m}^3$$

El volumen adoptado se sobredimensiona para tener en cuenta cualquier eventualidad que pueda surgir, en este caso se adopta un reactor de  $6 \text{ m}^3$ .

#### Superficie en Planta (Cámara de aireación)

$$2.5 \text{ m} \times 1.30 \text{ m} = 3.25 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Sup.} \times \text{Altura útil}$$



$$V = 3.25 \text{ m}^2 \times (2 \text{ m} - 0.15 \text{ m})$$

$$V = 6.01 \text{ m}^3$$

#### Tiempo de residencia en el reactor

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{6,01}{0,1833} = 32,8 \text{ hs}$$

Lo cual cumple con recomendación de bibliografía.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 151 de 373

**La relación alimentos microorganismos, factor de carga másica F/M**

$$F / M = \frac{KgDBO5 / día}{KgSSVLM / día}$$

$$F / M = \frac{1.475 Kg DBO5 / día}{13.2 Kg SSVLM / día}$$

$$F / M = 0,111$$

Cumpliendo con recomendación de bibliografía.

**Coefficiente real de crecimiento de biomasa**

$$Y_{obs} = \frac{Y}{(1 + Kd * Trc)} = 0,47$$



**Producción de barro (masa de barro a purgar para mantener los SSV)**

$$Px = Y_{obs} * Q * (So - Se) * 0,001 Kg / g = 0,66 kg / d$$

**Oxígeno requerido**

$$kg O2 / d = \frac{Q * (So - Se)}{f} - 1,42 * Px = 31,06 kg O2 / d$$

$$\Rightarrow 1,294 kg O2 / h$$

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 152 de 373

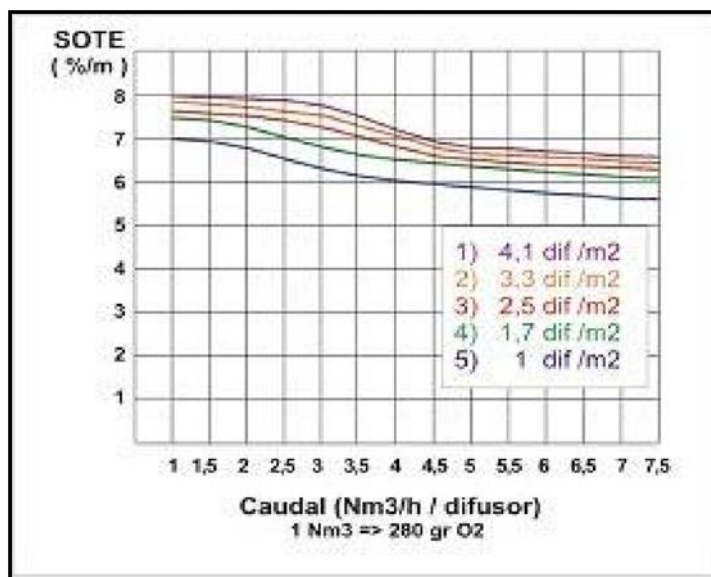
Donde:

$f = \text{DBO}_5 / \text{DBO total} = 0,044$   
 El caudal de aire requerido por la biomasa presente será:

$$\frac{1,294 \text{ kgO}_2 / h}{1,205 \text{ kg aire} / \text{m}^3 \text{ aire} * 0,232 \text{ kgO}_2 / \text{kg aire}}$$

$$\text{Aire requerido} \Rightarrow 4,62 \text{ m}^3 \text{ aire} / h$$



Considerando que cada difusor de burbuja fina presenta un rango de caudal de 2 a 8 Nm<sup>3</sup>/hora (con una transferencia del 8%) en condiciones normales, se calcula para rango medio de 5 Nm<sup>3</sup>/hora de acuerdo al siguiente gráfico:



**Fig.5.3 Transferencia de O<sub>2</sub> por metro de profundidad en función del caudal de aire por difusor a 20°C y Presión atmosférica normal<sup>94</sup>**

Por lo tanto, para 1 difusor:

<sup>94</sup> Repicky

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 153 de 373</p>

$$5 \text{ Nm}^3 \times 280 \text{ gr O}_2 / 1 \text{ Nm}^3 = 1400 \text{ gr O}_2$$

Teniendo en cuenta la eficiencia de transferencia

$$1400 \text{ gr} \times 0.08 = 112 \text{ gr O}_2 \times 1 \text{ kg} / 1000 \text{ gr} = 0,112 \text{ Kg O}_2$$

Según requerimiento:

$$4,62 \text{ m}^3 \text{ aire} \times 0,232 \text{ kg O}_2 / 1 \text{ m}^3 \text{ aire} = 1,072 \text{ Kg O}_2$$

$$1,072 \text{ Kg O}_2 \times 1 \text{ difusor} / 0,112 \text{ Kg O}_2 = 9,57 \text{ difusores}$$

Para nuestro requerimiento de oxígeno se toma el valor entero inmediatamente superior al calculado, por lo tanto **10 difusores** para nuestro sistema de depuración.

### **Volumen de la cámara de cloración:**

Volumen de la Cámara de contacto mínimo necesario:

$$30 \text{ min} = 4.4 \text{ m}^3 / \text{ día} \times 1 \text{ día} / 24 \text{ h} \times 1/2 \text{ h} = \mathbf{0.0916 \text{ m}^3}$$

### **Dimensiones adoptadas:**

Largo : 0.4 m

Ancho : 0.65 m

Prof. útil : 1 m

Volumen útil:  $0.26 \text{ m}^3 > 0.0916 \text{ m}^3$  necesarios

### **Dimensiones Filtro Fito Terrestre:**

Largo: 10 metros

Ancho: 4 metros

Profundidad: Extremo inicial: 0.8 metros

Extremo final: 0.88 metros

Pendiente: 10 %



Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudante de Catedra: Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	Fecha: 10/02/23	Página 154 de 373
--	--	--	-----------------	-------------------

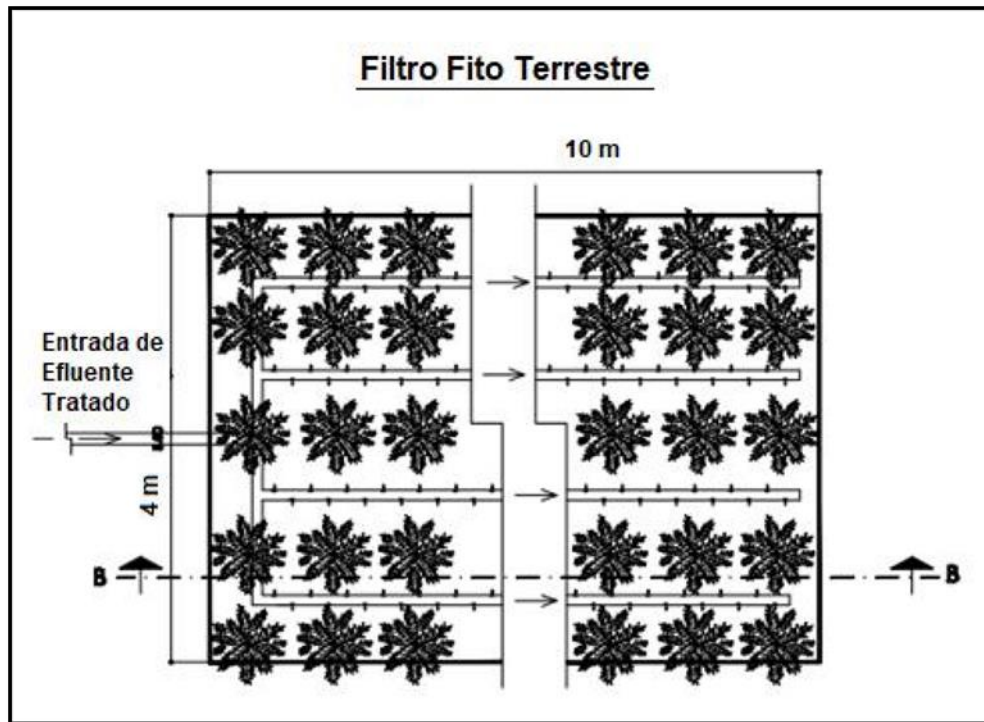


Figura .5.4. Filtro Fito Terrestre<sup>95</sup>

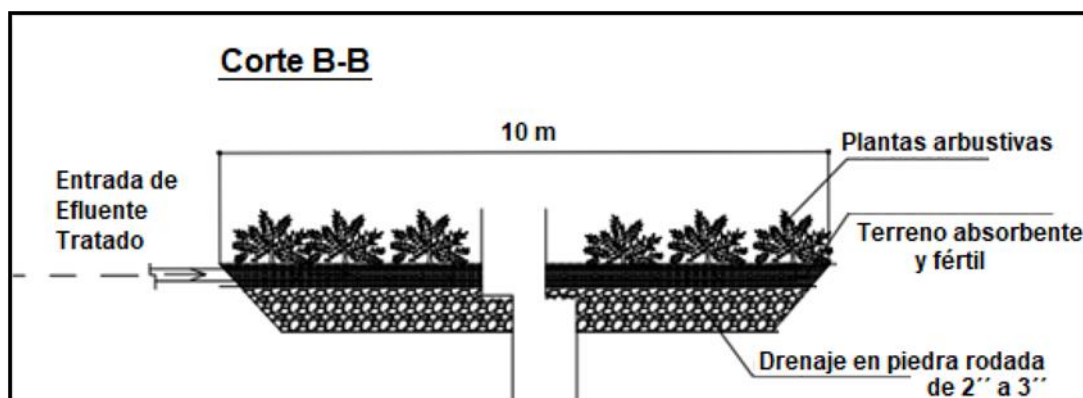




Figura .5.5. Filtro Fito Terrestre<sup>96</sup>

<sup>95</sup> Trabajo de análisis de aguas residuales/encuentro internacional de Fito depuración.

<sup>96</sup> Trabajo de análisis de aguas residuales/encuentro internacional de Fito depuración

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 155 de 373</b></p>

## 5.6 MEMORIA DE OPERACIÓN

1) **Redes cloacales:** La red se extiende desde las oficinas, vestuarios, sector de lavado, cocina, gerencia y sala de reuniones, hacia la planta de tratamiento.

La red es de PVC y diámetro de 110 mm.

2) **Cámara de Aireación:** Los efluentes que llegan, son aireados por un soplador de desplazamiento positivo de alta eficiencia, el que inyecta a través 10 difusores de membrana que aportan el Oxígeno necesario para la proliferación de bacterias aeróbicas. La presión del soplador es la necesaria para vencer la carga hidráulica y producir una rotación de la materia contenida en la Cámara aeróbica, donde se diluye la carga de aire insuflada. La materia así tratada pasa, ya licuada y emulsionada con aire, al compartimento de Sedimentación Secundaria.

Entonces el sistema de aeración cumple dos importantes funciones:



- a. Inyectar oxígeno al líquido ingresante y al licor mezcla en el tanque de aeración.
- b. Agitar y mezclar el líquido contenido en los tanques. Se debe mantener un mínimo de 2 mg/l de Oxígeno disuelto.

3) **Sedimentación secundaria y reciclaje de barros:** En este compartimento se produce la sedimentación de las bacterias aeróbicas, que forman flóculos más pesados que el agua. En este lugar, los líquidos se encuentran en calma. El sistema una vez puesto en régimen, mantiene una relación de recirculación entre el fondo del sedimentador (biosólidos) y la alimentación cruda, adecuada para el proceso, recomendada según bibliografía en un rango de valores de 0,5 a 1,5. Este proceso, que se conoce como de "barros activados", evita que muera el numeroso grupo de bacterias que lo forman.

La eficacia de este ciclo es la que hace prácticamente innecesario extraer lodos, porque los que se producen, son reciclados.

4) **Cámara de cloración:** Cuenta con un sistema automático que funciona dosificando el cloro en función del caudal de salida. Se instala en la línea de descarga del efluente, y va a una cámara de contacto, que retiene el líquido, el tiempo necesario para lograr una adecuada desinfección. El tiempo de permanencia es de 30 minutos como mínimo. Se



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 156 de 373</b></p>

realiza con un dosificador a diafragma. El objetivo es eliminar todos los organismos patógenos remanentes del tratamiento. En esta tapa el agua depurada proveniente de la cámara de Sedimentación entra en contacto con una solución de hipoclorito de sodio, convenientemente dosificada, de manera tal que la cantidad de cloro residual a la salida no sea menor a 0,2 mg/l. Esto se realiza para cumplir con las disposiciones sanitarias Municipal, Provinciales y/o Nacionales, que indican que el líquido tratado antes de ser enviado un curso receptor debe ser desinfectado.



**5) Sistema de difusión de aire:** Está compuesto por una tubería para la conducción del caudal aire generado por el soplador, desde el mismo hasta la batería de difusores. Para la generación de aire se utilizará una turbina regenerativa marca GREENCO Mod.2 RB-420-7HH46 (ex RCE HB-3326) 2,20Kw. 3x 220/380 V.50Hz.

**6) Módulo de difusión de aire:** Está compuesto por una válvula para la regulación del caudal circulante y difusores de aire de alto rendimiento. Estos difusores tienen un diámetro de 300 mm, y están compuestos por una membrana elástica (de goma), perforada con micro orificios cónicos que se abren al paso del aire, permitiendo el escape de finísimas burbujas que entregan a la masa líquida, el aire necesario, para el proceso y se cierran automáticamente al interrumpirse el suministro de aire actuando como una válvula de retención, que puede trabajar en forma continua o discontinua.

Para la incorporación de aire se utilizarán 10 difusores Repicky de membrana de burbuja fina modelo RG-300.

**7) Comando:** Todo el equipamiento se comandada por medio de un sistema de control automático de arranque, parada y alarma (en el caso de salida de servicio de algún componente). Cada equipo está comandado por un contactor independiente y las correspondientes protecciones térmicas y diferenciales.

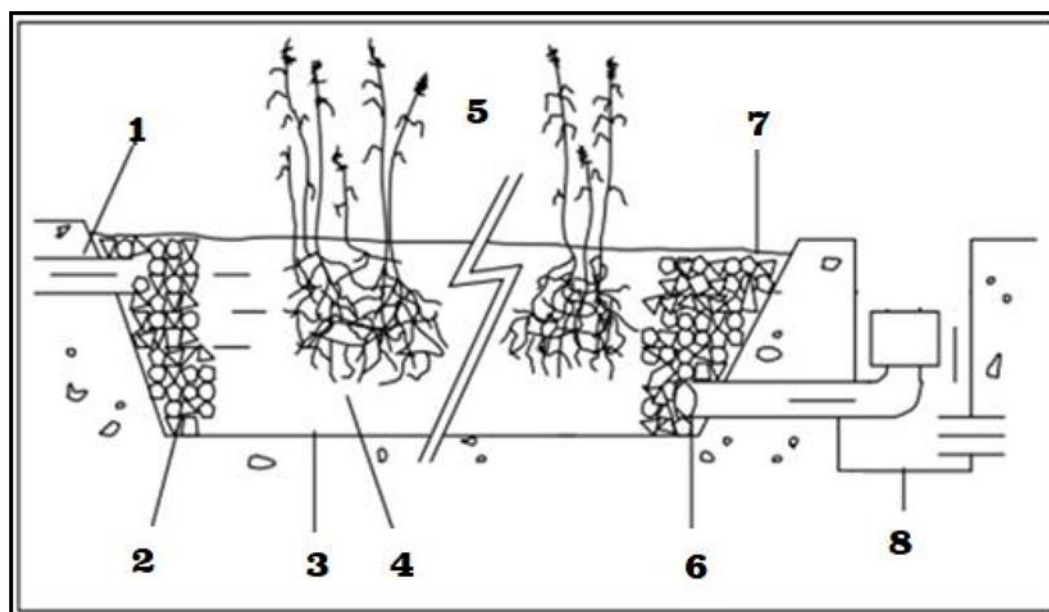
**8) Equipamiento electromecánico:** Este equipamiento es mínimo y de excelente calidad y confiabilidad. Está constituido por un soplador de aire y un tablero de comando desde donde se habilita la válvula que periódicamente produce la inyección de aire.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha:</b> 10/02/23</p>	<p><b>Página</b> 157 de 373</p>

**9) Filto Fito Terrestre:** Estas plantas funcionan como filtros horizontales, donde las raíces tiene una doble finalidad: aumentar la porosidad del sustrato, abriendo vías de circulación del líquido y conducir oxígeno para facilitar el desarrollo de bacterias aeróbicas en el seno del filtro. La importancia de los rizomas radica en que actúan como sustratos de fijación de bacterias que transforman compuestos complejos en otros más simples que pueden ser asimilados por plantas y otros microorganismos que se encuentran en este sistema.

El suelo sobre el que será construido se impermeabiliza con geomembrana de PVC de 800 µm de grosor.

En cuanto al sustrato, el material se dispone en capas de diferente espesor a fin de generar diferentes flujos dentro del filtro.





**Figura .5.6. Corte longitudinal FFT<sup>97</sup>**

Referencias del gráfico:

1. Ingreso de líquido.
2. Zona de distribución con piedras de 60 a 100 mm.
3. Impermeabilización.

<sup>97</sup> Trabajo de aguas residuales/encuentro internacional de Fito/depuración

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 158 de 373

4. Lecho filtrante de arena, grava y/o suelo.
5. Vegetación.
6. Colector de salida.
7. Zona de recolección con piedras.
8. Salida de líquido tratado.



Ejemplo:



**Figura.5.7. Vista de lecho de evaporación de 40 metros de largo de por 8 metros de ancho por 1 metro de profundidad<sup>98</sup>**

- 10) **Cámara de aforo y toma de muestras:** Este implemento permite tanto al operario como a las autoridades reguladoras, tomar muestras al final de proceso y tener una inspección visual del caudal de vuelco final. La implantación de la cámara será en zona de libre acceso a fin de permitir la manipulación de esta sin necesidad de autorización por parte del propietario.

<sup>98</sup> Patagonia Splash. Plottier. RN 22.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 159 de 373</b></p>

## 5.7 OBSERVACIONES

Se tuvo en cuenta la posibilidad de incrementar el número de la población durante un periodo reducido de tiempo, correspondiente al desarrollo de la obra y personal transitorio que trabaja en paros de planta ya sean de emergencia o programados. Este punto se encuentra contemplado además en el volumen de las cámaras.

Por lo dicho se concluye que el sistema contará con periodos de arranque parada equilibrada, que influirán en la duración de los componentes electromecánicos que integran este sistema como así también en la generación de ruido.

Cuando el proceso ingrese en régimen, se extraerán muestras de los lugares en que se deseen conocer parámetros de funcionamiento y se realizarán las correcciones que se considere necesario, para lograr un funcionamiento óptimo.

## 5.8 CONTROL GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA.

### 5.8.1 OBJETIVO

Unificar criterios operativos a fin de determinar las condiciones generales de funcionamiento de la PMTEC en cuanto al equipamiento electromecánico, unidades de depuración y Parámetros de control del proceso.

### 5.8.2 ALCANCE



A todo personal que desempeña tareas operativas dentro del ámbito de la Planta de Tratamiento Modular de Efluentes Cloacales (PTMEC).

### 5.8.3 DESARROLLO

Se detallan a continuación los principales aspectos para tener en cuenta durante las recorridas:

#### De los equipos



- 1) Funcionamiento de bombas de impulsión con control visual de caudal de impulsión en la cámara correspondiente.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 160 de 373

- 2) Funcionamiento de aireadores, controlando su correcta agitación y aireación.
- 3) Funcionamiento de bomba dosificadora con control de inyección y dosis de solución correspondiente.

### **De los procesos y operaciones**

- 1) Control del nivel de líquido de ingreso, verificando la correcta posición de las peras y el funcionamiento de las bombas. Verificar que las peras estén libres de suciedad y/o limpiarlas.
- 2) Control del manto de barro en sedimentador.
- 3) Control de nivel de tanque de cloro.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 161 de 373</b></p>

## 5.8.4 RECORRIDA POR LA PLANTA

### CONTROL VISUAL



El operador tiene la responsabilidad de realizar recorridas por los sectores de la planta durante su turno, en las cuales realizará las correspondientes tareas inherentes a su labor de acuerdo al cronograma de tareas, pero además realizará un CONTROL sensorial a fin de detectar posibles anomalías que pueden ser detectables con los sentidos, por Ejemplo:

- Acumulación de residuos en rejillas y/o emanación de olores.
- Control visual de niveles de las unidades de tratamiento.
- Detección de rebalses y/o derrames en módulos, cámaras, cañerías, válvulas, etc.
- Presencia de espumas, barros flotantes, residuos.
- Ruidos anormales en el funcionamiento de equipos, piezas sueltas.
- Derrames de aceites u otros fluidos en bombas
- Estado de tableros, como olor o manchas de cable quemado, temperatura en tableros y/o accesorios.

Las novedades detectadas serán verificadas y registradas en las planillas de control correspondientes.

A continuación, se pueden observar los parámetros a tener en cuenta en la calidad de vertido de salida, con sus respectivos valores límites según los establecen las normativas. Ley 890, Res 181/00:





 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 162 de 373

<b>OBJETIVO</b>	Asegurar que las aguas tratadas cumplan con los parámetros de descarga de aguas residuales, estipulados en las regulaciones vigentes.		
<b>METODOS</b>	El monitoreo deberá llevarse a cabo conforme lo exige el reglamento de vertido y reuso de aguas residuales.		
	<b>PARAMETROS PARA VERIFICAR</b>	<b>VALOR OBJETIVO</b>	<b>FRECUENCIA DE MUESTREO</b>
	Demanda biológica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	50 mg/lt	cada 2 semana
	Demanda química de oxígeno (DQO)	250 mg/lt	semanal
	Potencial de hidrógeno (pH)	6,5- 8,5	diario
	Sólidos Suspendidos Totales	1 mg/lt	semanal
	Bacterias Coliformes totales	menor a 5000 NMP/100ml	mensual
	Grasas y aceites	50 ml	mensual
<b>OBLIGACIONES DE REPORTE</b>	Deberán entregarse a la Subsecretaría de Ambiente, el siguiente contenido:		
	Registro de análisis de laboratorio		
	Evaluación del estado actual del sistema		
	Plan de acciones correctivas		
<b>RESPONSABLE</b>	Operador		
<b>RECURSO</b>	Equipo de laboratorio de control de calidad de la planta de tratamiento		

**Tabla 5.5. Parámetros del vertido de aguas residuales<sup>99</sup>**


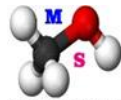
<sup>99</sup> Autor.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 163 de 373</b>

## 5.9 BIBLIOGRAFIA

- ❖ Ingeniería de Aguas Residuales. Metcalf & Eddy.
- ❖ “Mecánica de los fluidos” de Streeter / Wylie (1975)
- ❖ Revista “Aguas” de la ex Obras Sanitarias de la Nación, Manual de Obras Sanitarias Domiciliarias e Industriales de Dante Casale (1951).
- ❖ Normas y gráficos de “Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales” de la ex Obras Sanitarias de la Nación.
- ❖ Technical Manual. Domestic wastewater Treatment. 1988. Washington DC.
- ❖ Biological Nutrient Removal. Water Science & Technology. 1999
- ❖ Nutrient control. Manual of Practice 1994
- ❖ Start-Up Municipal Wastewater Treatment Facilities MO-8. EPA.
- ❖ Resolución EPAS 181/00. Resolución EPAS 274/20 Plantas Modulares Compactas.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 164 de 373</b>

## 6. LAY OUT

Se refiere al arreglo espacial de la planta de proceso y las interconexiones existentes dentro de ella. Se realiza teniendo en cuenta requerimientos de seguridad, economía, protección de las personas y medio ambiente, construcción, mantenimiento, operación, espacios para futuras expansiones y las necesidades del proceso. [Archivos\LayOut- Planta de Metanol 2.pdf](#)

Debiendo decidir una serie de aspectos sumamente importantes como:

- ❖ Flujo del proceso.
- ❖ Flujo de los materiales y productos en curso.
- ❖ Situación de los materiales y medios de transporte.
- ❖ Posición de los equipamientos.
- ❖ Posición de los operarios.
- ❖ Flujo del operario.
- ❖ Flujo de la información.

### 6.1 OBJETIVOS

Se procurará encontrar aquella ordenación de los equipos y de las áreas de trabajo que sea más económica y eficiente, al mismo tiempo que sea segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo.



“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”

AÑO DE CURSADA 2012

Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudante de Catedra: Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	Fecha: 10/02/23	Página 165 de 373
--	---	--	-----------------	-------------------



## 6.2 SEPARACIÓN ENTRE EQUIPOS DENTRO DE UNA MISMA ÁREA

La separación entre equipos se establece según la siguiente tabla de interrelaciones:

LETRAS DE REFERENCIAS	TIPO DE EQUIPO O EDIFICACION	SEPARACION BASICA (m)
A	COMPRESORES DE GAS	16
B	COMPRESORES ACC POR MEDIOS DE A FUSION A VALVON O MOTOR ELECTRICO	15
C	EDIFICIO SALA DE CONTROL CENTRAL	30
D	SALA DE CONTROL DE UNA UNIDAD DE PROCESO	15
E	ENFRIADORES POR AIRE	3
F	TORRES DE ENFRIAMIENTO	15 A 20
G	TAMBORES Y CILINDROS	1,5
H	SUB-ESTACIONES ELECTRICAS	15
I	CUBICULOS DE INTERRUPTORES ELECTRICOS CRITICOS	5
J	VALV DE PLOQUEO DE EMERG. VALV DE FASE DE AVANCO VALV. DE SISTEMA DE AGUA PULV.	15
K	INTERCAB. QUE OPERAN A TEMP. MAYOR O IGUAL QUE LA DE AUTONFLAMACION	6
L	INTERCAB. QUE OPERAN A TEMP. MENOR QUE LA DE AUTONFLAMACION	1,5
M	EQUIPOS CON FUEGOS (BORNOS Y CALDERAS)	6
N	BOMBAS DE PROCESO CON PRODUCTOS A TEMP. MAYOR O IGUAL QUE LA DE AUTONFLAMACION	3
O	BOMBAS QUE MANEJEN PRODUCTOS CON TEMPERATURA MAYOR O IGUAL QUE LA DE AUTONFLAMACION (CON AISLAMIENTO EXTERNO)	5
P	EQUIPOS QUE MANEJEN PRODUCTOS CON TEMPERATURA MAYOR O IGUAL QUE LA DE AUTONFLAMACION (CON AISLAMIENTO EXTERNO)	4
Q	REACTORES DE ALMACENAMIENTO A PRESION EN TORRES (COLUMNAS - TORRES - SEPARADORES)	25
R	REACTORES DE PROCESO (COLUMNAS - TORRES - SEPARADORES)	5
S	TAMBORES DE FURGA Y DRENAJE DE AGUA	5
T	VIAS DE TUBERIAS INTERNAS	5
U	VIAS DE TUBERIAS EXTERNAS	5
V	VIAS DE TUBERIAS EXTERNAS	5
W	VIAS DE TUBERIAS EXTERNAS	5

Tabla 6.1. Separación de equipos dentro de un área<sup>100</sup>

<sup>100</sup> Manual de ingeniería de riesgos. PDVSA VOL I

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 166 de 373</b></p>

De acuerdo con nuestro diseño y respetando las tablas de interacciones, la disposición de nuestros equipos dentro de una misma área será la siguiente:

### **6.2.1 COMPRESORES DE GAS**

La separación básica es de 10 metros a efectos de la protección a los compresores contra un incendio en equipos adyacentes. Los enfriadores u otros equipos auxiliares asociados a los compresores no requieren cumplir con la separación de 10 metros según lo establece la Tabla de interrelaciones detallada arriba, por ende, lo podemos ubicar a menor distancia, respetando los accesos necesarios para operación y mantenimiento.

Los sistemas de aceite de sello y lubricación no deben ubicarse bajo la vertical del compresor. Los compresores pequeños (hasta 150 KW de potencia), pueden considerarse como bombas de proceso para los efectos de separación y ubicación.

### **6.2.2 EDIFICIO DE SALA DE CONTROL CENTRAL**



La única sala de control central se ubicará en una zona cercana al proceso, su disposición será de acuerdo a la dirección del viento prevaleciente, para evitar la entrada de gases inflamables o tóxicos que pueda emanar el proceso. Se dispondrá de un número reducido de operarios.

### **6.2.3 TORRES DE ENFRIAMIENTO**

Se encontrarán en el área de servicios auxiliares, respetando la separación básica que deben tener con los equipos que conformen el área, es decir a 15 metros de los compresores a gas.

### **6.2.4 EQUIPOS CON FUEGO**

Los equipos con fuego que utilizaremos en nuestro proceso serán las calderas, que se encontrarán dentro del área de servicios auxiliares; por lo tanto, deberán cumplir con la distancia básica de 25 metros con respecto a los compresores, a 30 metros de las torres de enfriamiento y a 15 metros de las subestaciones eléctricas.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23		Página 167 de 373

### 6.2.5. REACTORES

La separación básica con las bombas y los intercambiadores es de 5 metros.

### 6.2.6. RECIPIENTES DE PROCESOS (COLUMNAS, SEPARADORES)

La separación mínima es de 3 metros, lo que permite una adecuada operación y mantenimiento, como así también el acceso en caso de incendio.

## 6.3 DIMENSIÓN DE LAS ÁREAS DEL PROCESO

Se dimensiono el área de cada sala de la planta considerando la cantidad de personas que trabajan en el mismo, y la cantidad de equipamiento, teniendo en cuenta la disposición de los mismos.

Unidades	m <sup>2</sup>
Oficina	50
Comedor	25
Enfermeria	13
Laboratorio	15
Taller y Pañol	35
Sala Electrica	40
Almacenamiento Nafta Virgen Area 100A/B/C	9100
Cargadero	50
Proceso Area (100/200/300/400)	750
Sala de Control Central	30
Servicios Auxiliares (Area 600)	65
Almacenamiento Metanol Area 700	9900
Porteria	10

**Tabla. 6.2. Dimensión de las Áreas del Proceso<sup>101</sup>**

Obteniendo un área total de 20.100 m<sup>2</sup>

<sup>101</sup> Autor.



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	<b>Página</b> 168 de 373
---	--	---	------------------------	--------------------------



### 6.4 SEPARACIÓN ENTRE DIFERENTES INSTALACIONES

A continuación, se muestra una tabla con las distancias entre diferentes instalaciones, las cuales fueron establecidas mediante interrelaciones.

LETRAS DE REFERENCIAS	A A	B B	C C	D D	E E	F F	G G	H H	I I	J J	K K	L L	M M	N N	O O	P P	Q Q	R R	S S	T T	U U	SEPARACION BASICA (m)	
X																						45	
30	X																					60	
45	45	X																				15 A 10	
60	60	30	NA																			60	
X	X	45	60	X																		60	
30	X	100	150	100	X																	190	
X	15	15	90	15	X	X																90	
45	45	45	100	45	45	45	NA															90	
45	60	30	60	60	150	90	100	X														120	
15	45	5	15	10	60	45	45	15	NA													45	
45	60	30	60	60	150	90	100	45	5	15												45	
60	X	30	60	60	X	15	60	45	5	60	-											45	
45	45	15	30	45	100	60	15	30	10	15	60	X										45	
45	60	30	45	45	100	45	45	45	5	45	60	45	X									45	
60	60	30	60	60	200	90	100	45	15	60	Z-2	60	60	Z-2								45	
Z	Z	30	60	60	200	90	100	45	15	Z	Z	60	60	60	Z							45	
Z	Z	30	30	Z	150	60	45	45	15	Z	Z	30	60	60	Z							45	
Z-1	Z-1	30	60	Z-1	200	Z-1	100	45	15	Z-1	Z-1	45	45	Z-1	Z-1	Z-1						45	
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y						45
45	45	30	30	45	200	30	45	45	5	45	45	15	30	60	30	30	30	30	Y	NA		45	
30	X	30	30	30	X	X	100	30	15	30	30	30	60	60	60	60	45	Y	60	NA		45	

Tabla. 6.3. Separación entre Instalaciones<sup>102</sup>

<sup>102</sup> Manual de ingeniería de riesgos. PDVSA VOL

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 169 de 373

De acuerdo con nuestro diseño y respetando las tablas de interacciones, la disposición entre áreas será la siguiente:

Distancias básicas de las Áreas del Proceso según tabla de disposición (metro)									
	EDIFICIO DE CONTROL	TALLER	OFICINAS	ENFERMERIA	COMEDOR	CARGADERO	TANQUES	ESTACION CONTRA INCENDIOS	SERVICIOS AUXILIARES
EDIFICIO DE CONTROL						30	60		30
TALLER								15	30
OFICINAS								15	30
ENFERMERIA								15	30
COMEDOR								15	30
CARGADERO	30	50	50	50	50			90	45
TANQUES	60							90	
ESTACION CONTRA INCENDIOS		15	15	15	15	15	90		
SERVICIOS AUXILIARES	30	30	30	30	30	45			

**Tabla. 6.4. Distancias básicas de las Áreas del proceso<sup>103</sup>**

### 6.4.1 PLANTAS DE SERVICIO


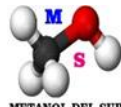
(Edificio de Calderas, Instalaciones de Generación y Distribución de Potencia Eléctrica, Casa de Bombas de Agua de Enfriamiento)

Se considerará una separación adecuada de 45 metros para proteger las instalaciones críticas de generación de vapor, electricidad y agua de enfriamiento, contra posibles incendios y/o explosiones en instalaciones cercanas

### 6.4.2. EDIFICIOS

Los edificios que se encuentren ocupados por personal no involucrado directamente en el control operacional, deberán estar ubicados vientos arriba y a la mayor distancia posible de las áreas con riesgo de incendio, explosión o escapes de productos peligrosos.

<sup>103</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>INTEGRANTES:</b> Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 170 de 373</b>

En instalaciones con elevado riesgo potencial de formación de nubes de gases inflamables o tóxicos, se deberá analizar según la necesidad de incrementar la distancia mínima establecida.

Deberá evitarse el tendido de tuberías que manejen productos peligrosos, a distancias menores de 45 metros de edificios. Sólo se permitirán distancias menores, hasta 15 metros, si las tuberías son completamente soldadas sin válvulas ni bridas.

### **6.4.3. TUBERÍAS EXTERNAS (INTER-PLANTAS)**



Las tuberías de productos inflamables y/o combustibles que interconectan distintas unidades o bloques de una instalación, deberán disponer de los accesorios necesarios que permitan bloquearlas en ambos extremos. Se establece una separación mínima de 5 metros al límite de batería de las unidades o bloques, con el objeto de minimizar la exposición de las tuberías en caso de incendio en la unidad y una separación básica de 5 metros, que deberá incrementarse a 8 metros desde los hornos y otros equipos con fuego que manejen productos inflamables.

En caso de que las tuberías sean tendidas en trincheras, esta última deberá tener una pendiente que asegure el desalojo de cualquier fuga de producto o del agua contra incendio, en el menor tiempo posible, hacia el sistema de manejo de aguas contaminadas con hidrocarburos.

En cuanto a tanques de almacenamientos la separación deberá ser de 15 metros desde la pared del mismo.

### **6.4.4. ANTORCHA**



La ubicación de la antorcha esta seleccionada de manera tal, que la llama este en dirección del viento a una zona deshabitada para evitar posibles incendios, y a 140 metros del proceso.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 171 de 373

## 6.5 BIBLIOGRAFÍA

- Material bibliográfico de diseño de sistemas de descarga a la atmosfera. Otorgado por el docente de la catedra.
- Lay Out de plantas químicas, petroquímicas, de tratamiento de gas, alimenticias. Manual bibliográfico de clase.
- Manual de ingeniería de riesgos. PDVSA VOL I.



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 172 de 373</b></p>

## 7. DESCRIPCION DE LA SEGURIDAD DE LA PLANTA

La descripción de la seguridad de una planta de procesos es sumamente importante, debido a que la misma nos previene y limita de riesgos que pueden producirse en el funcionamiento del proceso de la planta industrial, así como la protección contra accidentes capaces de producir daños a las personas, a los bienes o al medio ambiente derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento de los productos .Por lo tanto se debe efectuar el control y el seguimiento del cumplimiento reglamentario de los productos e instalaciones que forman parte de sus áreas de actuación. [Archivos\LayOut- Seguridad Planta de Metanol 2.pdf](#)



### 7.1 OBJETIVO

Diseñar la seguridad general de nuestra planta, teniendo en cuenta tanto la protección de nuestros equipos como la del personal y del medio ambiente, rigiéndonos por normas de seguridad e higiene. En nuestro caso utilizaremos la ley 13660 y la Norma NFPA.

### 7.2 RIESGO DEL PRODUCTO Y DE LA MATERIA PRIMA

El producto principal y las materias primas que se incluyen en nuestro proceso son:

- ❖ **Nafta Virgen (Materia prima principal)**
- ❖ **Metanol (Producto principal)**

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 173 de 373

## 7.2.1 NAFTA VIRGEN

### Control de exposición de la Nafta






<b>Pictograma</b>			
<b>Palabra Advertencia</b>	Peligro		
<b>Indicación de Peligro</b>	H225 - Líquido y vapores muy inflamables.	H351 - Se sospecha que provoca cáncer H304 - Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	H410 - Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
<b>Criterios de Clasificación</b>	Líquido inflamable - Categoría 2	Carcinogénico - Categoría 2. Peligro de aspiración - Categoría 1	Toxicidad para el ambiente acuático agudo- Categoría 2 Toxicidad para el ambiente acuático crónico - Categoría 1
<b>Otras regulaciones</b>	-		
<b>OTROS PELIGROS</b>			
Líquido fácilmente inflamable. Los vapores forman mezclas explosivas con el aire. Los vapores son más pesados que el aire y pueden desplazarse hacia fuentes remotas de ignición e inflamarse.			

Fig.7.1. identificación de los peligros<sup>104</sup>

### Medidas de lucha contra incendios

- ✓ **Medidas de Extinción:** Agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo químico, CO<sub>2</sub>.
- ✓ **Contraindicaciones:** *NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO.* Productos de combustión: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO (en caso de combustión incompleta), hidrocarburos no quemados.
- ✓ **Medidas Especiales:** Mantener alejados de la zona de fuego los recipientes con producto. Enfriar los recipientes expuestos a las llamas. Si no se puede extinguir el incendio dejar que se consuma controladamente. Consultar y aplicar planes de emergencia en el caso de que existan.
- ✓ **Peligros Especiales:** Material fácilmente inflamable/combustible. Puede inflamarse por calor, chispas, electricidad estática o llamas. Los vapores son más pesados que el

<sup>104</sup> Internet identificación de peligro

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 174 de 373</p>

aire y pueden desplazarse hacia fuentes remotas de ignición. Los contenedores pueden explotar con el calor del fuego. Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos. Vertido a una alcantarilla o similar puede inflamarse o explotar.


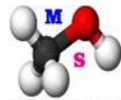
- ✓ **Equipos de Protección:** Prendas para lucha contra incendios resistentes al calor. Cuando exista alta concentración de vapores o humos utilizar aparato de respiración autónoma.

### Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental

- ✓ **Precauciones para el Medio Ambiente:** Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Los vertidos crean una película sobre la superficie del agua evitando la transferencia de oxígeno.
- ✓ **Precauciones Personales:** Aislar el área. Prohibir la entrada a la zona a personal innecesario. No fumar. Evitar zonas bajas donde se pueden acumular vapores. Evitar cualquier posible fuente de ignición. Cortar el suministro eléctrico. Evitar las cargas electrostáticas.
- ✓ **Detoxificación y Limpieza:** Derrames pequeños: Secar la superficie con materiales ignífugos y absorbentes. Depositar los residuos en contenedores cerrados para su posterior eliminación. Derrames grandes: Evitar la extensión del líquido con barreras.
- ✓ **Protección Personal:** Guantes de PVC. Calzado de seguridad antiestático. Protección ocular en caso de riesgo de salpicaduras. En alta concentración de vapores, equipo de respiración autónoma.

### Primeros Auxilios

- ✓ **Inhalación:** Trasladar al afectado a una zona de aire fresco. Si la respiración es dificultosa practicar respiración artificial o aplicar oxígeno. Solicitar asistencia médica.
- ✓ **Ingestión / Aspiración:** No administrar nada por la boca.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 175 de 373</b></p>

NO INDUCIR EL VÓMITO.



Solicitar asistencia médica.

- ✓ **Contacto Piel / Ojos:** Quitar inmediatamente la ropa impregnada. Lavar las partes afectadas con agua y jabón. En caso de contacto con los ojos, lavar abundantemente con agua durante unos 15 minutos. Solicitar asistencia médica. Medidas generales: Solicitar asistencia médica.

## 7.2.2 METANOL

### Control de la exposición al metanol

- ✓ **Controladores de Ingeniería:** Siempre que sea posible, bombear automáticamente el metanol líquido de barriles u otros recipientes de almacenamiento recipientes de procesamiento para mantener el potencial de exposición a un mínimo. El metanol siempre se debe mantener dentro de sistemas cerrados y no se debe dejar abierto a la atmosfera.
- ✓ **Ventilación:** El sistema de ventilación del edificio debe proporcionar aire fresco para la operación normal y debe tomar en consideración la posibilidad de una fuga. En algunos casos podría ser adecuada la ventilación natural; en otros, deberán proporcionarse sistemas mecánicos de ventilación. Los requisitos de ventilación deben determinarse según el sitio específico, pero la meta final es asegurarse de que las concentraciones de metanol en el aire se mantengan por debajo de 200ppm.  
Cuando sea posible, encerrar las operaciones y utilizar ventilación local de escape adecuada en el sitio de transferencia, uso o fugas de metanol. El tipo de ventilación dependerá de factores como espacios de aire muerto, temperatura del proceso de metanol, corrientes de convección y sentido del viento. Se deben considerar estos factores al determinar la ubicación, el tipo y la capacidad de los equipos. Si se usa ventilación mecánica, se deben instalar ventiladores a prueba de chispas.
- ✓ **Supervisión de la Exposición:** El metanol tiene un ligero olor dulce a alcohol, pero no se nota antes de llegar a una concentración de al menos 2000ppm, que es diez veces

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 176 de 373</p>

superior al límite seguro de exposición a los seres humanos (200ppm). Debido a que el olor del metanol es si es un mal indicador de la concentración, es fundamental determinar una medida cuantitativa de exposición. Esto es necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores y para determinar el cumplimiento de todos los reglamentos aplicables.

Las concentraciones de vapor de metanol pueden medirse por medio de tubos de detección de gas de lectura directa (como los tubos de detección colorimétrica) o con instrumentos electrónicos (como los monitores portátiles de gas).


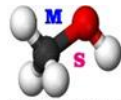
Los monitores de gas pueden proporcionar una lectura continua de concentraciones de metanol y se les pueden especificar alarmas a concentraciones específicas.

También se puede medir el promedio de ponderación en el tiempo (TWA) de las concentraciones de exposición personal por medio de una bomba de muestreo de aire con tubos absorbentes de gel de sílice (dióxido de silicio).

- ✓ **Equipos de Protección Personal:** Siempre que se use o manipule metanol, puede haber exposición al mismo a través de inhalación, absorción por la piel, contacto con los ojos o ingestión. El nivel de riesgo de exposición al metanol dictara el nivel apropiado de equipos de protección personal requeridos.

Como mínimo, se recomienda ponerse protectores laterales o gafas de seguridad con protección a ambos lados, además de guantes apropiados para la tarea que se realice. De acuerdo con la situación, es posible que se requieran otros equipos de protección personal.

- ✓ **Protección del Aparato Respiratorio:** La protección para el aparato respiratorio debe seleccionarse según los peligros presentes y el potencial de exposición. Las máscaras purificadoras de aire con cartuchos de vapor orgánico (OVA) no son protección apropiada contra los vapores de metanol debido a la cortísima vida útil del cartucho OVA. Además, el umbral de olor del metanol puede variar entre 100 y 1500 ppm, así que es posible que el cartucho OVA no proporcione la advertencia adecuada del

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 177 de 373

momento en que los vapores de metanol penetren y la máscara deje de proporcionar protección contra la exposición al metanol.

La protección respiratoria recomendada es un equipo respiratorio con tubo de suministro de aire y con careta completa, utilizando en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva.

La evaluación del tipo apropiado de quipo respiratorio protector también debe considerar la protección necesaria para los ojos. Siempre que el trabajo específico requiere el uso de protección respiratoria, se deberán realizar pruebas de ajuste y programas de mantenimiento periódicos para el equipo de protección el aparato respiratorio.



La siguiente tabla es una guía para determinar la necesidad de usar protección respiratoria cuando se conoce la concentración de metanol en el aire.

### **Guía de Protección Respiratoria**

<b>Concentración de metanol en el aire</b>	<b>Protección respiratoria</b>
<b>&lt; 200ppm</b>	No se requiere protección. Tal vez sea necesario proteger la piel y los ojos
<b>200ppm o mayor</b>	Protección requerida si se excede la exposición de promedio de ponderación en el tiempo (TWA) diaria o si hay rutas adicionales de exposición (piel ojos ingestión). Si es necesario contar con protección, se debe usar un sistema de suministro de aire.
<b>&gt; 200ppm</b>	Se debe usar un suministro de aire, (por ejemplo, un (SCBA) de presión positiva).

**Tabla.7.1 Concentración del metanol en el aire<sup>105</sup>**

<sup>105</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 METANOL DEL SUR
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 178 de 373

### Ropa y materiales resistentes a productos químicos

Es necesario usar ropa y materiales resistentes a productos químicos si se espera tener contacto repetido o prolongado con metanol en la piel. Ejemplo de dichos materiales son botas de caucho, guantes resistentes y ropa impermeable y resistente. Entre los materiales resistentes a sustancias químicas figuran el caucho butílico y el caucho de nitrilo. Usar gafas adecuadas para productos químicos cuando exista la posibilidad de que el metanol (incluido el vapor) haga contacto con los ojos. Puede usarse una mascarilla completa sobre las gafas para obtener una protección adicional, pero no como sustitutiva de las gafas.


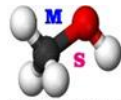
### Selección de equipos de protección personales

Bajo riesgo de vapor/bajo riesgo de salpicaduras en volumen	Alto riesgo de vapor/bajo riesgo de salpicadura en volumen	Alto riesgo de vapor/alto riesgo de salpicaduras en volumen
Ropa ignífuga	Traje completo resistente a los productos químicos	Traje completo impermeable resistente a los productos químicos
Guantes (Silvershield o desechables de nitrilo)	Guantes de caucho resistentes a productos químicos	Guantes de caucho resistentes a productos químicos
Gafas con protectores laterales	Respirador de aire suministrado de máscara completa	SCBA o aparato de respiración de aire comprimido (CABA)
Cubierta completa de botas	Botas de caucho resistentes a los productos químicos	Botas de caucho resistentes a los productos químicos

**Tabla.7.2. Concentración del metanol en el aire<sup>106</sup>**

<sup>106</sup> Autor




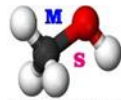
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 179 de 373</b></p>

## Primeros Auxilios

Los primeros auxilios son el tratamiento temporal inmediato que se le da a una persona que ha estado expuesta antes de obtener los servicios o recomendaciones de un profesional en medicina. Las acciones inmediatas son básicas. Si es necesario, se debe obtener asistencia médica tan pronto como sea posible. Se debe revisar la hoja de datos de seguridad del material (MSDS) para el metanol o para materiales que contengan metanol, a fin de obtener información acerca de las medidas de primeros auxilios.

- ✓ **Inhalación:** En caso de inhalación de vapores de metanol, lo primero que hay que hacer es sacar a la víctima al aire fresco, (si es posible hacerlo sin correr peligro); evitar que la persona se enfríe y mantenerla en reposo. Vigilar si hay trastornos respiratorios. Determinar si la persona tiene problemas para respirar; si es así; o si la persona deja de respirar, debe hacerse la respiración artificial o resucitación cardiopulmonar (CPR) de inmediato y buscar atención médica. Si está capacitado, administrarle oxígeno complementario con ventilación asistida, según se requiera.
- ✓ **Contacto con la Piel:** En caso de que haya contacto con la piel, lavarse de inmediato en un sistema de lavado de ojos de emergencia o una ducha de seguridad y enjuague el área expuesta con copiosas cantidades de agua tibia durante al menos 15 minutos. La ropa y el calzado contaminados se deben quitar bajo el agua de la ducha. Lavarse el área por completo con agua y jabón. Conseguir atención medica si persiste la irritación o el dolor o si se presentan síntomas de toxicidad. Lavarse la ropa y el calzado contaminados antes de volver a ponérselos.
- ✓ **Contacto con los ojos:** En el caso de contacto con los ojos, irrigarlos de inmediato con copiosas cantidades de agua tibia durante al menos 15 minutos. Los parpados deben mantenerse abiertos durante el enjuague para asegurarse de que todos los tejidos accesibles de los ojos y los parpados estén en contacto con el agua. Conseguir atención médica.



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 180 de 373</p>

- ✓ **Ingestión Accidental:** La ingestión de metanol puede ser mortal. Es posible que la aparición de los síntomas se retrase de 18 a 24 horas después de la ingestión. No provocar el vómito. Obtener atención médica de inmediato. La victima debe permanecer bajo atención médica y en observación durante varios días.



El tratamiento de envenenamiento por metanol está bien establecido: administrar álcali, etanol y hemodiálisis. El álcali se administra para combatir la acumulación de formiato en la sangre. El etanol se administra porque este compite con el metanol por la enzima que metaboliza el metanol para convertirlo en formiato. Cuando hay etanol y metanol presentes al mismo tiempo, la enzima metaboliza primero el etanol. Se aplica diálisis para mejorar la eliminación del metanol y de sus productos tóxicos de la sangre. También hay disponible un antídoto (en forma de inyección) para tratar el envenenamiento con metanol.

### 7.3 SISTEMA DE RED CONTRA INCENDIO

Se estableció un sistema de red contra incendios por el cual circula el agua a utilizar ante los siniestros.

Por Norma debemos contar con:

- ❖ Distancias mínimas entre tanques e instalaciones.
- ❖ Recintos de contención de derrames vías de acceso y escape.
- ❖ Protección e instalación para la lucha contra incendios.
- ❖ Válvulas de accionamiento.
- ❖ Extintores.
- ❖ Monitores.
- ❖ Hidrantes
- ❖ Rociadores.
- ❖ Espuma química.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 181 de 373	

Además, se ubicaron 4 puntos de reunión para que las personas se concentren allí ante un evento y se los guíe mediante personal especializado (brigada).

Los tanques se encuentran con sus respectivos anillos refrigerantes en la parte superior, rociadores, monitores y la cantidad de hidrantes con 30 m<sup>3</sup>/hora cada uno y presión no menor a 7 kg/cm<sup>2</sup> según norma. También cuentan con espuma química que cubrirá con un espesor de 30 cm sobre la superficie del recinto del tanque mientras que los recintos de contención ante derrames tendrán un volumen de contención que no será menor del 75% de la capacidad nominal de almacenaje y una segura toma a tierra contra los fenómenos eléctricos que puedan originar chispas.

### 7.3.1 AGUA

El suministro de agua deberá asegurarse con dos fuentes de impulsión independientes, cada una de las cuales, por sí sola, tendrá la capacidad necesaria para ello. La energía que se utilice para la impulsión del agua deberá provenir de dos conexiones o fuentes independientes.



En nuestro caso tendremos:

$$1 \text{ hidrante/monitor} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por tanque tenemos al menos 3 hidrante/monitor por lo que se necesitarán 90 m<sup>3</sup>/h.

**EL ARTÍCULO 305°** establece que se contará con las reservas de agua necesaria para asegurar el funcionamiento de uno de los equipos de impulsión, a su máxima capacidad, durante un mínimo de cuatro (4) horas en forma continuada.

Por lo tanto; si por hora necesitamos 90 m<sup>3</sup>, en las 4 horas que establece la ley necesitamos 360m<sup>3</sup> por tanque. En la planta se cuenta con 5 tanques entre nafta y metanol, por lo que deberíamos tener 1800m<sup>3</sup> de agua para la red de sistema contra incendios. Debido a esto se contará con 2 tanques de agua contraincendios de 900 m<sup>3</sup> cada uno.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 182 de 373</b></p>

### 7.3.2 ESPUMA

En cuanto a la cantidad de espuma,

*EL ARTÍCULO 402° de la ley establece que por cada 1000 m<sup>3</sup> diarios de capacidad de tratamiento de la planta medidos sobre el petróleo de entrada (nafta en nuestro caso), se contará con una toma capaz de producir 3000 l/min de espuma ignífuga. El número mínimo de tomas con que deberá contarse, cualquiera sea la capacidad de la planta, será de dos.*

Para nuestro caso tenemos 455 m<sup>3</sup> diarios de nafta virgen, por lo que necesitaríamos por ley dos tomas de 1500 l/min de espuma ignífuga cada una.

Teniendo en cuenta que esta toma debe mantenerse en funcionamiento durante al menos 1 hora, se ocuparán 90000 l/h, es decir 90 m<sup>3</sup>/h.

Como esta cantidad se obtiene de los mismos tanques de red contra incendios, aumentamos la capacidad de estos a 1000 m<sup>3</sup> para asegurarnos la cantidad de agua necesaria tanto para los hidrantes y monitores como para la generación de espuma.

En la zona de proceso ubicamos hidrantes, monitores, espuma en lugares estratégicos con caudales y presiones similares.



Cada espacio físico cuenta con sus respectivos extintores según lo requiere la Norma.

### 7.3.3 ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

*EL ARTICULO 805° Establece que en los lugares abiertos o en ambientes cerrados, donde puedan generarse atmósferas explosivas, se prohibirá la instalación de motores y de cualquier equipo o artefacto que puedan originar chispas, debiendo instalarse tiraje forzado si el tiraje natural para ventilación no ofrece garantía suficientemente comprobada.*

### 7.3.4 DESCARGA DE ELECTRICIDAD ESTÁTICA

*EL ARTICULO 717° Establece que se deberá prever la instalación necesaria para asegurar una descarga efectiva de la electricidad estática que pudiera generarse en las*

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 183 de 373</p>

*cañerías de conducción de entrada y salida, en los rieles y en los tanques de los vehículos de transporte.*

### **7.3.5 EXTINTORES DE INCENDIO**

**EL ARTÍCULO 405** *Establece que se distribuirán aparatos extintores de fuego en toda el área ocupada por la planta, siguiendo los lineamientos que a continuación se detallan y que deberán entenderse como medidas mínimas:*

*a) Se instalará una unidad de extintor cada doscientos metros cuadrados (200 m<sup>2</sup>) de superficie de la planta, incluidas las ocupadas por las instalaciones auxiliares.*

*b) No será necesario recorrer desde cualquier punto de la planta más de quince (15) metros hasta el aparato extintor más próximo.*

*c) Los aparatos a distribuir serán indistintamente capaces de atacar fuego de clase B y C.*

*d) Serán ubicados en lugares accesibles a una altura que en ningún caso será mayor de 1.50 metros sobre el nivel del suelo, a fin de permitir su uso con la mínima pérdida de tiempo.*

Teniendo en cuenta la superficie ocupada por la planta, descontando el área que ocupan las calles, según ART. 405°, debemos contar con 100 extintores distribuidos de manera tal que la distancia entre ellos no sea mayor a 15 metros.



### **7.3.6 CALCULO DE EXTINTORES SEGÚN NORMA**

Superficie real ocupada por la planta:

$$20000\text{m}^2$$

Cantidad de extintores:

$$20000 \text{ m}^2 / 200 \text{ m}^2 = \mathbf{100 \text{ extintores}}$$

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 184 de 373</b></p>

### 7.3.7 RECINTOS DE CONTENCIÓN PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Es necesario contar con la superficie total que ocuparán los sectores de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables, en nuestro caso nafta virgen y metanol, a fin de determinar el área que ocuparán los mismos, considerando los recintos de contención, como lo especifican las normas de seguridad.

La fórmula de volumen para un cuerpo cilíndrico es:

$$V = \pi r^2 h$$

Donde;

V= Volumen del tanque de almacenamiento

r = radio del tanque de almacenamiento

h= altura del tanque de almacenamiento

Se calcula el área total que ocuparían los 3 tanques de almacenamiento de nafta virgen de la siguiente forma:

$$\text{Volumen de cada tanque} = 5000 \text{ m}^3$$

$$D = 20 \text{ m}$$

Se calcula hasta altura máxima de los dique de contención que es 1,8m, dejando 0,10m como margen, por lo tanto:

$$h = 1,7 \text{ m}$$



Entonces volumen del tanque hasta 1,7 metros de altura;

$$V = \pi (10\text{m})^2 1,7 \text{ m}$$

$$V = 533,8 \text{ m}^3$$

Sumamos este volumen con el volumen propio de los tanques que se encuentran en el recinto;

$$\text{Volumen} = 5000 \text{ m}^3 + 5000 \text{ m}^3 + 5000 \text{ m}^3 + 533,8 \text{ m}^3$$

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 185 de 373

$$\text{Volumen} = 15533,8 \text{ m}^3$$

Considerando un recinto cuadrangular a fines prácticos para realizar el cálculo;

$$\text{Largo} = \text{Ancho} = \text{Largo}^2$$

Por lo que;

$$\text{Volumen} = \text{Largo}^2 \times \text{Altura}$$

Sustituyendo;

$$\text{Largo}^2 = 15533,8 \text{ m}^3 / 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Largo}^2 = 9137,52 \text{ m}^2 \text{ corresponde a la superficie total del recinto}$$

Consideramos en este caso un área rectangular, con un ancho de 60 metros por lo que las dimensiones del dique o recinto para los tanques de almacenamiento de nafta virgen son:

$$\text{Largo} = 9137,52 \text{ m}^2 / 60 \text{ m} = 152,3 \text{ m}$$

Entonces;

$$\text{Largo} = 152,3 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 60 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 1,7 \text{ m}$$


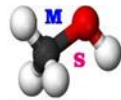
El cálculo para los tanques de almacenamiento de Metanol se realiza de manera similar

$$V = \pi r^2 h$$

Se calcula el área total que ocuparían los 2 tanques de almacenamiento de metanol de la siguiente forma:

$$\text{Volumen de cada tanque} = 8000 \text{ m}^3$$

$$D = 25 \text{ m}$$

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 186 de 373</b>

Se calcula hasta altura máxima de los dique de contención que es 1,8m, dejando 0,10m como margen, por lo tanto:

$$h = 1,7 \text{ m}$$

Entonces volumen del tanque hasta 1,7 metros de altura;

$$V = \pi (12,5\text{m})^2 \cdot 1,7 \text{ m}$$

$$V = 834,06 \text{ m}^3$$

Sumamos este volumen con el volumen propio de los tanques que se encuentran en el recinto;

$$\text{Volumen} = 8000 \text{ m}^3 + 8000 \text{ m}^3 + 834,06 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen} = 16834,06 \text{ m}^3$$

Considerando un recinto cuadrangular a fines prácticos para realizar el cálculo;

$$\text{Largo} = \text{Ancho} = \sqrt{\text{Largo}^2}$$

Por lo que;

$$\text{Volumen} = \text{Largo}^2 \times \text{Altura}$$

Sustituyendo;

$$\text{Largo}^2 = 16834,06 \text{ m}^3 / 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Largo}^2 = 9902,38 \text{ m}^2 \text{ corresponde a la superficie total del recinto}$$

Consideramos en este caso un área rectangular, con un ancho de 60 metros por lo que las dimensiones del dique o recinto para los tanques de almacenamiento Metanol.


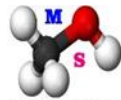
$$\text{Largo} = 9902,38 \text{ m}^2 / 60 \text{ m} = 165,04$$

Entonces;

$$\text{Largo} = 165,04 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 60 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 1,7 \text{ m}$$


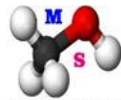
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 187 de 373

Tanto para el recinto donde se encuentran los tanques de nafta virgen como en el de los tanques de metanol, contarán con un muro de división entre ellos, en el caso de los tanques de nafta virgen cada 50,7 metros y en el caso de los tanques de Metanol a los 82,5 metros, para ambos casos con una altura de 1,5 metros.

## 7.4 BIBLIOGRAFÍA

- Ley 13660 y Norma NFPA (National Fire Protection Association)
- Información brindada por Ing., Luna Roger en Cátedra Seguridad e Higiene.
- Información de internet “ficha de seguridad Metanol y Nafta Virgen”.
- Información de internet “Metodología para diseño de sistemas contra incendio para protección de tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles”.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 188 de 373

## 8. INSTRUMENTACION DE DIAGRAMA P&ID



### 8.1 INTRODUCCION

En cualquier proceso industrial, se encuentran instalaciones de considerables dimensiones y con multitud de elementos, materiales e instrumentos que conforman dicha instalación. Para poder identificar estos equipos e instrumentos de una manera sencilla y poder tener además una idea de las condiciones de diseño de cualquier proyecto de ingeniería existe una herramienta que se conoce comúnmente por las siglas *P&ID*.

Un **P&ID** es lo que se define como un diagrama de tuberías e instrumentación (DTI) también conocido del idioma inglés como piping and instrumentation diagram/drawing (P&ID) y es un diagrama que muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y el instrumental. Otro posible nombre que se utiliza para referirse a un P&ID es el de PFD, una forma simplificada del inglés (Process flow diagram), aunque esta es una forma menos utilizada.

Estos diagramas están compuestos por una serie de símbolos que nos permitirán identificar todos los componentes que conforman un proceso, como tuberías, número de líneas de tubería y sus dimensiones, valvulería, controles, alarmas, equipos, niveles, presostatos, drenajes, purgas, bombas, etc. El instrumento de símbolos standard utilizados en estos diagramas se basa generalmente en la Norma ISA S5.1. Sistemas de Instrumentación y Automatización de la sociedad. Este standard de símbolos se usa tanto en industria química como en petroquímica, metalúrgicas, industrias de aire acondicionado, generadoras de energía, y en numerosos procesos industriales. Además de estos símbolos se utilizan diferentes tipos de líneas y círculos para indicar como están interconectados los diferentes elementos del proceso y las funciones de cada instrumento.

En general, al realizar un plano de instrumentación, a cada instrumento, se le asigna un icono consistente en un círculo que contiene un código alfanumérico llamado “TAG NUMBER”, el cual debe cumplir con ciertas características.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 189 de 373</b></p>

ISA recomienda utilizar ciertas clases de líneas que representan flujos de procesos y señales de instrumentos. Además, define símbolos para válvulas, actuadores y otros.

## 8.2 OBJETIVO

Establecer nuestro P&ID identificando y simbolizando de manera uniforme los instrumentos y sistemas de instrumentación utilizados en la medición, control y seguridad de nuestro proceso. Basándonos en las normas establecidas para el mismo, siguiendo la metodología que se muestra a continuación.



## 8.3 REFERENCIAS

### NORMAS ISA (Instrument Society of America):

- ANSI/ISA-S5.1 (Identificación y símbolos de instrumentación)
- ANSI/ISA-S5.2 (Diagramas lógicos binarios para operaciones de procesos)
- ISA-S5.3 (Símbolos gráficos para control distribuido, sistemas lógicos y computarizados)
- ANSI/ISA-S5.4 (Diagramas de lazo de instrumentación)
- ANSI/ISA-S5.5 (Símbolos gráficos para visualización de procesos)

Las normas ISA ANSI/ISA-5.1-1984 (R1992) e ISA-5.3-1983 son las guías generalmente más aceptables para desarrollar simbolismo para instrumentación y sistemas de control en: las industrias químicas y petroquímicas, generación de energía, pulpa y papel, refinación, metales, aire acondicionado, etc. y pueden ser utilizadas en procesos continuos, por lotes y discretos.

Todos los diagramas de control de procesos están compuestos de símbolos, identificaciones y líneas, para la representación gráfica de ideas conceptos y dispositivos

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 190 de 373</b></p>

involucrados en el proceso: a su vez describe las funciones a desempeñar y las interconexiones entre ellos.

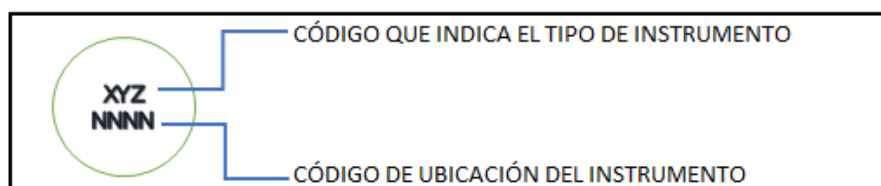
## 8.4 APLICACION

Los símbolos y diagramas son usados en el control de procesos para indicar:

- La aplicación en el proceso.
- El tipo de señales empleadas.
- La secuencia de componentes interconectadas.
- La instrumentación empleada.



## 8.5 NOMENCLATURA DE INSTRUMENTOS

Cada instrumento o función debe ser identificado por un código alfanumérico o número de identificación. La parte de identificación que corresponde al lazo en el número de identificación generalmente es común a todos los instrumentos o funciones del lazo de control. Se puede agregar un prefijo o sufijo para completar la identificación.



**Fig.8.1. Nomenclatura<sup>107</sup>**

<sup>107</sup> Autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>		<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>		<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>		<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p>Página 191 de 373</p>

X	
VARIABLE MEDIDA	SIGNIFICADO
A	ANALISIS
C	CONDUCTIVIDAD
D	DENSIDAD
E	VOLTAJE
F	FLUJO
H	MANUAL
I	CORRIENTE
J	POTENCIA
K	TIEMPO
L	NIVEL
M	HUMEDAD
N	VIBRACION
O	TORQUE
P	PRESION
Q	CANTIDAD
R	RADIACION
S	VELOCIDAD
T	TEMPERATURA
V	VISCOCIDAD
W	PESO
Z	POSICION

YZ	
LETRA	SIGNIFICADO
AL	ALARMA DE BAJA
AH	ALARMA DE ALTA
AHH	ALARMA DE MUY ALTA
AHL	ALARMA ALTA-BAJA
C	CONTROLADOR CIEGO
IC	CONTROLADOR INDICADOR
RC	CONTROLADOR REGISTRADOR
E	ELEMENTO PRIMARIO
IC	INDICADOR
QI	INTEGRADOR, TOTALIZADOR
RC	REGISTRADOR
S	INTERRUPTOR
SH	INTERRUPTOR DE ALTA
SL	INTERUPTOR DE BAJA
T	TRANSMISOR
IT	TRANSMISOR INDICADOR
L	LUZ DE ESTADO
V	VALVULA
CV	VALVULA REGULADORA
EV	VALVULA SOLENOIDE
SV	VALVULA DE SEGURIDAD O ALIVIO
Y	RELE
Z	ELEMENTTO DE CONTROL

**Fig.8.2. Nomenclatura<sup>108</sup>**

**Fig.8. 3. Nomenclatura<sup>109</sup>**

De esta manera, se determina, que la primera letra representa a la variable del proceso y las letras posteriores nos indican el tipo de medición y la función del instrumento, en nuestro caso tenemos:

IC: controlador del indicador

I: indicador



T: transmisor

C: controlador ciego

SH: interruptor de alta

<sup>108</sup> Autor

<sup>109</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 192 de 373

## 8.6 IDENTIFICACIÓN POR FUNCIÓN

La identificación funcional de un instrumento consta de letras y números, la primera letra señala la variable medida o inicial y las siguientes o siguientes letras identifican las funciones desempeñadas.

El número de letras funcionales agrupadas en un instrumento debe mantenerse a un mínimo de acuerdo con el criterio del usuario. El número total de letras en un grupo no debe exceder de cuatro. La cantidad de letras dentro de un grupo puede mantenerse al mínimo de la siguiente manera:

- 1) Arreglo de letras funcionales en subgrupos. Para instrumentos que tienen más de una variable medida o, de entrada, pero que pueden también utilizarse para otros instrumentos.
- 2) Omitir la I (indicar), si un instrumento indica y registra la misma variable medida. Todas las letras de identificación funcional deben ser mayúsculas.

Ejemplo:

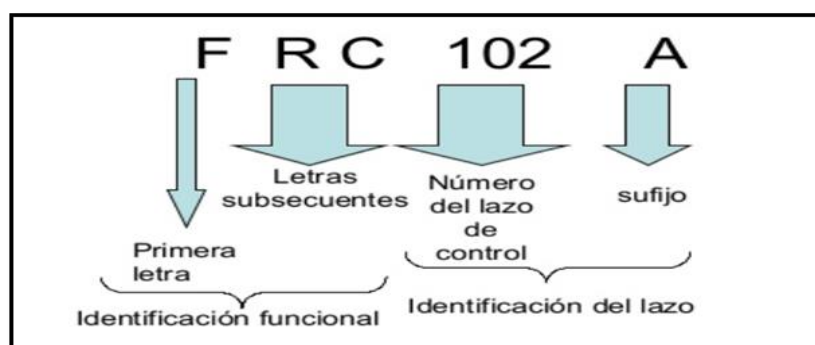




Fig.8. 4. Nomenclatura<sup>110</sup>

<sup>110</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		<b>Página 193 de 373</b>

## 8.7 SÍMBOLO DE LÍNEAS PARA INSTRUMENTOS

En cuanto a la nomenclatura de las líneas de conexión, estas representan la información única y crítica de los diagramas de instrumentación y tuberías. Indican la forma en que se interconectan los diferentes instrumentos, así como las tuberías dentro de un lazo de control. En la siguiente figura se pueden observar diferentes tipos de señales:

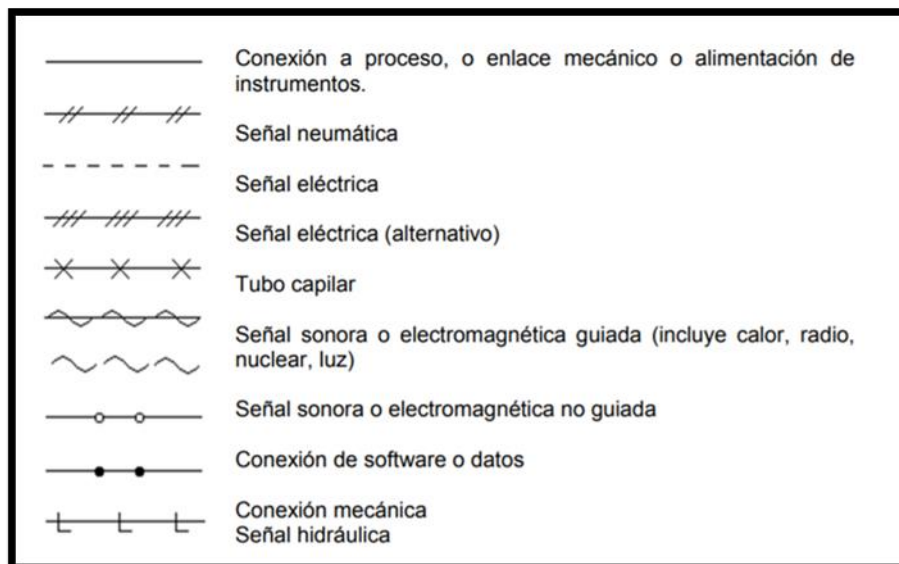








Fig.8.5. Formas líneas de conexión<sup>111</sup>.

<sup>111</sup> <https://es.slideshare.net/amaurycastillejoslopez/nomenclatura-de-la-instrumentacion-de-un-proceso>

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 194 de 373

## 8.8 FORMAS DE LOS SÍMBOLOS DE INSTRUMENTACIÓN

La forma de los círculos dentro de los cuales se encuentran la nomenclatura de los instrumentos, nos indica la posición de los mismos y el alcance del operador con respecto a ellos.

Instrumento Discreto	
Display Compartido, Control Compartido	
Función de computadora	
Control Lógico Programable	

**Tabla.8.1. Forma de símbolos de Instrumentación<sup>112</sup>. Fuente:**

Los símbolos también indican la posición en que se deben montar los instrumentos. Los símbolos con o sin líneas indican la información descrita en la figura siguiente.

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	<b>Montado en campo o localmente</b>
	<b>Montado en el panel principal, accesible al operador</b>
	<b>Montado detrás del panel o consola de instrumentos (no accesible al operador)</b>
	<b>Montado en tablero o panel de instrumentos auxiliar</b>
	<b>Montado en panel auxiliar, no accesible al operador.</b>

**Tabla 8.2. Formas símbolos<sup>113</sup>**

<sup>112</sup> Autor

<sup>113</sup> Autor





<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	<b>Página</b> 195 de 373
---	--	---	------------------------	--------------------------

	Montado en Tablero		Ubicación Auxiliar.
	Normalmente accesible al operador	Montado en Campo	Normalmente accesible al operador.
<b>Instrumento Discreto o Aislado</b>			
<b>Display compartido, Control compartido.</b>			
<b>Función de Computadora</b>			
<b>Control Lógico Programable</b>			

Tabla.8.3. Formas símbolos<sup>114</sup>

Ejemplo:

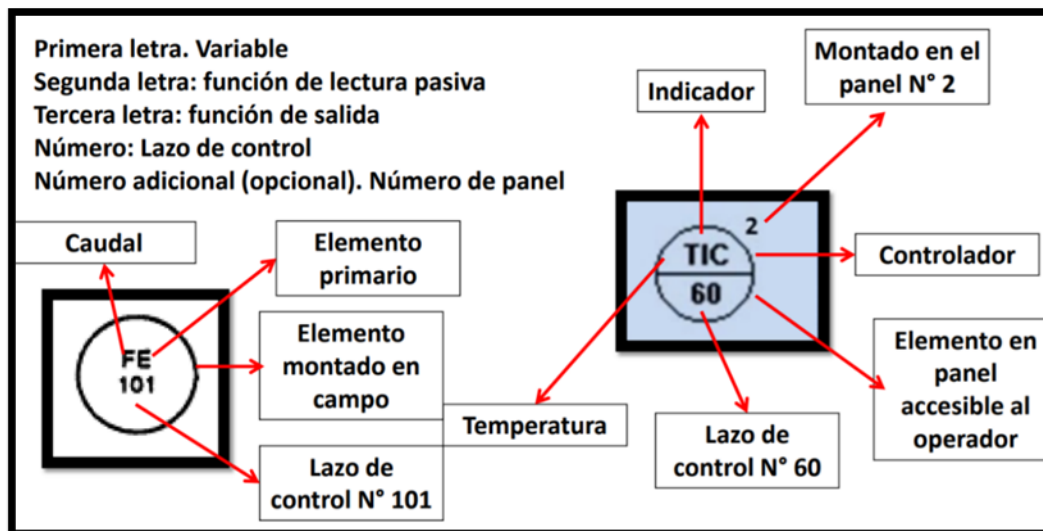




Fig.8.6. Ejemplo de un lazo de control<sup>115</sup>

<sup>114</sup> Autor

<sup>115</sup> Autor



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 196 de 373

## 8.9 IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Los equipos pueden identificarse en forma general tanto en el diagrama de flujo como en el P&ID de la siguiente manera:

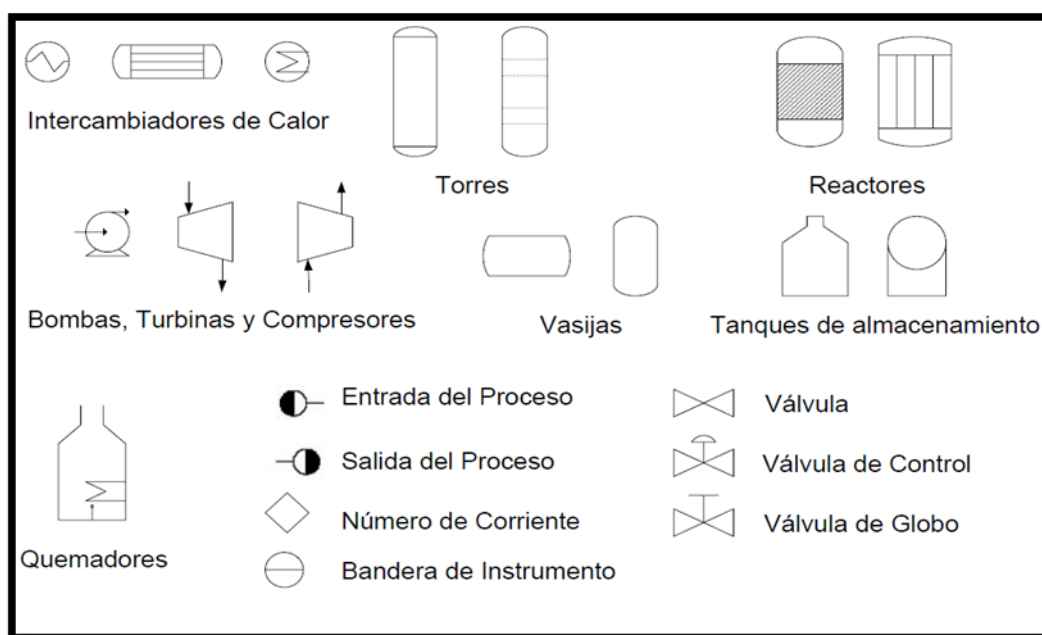


Fig.8.7. Formas de equipos básicos<sup>116</sup>



Al igual que las corrientes de procesos, transmisiones eléctricas e instrumentación de control que se vio anteriormente, también tiene su identificación, mediante letras y números, similares a los ya mencionados. A continuación, se muestra cómo se lleva a cabo:

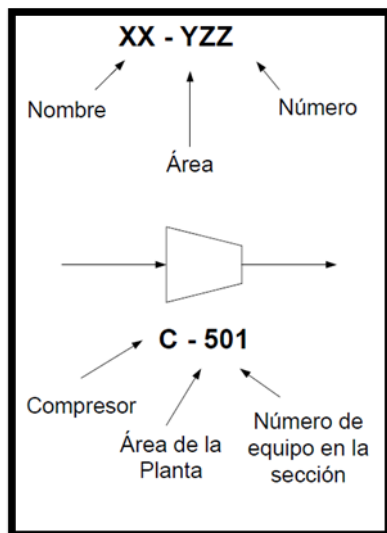
**XX:** letras de identificación para cada equipo

**Y:** hace referencia a un área dentro de la planta

**ZZ:** número designado para cada ítem dentro del área de la planta

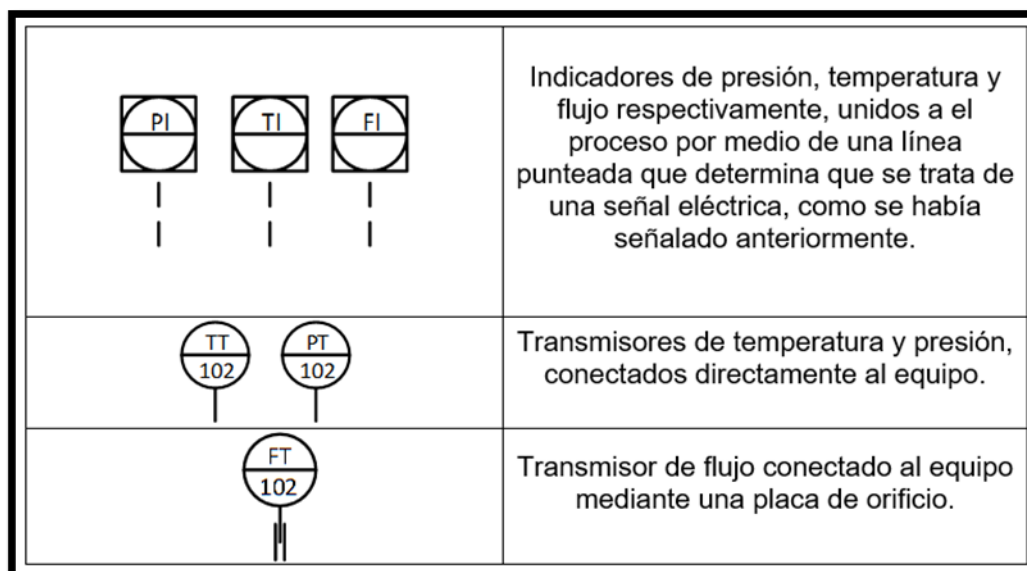
<sup>116</sup> [Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html](http://Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html)

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 197 de 373</p>



**Fig.8.8. Identificación de equipos<sup>117</sup>**



En nuestro proceso se usaron los elementos mostrados en el siguiente esquema.



**Fig.8.9. Indicadores y Transmisores<sup>118</sup>**

<sup>117</sup> [Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html](http://Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html)

<sup>118</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 198 de 373</b>

## 8.10 CODIFICACIÓN DE LAS LÍNEAS

Para comenzar con la elaboración de los P&ID correspondientes a vuestro proyecto, a modo de ejemplo, citaremos una línea correspondiente a nuestro diagrama, en la cual se resume lo expuesto anteriormente y la codificación que se seguirá en los planos.

### 6-GP-ANC-100\_01

En este caso hacemos referencia a una línea de 6 pulgadas de diámetro nominal y material de acero con aleación de cromo-níquel, que transporta el gas de pirolisis proveniente del horno; correspondiente a la zona 100, área donde se lleva a cabo el craqueo del gas de pirolisis de la planta; y es la corriente número 1 dentro de esta área que lleva este fluido y tiene esta medida de diámetro nominal.

## 8.11 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAÑERÍAS



A continuación, se representan los códigos utilizados para nombrar los fluidos utilizados en el proceso, y los componentes que tiene cada corriente

Las normas más usadas en el análisis del sistema de tuberías son las normas conjuntas del American Estándar Institute y la American Society of Mechanical Engineers ANSI/ASME B31.1, B31.3, etc.

En lo que concierne al diseño, todas las normas son muy parecidas, existiendo algunas discrepancias con relación a las condiciones de diseño, al cálculo de los esfuerzos y a los factores admisibles.

En nuestro proyecto, de acuerdo con la designación de las cañerías, serán nombradas de forma sistemática resumiendo 4 puntos los cuales harán referencia a:

- A. **Diámetro nominal de la tubería en pulgadas.** Estos diámetros son seleccionados en función del caudal (en condiciones máximas de operación), velocidades típicas de circulación y teniendo en cuenta un posible aumento de la producción a futuro. Por último, se consulta con proveedores la existencia en stock o catálogo del mismo y en caso contrario se modifica al diámetro más cercano en stock.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 199 de 373</p>


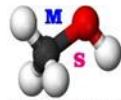
- B. Tipo de materia del cual está compuesta la tubería.** El tipo de material de la tubería se designó mediante el tipo de fluido a transportar, la temperatura y la presión de trabajo a la cual circula el fluido, de acuerdo con las normas ASTM B31.3.
- C. Fluido** La idea básica de este punto es identificar fácilmente que tipo de producto es el que atraviesa dicho tramo.
- D. Número de área y línea** Con este número se podrá ubicar rápidamente dentro de la planta a que línea se está haciendo referencia y en qué área esta se encuentra. Los primeros 3 dígitos corresponden al área de la planta en la cual se encuentran y los últimos 2 dígitos corresponden al número de la corriente al cual hacen referencia, dentro de una misma área. En cada una de las áreas la numeración correspondiente a las corrientes dentro de ellas comienza y terminan para cada una de ellas.

### 8.11.1 IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y DE FLUIDOS EN EL PROCESO

REFERENCIAS	
AREA 100	Pre-reformación de la Nafta Virgen
AREA 200	Reformación
AREA 300	Síntesis de Metanol
AREA 400	Destilación
AREA 500	Servicios Auxiliares
AREA 600	Almacenamiento de Metanol
AREA 700	Almacenamiento de Nafta Virgen

**Tabla.8. 4. Nombre Áreas<sup>119</sup>**

<sup>119</sup> Autor



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 200 de 373

CODIGO	FLUIDO
<b>AG</b>	Agua
<b>AI</b>	Aire
<b>F1</b>	Componente del fluido 1
<b>F2</b>	Componente del fluido 2
<b>F3</b>	Componente del fluido 3
<b>F4</b>	Componente del fluido 4
<b>F5</b>	Componente del fluido 5
<b>F6</b>	Componente del fluido 6
<b>F7</b>	Componente del fluido 7
<b>F8</b>	Componente del fluido 8
<b>F9</b>	Componente del fluido 9
<b>GF</b>	Gas de combustible
<b>GN</b>	Gas Natural
<b>GV</b>	Gas de Venteo
<b>NV</b>	Nafta Virgen
<b>NR</b>	Nafta Reformada
<b>Ma</b>	Metanol + agua
<b>ML</b>	Metanol
<b>VA</b>	Vapor de Agua

**Tabla 8.5. Códigos de los Fluidos<sup>120</sup>**

---

<sup>120</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 201 de 373

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub> OH
n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	
i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	
n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	H <sub>2</sub> O		CH <sub>3</sub> OH	CH <sub>3</sub> OH	CH <sub>3</sub> OH	CH <sub>3</sub> OH	CH <sub>3</sub> OH	
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	H <sub>2</sub>							
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>								
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>								
C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>								
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>								
C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>								
C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>								

Tabla .8.6 Componentes de las corrientes<sup>121</sup>

### 8.11.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE LAS TUBERÍAS

En la siguiente tabla se establece el tipo de material y la abreviación de las tuberías



Designación	Tipo de Material
ACC	Acero al carbono
ACI	Acero Inoxidable 316
ANC	Acero con aleación de cromo-níquel

Tabla .8.7. Tipo de material de las tuberías<sup>122</sup>

La selección de material para las tuberías de nuestra planta de proceso se seleccionó para las corrientes que sobrepasan los 600 °C tuberías de acero con aleación de cromo-níquel, ya que estas, a elevadas temperaturas, se mantienen estables, evitando la formación de compuestos de carbono. Mientras que para las corrientes que se encuentran a elevada

<sup>121</sup> Autor

<sup>122</sup> Autor

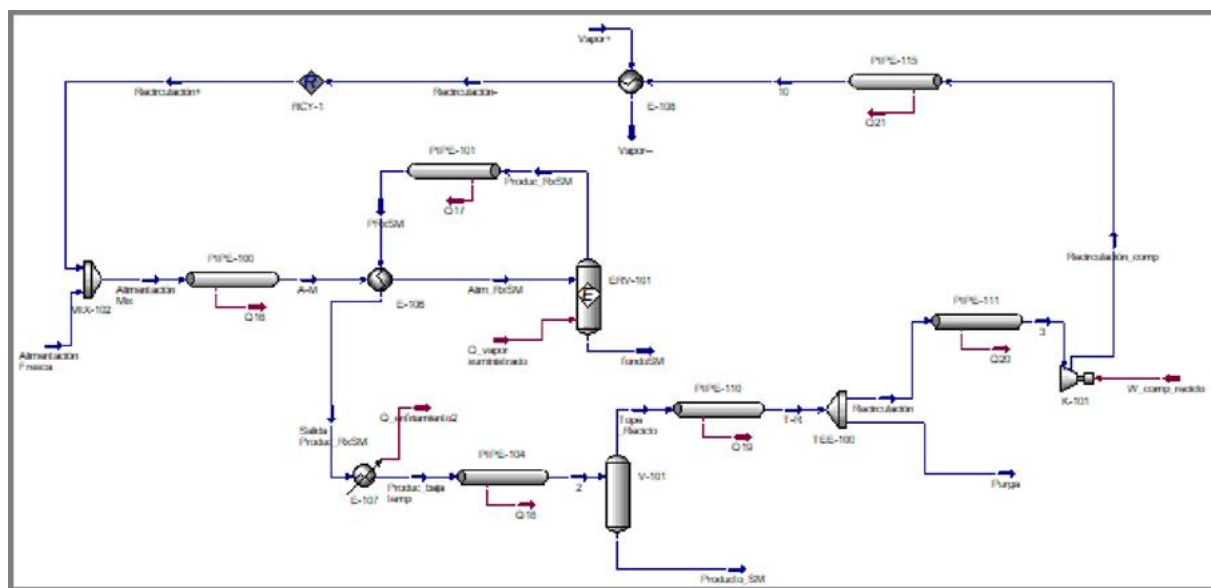
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha:</b> 10/02/23</p>	<p align="right">Página 202 de 373</p>

temperatura, pero que si bien no sobrepasan los 600°C se utilizaron tuberías de acero al carbono, ya que las mismas se mantienen estables por debajo de esta temperatura.

### 8.11.3 CÁLCULO DE DIÁMETROS DE CAÑERÍAS

Para realizar el cálculo de cada una de las cañerías que componen las distintas etapas nos basamos según norma API RP 14E, la cual se adjunta al final de esta sección, y la llevamos a cabo en el simulador de manera tal que los cálculos sean los más reales posibles y se pueda decidir según conveniencia el diámetro, material, espesor, etc.



A continuación, se muestran los pasos mediante un ejemplo:



**Fig.8.10. Etapa de Síntesis de Metanol<sup>123</sup>**

El cálculo se realizará sobre la cañería que se encuentra entre el mezclador (alimentación fresca y recirculación) y el intercambiador de calor que precalienta la carga al reactor de síntesis.

<sup>123</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 203 de 373

El primer paso es fijar las distancias entre todos los equipos según Manual de ingeniería de riesgos (especificadas en el capítulo anterior). Se agrega un 20% de exceso en longitud de manera de contemplar los accesorios como codos, bridas, etc.

En la siguiente tabla se pueden ver todas las distancias, y los diámetros con espesores, que explicaremos como se llevaron a cabo. Se remarca en verde el cálculo a realizar, en este caso el código a ejemplificar es Q14:

Código de Cálculo	Área	Distancia entre equipos (mts) Según Manual de ingeniería de riesgos	Distancia Adoptada (mts) + 20% debido a accesorios.	Diámetro nominal (In)	Schedule (espesor)
<b>A-100</b>					
Q1	Horno- mezclador	15	18	4	40
Q2	caldera- mezclador	15	18	6	40
Q3	mezclador- Pre-reformador	5	6	8	40
<b>A-200</b>					
Q4	Pre-reformador- mezclador	5	6	8	40
Q5	caldera- mezclador	15	18	10	40
Q6	mezclador - Intercambiador	5	6	14	40
Q7	Intercambiador - reactor	8	10	14	40
<b>A-300A</b>					
Q8	Reactor - Intercambiador	8	10	20	40
Q9	Intercambiador - Intercambiador	5	6	14	40
Q10	Intercambiador - Separador	2	3	8	40
Q11	Separador - Compresor	10	12	8	40
Q12	Compresor - Intercambiador	10	12	6	80





**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**



**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 204 de 373
---	--	---	------------------------	-------------------

<b>A-300B</b>					
Q13	Intercambiador - mezclador	5	6	6	80
Q14	Mezclador - Intercambiador	5	6	12	80
Q15	Intercambiador - Reactor	8	10	12	80
Q16	Reactor - Intercambiador	8	10	12	80
Q17	Intercambiador - Intercambiador	5	6	12	80
Q18	Intercambiador - Separador	2	3	10	80
Q19	Separador - Divisor de flujo	3	4	10	80
Q20	Divisor de flujo - Compresor	10	12	12	80
Q21	Compresor - Intercambiador	10	12	10	80
Q22	Intercambiador - mezclador	5	6	10	80
<b>A-400</b>					
Q23	Separador baja presión	3	4	10	80
Q24	Separador - Columna 1	3	4	4	40
Q25	Columna 1 - Columna 2	3	4	4	40
Q26	columna 2 – tanque Metanol	60	72	4	40
Q27	columna 2 – agua a enfriamiento	8	10	2	40

**Tabla .8.8. Componentes de las corrientes<sup>124</sup>**

<sup>124</sup> Autor



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 205 de 373</p>

### Criterios de diseño: (API 14E)

LÍNEAS DE GAS	
<p>El dimensionamiento de líneas de gas se hará basado en criterios de pérdida de carga y velocidad de acuerdo a los límites reflejados a continuación. En general las líneas de gas se dimensionan para que no se supere el nivel aceptable de ruido en la planta. Como criterio general según API14 E puede adoptarse que la velocidad no supere los 18,3 m/s. Tuberías con gas a temperatura de equilibrio y/o con líquido arrastrado se dimensionarán como líneas de gas, sin embargo, se tendrá en cuenta la velocidad de erosión.</p>	
Valores recomendados para gas	
Presión de operación (bar)	$\Delta P/100m$ (bar)
0 a 7	0,01 a 0,04
7 a 35	0,04 a 0,11
35 a 140	0,11 a 0,27
>140	P/500
<p>En todos los casos se debe verificar que no se supere la pérdida de carga disponible en el sistema</p>	

Líneas de flujo bifásico
<p>En forma conservativa se establece que en ninguna sección de la cañería la velocidad del fluido exceda la velocidad erosional para evitar causar serios daños en tuberías, especialmente en derivaciones y codos. Además se verificará que la pérdida de carga obtenida sea admisible en el proceso de transferencia. API 14E, presenta criterios adicionales para dimensionar cañerías de flujo bifásico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Sección transversal mínima requerida para evitar flujo erosivo.</li> <li>· Velocidad mínima de flujo. Si es posible la mínima velocidad debería ser de 10 ft/s (3 m/s).</li> </ul>

LÍNEAS DE LÍQUIDO
<p>El dimensionamiento de líneas de líquido se hará basado en criterios de pérdida de carga y velocidad de acuerdo a los límites reflejados a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Para líquidos con sólidos, la velocidad no debe ser inferior a 1 m/s y no debe superar el 90% de la velocidad de erosión.</li> <li>· Para los sistemas de bombeo, como criterio general se cumplirá los límites fijados en la Tabla 2; sin embargo, cada sistema con bomba debe ser analizado teniendo en cuenta las pérdidas de carga totales, altura diferencial de la bomba y NPSH disponible.</li> </ul>

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 METANOL DEL SUR
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 206 de 373


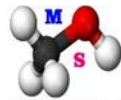
Valores recomendados para líquidos			
	Velocidad Max. (m/s)		$\Delta P/100m$ (bar)
Aspiración	1 - 2		0,11 (Temp.liq<Temp. Ebullición)
			0,05 (Temp.liq=Temp. Ebullición)
Descarga	3,5		0,45
Gravedad	3,6		0,05

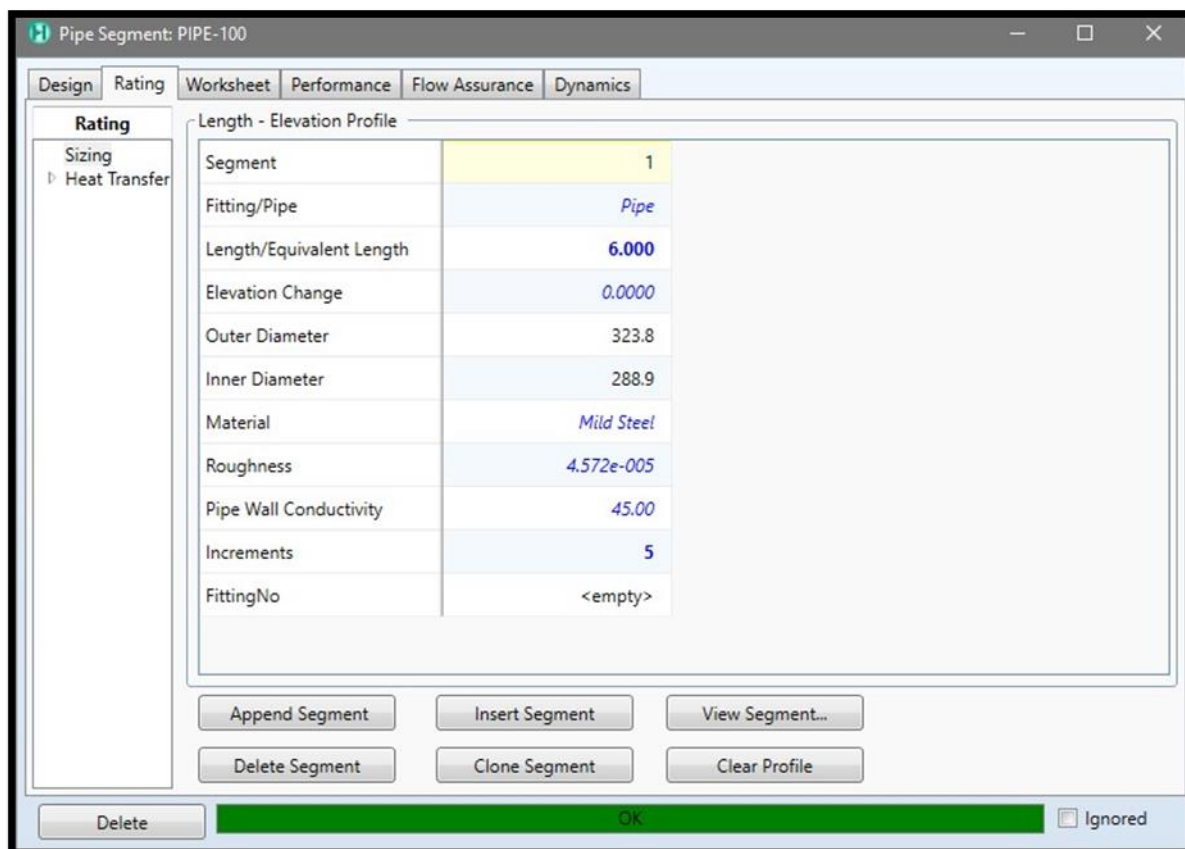
(\*) Aclaración: Las líneas de líquido por presión diferencial se consideran como líneas de descarga de bombas. Como velocidad máxima permitida en la línea se considera la velocidad erosional calculada por el método propuesto por la API 14 E.

Ejemplo (Q14):

Seleccionamos la herramienta pipe segment y la agregamos entre los equipos a conectar.

Fijamos los datos conocidos como longitud, tipo de material, en nuestro caso por las características del fluido.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23
			Página 207 de 373





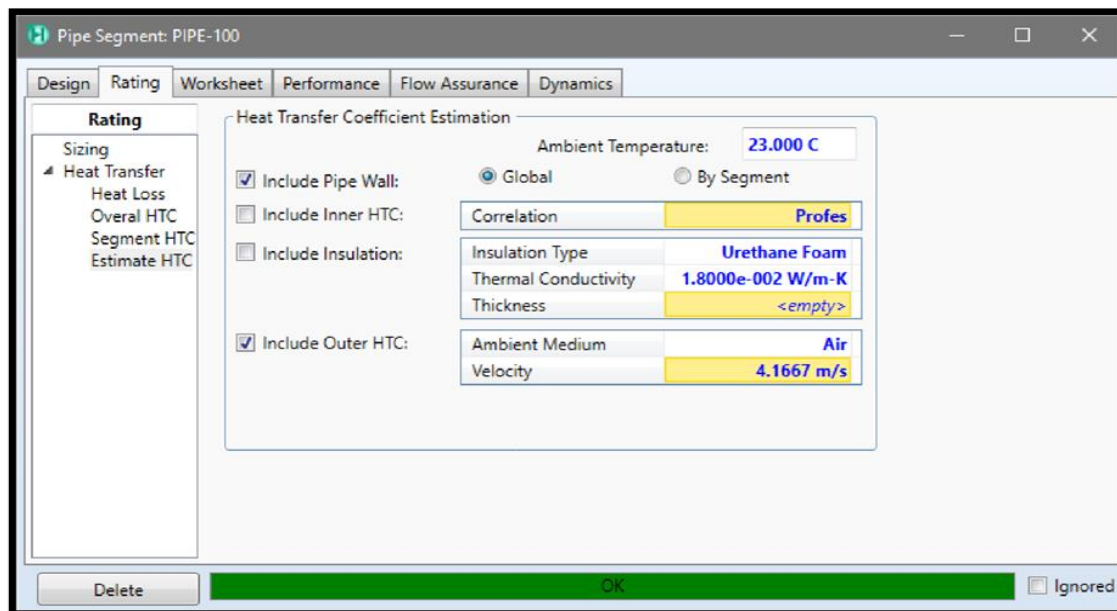
**Fig.8.11. Simulación HYSYS<sup>125</sup>**

Se debe contemplar la temperatura de la zona y la velocidad del viento, para lo cual se promediaron valores anuales de los mismos

- ✓ Temperatura promedio anual en la zona: 23°C
- ✓ Velocidad promedio del viento: 4.1667 m/s

<sup>125</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 208 de 373



**Fig.8.12. Simulación HYSYS<sup>126</sup>. Fuente: Autor**



Comenzamos la prueba con los diámetros, completando la siguiente tabla de manera de cumplir con los valores según normativa adoptada, que se adjunta al final del capítulo.

Diámetro (In)	Longitud (m)	P inicial Kg/cm <sup>2</sup>	P Final Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad Inicial m/s	Velocidad final m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/c m <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
12(80)	6	76.48	76.47	199.99	199.73	16.57069	16.56326	no es bifásico	5549	0.001666	0.166666

La velocidad final para este caso donde trabajamos con gas debe mantenerse en valores por debajo de los 18 m/s lo cual cumple.

La velocidad erosional se tiene en cuenta para casos donde el fluido por la cañería es bifásico.

<sup>126</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 209 de 373

El Rho es el momento, o fuerza que ejerce el fluido sobre la cañería. Este dato se multiplica por la velocidad final al cuadrado y según normativa, el valor debe ser menor a 6000.

Luego se obtiene la relación de diferencia de presión cada 100 metros de cañería. Dicho valor se debe encontrar entre los 0.11 y 0.27 para validar la cañería según norma.

La tabla se completa hasta validar los datos. La relación que existe entre la velocidad del fluido y el diámetro de la cañería es inversamente proporcional y con ello se realiza la prueba hasta obtener el diámetro menor posible, que cumpla con los valores arriba mencionados.

La figura siguiente muestra la velocidad del fluido, a lo largo de la cañería adoptada en este caso;

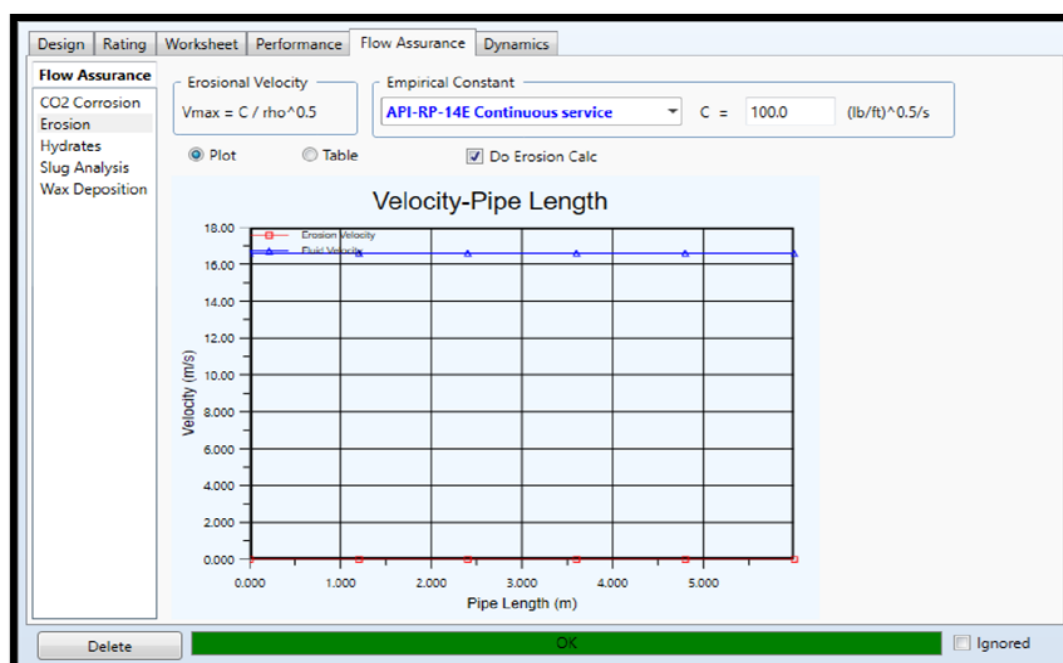




Fig.8.13. Simulación HYSYS<sup>127</sup>

<sup>127</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		<b>INTEGRANTES:</b> Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com		 <b>METANOL DEL SUR</b>			
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>						<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>			
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot		<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick		<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan		<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 210 de 373	

El proceso descrito se realizó para todas las cañerías en cada etapa, hasta encontrar los valores que se encuadren dentro del rango sugerido, para que las cañerías sean seguras y del menor costo posible. A continuación, se completa la lista con los cálculos para cada código según tablas.

**Q1:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V <sup>2</sup>	DP/m	DP/100m
4	18	40.79	40.75	570	561.24	6.36044225	6.27473948	No es bifásico	2215	0.00222222	0.22222222
3	18	40.79	40.64	570	562.47	11.0708572	10.9758052	No es bifásico	6711	0.00833333	0.83333333

**Q2:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V <sup>2</sup>	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
4	6	40.64	40.4	497.32	496.26	52.04	52.22	No es bifásico	45855	0.04	4
8	6	40.64	40.63	497.32	495.42	13.1	13.06	No es bifásico	2907	0.00166667	0.1666666

**Q3:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V <sup>2</sup>	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
10	6	40.79	40.79	545.33	544.37	11.4052498	11.3921705	No es bifásico	1465	0	0
8	6	40.79	40.78	545.33	544.49	17.9773479	17.96196	No es bifásico	3640	0.00167	0.166667



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 211 de 373
---	--	---	------------------------	-------------------

**Q4:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
6	18	40.79	40.59	450	446.57	41.8624496	41.84292	No es bifásico	22057	0.0111111111	1.1111111111
8	18	40.79	40.74	450	445.89	24.1752863	24.04251	No es bifásico	7356	0.0027777777	0.277777778
10	18	40.79	40.77	450	445.13	15.3373668	15.22086	No es bifásico	2961	0.0011111111	0.1111111111

**Q5:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
6	18	40.79	40.76	450	441.83	16.8481607	16.6365923	no es bifásico	3573	0.001666667	0.166666667

**Q6:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
14	6	40.77	40.77	485.8	484.5	15.6722693	15.6452998	No es bifásico	2937	0	0

**Q7:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )
14	6	40.77	40.77	485.8	484.5	15.6722693	15.6452998	No es bifásico	2937	0	0





**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 212 de 373
---	--	---	------------------------	-------------------

**Q8:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
18	10	40.77	40.77	880	875.86	18.7257516	18.6597344	No es bifásico	2122	0	0
20	10	40.77	40.77	880	875.49	15.06983	15.0114001	No es bifásico	1375	0	0

**Q9:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
14	6	40.26	40.26	377.6	376.67	17.4130377	17.3883938	no es bifásico	3264	0	0

**Q10:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
8	3	40.77	40.77	485.8	484.5	12.6062362	12.6091527	cumple	6389	0	0

**Q11:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
10	12	39.77	39.77	35	34.904	7.81388019	7.81199803	No es bifásico	1075	0	0
8	12	39.77	39.76	35	34.9183	12.3165073	12.3166272	No es bifásico	2669	0.000833333	0.083333333



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudante de Catedra: Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	Fecha: 10/02/23	Página 213 de 373
--	--	--	-----------------	-------------------

Q12:

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/m <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
6	12	76.99	76.95	116.83	116.26	15.6962106	15.68133	No es bifásico	6528	0.00333333	0.33333333
8	12	76.99	76.98	116.83	116.14	8.96005902	8.944831	No es bifásico	2128	0.00083333	0.08333333

Q14:

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
12	6	76.48	76.47	199.99	199.73	16.5706932	16.56326	No es bifásico	559	0.001666667	0.166666667

Q16:

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
12	10	73.43	73.42	265	264.39	17.008658	16.99201	No es bifásico	5695	0.001	0.1

Q18:

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
10	3	73.39	73.38	40	39.99	12.7689383	12.7698972	Cumple	6049	0.003333333	0.333333333

Q19:

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
10	4	72.38	72.37	39.99	39.97	12.6303235	12.6305004	No es bifásico	4544	0.0025	0.25



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 214 de 373
---	--	---	------------------------	-------------------

**Q20:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
12	12	72.37	72.37	39.97	39.91	8.03404002	8.03287909	No es bifásico	1839	0	0

**Q21:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
8	12	76.99	76.95	47.02	46.95	17.22139	17.2257975	No es bifásico	8767	0.003333333	0.333333333
10	12	76.99	76.98	47.02	46.94	10.9509153	10.9494174	No es bifásico	3545	0.000833333	0.083333333

**Q23:**



Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
10	4	72.3999	72.3999	40	39.96	0.14519631	0.14519016	cumple	16.557	0	0

**Q24:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
4	4	3.56901	3.5669673	40.138	40.11	0.76215547	0.76213702	No es bifásico	No aplica	0.000510675	0.0510675

**Q25:**

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
4	4	1.22366	1.22162	79.2148	79.1498	0.7802872	0.78021591	No es bifásico	No aplica	0.00051	0.051

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com		 <b>METANOL DEL SUR</b>			
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>						<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>			
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot		<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick		<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan		<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 215 de 373	

Q26:

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
4	72	1.12169	1.1002738	70.1034	68.9028	0.65936514	0.65507627	No es bifásico	No aplica	0.000297447	0.029744722

Q27:

Diámetro (In)	Longitud (m)	P(inicial) Kg/cm <sup>2</sup>	P(Final) Kg/cm <sup>2</sup>	T(inicial) °C	T (final) °C	Velocidad (Inicial) m/s	Velocidad (final) m/s	Velocidad erosional	Rho x V2	DP/m (DP:Kg/cm <sup>2</sup> )	DP/100m (DP: Kg/cm <sup>2</sup> )
2	10	1.22366	1.21958	104.6	103.55	0.46011809	0.45968509	no es bifásico	no aplica	0.000408	0.0408

## 8.12 INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPOS EN P&ID

Se representará a modo de ejemplo la instrumentación de los siguientes elementos.

### Indicadores locales en P&ID

Los indicadores locales nos permitirán ver los valores medidos en los propios equipos y en las líneas de proceso. Estos instrumentos serán muy útiles para el personal de mantenimiento y producción.











EJEMPLO	P&ID	INDICADORES LOCALES
		INDICADOR DE TEMPERATURA
		INDICADOR DE PRESIÓN
		INDICADOR DE CAUDAL
		INDICADOR DE NIVEL

Fig.8.14. Indicadores locales<sup>128</sup>.








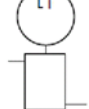
<sup>128</sup> [Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html](http://Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 216 de 373

## Transmisores en P&ID



Estos instrumentos enviarán el valor medido a equipos remotos, permitiéndonos controlar y supervisar el proceso.

En estos equipos normalmente se puede especificar una indicación local de la medida, por lo que además de enviar la señal, permitirían ver el valor medido de forma local.

<u>EJEMPLO</u>	<u>P&amp;ID</u>	<u>TRANSMISORES</u>
		<b>TRANSMISORES DE TEMPERATURA</b>
		<b>TRANSMISORES DE PRESIÓN</b>
		<b>TRANSMISORES DE CAUDAL</b>
		<b>TRANSMISORES DE NIVEL</b>

**Fig.8.15. Transmisores<sup>129</sup>**

<sup>129</sup> [Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html](http://Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 217 de 373

## Switches en P&ID

Son interruptores que enviarán una señal digital cuando la variable medida llegue a un valor determinado.


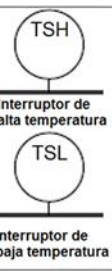

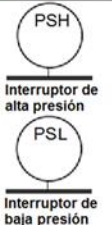


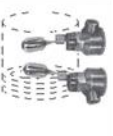
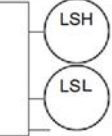


<u>EJEMPLO</u>	<u>P&amp;ID</u>	<u>SWITCHES</u>
		<b>SWITCHES DE TEMPERATURA</b>
		<b>SWITCHES DE PRESIÓN</b>
		<b>SWITCHES DE CAUDAL</b>
		<b>SWITCHES DE NIVEL</b>

Fig.8.16. Transmisores<sup>130</sup>. Fuente:















<sup>130</sup> [instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html](http://instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 218 de 373

## Válvulas en P&ID

Estos equipos nos permitirán regular el flujo de las líneas de proceso.

En la siguiente figura se mostrarán algunos ejemplos.

EJEMPLO	P&ID	TIPOS VÁLVULAS
		VÁLVULA GATE
		VÁLVULA GLOBE
		VÁLVULA ANGLE
		VÁLVULA BUTTERFLY
		VÁLVULA BALL
		VÁLVULA PLUG
		VÁLVULA ECCENTRIC ROTARY DISC

















EJEMPLO	P&ID	POSICIONADORES Y OTROS ACCESORIOS
		VOLANTE MANUAL
		ACTUADOR DIAFRAGMA
		ACTUADOR VALVULAS ALIVIO Y SEGURIDAD
		POSICIONADOR
		ACTUADOR DE PISTÓN
		ACTUADOR MOTORIZADO
		VÁLVULA DE SOLENOIDE

Fig.8.17. Válvulas e P&ID<sup>131</sup>

<sup>131</sup> [Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html](http://Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html)



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 219 de 373

Las válvulas se dividen en grandes cinco grupos. A continuación, se detallan en la figura siguiente:

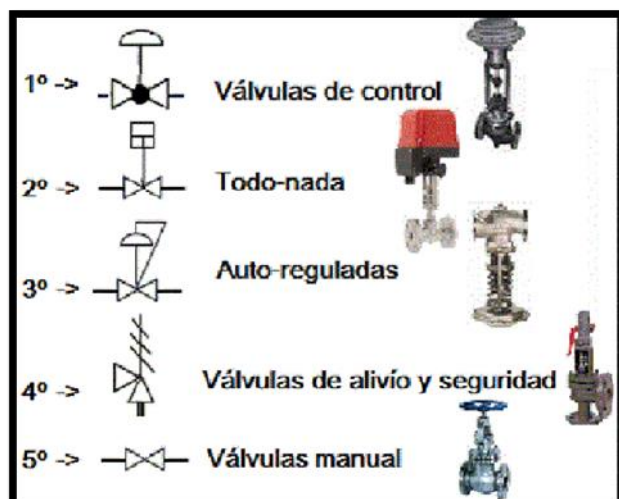


Fig. 8.18. Válvulas en P&ID<sup>132</sup>

[Archivos\AREA 100-Modelo.pdf](#)

[Archivos\AREA 200-Modelo.pdf](#)

[Archivos\AREA 300 A-Modelo.pdf](#)

[Archivos\AREA 300 B-Modelo.pdf](#)

[Archivos\AREA 400 A-Modelo.pdf](#)

[Archivos\AREA 400 B-Modelo.pdf](#)

[Archivos\AREA 500 A-Modelo.pdf](#)



[Archivos\AREA 500 B-Modelo.pdf](#)

[Archivos\AREA 600-Modelo.pdf](#)

[Archivos\AREA 700-Modelo.pdf](#)



<sup>132</sup> [Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html](http://Instrumentacionhoy.blogspot.com.ar/2015/04/interpretar-un-p.html)



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 220 de 373</b></p>

## 8.13 BIBLIOGRAFIA

- ❖ Leyendas de diagramas de tuberías e instrumentación  
<https://www.lucidchart.com/pages/es/leyenda-de-diagrama-de-tuber%C3%ADas-e-instrumentaci%C3%B3n>
- ❖ Profesor Oscar Páez Rivera (2013) - Informe de Norma ISA  
[http://www.automaticausach.cl/asignaturas/controlautind/304\\_Norma\\_ISA\\_PID.pdf](http://www.automaticausach.cl/asignaturas/controlautind/304_Norma_ISA_PID.pdf)
- ❖ Amaury Castillejos López (2015) Nomenclatura de Instrumentación de un proceso.  
<https://es.slideshare.net/amaurycastillejoslopez/nomenclatura-de-la-instrumentacion-de-un-proceso>
- ❖ UTN Facultad Regional La Plata, Material de Catedra Integración  
[http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/integracion3/UT\\_4\\_Nomenclatura.pdf](http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/integracion3/UT_4_Nomenclatura.pdf)
- ❖ Simbología y Diagramas de Instrumentación: Normas ISA  
[https://tableroalparque.weebly.com/uploads/5/1/6/9/51696511/2\\_diagramas\\_p\\_id.pdf](https://tableroalparque.weebly.com/uploads/5/1/6/9/51696511/2_diagramas_p_id.pdf).
- ❖ Simbología en Instrumentación <https://es.slideshare.net/LaureanoZantedeschi/simbologia-en-instrumentacion>.
- ❖ Manual de ingeniería de riesgos.
- ❖ Norma API RP 14E.
- ❖ [https://www.academia.edu/11637282/Simbolog%C3%ADa\\_yDiagramadeTuberiasInstrumentacion\\_Pand\\_ID](https://www.academia.edu/11637282/Simbolog%C3%ADa_yDiagramadeTuberiasInstrumentacion_Pand_ID).

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 221 de 373</p>

## 9. INGENIERIA DE DETALLE

La Ingeniería de Detalle es la fase en la que quedan definidos todos y cada uno de los equipos de un proceso en un proyecto. En nuestro caso diseñaremos solo dos, uno de ellos será un intercambiador de calor de tubo y coraza y el otro un separador bifásico.

### 9.1 OBJETIVO

Diseñar un intercambiador de calor de tubo – coraza y un separador bifásico de acuerdo con los parámetros de diseño estipulados por el programa HYSYS.

### 9.2 INTERCAMBIADOR DE CALOR E-306

#### 9.2.1 MARCO TEÓRICO


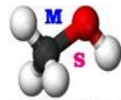
Un equipo de intercambio de calor es el que transfiere energía térmica desde una fuente o fluido de mayor temperatura hacia un fluido de menor temperatura generalmente con ambos fluidos moviéndose a través del equipo. Esta transferencia puede realizarse por contacto directo entre fluidos o a través de una pared que separa la fuente de transmisión y el fluido o los fluidos.

#### 9.2.2 FUNDAMENTOS DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR

La transferencia de calor clásica ocurre solamente a través de los procesos de conducción, convección, radiación o cualquier combinación de ellos.

**Conducción:** Es un proceso mediante el cual fluye el calor desde una región de alta temperatura a otra de baja temperatura dentro de un medio (sólido, líquido y gaseoso), o entre medios diferentes que estén en contacto físico directo. La energía se transmite por comunicación molecular sin desplazamiento apreciable de las moléculas.

**Convección:** Es un proceso de transporte de energía por la acción combinada de conducción de calor, almacenamiento de energía y movimiento de mezcla. Tiene gran importancia como mecanismo de transferencia de energía entre una superficie sólida, líquida o gaseosa.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 222 de 373

**Radiación:** Es un proceso por el cual fluye calor desde un cuerpo de alta temperatura a uno de baja temperatura, cuando estos están separados por un espacio, incluso puede ser el vacío.

Las aplicaciones de los intercambiadores de calor son muy variadas y reciben diferentes nombres:

- **Condensador:** Son enfriadores cuyo propósito es eliminar el calor latente.
- **Enfriador:** Enfriá un fluido generalmente por medio del agua.
- **Calentador:** Aplica calor sensible a un fluido.
- **Rehervidor:** Conectado a la base de una torre fraccionada proporciona calor de re-ebullición que se necesita para la destilación.
- **Vaporización:** Un calentador que vaporiza parte del líquido



Los intercambiadores de calor más utilizados en la industria química y petroquímica son los siguientes:

**Intercambiadores de calor de doble tubo:** Son los más sencillos que existen. Están constituidos por dos tubos concéntricos de diámetros diferentes. Uno de los fluidos fluye por el interior del tubo de menor diámetro y el otro fluido fluye por el espacio anular entre los dos tubos.

Constan de dos juegos de tubos concéntricos, dos “T” conectadas, un cabezal de retorno y un codo en U, la tubería interior se sujeta mediante estoperos (reten de válvula, sellador que evita la fuga de fluido hacia el exterior) y el fluido ingresa mediante una conexión roscada localizada en la parte exterior del intercambiador.

Las T tienen boquillas o conexiones roscadas que permiten la entrada y salida del fluido del anulo que cruza de una sección a otra a través del cabezal de retorno.

La tubería interior se conecta mediante una conexión en U (generalmente expuesta), la cual no proporciona superficie de transferencia de calor. Cuando se arregla en dos pasos, la unidad se llama horquilla.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 223 de 373</p>

Este tipo de intercambiador se ensambla en longitudes efectivas de 12, 15 o 20 pies; donde la longitud efectiva es la distancia en cada rama sobre la que ocurre la transferencia de calor y excluye la prolongación del tubo interior después de la sección de intercambio.

**Ventajas:** Son fáciles de desmontar y cuando operan en contracorriente se obtienen altos rendimientos.

**Desventajas:** La principal desventaja es la pequeña superficie de transferencia de calor que hay en una horquilla simple, también presentan riesgos de fugas en los empalmes; cuando las horquillas se emplean en longitudes mayores de 20 pies correspondientes a 40 pies lineales efectivos o más de doble tubo, el tubo interior se vence tocando el tubo exterior produciéndose una mala distribución del fluido en el anulo. La utilización de estos intercambiadores está limitada a pequeños caudales.

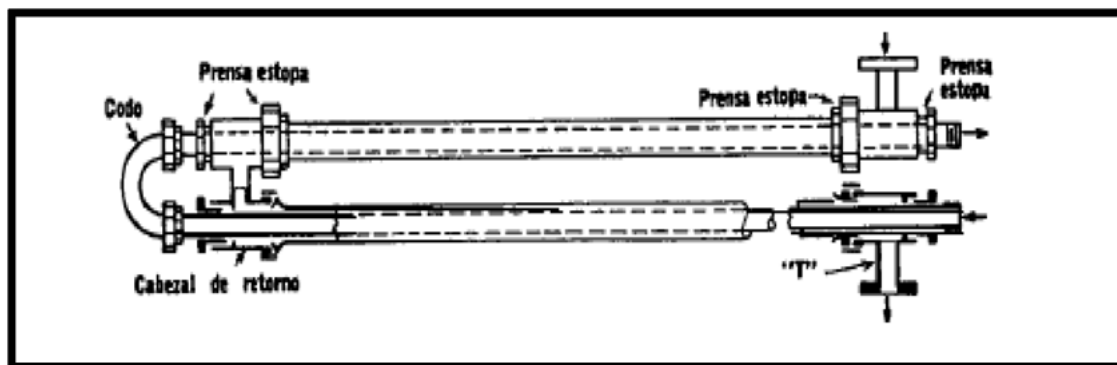




Figura 9.1: Intercambiador de Doble Tubo<sup>133</sup>.

**INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBO Y CORAZA:** Están compuestos por tubos cilíndricos, montados dentro de una carcasa también cilíndrica, con el eje de los tubos paralelos al eje de la carcasa. Un fluido circula por dentro de los tubos, y el otro por el exterior (fluido del lado de la carcasa).

<sup>133</sup> Autor: Proceso de transferencia de calor. Donal.Q. Kern



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 224 de 373

Estos equipos son los más utilizados en la industria química debido a su gran facilidad de limpieza y mantenimiento, poseen gran superficie de transferencia, proporcionan flujos de calor elevados en relación con su peso y volumen y están diseñados para cumplir con cualquier aplicación.

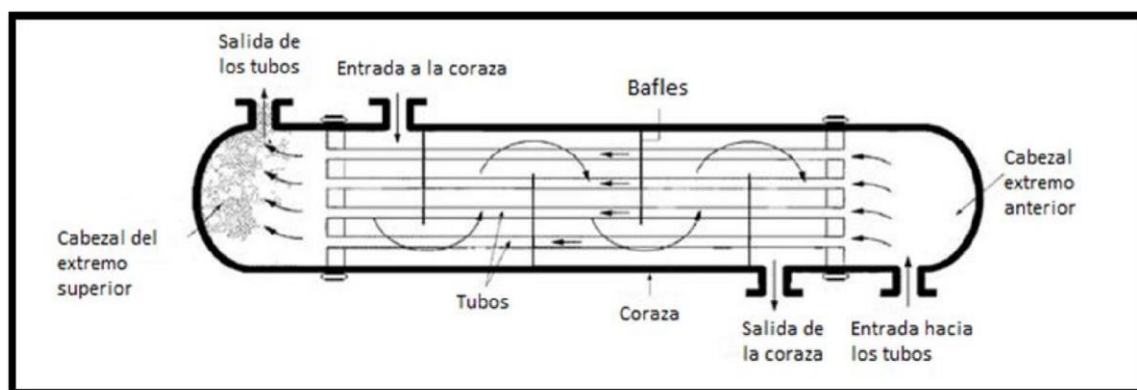
El intercambiador de tubo y carcasa consta de un tubo de gran diámetro conocido como coraza o carcasa que contiene un arreglo de tubos paralelo al eje longitudinal de la coraza, la cual está cerrada en sus extremos por placas porta tubos (placas tubulares). La unión entre placa y tubos debe ser hermética para impedir el paso del fluido; a su vez, la placa esta abulonada a los cabezales que actúan como colectores y distribuidores del fluido que circula por los tubos. Los tubos atraviesan una serie de láminas denominadas deflectores (baffles) que, al ser distribuidos a lo largo de toda la carcasa, sirven para soportar los tubos y dirigir el flujo que circula por la misma de forma tal, que la dirección del fluido sea siempre perpendicular a los tubos. El fluido que va dentro de estos es dirigido por unos ductos especiales conocidos como cabezales o canales. El fluido que circula por los tubos ingresa al equipo por uno de los cabezales y penetra dentro de los tubos recorriendo toda la longitud de los mismos para aparecer en el cabezal opuesto por donde se lo extrae. El otro fluido ingresa a la carcasa por una de sus bocas de conexión y llena el espacio que rodea a los tubos, desplazándose hacia la boca de salida por donde se lo extrae. Así ambos fluidos están separados por la superficie de los tubos que constituye el área de transferencia del equipo.

Hay dos tipos básicos de intercambiadores de tubo y coraza:

- **Con cabezal de tubos estacionarios:** Es el tipo más simple de intercambiador, es el tipo fijo o intercambiador con cabezal de tubo estacionario, en el cual los cabezales del tubo se insertan dentro de la coraza. Al ser intercambiadores con cabezal de tubos fijos, es a menudo necesario tomar en cuenta la expansión térmica diferencial entre los tubos y la coraza durante la operación, por lo tanto, requieren de juntas de expansión.
- **Con haz de tubos removibles.** Este tipo de intercambiador tiene el banco de tubos removible de la coraza. Consiste en un cabezal de tubos estacionario, que se

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 225 de 373</p>

encuentra sujeto entre la brida de un carrete y la brida de la coraza. En el extremo opuesto del haz de tubos, estos se expanden en un cabezal de tubos flotantes que se mueve libremente. Al cabezal de tubos se atornilla un casquete de cabezal flotante y todo el haz de tubos puede extraerse por el extremo del carrete. En este caso se eliminan los problemas originados por la expansión diferencial.





**Figura. 9.2: Intercambiador de calor de tubo y carcasa con un paso por la carcasa y un paso por los tubos<sup>134</sup>.**

**INTERCAMBIADORES DE CALOR DE PLACAS:** Estos intercambiadores representan uno de los tipos de intercambiadores de calor con vapor y consisten en un paquete de placas de metal especialmente corrugadas y provistas de orificios de paso para los dos fluidos.

La colocación de las placas es tal que cada una adopta la forma de un canal. La configuración de estos intercambiadores es de tal manera que cada fluido circula por canales alternos.

<sup>134</sup> Autor: <https://neetescuela.org/intercambiador-de-tubo-y-coraza/>

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 226 de 373</b></p>

La transferencia de calor efectiva se produce entre dos canales adyacentes y la corrugación de las placas provoca turbulencia en el fluido a la vez que soporta la presión diferencial.

Este flujo turbulento aumenta la eficiencia en la transferencia de calor, haciendo que los intercambiadores de calor de placas sean muy compactos en comparación con los intercambiadores de tubo y coraza.

Dependiendo del método usado en el sellado de las placas, los grupos en los que se puede dividir los intercambiadores de calor de placa son los siguientes:



- Intercambiadores de placas con juntas (o intercambiadores de calor de placas y bastidor)
- Intercambiadores de placas termosoldados.
- Intercambiadores de placas enteramente soldados.

### **Ventajas:**

- Tienen mayor tasa de transferencia de calor.
- Producen menos ensuciamiento.
- Son más fáciles de limpiar.
- Son de fácil mantenimiento.
- Ocupan menos espacios.

### **Desventajas:**

- La elección de los fluidos está limitada por la resistencia química de las placas y las juntas, así como por la temperatura de trabajo. El intervalo de temperatura de trabajo para este tipo de intercambiadores es de 25-150°C.
- El intervalo de presión en los conductos o aberturas de las placas, limitan el caudal que fluye a través de ellas.
- Son muy caros.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 227 de 373</p>

No se aconseja el uso de estos intercambiadores de calor porque el intervalo de temperatura de trabajo en la línea de proceso es superior al de operación produciéndose elevadas pérdidas de carga y el precio del equipo es elevado.

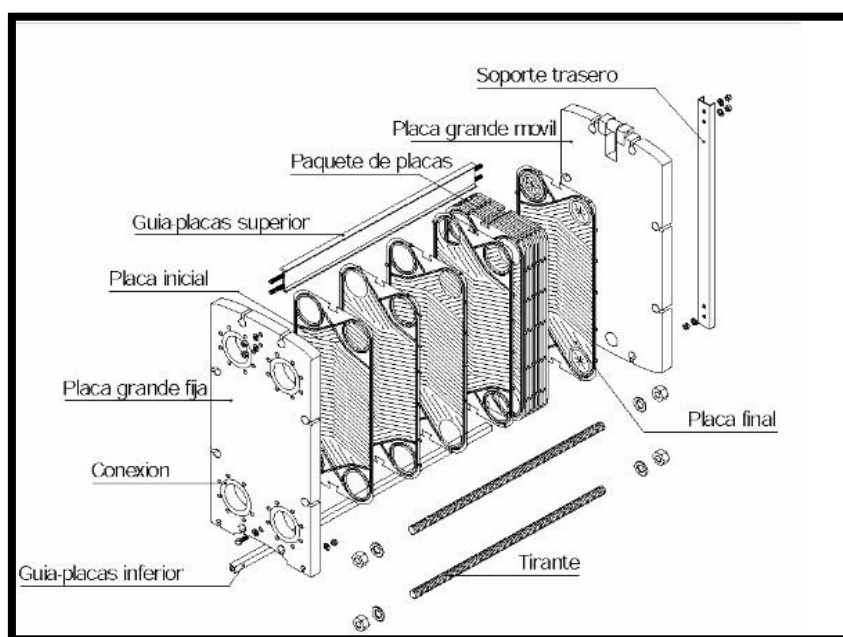


Figura 9.3: Intercambiador de calor de Placas<sup>135</sup>



### 9.2.3 ELECCIÓN DEL TIPO DE INTERCAMBIADOR

Se debe tener en cuenta los siguientes factores para la elección del intercambiador más adecuado.

- Temperatura de trabajo y estado de agregación de los fluidos.
- Presiones de las corrientes y pérdidas de presión admisibles.
- Caudales de los fluidos.
- Posibilidades de ensuciamiento del aparato.
- Acción corrosiva de los fluidos.

<sup>135</sup> <http://adisaheating.com/wpcontent/uploads/2016/09/IT-DT-ESP.pdf>



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 228 de 373</b></p>

- Espacio disponible para la instalación.
- Factor económico.

Si la presión de operación está por debajo de los 30 bar y la temperatura de operación por debajo de los 200 °C, los intercambiadores de placa deben tenerse en consideración. A altas temperaturas y presiones, la elección debe estar entre uno de tubo y coraza, de placa no empacadas y de doble tubo. El de doble tubo es competitivo para aplicaciones que involucran pequeñas capacidades de transferencia de calor y altas presiones.

#### 9.2.4 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR



Los intercambiadores de calor son equipos empleados ampliamente en la industria química, precisamente en procesos para que las corrientes alcancen la temperatura deseada y para conseguir el máximo ahorro de energía posible.

La eficiencia óptima de un intercambiador de calor requiere, de una buena metodología para el diseño y una apropiada selección de los materiales para su construcción. Para esto, es necesario conocer las condiciones de operación del equipo, la corrosión y el ensuciamiento que pueden ocasionar los fluidos de trabajos, así como también las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales y el costo.

Diseñaremos un *intercambiador de calor de tubo y coraza*, esta elección la realizamos principalmente por las condiciones de operación con las que trabaja nuestro equipo, por sus caudales muy elevados y por las ventajas anteriormente mencionadas.

#### 9.2.5 NORMATIVAS APLICABLES

Se deben considerar ciertas normas para la construcción de estos equipos. En Argentina, no hay un código obligatorio, pero generalmente los diseñadores se ajustan al código ASME (American Society of Mechanical Engineers) para el diseño de recipientes o equipos a presión.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página <b>229</b> de <b>373</b></p>

Las normas *TEMA* (Tubular Exchangers Manufactures Association) especifican las características mecánicas y térmicas correspondientes a las diversas condiciones de funcionamiento. Complementan el código ASME en aspectos constructivos específicos de los intercambiadores de calor.

*TEMA* presenta tres estándares para la construcción mecánica, los que especifican diseño, fabricación y materiales a utilizar en los intercambiadores de tubo y carcasa. Estos son:

- ✓ Clase R: Para aplicaciones en petróleo y procesos relacionados.
- ✓ Clase C: Para aplicaciones en procesos comerciales.
- ✓ Clase B: Para servicio en procesos químicos.



Aplicables con las siguientes limitaciones:

- Diámetro interno de la carcasa  $\leq 1.524$  mm (60 in)
- Presión  $\leq 207$  bar (3.000 psi)
- Relación (diámetro interno carcasa) \* (presión)  $\leq 105.000$  mm bar (60.000 in psi)

La intención de cumplir con los parámetros anteriores es limitar el diámetro de los pernos utilizados en el ensamblaje del equipo y el espesor de la carcasa a 50,8 mm (in), aproximadamente.


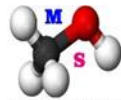
Las normas TEMA también proponen un sistema de normas para la designación de los tipos de intercambiadores, conformada por tres letras que definen completamente al equipo. La primera letra designa al tipo de cabezal anterior o estacionario empleado; la segunda el tipo de carcasa y la última al tipo de cabezal posterior. Para la especificación de las medidas del intercambiador, se tiene un sistema de designación basado en el diámetro interno de la carcasa en milímetros. Por lo tanto, la descripción completa de estos equipos es como sigue: diámetro carcasa/longitud tubos XXX; donde XXX son las tres letras que lo definen.

Para determinar la longitud de los tubos, en el caso que sean tubos en U, se mide desde el extremo hasta la tangente que pasa por el fondo de la "U"; en caso de no tener este tipo de tubos, se toma sencillamente la longitud de los mismos.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 230 de 373

La selección del tipo de equipo es gobernada por factores tales como la facilidad de limpieza del mismo, la disponibilidad de espacios para la expansión entre el haz de tubos y la carcasa, previsión de empacaduras en las juntas internas, y sobre todo la función que va a desempeñar.

Las normas desarrollan los detalles específicos de los intercambiadores como ser cálculos de placas porta tubos, formas de soporte y fijación de los mismos entre otros.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 231 de 373

En la siguiente figura se mostrará diferentes partes de los intercambiadores de acuerdo lo que estipula las normas TEMA.

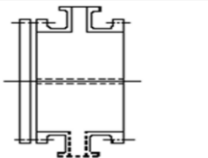
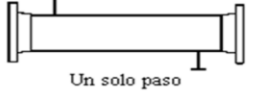

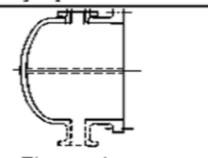
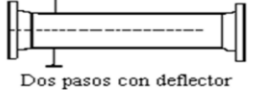

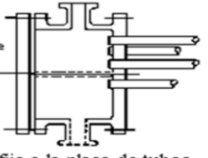
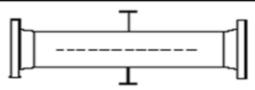
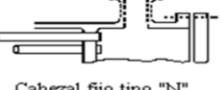
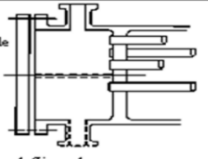
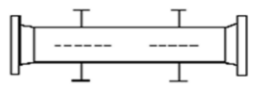

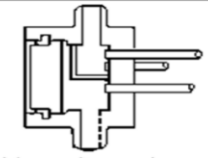
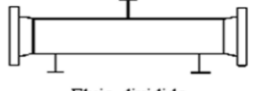
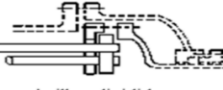
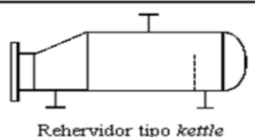
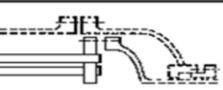
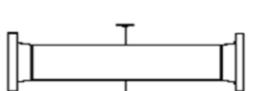
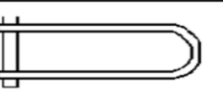



	CABEZALES ANTERIORES: ESTACIONARIOS O FIJOS	TIPOS DE CARCASAS		CABEZALES POSTERIORES
<b>A</b>	 Canal y tapa removibles	<b>E</b>  Un solo paso	<b>L</b>	 Cabezal fijo tipo "L"
<b>B</b>	 Tipo sombrero	<b>F</b>  Dos pasos con deflector longitudinal	<b>M</b>	 Cabezal fijo tipo "M"
<b>C</b>	 Tapa removible Canal fijo a la placa de tubos	<b>G</b>  Flujo distribuido	<b>N</b>	 Cabezal fijo tipo "N"
<b>N</b>	 Tapa removible Canal fijo a la carcasa	<b>H</b>  Doble flujo distribuido	<b>P</b>	 Flotante externo
<b>D</b>	 Especial para altas presiones	<b>J</b>  Flujo dividido	<b>S</b>	 Anillos divididos
		<b>K</b>  Rehervidor tipo kettle	<b>T</b>	 Tracción continua
		<b>X</b>  Flujo cruzado	<b>U</b>	 Tubos en "U"
			<b>W</b>	 Flotante sellado externamente

Figura.9.4: Diferentes tipos de cabezales y carcasa<sup>136</sup>

## TIPOS DE CARCASAS

**Tipo E:** Es el tipo de carcasa más común y el más barato debido a su simpleza y facilidad de fabricación. Tiene un solo paso, el fluido entra por uno de los lados de la carcasa y sale, por el contrario. Pueden ser de un solo paso por tubos o de múltiples. Los tubos están soportados por baffles transversales.

<sup>136</sup> (TEMA-SACOME,2021).

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 232 de 373</b></p>

**Tipo F:** Es de dos pasos por carcasa y se usa habitualmente con dos pasos por los tubos. El flujo en la carcasa se divide mediante un bafle longitudinal. Las boquillas de entrada y salida del fluido se encuentran alineadas.


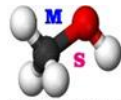
**Tipo G:** Tiene una boquilla de entrada en la parte central y otra en el lado opuesto, con un bafle longitudinal entre ambas. El fluido entra en la carcasa por la parte central y se divide en dos corrientes. Se utiliza sobre todo en intercambiadores con cambio de fase en la carcasa o cuando el fluido que circula por ésta es un gas.

**Tipo H:** Su diseño es similar a la de tipo G, pero tiene dos boquillas de entrada y otras dos de salida y dos baffles longitudinales, resultando un flujo partido doble. Se utiliza cuando quiere limitarse la caída de presión

**Tipo J:** Tiene dos entradas y una única salida en el centro o bien, dos salidas y una entrada central. Se emplea para reducir la caída de presión. La velocidad del flujo en este tipo de carcasa será aproximadamente la mitad que en una de tipo E y la caída de presión será unas ocho veces menor.

**Tipo K:** Se emplea para la generación de vapor. Se deja un espacio por encima del nivel de líquido para que la velocidad del vapor producido sea lo suficientemente baja para que no arrastre partículas líquidas. El líquido que se quiere vaporizar entra por la parte inferior, el vapor sale por la boquilla superior y el exceso de líquido se drena por la boquilla inferior que se encuentra al final.

**Tipo X:** Se caracteriza por tener un flujo puramente cruzado. No se utilizan baffles transversales, pero sí cuenta con platos que dan soporte a los tubos. Los pasos por tubos pueden ser uno o dos. Es la que menor pérdida de carga presenta y suele ser utilizada para aplicaciones de condensación.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 233 de 373</b>

## TIPOS DE CABEZAL ANTERIOR

**Tipo A:** Consiste en un cilindro con bridas en ambos extremos. Una de las bridas se atornilla a la cubierta y la otra a la carcasa o al espejo. Se utiliza cuando se necesita limpiar habitualmente el interior de los tubos.

**Tipo B:** Es de cubierta integrada y tiene forma semiesférica. En el otro extremo tiene una brida que va atornillada a la carcasa o al espejo. Para acceder a los tubos deben desconectarse las tuberías de las boquillas, por lo que se utiliza en aplicaciones que no requieren de una limpieza frecuente del interior de los tubos.

**Tipos C y N:** Van unidos integralmente al espejo o a la carcasa y atornillados a la cubierta. En el caso del tipo C el haz de tubos es desmontable.

**Tipo D** Se utilizan para altas presiones, generalmente más de 70 bar.



## TIPOS DE CABEZAL POSTERIOR

Según el tipo de cabezal posterior con el que cuentan, los intercambiadores de calor pueden ser de espejo fijo, de espejo flotante o con haz de tubos en U.

**De espejo fijo:** Son los más utilizados y a este grupo pertenecen los cabezales de tipo L, M y N. El espejo está unido integralmente a la carcasa. Este tipo de construcción minimiza las uniones con juntas y minimizan el mantenimiento. El interior de los tubos puede ser limpiado por medios mecánicos, pero, como los espejos no son desmontables, no se tiene acceso al exterior de los tubos y la limpieza mecánica del lado de la carcasa no es posible. Cuando las diferencias de temperatura entre los tubos y la carcasa sean grandes este diseño no es adecuado, ya que se crean fuertes tensiones debido a la expansión térmica.

**De espejo flotante:** Los intercambiadores de este tipo tienen un espejo estacionario y otro flotante que se acomoda a las expansiones térmicas de los tubos.

**Tipo P:** Usa el faldón del espejo flotante como parte del cabezal. La empaquetadura sella el fluido del lado de la carcasa a la vez que permite el movimiento del cabezal flotante. El haz de tubos es desmontable y el mantenimiento es muy sencillo ya que todos los tornillos son

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 234 de 373</p>

exteriores. Los fluidos del lado de la carcasa y los tubos se mantienen separados en todo momento y, aún en caso de fugas, no hay posibilidad de contaminación entre ellos. El espacio entre la carcasa y el haz de tubos es grande (alrededor de 38mm) y se requieren tiras de sellado. Se usa para aplicaciones de baja presión y temperatura en la carcasa y fluidos no peligrosos.

**Tipo W:** Usa un anillo alrededor del espejo para sellar los dos fluidos, de modo que en caso de fugas no es posible la mezcla de ambos fluidos en el interior del intercambiador. El número de pasos está limitado a uno o dos. El haz de tubos es extraíble. Es el cabezal flotante más barato y está recomendado para bajas presiones y temperaturas y fluidos no peligrosos.

**Tipo T:** Una cubierta separada está atornillada al espejo flotante dentro de la carcasa. En este diseño, el haz de tubos se puede desmontar sin necesidad de desmontar las juntas del espejo flotante. Es el que cuenta con una mayor distancia entre la carcasa y el haz de tubos.

**Tipo S:** En este tipo, la cubierta del cabezal flotante, en lugar de estar directamente atornillada al espejo flotante, es atornillada a un anillo de respaldo. La cubierta del cabezal flotante tiene un diámetro mayor que la carcasa. No suele requerir tiras de sellado. El haz de tubos no es extraíble. Está recomendado para altas presiones y fluidos no peligrosos.



**Tubos en U:** En este tipo de construcción, el haz de tubos es libre de expandirse y es extraíble. Debido a la complejidad de la limpieza del interior de los tubos, deben usarse con fluido limpios por el lado de los tubos.

## **9.2.6 COMPONENTES BÁSICOS DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR**

A continuación, se detallarán los elementos más importantes de los intercambiadores de calor de tubo y coraza.

### **1-Tubos:**

Los tubos se encuentran situados en el interior de la carcasa y paralelamente a ella y son los que proporcionan la superficie de transferencia de calor entre un fluido que fluye dentro de

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 235 de 373</p>

ellos y otro que fluye sobre su superficie externa. Se encuentran disponibles en varios metales como acero, cobre, aluminio, admiralty, 70-30 cobreníquel, aluminio-bronce, aceros inoxidables, etc.



Se pueden obtener en diferentes gruesos de pared (espesor), definidos por el calibrador Birmingham que, en la práctica, se refiere a BWG del tubo. Los espesores de los tubos se seleccionan para soportar la presión interna y para proporcionar un adecuado sobreespesor de corrosión. Se calcula el espesor adecuado para soportar la presión a la que está sometido el tubo mediante fórmulas que ofrece el código ASME B31.3 y se toma el espesor standard inmediatamente superior.

Los tubos de  $\frac{3}{4}$  y 1 pulgada de diámetro son los más comunes en el diseño de intercambiadores. Los de diámetros más pequeños, como los mencionados anteriormente, son los que se prefieren para la mayoría de los servicios debido a que proporcionan intercambiadores más compactos y por tanto más económicos. Los tubos de mayor diámetro ( $\frac{5}{8}$  a 2 pulgadas), en cambio, tienen la ventaja de que son fáciles de limpiar por métodos mecánicos y se suelen seleccionar para fluidos que posean un alto grado de suciedad.

Los tubos pueden disponerse en:

- **Arreglo cuadrado:** Presenta como ventajas, mayor accesibilidad para limpieza externa de los tubos y tienen menor caída de presión cuando el fluido fluye horizontalmente a través de ellos. Se utilizan cuando el factor de ensuciamiento en carcasa es mayor a  $0.002 \text{ pies}^2 \text{ }^\circ\text{F}/\text{BTU}$  y cuando la limpieza mecánica es estricta. Los espaciados más comunes para arreglos cuadrados son de  $\frac{3}{4}$  pulgadas de diámetro externo en un espaciado cuadrado de 1 pulgada; y de 1 pulgada de diámetro externo en un espaciado en cuadro de  $1 \frac{1}{4}$  de pulgada.
- **Arreglo triangular:** Es el mejor para ensuciamiento menor a  $0.002 \text{ pies}^2 \text{ }^\circ\text{F}/\text{BTU}$ . Se utilizan en cualquier régimen de flujo, pero, producen mayor turbulencia debido a que el fluido golpea directamente en la hilera siguiente. Son más económicos que los cuadrados y son los preferidos para servicios limpios. Los espaciados para arreglos



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 236 de 373

triangulares son de  $\frac{3}{4}$  pulgadas de DE en espaciado triangular de  $\frac{15}{16}$  pulgadas;  $\frac{3}{4}$  pulgada de DE en un arreglo triangular de 1 pulgada; y 1 pulgada DE en un arreglo triangular de  $1\frac{1}{4}$  pulgada.

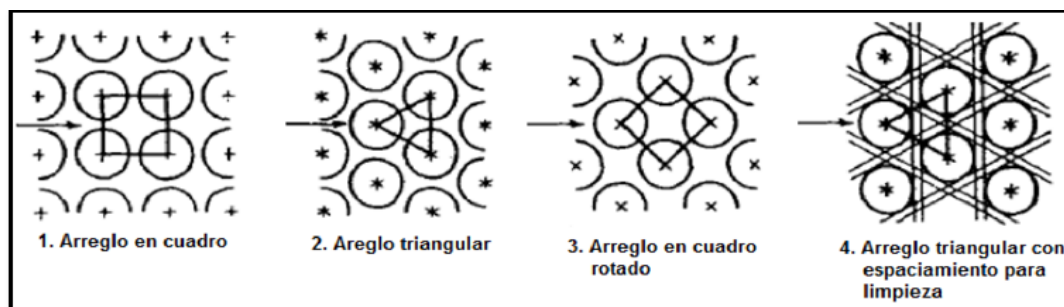


Figura.9.5. Arreglos de tubos<sup>137</sup>

## 2-Carcasa:



Es el recipiente para el fluido externo. Es de sección transversal circular, generalmente de acero de bajo carbono, aunque pueden construirse de otras aleaciones, especialmente, cuando se debe cumplir con requerimientos de altas temperaturas o corrosión.

El diámetro interior de la carcasa se obtiene según el número de tubos standard. Dicho diámetro se obtiene en función de la disposición y el diámetro externo de los tubos, el pitch, el número de pasos y de tubos. El espesor de la carcasa se determina mediante las fórmulas del código ASME.

## 3-Cabezal de distribución:

Elemento similar a la carcasa cuya función es recibir el fluido que circula por el interior de los tubos. En este se distribuye y se recolecta el fluido para mandarlo fuera de él. Se selecciona el cabezal de tipo A (canal y carcasa desmontable) por ser el más usado.

<sup>137</sup> Proceso de transferencia de calor. Donal. Q. Kern

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 237 de 373</b></p>

#### 4-Cabezal de retorno:

Tiene como función mandar el fluido fuera del intercambiador cuando este cuenta con un solo paso por el lado de los tubos. Este cabezal puede ser de tres tipos: fijo, flotante y haz de tubos en U. En el primero, la carcasa y el exterior de los tubos del haz no pueden ser limpiados por métodos mecánicos ni ser inspeccionados físicamente. El haz de tubos en U, supone una gran dificultad para llevar a cabo la limpieza mecánica por el interior de los tubos. En cuanto a los cabezales flotantes, tienen amplia facilidad de inspección, mantenimiento y reparación. Dentro de los cabezales flotantes se decanta por el cabezal flotante interno, puesto que los cabezales flotantes con empaque externo presentan el inconveniente de requerir mantenimiento en el empaquetamiento y evitar fugas, mientras que los intercambiadores de cabezal flotante extraíble, requiere mayor diámetro de casco para la misma superficie de intercambio. Se selecciona el cabezal S de anillos divididos, debido a que se recomienda para procesos a altas presiones.

#### 5-Pitch:

El pitch se define como el espacio de centro a centro dentro de los tubos, los cuales pueden estar arreglados en pitch triangular, triangular rotado, cuadrado y cuadrado rotado. En nuestro caso elegimos pitch triangular.



Los orificios de los tubos no se pueden taladrar muy cerca unos de los otros debido a que una franja demasiado estrecha de metal entre los tubos adyacentes debilita estructuralmente el cabezal de los tubos.

#### 6-Numero de pasos:

Se refiere al número de veces que el fluido cambia de dirección al circular por el interior de los tubos. La mayoría de los intercambiadores tienen números de pasos igual a 1, 2, 4, 6 u 8. En nuestro caso el número de pasos es 2.

#### 7-Placa de tubos:

Placa perforada y acondicionada para soportar los tubos, las empaquetaduras, las barras espaciadoras, etc. Debe soportar el ataque corrosivo por parte de ambos fluidos y debe ser

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 238 de 373</b>

químicamente compatible con el material de los tubos. En general, son de acero de bajo carbono. Presentan también, una capa delgada de aleación metalúrgica anticorrosiva.

### 8-Deflectores:



Llamados también baffles, son los encargados de dirigir el flujo de fluidos. Logran coeficientes de transferencia de calor más altos cuando el líquido se mantiene en estado de turbulencia. Es decir, se induce turbulencia fuera de los tubos cuando se emplean deflectores que hacen que el líquido fluya a través de la coraza a ángulos rectos con el eje de los tubos. Aun, con pequeñas cantidades de fluido provocan turbulencia.

La distancia centro a centro entre los deflectores se llama espaciado de deflectores. Estos se mantienen firmemente mediante espaciadores que consisten en un pasador atornillado en el cabezal de tubos.

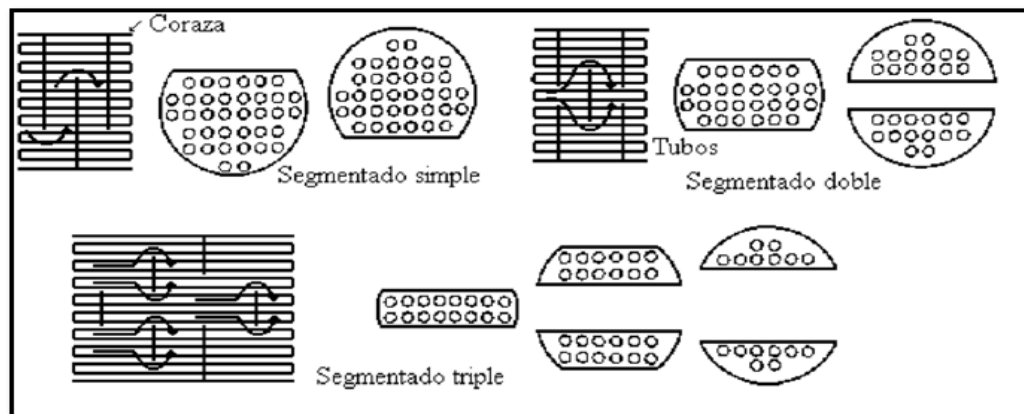
Las normas TEMA fijan una separación mínima igual a 1/5 parte del diámetro de la coraza. Nunca debe usarse una separación menor a 2 pulgadas.

Existen diversos tipos de deflectores:

- Segmentados: son hojas de metal perforadas cuya altura son generalmente un 75% del diámetro interior de la coraza. Se los conocen como deflectores con 25% de corte. El espaciado de deflector es el que determina la velocidad efectiva del fluido en la coraza.
- Disco y corona: son los de segmentación doble. Cuando la caída de presión del lado de la coraza es elevada, se usan estos tipos de deflectores ya que, reducen considerablemente la caída de presión.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 239 de 373

A continuación, en la figura se muestran diferentes tipos de deflectores transversales.



**Figura.9.6. Diferentes tipos de deflectores<sup>138</sup>**


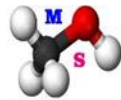
### 9.2.7 SELECCIÓN DE LA TRAYECTORIA DEL FLUJO

Se debe considerar en el diseño de los intercambiadores de tubo y coraza la elección del fluido que circulara por el lado de la carcasa y de la corriente que circulara por el interior de los tubos.

A continuación, se mencionarán los criterios para definir el fluido que circulara por los tubos y por la carcasa:

- ❖ El fluido más sucio circula por el interior de los tubos, dado que la limpieza mecánica es más sencilla.
- ❖ El fluido más corrosivo circula generalmente por el lado de los tubos para minimizar el uso de una metalurgia más noble.
- ❖ El fluido de mayor presión se ubica por el interior de los tubos.
- ❖ El fluido que presenta menor pérdida de presión fluye por la carcasa.
- ❖ El fluido que circula por la coraza deberá ser un líquido de viscosidad elevada o un gas.

<sup>138</sup> Autor: Proceso de Transferencia de Calor. Donal. Q. Kern

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 240 de 373</b>

Estos parámetros se consideran en forma general para el diseño de intercambiadores de calor.

**Relaciones de diseño y cálculo para intercambiador de coraza y tubo:** Para realizar el diseño de un intercambiador de calor de coraza y tubos es necesario tener en cuenta el diseño térmico, en el cual se realiza el análisis termodinámico del equipo en donde se puede conocer la tasa de transferencia de calor, también se escoge el método con el cual se va a realizar el diseño.

En el diseño hidráulico se establece las variables como la caída de presión que sufren los fluidos, y asegura que se encuentre dentro de rangos permisibles para el correcto funcionamiento del equipo.

En el diseño mecánico el cual consta de un conjunto de elementos ensamblados como la coraza, las placas y los tubos, para ello cada componente se debe analizar por separado en función de las tensiones, de las fuerzas y de las deformaciones a los cuales están sometidos. Se deben calcular los espesores de la coraza y sus otros componentes.



### **9.2.8 DISEÑO FUNCIONAL**

Se seleccionó el intercambiador E-306 del área 300 para el diseño de detalle de uno de los equipos.

Los intercambiadores usados en el proceso son de carcasa y tubos debido a su gran versatilidad, adaptación al proceso, presión y temperatura.

A continuación, se detalla el cálculo para el diseño de nuestro intercambiador de calor E-306, donde el método utilizado es el método de KERN ya que se trata de un intercambiador sin cambio de fase en ninguno de los dos fluidos.

Los flujos del proceso que intercambian calor son, el flujo que sale del Mix-305 cuyos fluidos son Gas de síntesis, dióxido de carbono, agua y metano, y el flujo que sale de la Reacción de síntesis de Metanol cuyos componentes son metano, agua, gas de síntesis, dióxido de carbono y metano.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 241 de 373

Las propiedades de las corrientes han sido encontradas mediante los paquetes termodinámicos del programa HYSYS y corregidas en su diseño en el programa HTRI donde se resumen en la siguiente tabla:

<i>Propiedades</i>	<i>(Gas de Síntesis, fluido caliente)</i>		<i>(Gas de Síntesis, fluido Frio)</i>	
	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>
<i>Fase</i>	Vapor	Vapor	Vapor	Vapor
<i>Temperatura (°C)</i>	265	233,9	200	230
<i>Presión (Kq/cm<sup>2</sup>)</i>	73,42	72,91	76,48	75,97
<i>Calor específico (kJ/kg)</i>	2,961	2,932	3,042	3,064
<i>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</i>	19,69	20,8	20,21	18,87
<i>Viscosidad (cp)</i>	0.01709	0,01633	0,01542	0,01624
<i>Conductividad(W/m°C)</i>	0,1424	0,136	0,1413	0,1521
<i>Caudal másico (kg/hr.)</i>	79020		79020	

Tabla.9.1: Propiedades de los fluidos<sup>139</sup>.



### **Fluido que circula por tubos y por coraza**

Para decidir que fluido circulará por carcasa y que fluido lo hará por tubos hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

Por tubos:

- ✓ Los fluidos más corrosivos.
- ✓ Los fluidos más sucios, ya que los tubos son más fáciles de limpiar.
- ✓ Los fluidos que se encuentren a temperaturas más elevadas, evitando así que la parte externa esté a elevadas temperaturas.

<sup>139</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 242 de 373

✓ Los fluidos que estén a presiones más elevadas para que el equipo sea menos costoso.

Por carcasa:

- ✓ Los fluidos más viscosos.
- ✓ El caudal más bajo.



Teniendo en cuenta que el fluido que proviene de la salida del reactor de síntesis de metanol se encuentra a mayor temperatura que el fluido que viene del mezclador, este presentará más problemas de ensuciamiento, por lo tanto, se decide que éste circulará por tubos y el fluido frío lo hará por carcasa.

Para la aproximación por el método de Kern, consideramos las siguientes características para el diseño del intercambiador.

<i>VARIABLE</i>	<i>NOMENCLATURA</i>	<i>VALOR</i>
Diámetro interno de los tubos	Di	0,0348 m
Diámetro externo de los tubos	Do	0,0483 m
Diámetro interno de la coraza	Ds	0,90 m
Numero de tubos	Nt	126
Numero de pasos por tubos	n	2
Separación entre baffles	B	0,31 m
Separación Centro de tubos	Pt	0,063 m
Numero de deflectores	NB	12
Longitud de los tubos	L	5 m
Espaciado entre tubos adyacentes	C'	0,01507 m

**Tabla.9. 2: Características de Diseño intercambiador E-306<sup>140</sup>**

<sup>140</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 243 de 373</b>

### 9.2.9 CALCULO TÉRMICO

A partir de los datos adjuntos en tablas como input para el método de Kern, se realizaron los cálculos que se especificaran más abajo.

1) Balance de calor

$$Q = Wh \times Ch \times (T_1 - T_2)$$

Donde:

Wh: Flujo másico del flujo caliente

Ch: Calor específico promedio del flujo caliente

T<sub>1</sub>: Temperatura entrante del flujo.

T<sub>2</sub>: Temperatura saliente del flujo

$$Q = \frac{79020Kg}{h} \times \frac{3,042Kj \times (265 - 233,9)^\circ C}{Kg^\circ C}$$

$$Q = 7475782Kj/h$$

2) Diferencia Verdadera de la temperatura ( $\Delta T$ )

$$MLDT = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{2,3 * \log\left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right)}$$

Donde:

T<sub>1</sub>: Temperatura entrante del flujo caliente.

T<sub>2</sub>: Temperatura saliente del flujo caliente.

t<sub>1</sub>: Temperatura entrante del flujo frio.

t<sub>2</sub>: Temperatura saliente del flujo frio.

$$\Delta T_2 = T_1 - t_2 = 265^\circ C - 230^\circ C = 35^\circ C$$

$$\Delta T_1 = T_2 - t_1 = 233,9^\circ C - 200^\circ C = 33,9^\circ C$$





Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudante de Catedra: Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	Fecha: 10/02/23	Página 244 de 373
--	---	--	-----------------	-------------------

$$MLDT = 35^{\circ}C - 33,9^{\circ}C \frac{35^{\circ}C - 33,9^{\circ}C}{2,3 * \log\left(\frac{35}{33,9}\right)} = 34,38^{\circ}C$$

Mediante el cálculo de las variables S, R, Calculo el factor de corrección de la fig.18.

$$R = \frac{T1 - T2}{t2 - t1} = \frac{265^{\circ}C - 233,9^{\circ}C}{230^{\circ}C - 200^{\circ}C} = 1,036$$

$$S = \frac{t2 - t1}{T1 - t1} = \frac{230^{\circ}C - 200^{\circ}C}{265^{\circ}C - 200^{\circ}C} = 0,4615$$

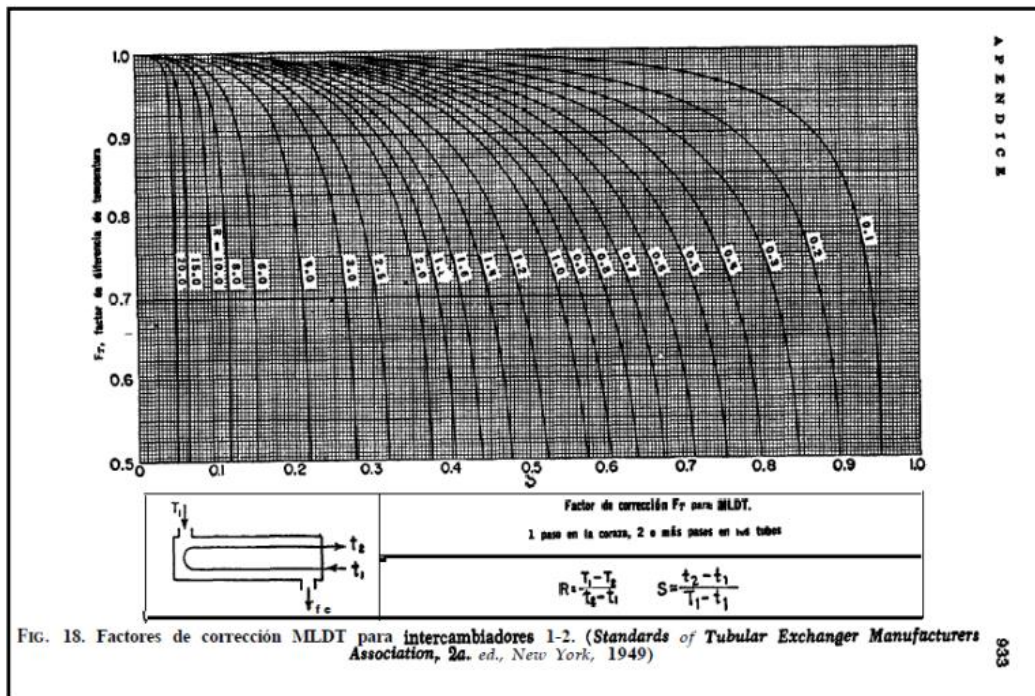




Figura.9.7. Factores de corrección MLDT para intercambiadores 1-2<sup>141</sup>.

De acuerdo con la disposición de las variables S, R en la figura 18, el factor de corrección estimado es de  $f_t=0,89$

$$\Delta T = MLDT f \times t = 34,48 \times 0,89 = 30,68^{\circ}C$$

<sup>141</sup> Autor: Proceso de transferencia de calor. Donal.Q. Kern

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 245 de 373</b>

### 3) Temperaturas Calóricas

$$T_c = T_2 + ft(T_1 - T_2)$$

$$t_c = t_1 + ft(t_2 - t_1)$$

Dónde:

T<sub>c</sub>: Temperatura calórica del flujo caliente.

t<sub>c</sub>: Temperatura calórica del flujo frío.

ft: factor de corrección.

$$T_c = 233,9^\circ C + 0,89(265 - 233,9)^\circ C = \mathbf{261, 58^\circ C}$$

$$t_c = 200^\circ C + 0,89(230 - 200)^\circ C = \mathbf{226, 7^\circ C}$$

### 4) Paso por coraza. N<sub>s</sub>=1

### 5) Área Estimada de Transferencia

$$A = \pi \times D_o \times N \times L$$

Dónde:

D<sub>o</sub>: Es el diámetro interno de la tubería.



N: Números de tubos.

L: Longitud de los tubos.

$$A = \pi \times 0.0483\text{m} \times 126 \times 5\text{m} = \mathbf{95, 59 \text{ m}^2}$$

### 6) Coeficiente Global con Ensuciamiento U<sub>d</sub>.

$$U_d = \frac{Q}{A \times \Delta T} =$$

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 246 de 373

Dónde:

Q: Calor transferido

A: Área estimada de transferencia.

$\Delta T$ : Diferencia verdadera de temperatura.

$$Ud = \frac{2076606 \frac{J}{s}}{95,59m^2 \times 30,68^\circ C} = 708,08 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

### TUBO (FLUIDO CALIENTE)

1) Área de flujo por tubo ( $at'$ )

$$at' = \frac{\pi \times Di^2}{4}$$

Dónde:

Di: Diámetro interno del tubo

$$at' = \frac{\pi \times (0,0348m)^2}{4} = 0,000951m^2$$

2) Área total de flujo ( $at$ )

$$at = \frac{Nt \times at'}{n}$$



Donde:

Nt: Numero de tubos

$at'$ : Área de flujo por tubo

n: Cantidad de pasos por tubo

$$at = \frac{126 * 0,000951m^2}{2} = 0,0599m^2$$

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 247 de 373

3) Velocidad Másica (Gt)

$$Gt = \frac{Wh}{at}$$

Donde:

Wh: Flujo másico

at: Área total del flujo

$$Gt = \frac{79020 \frac{kg}{h}}{0,0599m^2} = 1319198 \frac{kg}{h * m^2}$$

4) **Numero de Reynolds:** Es un numero adimensional que relaciona viscosidad, densidad, velocidad y dimensión de un flujo. Generalmente se utiliza para determinar si un fluido es laminar o turbulento. En los números grandes de Reynolds las fuerzas de inercia son proporcionales a la densidad y a la velocidad del fluido, son grandes en relación con las fuerzas viscosas, haciendo que estas no impidan las fluctuaciones aleatorias y rápidas de ese fluido (flujo turbulento); pero en los números pequeños de Reynolds las fuerzas viscosas son suficientemente grandes y capaces de vencer a las fuerzas de inercia, además de mantener al fluido en línea (flujo laminar).

$$Ret = Di \times \frac{Gt}{\mu t}$$



Donde:

Di: Diámetro interno del tubo

Gt: Velocidad másica

$\mu t$ : Viscosidad promedio del flujo que pasa por los tubos.

$$Ret = 0,038m \times \frac{1319198 \frac{kg}{hm^2}}{0,060156 \frac{kg}{mh}} = 763150$$

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página <b>248</b> de <b>373</b></p>

5) **Numero de Prandtl:** Se llama así por Ludwig Prandtl, quien realizo aportes importantes a la teoría de la capa limite, dando como resultado un numero adimensional.

$$Prt = \frac{\text{Difusividad Molecular de la cantidad de movimiento}}{\text{Difusividad molecular del calor}}$$

Los números de Prandtl de los fluidos van desde menos de 0,01 para los metales líquidos, hasta más de 100000 para los aceites pesados y para el agua es del orden de 10. Para los gases son de 0,1, lo que indica que tanto la cantidad de movimiento como el calor se disipan a través del fluido a más o menos la misma velocidad. El calor se difunde con mucha rapidez en los metales líquidos y muy despacio en los aceites, en relación con la cantidad de movimiento.

En los metales líquidos, la capa limite térmica es mucho más gruesa y en los aceites es mucho más delgada, todo en relación con la capa límite de la velocidad. Cuando hay problemas de transferencia de calor el número de Prandtl es el que controla el espesor relativo de las capas límite de velocidad y térmica por lo que cuando el número de prandtl es pequeño significa que el calor se difunde muy rápido en comparación con la velocidad.

$$Prt = Ch \times \frac{\mu h}{Kh}$$

Donde:



Ch: Calor especifico promedio del flujo caliente.

$\mu h$ : Viscosidad promedio del flujo caliente.

Kh: Conductividad térmica promedio del flujo caliente.

$$Prt = \frac{2946,5J}{Kg^{\circ}C} \times \frac{\frac{0,00001671Kg}{ms}}{\frac{0,1392J}{sm^{\circ}C}} = 0,3537$$

6) **Numero de Nusselt:** Es un numero adimensional que mide el aumento de la transmisión de calor desde una superficie por la que un fluido circula (transferencia de calor por

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 249 de 373

convección) comparada con la transferencia de calor si esta ocurriera solamente por conducción. Cuanto mayor es el número de Nusselt más eficaz es la convección.

$$Nu = \frac{\text{Transferencia de calor por conveccion}}{\text{Transferencia de calor por conduccion}}$$

Podemos decir, que para un numero de Nusselt de  $Nu=1$  para una capa de fluido, se ve representada la transferencia de calor a través de esta por conducción pura. Este número se puede emplear en la convección natural y en la convección forzada, generalmente se acude a la convección forzada, cuando se necesita incrementar la velocidad de transferencia de calor.

$$Nut = 0,023 \times Ret^{0,8} \times Prt^{0,33}$$

Donde:

Ret: Numero de Reynolds.

Prt: Numero de Prandlt

$$Nut = 0,023 \times (763150)^{0,8} \times (0,3537)^{0,33} = \mathbf{829,6}$$

7) **Coefficiente de película interior (hi):** El flujo anular está asociado con dos números de Nusselt sobre la superficie interior del tubo y sobre la superficie exterior del tubo, ya que puede estar relacionado con la transferencia de calor en las dos superficies. Al conocer los números de Nusselt, entonces se puede calcular el coeficiente de convección del interior del tubo, relacionando el producto entre la conductividad térmica del material y el número de Nusselt, dividido entre el diámetro de la tubería.



$$hi = Nut \times \frac{Kh}{Di}$$

Donde:

Nut: Numero de Nusselt

Kh: Conductividad térmica promedio del material del tubo.

Di: Diámetro interno.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 250 de 373</p>

$$h_i = \frac{829,6 \times 0,1392 \frac{J}{sm^{\circ}C}}{0,0348m} = 3318,4 \frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}C}$$

8) Coeficiente Corregido(hio)

$$h_{io} = h_i \times \frac{D_i}{D_o}$$

Donde:

Hi: Coeficiente de película interior                      Di:

Diámetro interno de la tubería

Do: Diámetro externo de la tubería.

$$h_{io} = \frac{3318,4W}{m^{\circ}C} \times \frac{0,0348m}{0,0483m} = 2390,9 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

**CORAZA (FLUIDO FRIO)**

1) Área de Flujo (As)

$$A_s = \frac{D_s * C * B}{P_t}$$

Donde:



Ds: Diámetro de la coraza

C: Espaciado entre tubos adyacentes

B: Separación entre deflectores

Pt: Separación centro de tubos

$$A_s = \frac{0,90m * 0,0064 * 0,31m}{0,01507} = 0,0283m^2$$

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 251 de 373

2) Velocidad Másica(Gs)

$$Gs = \frac{Wc}{as}$$

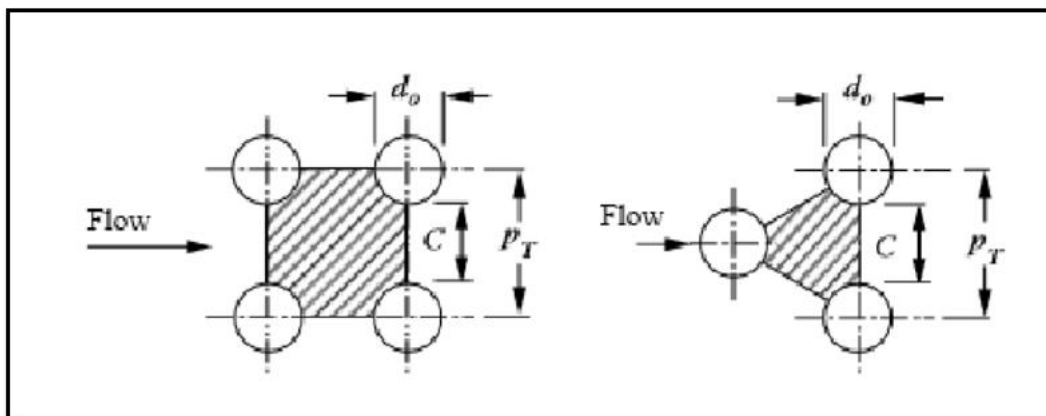
Donde:

Wc: Flujo másico de la corriente fría

As: Área del flujo que pasa por coraza

$$Gs = \frac{79020 \frac{Kg}{h}}{0,0224m^2} = 2788285 \frac{Kg}{hm^2}$$

3) **Diámetro Equivalente de la transferencia de calor de la coraza (De):** Es 4 veces el radio hidráulico y el radio hidráulico a su vez es el radio de un tubo equivalente a la sección del anulo. Tiene distintas ecuaciones de acuerdo con sus arreglos, pudiendo ser cuadrado o triangular. En nuestro diseño elegimos arreglo cuadrado.





Figuro.9.8. Diámetro equivalente<sup>142</sup>

$$Deq = \frac{4 * \left(\frac{1}{2} * Pt * 0,86 * Pt - \left(\frac{1}{2} * \pi * \frac{Do^2}{4}\right)\right)}{\frac{1}{2} * \pi * Do}$$

<sup>142</sup> Autor: Proceso de Transferencia de calor. Donal. Q. Kern



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 252 de 373

Donde:

Pt: Separación centro de tubos

Do: Diámetro exterior de los tubos.

$$Deq = \frac{4 * \left(\frac{1}{2} * 0,063 * 0,86 * 0,063 - \left(\frac{1}{2} * \pi * \frac{(0,0483m)^2}{4}\right)\right)}{\frac{1}{2} * \pi * 0,0483m} = 0,042m$$

4) Numero de Reynolds (Re)

$$Re = \frac{Deq * Gs}{\mu c}$$

Donde:

Deq: Diámetro equivalente

Gs: Velocidad másica.

$\mu c$ : Viscosidad promedio del flujo frio

$$Re = \frac{0,042m * 2788285 \frac{Kg}{hm^2}}{0,0569 \frac{kg}{mh}} = 2248662,87$$

5) Numero de Prandlt(Pr)



$$Pr = \frac{Cc * \mu c}{Kc}$$

Donde:

Cc: Calor específico promedio del flujo frio

$\mu c$ : Viscosidad promedio del flujo frio

Kc: Conductividad térmica del flujo frio

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 253 de 373</p>

$$Pr = \frac{3053 \frac{J}{Kg^{\circ}C} * 0,00001583 \frac{Kg}{ms}}{0,1467 \frac{J}{sm^{\circ}C}} = 0,3294$$

6) Numero de Nusselt

$$Nus = 0,36 * Re^{0,55} * Pr^{0,33}$$

Donde:

Re: Numero de Reynolds

Pr: Numero de Prandlt

$$Nus = 0,36 * (2058136,5)^{0,55} * (0,3294)^{0,33} = 740,6$$

7) Coeficiente Corregido (ho)

$$ho = \frac{Nus * kc}{Deq}$$

Donde:

Nus: Numero de Nusselt



Kc: Conductividad térmica promedio del flujo frio

Deq: Diámetro equivalente.

$$ho = \frac{740 * 0,1467 \frac{W}{m^{\circ}C}}{0,042m} = 25,8471 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

Área de transferencia de calor

$$A = \pi * Do * L$$

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página <b>254</b> de <b>373</b>

Donde:

Do: Es el diámetro externo de la tubería

L: Longitud de la tubería

$$A = \pi * 0,0483m * 5m = \mathbf{0,7586m^2}$$

Se calcula también el Área del equipo dando como resultado:

Donde a' se obtiene de tabla 10 del libro “Procesos de transferencia de calor” Kern.



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN” AÑO DE CURSADA 2012**

Profesor titular:  
Ing. Horacio Spesot

Jefe de Trabajos  
Prácticos:  
Ing. Ezequiel Krumrick

Ayudante de Catedra:  
Ing. Cristian Silva  
Ing. Garrido Juan

Fecha: 10/02/23

Página 255 de 373

Tubo DE, plg	BWG	Espesor de la pared, plg	DI, plg	Area de flujo por tubo, plg <sup>2</sup>	Superficie por pie lin. pies <sup>2</sup>		Peso por pie lineal, lb, de acero
					Exterior	Interior	
3/4	12	0.109	0.282	0.0625	0.1309	0.0748	0.493
	14	0.083	0.334	0.0876			0.403
	16	0.065	0.370	0.1076			0.329
	18	0.049	0.402	0.127			0.258
	20	0.035	0.430	0.145			0.190
3/4	10	0.134	0.482	0.182	0.1963	0.1263	0.965
	11	0.120	0.510	0.204			0.884
	12	0.109	0.532	0.223			0.817
	13	0.095	0.560	0.247			0.727
	14	0.083	0.584	0.268			0.647
	15	0.072	0.606	0.289			0.571
	16	0.065	0.620	0.302			0.520
	17	0.058	0.634	0.314			0.469
	18	0.049	0.652	0.334			0.401
1	8	0.165	0.670	0.355	0.2618	0.1754	1.61
	9	0.148	0.704	0.389			1.47
	10	0.134	0.732	0.421			1.36
	11	0.120	0.760	0.455			1.23
	12	0.109	0.782	0.479			1.14
	13	0.095	0.810	0.515			1.00
	14	0.083	0.834	0.546			0.890
	15	0.072	0.856	0.576			0.781
	16	0.065	0.870	0.594			0.710
17	0.058	0.884	0.613	0.639			
18	0.049	0.902	0.639	0.545			
1 1/4	8	0.165	0.920	0.665	0.3271	0.2409	2.09
	9	0.148	0.954	0.714			1.91
	10	0.134	0.982	0.757			1.75
	11	0.120	1.01	0.800			1.58
	12	0.109	1.03	0.836			1.45
	13	0.095	1.06	0.884			1.28
	14	0.083	1.08	0.923			1.13
	15	0.072	1.11	0.960			0.991
	16	0.065	1.12	0.985			0.900
17	0.058	1.13	1.01	0.808			
18	0.049	1.15	1.04	0.688			
1 1/2	8	0.165	1.17	1.075	0.3925	0.3063	2.57
	9	0.148	1.20	1.14			2.34
	10	0.134	1.23	1.19			2.14
	11	0.120	1.26	1.25			1.98
	12	0.109	1.28	1.29			1.77
	13	0.095	1.31	1.35			1.56
	14	0.083	1.33	1.40			1.37
	15	0.072	1.36	1.44			1.20
	16	0.065	1.37	1.47			1.09
17	0.058	1.38	1.50	0.978			
18	0.049	1.40	1.54	0.831			

Tabla.9. 2: Datos de tubos para condensadores e intercambiadores de calor<sup>143</sup>.

$$A = a'' * Nt * L$$



Donde:

a'': Área exterior

Nt: Numero de tubos.

L: Longitud del tubo

<sup>143</sup> Autor: Proceso de transferencia de calor. Donal.Q. Kern

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 256 de 373</p>

$$A = 0,1302 \frac{m^2}{m} * 126 * 5m = \mathbf{82,04m^2}$$

El coeficiente total de transferencia  $U_C$  da como resultado

$$U_C = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_{io}}}$$

Donde:

$h_o$ : Coeficiente de transferencia de calor del fluido exterior

$h_{io}$ : Coeficiente de transferencia de calor referido al diámetro exterior del tubo.

$$U_C = \frac{1}{\left(\frac{1}{2584,71} + \frac{1}{2390,1}\right) \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}}$$

$$U_C = \mathbf{1242 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}}$$

El coeficiente total de diseño  $U_D$  da como resultado:

$$U_D = \frac{Q}{A * \Delta t}$$

Donde:

Q: Calor total transferido



A: Área de transferencia de calor

$\Delta t$ : Diferencia de temperatura verdadera

$$U_D = \frac{2076606 \frac{J}{s}}{82,04m^2 * 30,68^\circ C}$$

$$U_D = \mathbf{825 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}}$$

Una vez obtenido los coeficientes globales, determinamos el factor de obstrucción  $R_d$ , el cual es de suma importancia para el diseño de intercambiadores de calor, el  $R_d$  nos dice qué

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 257 de 373</b></p>

cantidad de incrustaciones, depósitos y lodos se acumularán en la superficie interior y exterior de los tubos del intercambiador.

$$Rd = Rd_i + Rd_o$$

Siendo  $Rd$  el factor de obstrucción combinado, que es la suma del factor de obstrucción en la cara interna y en la cara externa del tubo.



Para determinar si el equipo propuesto cumple con esta exigencia se toma como criterio de diseño del equipo, que el factor de obstrucción calculado deberá ser mayor al factor de obstrucción permitido; de esta forma se diseña el equipo anticipando el depósito de basura o incrustaciones.

$$Rd \text{ (calculado)} > Rd \text{ (permitido)}$$

La resistencia de ensuciamiento o factor de obstrucción permitido se estima en función del conocimiento y experiencia que se tiene respecto al manejo de fluidos o además se puede recurrir a valores tabulados. En este caso los valores se extrajeron del Apéndice 22 (Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos).

- Factor de ensuciamiento de corrientes de procesamiento de gas natural y gasolina 0,0002.
- Factor de ensuciamiento del fluido que circula por coraza 0,0002 El factor de ensuciamiento combinado es igual a  $0,0004 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

Mientras que el factor de obstrucción calculado se obtiene a través de los coeficientes de diseño y limpio:

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 258 de 373

$$Rd = \frac{(Uc - Ud)}{Uc \times Ud}$$

Donde:

Uc: Coeficiente limpio

Ud: Coeficiente de diseño

Como podemos observar, el Rd calculado es mayor que el permitido, lo que nos da la pauta que el equipo diseñado es apto de acuerdo con los criterios elegidos anteriormente.

Para adecuar la performance de un equipo que está sobredimensionado se pueden reducir los caudales de los fluidos, para no ocasionar problemas de operación.

A medida que el equipo se va ensuciando, aumenta la resistencia hasta que se alcanza el valor de diseño, momento en el cual el equipo deberá limpiarse, ya que de otro modo no alcanzará a transferir la cantidad de calor deseada.

### 9.2.10 CALCULO HIDRÁULICO

Ahora, procedemos a los cálculos de pérdida de carga por ambos lados:

#### TUBOS (Caída de Presión)

##### a) Pérdida de Carga en Tubos

$$\Delta P = 4 * f * n * \frac{L}{Di} * \frac{Gt^2}{2\rho}$$

Donde:

f: factor de fricción

n: Pasos del fluido por la tubería



L: Longitud del tubo

Di: Diámetro interno del tubo

Gt: Velocidad másica

P: Densidad del fluido que circula por los tubos

De donde f se calcula por la ecuación de Blasius

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 259 de 373

$$f = \frac{0,3164}{Re^{0.25}} = \frac{0,3164}{(763150)^{0.25}} = 0,0107$$

$$\Delta P = 4 * 0,0107 * 2 * \frac{5m}{0,0348m} * \frac{\left(366,4 \frac{kg}{m^2s}\right)^2}{2 * 20,24 \frac{kg}{m^3}} = 40794,42 Pa$$

$$\Delta P = 5,30 \frac{Lb}{In^2}$$

### b) Perdida de Carga por regreso

$$\Delta Pr = 4 * n * \frac{Gt^2}{2 * \rho}$$

Donde:

n: Pasos del fluido por la tubería

Di: Diámetro interno del tubo

Gt: Velocidad másica

ρ: Densidad del fluido que circula por los tubos

$$\Delta Pr = 4 * 2 * \frac{\left(366,4 \frac{kg}{m^2s}\right)^2}{2 * 20,24 \frac{kg}{m^3}} = 26531 Pa$$

$$\Delta P = 3,70 \frac{Lb}{In^2}$$

### c) Perdida de carga total

$$\Delta PT = \Delta P + \Delta Pr = 5,25 \frac{Lb}{In^2} + 3,70 \frac{Lb}{In^2} = 8,95 \frac{Lb}{In^2}$$

$\Delta P$  permitido  $\geq$   $\Delta P$  calculado

$$10 \frac{Lb}{In^2} \geq 8,95 \frac{Lb}{In^2}$$





Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudante de Catedra: Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	Fecha: 10/02/23	Página 260 de 373
--	--	--	-----------------	-------------------

**CORAZA (Caída de Presión)**

$$\Delta PS = f * Gs^2 * Ds * \frac{NB + 1}{2 * \rho * De}$$

Donde:

- f: Factor de fricción.
- Gs: Velocidad Másica
- Ds: Diámetro de la coraza.
- NB: Numero de baffles
- ρ: Densidad del fluido que pasa por la coraza
- De: Diámetro equivalente

Por figura 29 para Re=2058136 f=0,0015

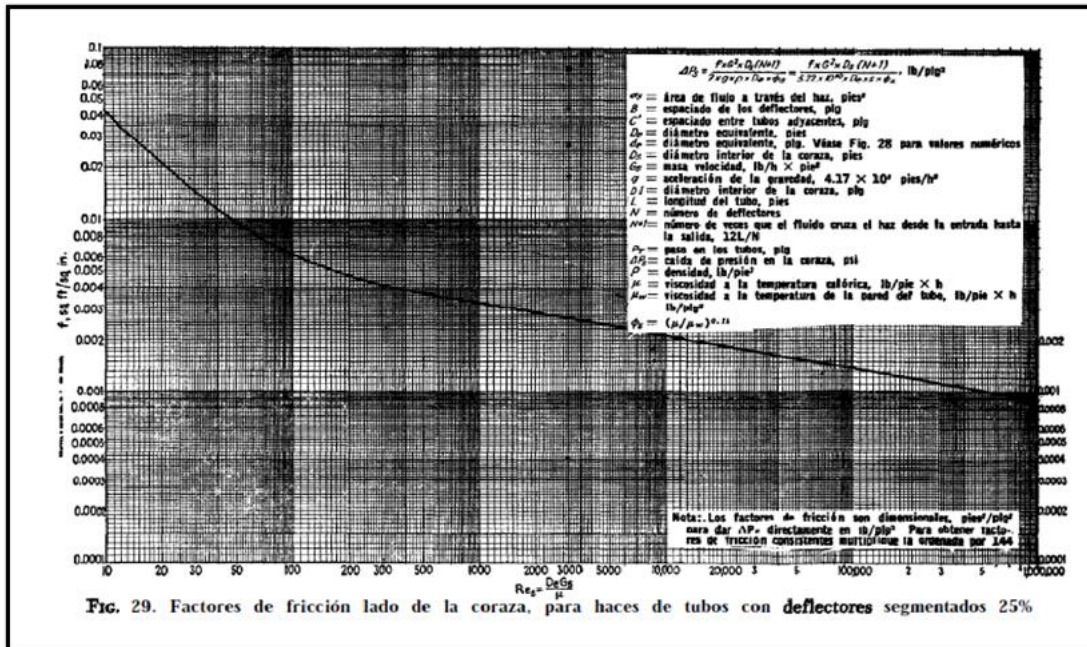




Figura.9.9. Factores de Fricción lado de la coraza<sup>144</sup>

<sup>144</sup> Autor: Proceso de Transferencia de Calor. Donal.Q.Kern.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 261 de 373</b>

$$\Delta PS = 0,0015 \times \left( 774,52 \frac{\text{Kg}}{\text{hm}^2} \right)^2 \times 0,90\text{m} \times \frac{9}{2 \times 19,54 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0,042\text{m}}$$

$$\Delta PS = 440,55 \text{ Pa} = 0,64 \frac{\text{Lb}}{\text{In}^2}$$


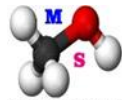
Como puede observarse en los cálculos, la pérdida de presión total por el lado de los tubos es de aproximadamente 8,95 Lb/In<sup>2</sup>, en tanto que por el lado de la coraza la pérdida de carga es de 0,64 Lb/In<sup>2</sup>.

La caída de presión está dentro del rango permitido y no debe excederse de las 10 libras por pulgada cuadrada.

Hasta el momento se ha visto el cálculo aproximado por el método de Kern del intercambiador de calor. Ahora procedemos al diseño en detalle del equipo usando el programa HTRI en el cual los datos son llevados como input al programa.

Una vez que se cargaron todos los datos y se corre la simulación del programa HTRI, se obtienen los resultados mostrados en el OUTPUT SUMMARY como así también los resultados finales junto con la tabla y las hojas de especificaciones del intercambiador de calor.

Se estableció como fluido caliente, la corriente que sale del reactor de síntesis de metanol (vapor) y como corriente fría la alimentación que va al mezclador Mix-305.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 262 de 373

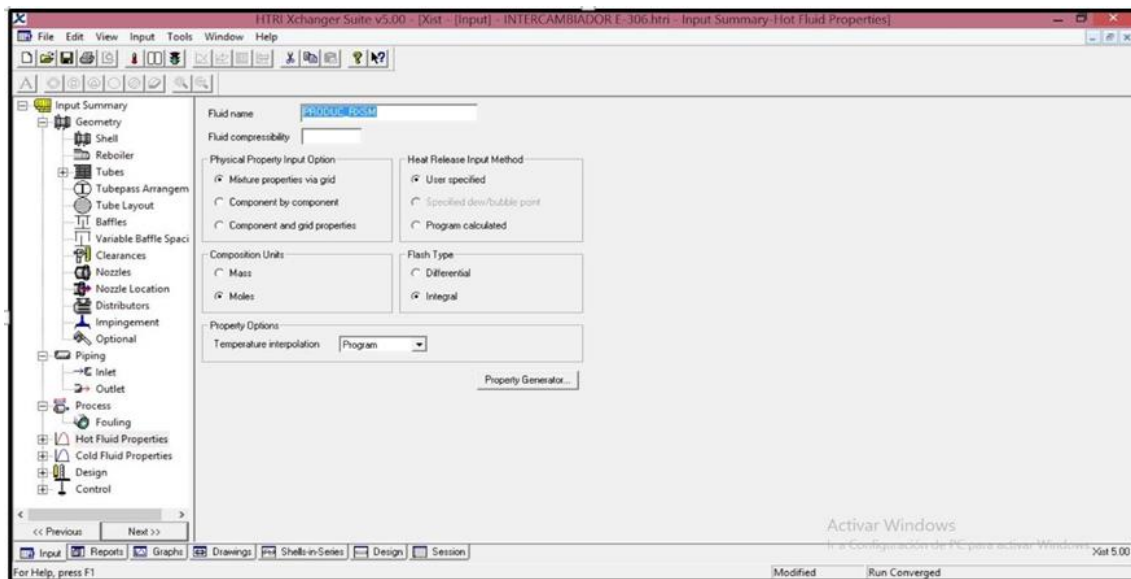


Figura.9.10. Diseño de Intercambiador según TEMA/ASME<sup>145</sup>.

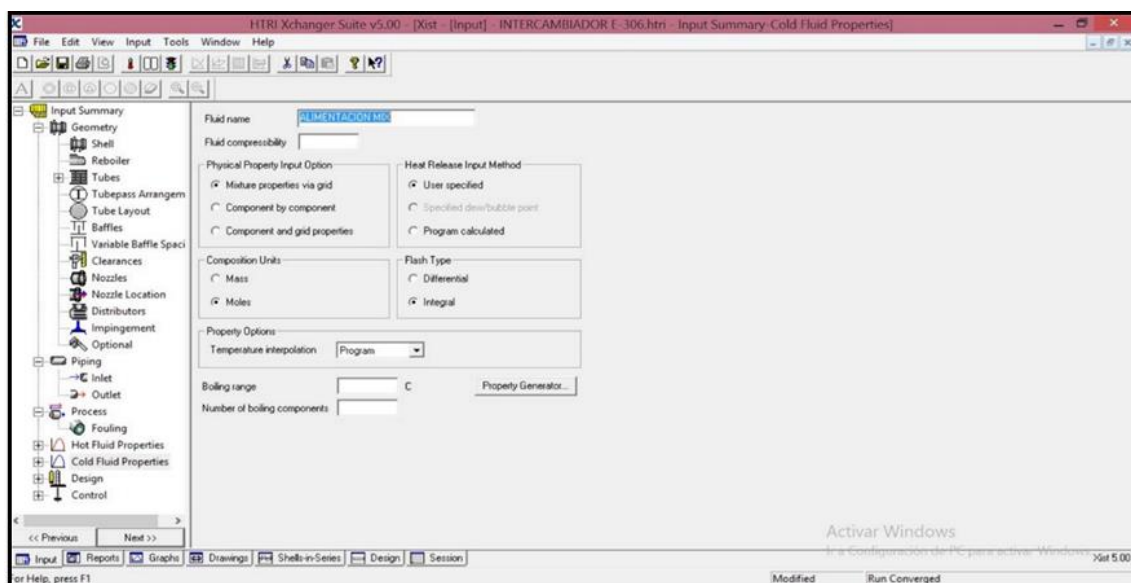


Figura.9.11. Diseño de Intercambiador según TEMA/ASME<sup>146</sup>

Posteriormente se procedió a la carga de datos del equipo estimado cumpliendo con las especificaciones de intercambio de calor necesarias.

<sup>145</sup> HTRI y autor

<sup>146</sup> HTRI y autor.



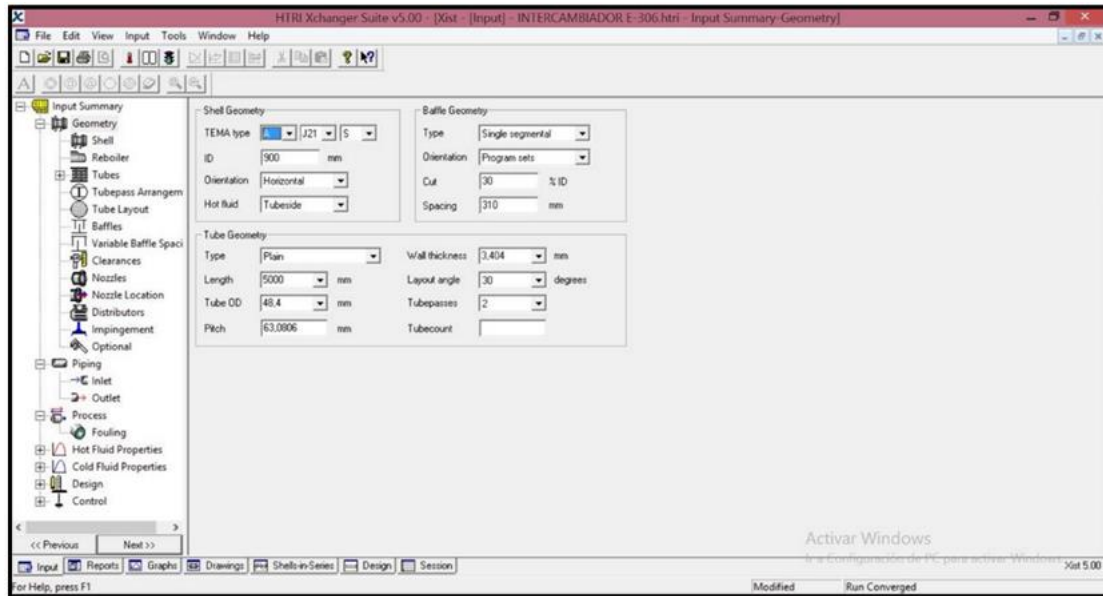
**Profesor titular:**  
Ing. Horacio Spesot

**Jefe de Trabajos  
Prácticos:**  
Ing. Ezequiel Krumrick

**Ayudante de Catedra:**  
Ing. Cristian Silva  
Ing. Garrido Juan

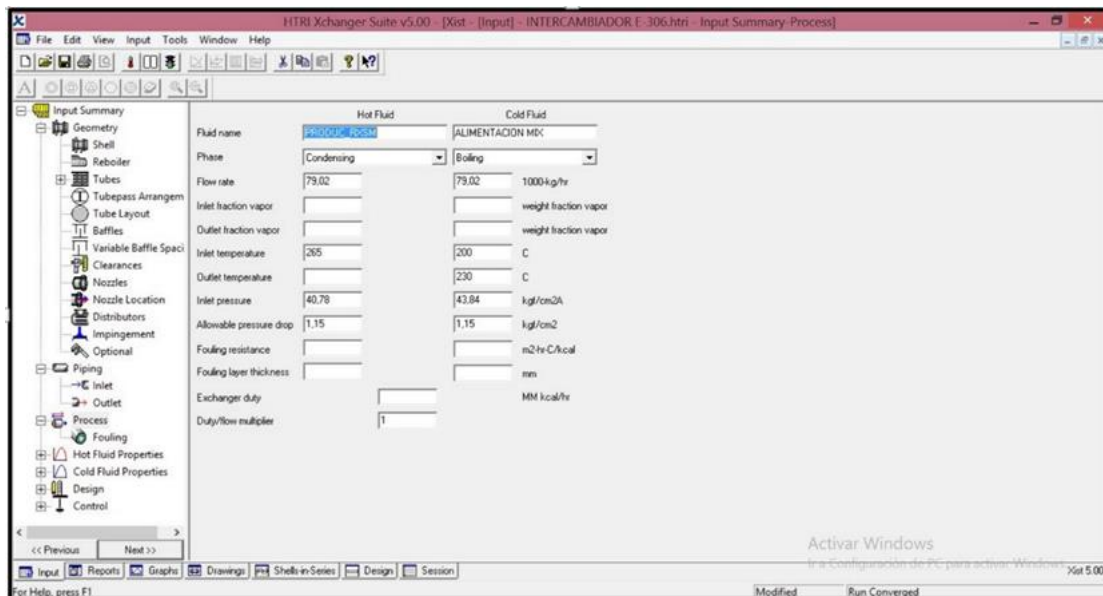
**Fecha: 10/02/23**

**Página 263 de 373**



**Figura.9.12. Diseño de Intercambiador según TEMA/ASME<sup>147</sup>**



En la siguiente figura se muestra las condiciones de proceso a las cuales trabaja el equipo.



**Figura 9.13. Diseño de intercambiador según TEMA/ASME<sup>148</sup>**

<sup>147</sup> HTRI y autor.

<sup>148</sup> HTRI y autor.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 264 de 373

Una vez que se importan los datos desde hysys y se cargan los datos necesarios, se hace una corrida del programa donde se obtienen los siguientes resultados primero en modo Rating y luego en modo Simulación.

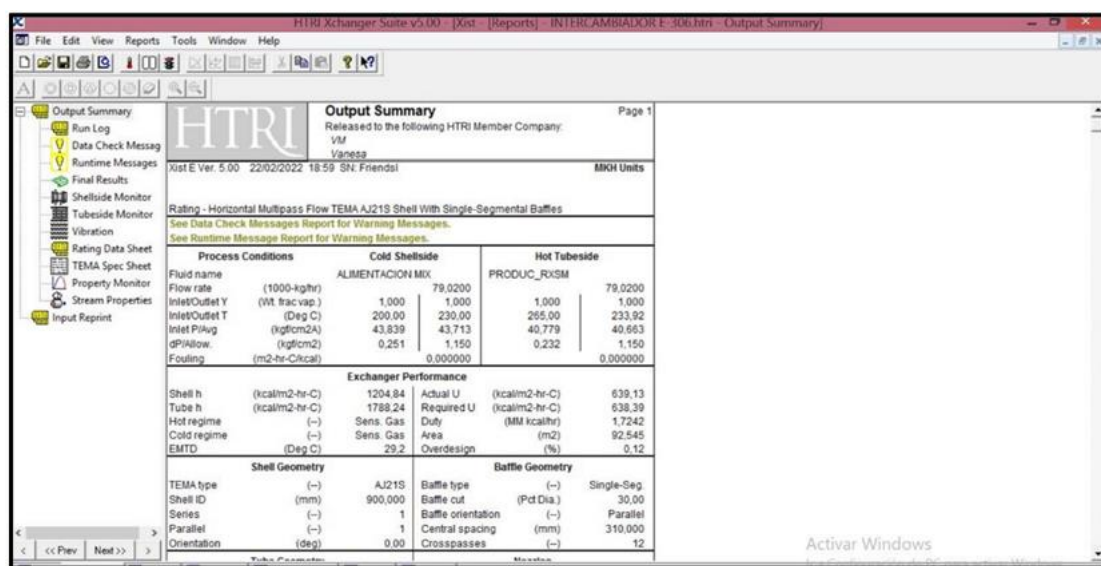


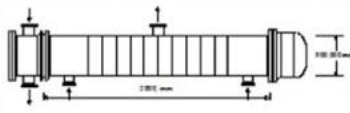


Figura 9.14. Diseño de intercambiador según TEMA/ASME<sup>149</sup>

<sup>149</sup> HTRI y autor





 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23
			Página 265 de 373

HTRI		HEAT EXCHANGER RATING DATA SHEET				Page 1	
						MKH Units	
Service of Unit		Item No.					
Type	AJ21S	Orientation		Horizontal		Connected In 1 Parallel 1 Series	
Surf/Unit (Gross/Eff)	95,79 / 92,55 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1		Surf/Shell (Gross/Eff)	95,79 / 92,55 m <sup>2</sup>	
PERFORMANCE OF ONE UNIT							
Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side			
Fluid Name		ALIMENTACION MIX		PRODUC_RXSM			
Fluid Quantity, Total	1000-kg/hr	79,0200		79,0200			
Vapor (In/Out)	wt%	100,0	100,0	100,0	100,0		
Liquid	wt%	0,0	0,0	0,0	0,0		
Temperature (In/Out)	C	200,00	230,00	265,00	233,92		
Density	kg/m <sup>3</sup>	17,560	16,506	17,791	18,929		
Viscosity	cP	0,0154	0,0162	0,0171	0,0163		
Specific Heat	kcal/kg-C	0,7254	0,7308	0,7059	0,6989		
Thermal Conductivity	kcal/hr-m-C	0,1246	0,1305	0,1222	0,1167		
Critical Pressure	kgf/cm <sup>2</sup> A						
Inlet Pressure	kgf/cm <sup>2</sup> A	43,839		40,779			
Velocity	m/s			8,16	13,49		
Pressure Drop, Allow/Calc	kgf/cm <sup>2</sup>	1,150	0,251	1,150	0,232		
Average Film Coefficient	kcal/m <sup>2</sup> -hr-C	1204,84		1788,24			
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -hr-C/kcal						
Heat Exchanged	1,7242 MM kcal/hr	MTD (Corrected)	29,2 C		Overdesign 0,12 %		
Transfer Rate, Service	638,39 kcal/m <sup>2</sup> -hr-C	Calculated	639,13 kcal/m <sup>2</sup> -hr-C		Clean 639,13 kcal/m <sup>2</sup> -hr-C		
CONSTRUCTION OF ONE SHELL				Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)			
		Shell Side	Tube Side				
Design Pressure	kgf/cm <sup>2</sup> G	42,806	39,746				
Design Temperature	C						
No Passes per Shell		1	2				
Flow Direction		Upward	Downward				
Connections	In mm	2 @ 205,004		1 @ 258,877			
Size &	Out mm	1 @ 258,877		1 @ 258,877			
Ratio	Liq. Out mm	@		@			

**Figura 9.15. Diseño de intercambiador según TEMA/ASME**

Puede comprobarse que el equipo estimado es una buena aproximación que el simulador ajusto teniendo en cuenta los efectos despreciados por el método de Kern, dándole así un sobredimensionamiento del 12%.

Se adjuntan tablas y hojas de especificación donde puede observarse los datos de diseño del intercambiador E-306 [Archivos\Memoria de Cálculo del Intercambiador E-306.pdf](#)

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 266 de 373</b></p>

## 9.2.11 DISEÑO MECANICO

### TUBOS

**Presión de diseño:** Para poder calcular la presión de diseño se tomó en cuenta la presión de operación promedio de acuerdo con la entrada y salida del fluido, dando un valor promedio de 7175Kpa. Para esta presión que es superior a la atmosférica se calculó la presión de diseño como;

$$PD = P_{operación} + 2$$

$$PD = 7175Kpa + 2 = 7177Kpa$$

**Temperatura de diseño:** Para calcular la temperatura de diseño, primero se fijó la máxima temperatura de operación con la que se trabaja en los tubos, que es de 265 °C por lo que la temperatura de diseño es;

$$TD = T_{operación} + 20^{\circ}C$$

$$TD = 265^{\circ}C + 20^{\circ}C = 285^{\circ}C = 545^{\circ}$$



**Espesor de los tubos:** El espesor de los tubos se calcula a través de la siguiente expresión definida por el código ASME B31.1 como;

Donde:

PD: Presión de diseño

DO: Diámetro exterior de la tubería

S: Tensión máxima admisible del material debido a la presión interna (kPa). Se calculó en base al material acero al carbono para tubos SA-106 para una temperatura de diseño de 545°F, por medio de la tabla del código ASME obtenemos el valor de la tensión máxima admisible donde, S=17,1 ksi lo que equivale a 117900 kPa. (ver anexo: ASME BPVC Section II-Part D-2015 pg.61)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 267 de 373

E: Eficacia de la soldadura, en nuestro caso consideramos los tubos sin costura, por lo tanto, la eficacia de la soldadura será de 1.

C: Espesor por corrosión, en donde de acuerdo con la siguiente tabla las tuberías tienen una vida media de 15 años.

Aparato	Vida (años)	Aparato	Vida (años)
Calderas vapor	25	Digestores	10
Edificio hormigón	50	Espesadores	5
Edificio ladrillo y acero	33	Filtros prensa	17
Motores eléctricos	14	Hornos eléctricos	20
Transformadores	15	Horno de gas	8
Bombas	20	Molinos	12
Columnas	8	Refrigerantes	17
Compresores	20	Secadores	25
Condensadores y evaporadores	17	Tamizadoras	12
Depósitos	10	<b>Tuberías</b>	<b>15</b>

Asumiendo una pérdida de 0,12 mm/año, el factor C de corrosión será de;



$$C = 0,12 \frac{mm}{año} \times 15 \text{ años} = 1,8 \text{ mm}$$

Por lo que se va a trabajar con 2 mm de espesor por corrosión.

M: Tolerancia a la fabricación, para tuberías sin costuras como las proyectadas, la tolerancia a la fabricación es bastante elevada. Depende del material y la temperatura. Toma un valor de 12,5%.

Y: El coeficiente Y, al igual que otros parámetros depende tanto del material como de la temperatura. Se calcula a través de la tabla que se muestra a continuación, según las normas TEMA.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23
			Página 268 de 373

Material/°C	482	510	538	566	593	621	649	677	Material
Ac. Ferrítico <sup>1</sup>	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	
Ac. Austenítico <sup>2</sup>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	A 312 TP 316 L
Otros metales dúctiles	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	A106 A, A106 B, A335GrP11
Hierro colado	0,4	---	---	---	---	---	---	---	

**Fig 9.16 Especificaciones según temperatura<sup>150</sup>**

Por lo tanto,  $Y = 0,4$

Sustituyendo en la ecuación del espesor obtenemos

$$t = \left( \frac{7177Kpa * 0,0483m}{2 * 117,900Kpa * 1 + 2 * 7177Kpa * 0,4} + 0,0018m \right) * \frac{1}{1 - 0,125}$$

$$t = 0,00355m \quad \text{o} \quad t = 3,55mm$$

## CORAZA

Se sigue la misma dinámica que para el diseño de los tubos.

### Presión de diseño:

$$PD = Poperación + 2$$

$$PD = 74,75,11 Kpa + 2 = 7477,11Kpa$$

**Temperatura de diseño:** La temperatura de diseño se calcula en función de la mayor temperatura de operación del lado de la coraza.



$$TD = Toperación + 20^{\circ}C$$

$$TD = 230 + 20 = 250^{\circ}C = 482^{\circ}F$$

### Espesor del lado de la coraza:

Espesor exigido por norma: Según el código ASME, para aceros al carbono es necesario el siguiente espesor mínimo:  $t \text{ (mm)} = 6 + C = 6 + 2,159 = 8,159 \text{ mm}$ .

<sup>150</sup> ASME (engineers, 2015)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 269 de 373	

Dicho espesor se determina como un cuerpo cilíndrico:

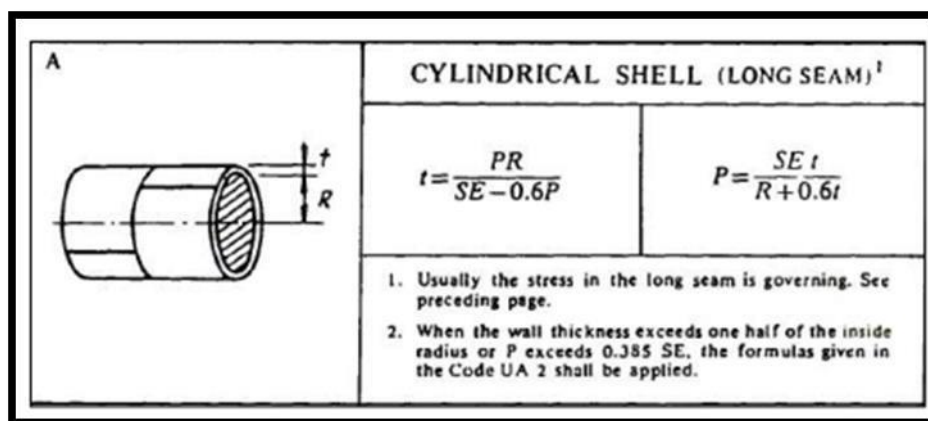


Fig 9. 17: Especificaciones según temperatura<sup>151</sup>

El espesor mínimo  $t$  de la carcasa o envoltente cilíndrica sometida a presión interna  $P$ , debe ser el que resulte mayor por cálculo de esfuerzos circunferenciales y longitudinales:



Espesor en función de las tensiones circunferenciales

$$t = \frac{P_{diseño} * R_i}{(S * E - 0,6 * P_{diseño})} + CA$$

Espesor en función de las tensiones longitudinales

$$t = \frac{P_{diseño} * R_i}{(2S * E + 0,4 * P_{diseño})} + CA$$

<sup>151</sup> (engineers, 2015)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 270 de 373	

Donde:

t : el espesor del cilindro (mm)

Pdiseño: es la presión de diseño (bar)

Ri: es el radio interno (mm)

S: es el esfuerzo del material (bar) El esfuerzo del material (SA-106) es de 17,1 ksi equivalente a 117900Kpa, para una temperatura de diseño de 482°F. (ver anexo: ASME BPVC Section II-Part D-2015 pg.61)

E: es el factor de soldadura (1)

CA: es la tolerancia de corrosión (2 mm)

Espesor en función de las tensiones circunferenciales es:

$$t = \frac{7477,11Kpa * 450 mm}{(117900Kpa * 1 - 0,6 * 7477,11Kpa)} + 2 mm = 31,66mm$$

Espesor en función de las tensiones longitudinales es:



$$t = \frac{7477,11 Kpa * 450 mm}{(2 * 117900Kpa * 1 + 0,4 * 7477,11Kpa)} + 2 mm = 16,09mm$$

El mayor espesor corresponde al espesor debido a las tensiones circunferenciales, se opta por emplear el mismo.

#### ✓ **Dimensionamiento de los cabezales**

El cabezal anterior es de tipo bonete, este tipo de cabezal permite una mejor distribución del flujo en el arreglo de tubos, consta de un canal, tapa y brida, mientras que el canal posterior es de tipo M con tubos fijos y similar formato que el cabezal de tipo bonete.

El canal es una sección tubular donde se ensambla la tapa y las boquillas de entrada de fluido hacia los tubos, la tapa es la sección donde entra el fluido y éste se distribuye hacia los tubos, en este caso las tapas son de tipo semielíptica ya que soportan mayores presiones.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 271 de 373</b></p>

Para determinar el espesor del canal, primero se calcula el radio exterior del canal, en función del diámetro exterior del mismo.

$$Rec = 0,5 * Dec$$

El diámetro del canal debe ser del mismo diámetro de la coraza.

La norma TEMA y el Código ASME recomiendan que los espesores del canal y de la tapa sean iguales para poder lograr una mejor unión por soldadura.

### Espesor mínimo del cabezal

Para el cálculo del espesor mínimo del casco se consideran dos tipos de espesores según su condición física:

*Espesor casco cilíndrico:*

✓ Esfuerzo circunferencial:

$$t = \frac{Pd * R}{S * E - 0,6 * Pd}$$

$$t = \frac{7477,11Kpa * 450mm}{117900Kpa * 1 - 0,6 * 7477,11Kpa}$$



$$t = 29,66mm$$

✓ Esfuerzo longitudinal:

$$t = \frac{Pd * R}{2 * S * E + 0,4 * Pd}$$

$$t = \frac{7477,11Kpa * 450mm}{2 * 117900Kpa * 1 + 0,4 * 7477,11Kpa}$$

$$t = 14,09 mm$$

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 METANOL DEL SUR
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 272 de 373

✓ Espesor casco esférico:

$$t = \frac{Pd * R}{2 * S * E - 0,2 * Pd}$$

$$t = \frac{7477,11Kpa * 450mm}{2 * 117900Kpa * 1 - 0,2 * 7477,11Kpa}$$

$$t = 14,36mm$$

Donde:

Pd: la presión de diseño

R: es el radio interior del casco sin incluir la tolerancia a la corrosión

S: es el máximo esfuerzo admisible

E: es la eficiencia de la junta (1 por ser una pieza fundida)

Por lo tanto, se adopta el mayor espesor que es el debido al esfuerzo circunferencial, a este valor se le suma el espesor por corrosión (2 mm).

El espesor del casco será de

29,66 mm+ 2 mm = 31,66 mm (el cual coincide con el espesor de la coraza).



DI (m)	0,9
DE (m)	0,96332
espesor (m)	0,03166

A través de las siguientes expresiones se determinan las dimensiones de los cabezales (longitud del canal y de la tapa, profundidad de las tapas, etc.).

$$dcc = 0,8 * Decc = 0,8 * 0,96332m = 0,77m$$

$$Rcc = 0,9 * Decc = 0,9 * 0,96332m = 0,867 m$$

$$rcc = 0,173 * Decc = 0,173 * 0,96332m = 0,1666 m$$

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 273 de 373</b></p>

$$h1 = 0,25 * Decc = 0,25 * 0,96332m = 0,24 m$$

$$h2 = 0,33 * h1 = 0,33 * 0,24m = 0,0792m$$

$$hcc = h1 + h2 = 0,24m + 0,0792m = 0,3195 m$$

Donde:

Dcc: el diámetro exterior de la tapa

Decc: el diámetro exterior de la tapa elipsoidal

Rcc: el radio exterior de la tapa

rcc: el radio exterior de la curvatura de la tapa

h1: la profundidad de la tapa

h2: la extensión de la tapa

hcc: la longitud total de la tapa

La longitud total del cabezal ( $H_c$ ) que permite una buena distribución del fluido de trabajo en los tubos se calcula con el diámetro de la coraza:

$$H_c = D_s = 0,9 m$$

Para determinar la longitud del canal  $h_c$ :



$$h_c = H_c - h_{cc} = 0,9m - 0,3195m = 0,5805 m$$

### Estimación del peso del intercambiador de calor

Para determinar el peso del intercambiador se calculan por separado los pesos de los baffles, los cabezales, la envolvente y los tubos, luego se realiza una aproximación de acuerdo al código ASME.

#### ✓ **Peso de la envolvente:**

Primero se determina el volumen interior y exterior de la coraza, según sus respectivos diámetros.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 274 de 373</b></p>

$$V_{interno} = \pi * \left(\frac{Di}{2}\right)^2 * L$$

$$V_{interno} = \pi * \left(\frac{0,9m}{2}\right)^2 * 4,572m = 2,90 m^3$$

$$V_{externo} = \pi * \left(\frac{Do}{2}\right)^2 * L$$

$$V_{externo} = \pi * \left(\frac{0,96332m}{2}\right)^2 * 4,572m = 3,33 m^3$$

Una vez calculados los volúmenes, se determina el volumen de la pared, que es la diferencia entre el volumen externo y el volumen interno:

$$V_{pared} = V_{externo} - V_{interno} = 3,33m^3 - 2,90m^3 = 0,43 m^3$$

Con la densidad del material (ASTM A-106/ASME SA-106) se determina el peso de la coraza:

$$P_{coraza} = \rho * v$$

Donde:



$\rho$ : Densidad del material

V: Volumen

$$P_{coraza} = 7750,372 \frac{kg}{m^3} * 0,43m^3 = 3332,66 kg$$

✓ Peso de los tubos:

Se procede de manera similar al cálculo anterior, se determinan los volúmenes interno y externo.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 275 de 373</p>

$$V_{interno} = \pi \times \left(\frac{Di}{2}\right)^2 \times L$$

$$V_{interno} = \pi \times \left(\frac{0,034798m}{2}\right)^2 \times 4,512m = 0,00429m^3$$

$$V_{externo} = \pi \times \left(\frac{Do}{2}\right)^2 \times L$$

$$V_{externo} = \pi \times \left(\frac{0,04826m}{2}\right)^2 \times 4,512m = 0,00825 m^3$$

El volumen de la pared será

$$V_{pared} = V_{externo} - V_{interno} = 0,00825m^3 - 0,00429m^3 = 0,00396m^3$$

El peso de un tubo será

$$P_{tubo} = \rho \times v$$

$$P_{tubo} = 7750,372 \frac{kg}{m^3} \times 0,00396m^3 = 30,69 kg$$

Donde:



$\rho$ : densidad del material

V: Volumen

✓ Peso de los baffles:

Para determinar el diámetro de los baffles se recurre al Apéndice 21 del libro Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 276 de 373

De allí se obtienen los siguientes datos:

<b>Diferencia diametral entre la coraza y el deflector</b>	
<b>D(s)</b>	<b>Ds-Db(m)</b>
<b>0,6096-0,9906</b>	<b>0,0044</b>

De la ecuación Ds-Db se despeja el diámetro del baffle:

$$Ds - Db = 0,0044m$$

$$0,9m - Db = 0,0044m$$

$$Db = 0,0044m + 0,9m$$

$$Db = 0,8956m$$

$$V_{baffle} = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times L$$

$$V_{baffle} = \pi \times \left(\frac{0,8956m}{2}\right)^2 \times 0,0044m = 0,0027 m^3$$

A dicho volumen se le resta el 25% que corresponde a la segmentación del baffle

$$V_{baffle\ real} = 0,00027 m^3$$



$$0,00277 \rightarrow 100\%$$

$$0,0006925 \rightarrow 25\%$$

$$0,00277m^3 - 0,0006925m^3 = 0,00207m^3$$

$$P_{baffle} = 7750,372 \frac{kg}{m^3} \times 0,00207m^3 = 16,04 kg$$

$$P_{baffles} = 15 \times 16,04kg = 240,64 kg$$

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 277 de 373</b></p>

✓ **Peso de los cabezales:**

Para determinar el peso aproximado se tiene en cuenta las dimensiones calculadas anteriormente.

El volumen interior es 1/2 del volumen de una esfera.

$$V_{\text{interior}} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

Siendo r el radio interior de la hemiesfera,  $r = 0,73/2 = 0,365$  m

$$V_{\text{interior}} = 0,1018 \text{ m}^3$$

El volumen exterior es

$$V_{\text{exterior}} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

Siendo r el radio exterior de la hemiesfera,  $r = 0,77/2 = 0,385$  m

$$V_{\text{exterior}} = 0,1195 \text{ m}^3$$

El volumen de la pared será:

$$V_{\text{pared}} = V_{\text{exterior}} - V_{\text{interior}} = 0,1195 - 0,1018 = 0,0177 \text{ m}^3$$


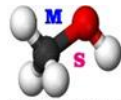
El peso de ambos cabezales está dado por:

$$P_{\text{cabezales}} = 7750,372 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,0177 \text{ m}^3 \times 2 = 274,36 \text{ Kg}$$

El peso total aproximado del equipo vacío será de:

$$P_{\text{total}} = P_{\text{coraza}} + P_{\text{tubos}} + P_{\text{baffles}} + P_{\text{cabezales}} = 3679,7 \text{ kg}$$

Para determinar el peso del equipo en operación, según la norma ASME se debe calcular el peso del equipo lleno de agua.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 278 de 373</b></p>

A continuación, se determina el volumen de agua dentro de la envolvente y dentro de los tubos:

- Volumen de agua en la coraza y en los cabezales está dado por:

$$V_{\text{agua en coraza}} = \pi \times \left(\frac{Di}{2}\right)^2 \times L = \pi \times \left(\frac{0,9}{2}\right)^2 \times 4,512 = 2,87 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{agua en cabezales}} = 2 \times 0,1018 \text{ m}^3 = 0,2036 \text{ m}^3$$

El peso del agua será:



$$P_{\text{agua}} = 998,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (2,90 + 0,2036) \text{ m}^3 = 3098 \text{ kg}$$

- Volumen de agua dentro de los tubos

$$V_{\text{agua en tubo}} = \pi \times \left(\frac{Di}{2}\right)^2 \times L = \pi \times \left(\frac{0,034798}{2}\right)^2 \times 4,512 = 0,00429 \text{ m}^3$$

$$P_{\text{agua}} = 998,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (0,00429 \text{ m}^3) \times 126 = 539,56 \text{ kg}$$

Por lo tanto, el peso total del equipo en operación será de: **4435,25kg**.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 279 de 373

• **Dimensionamiento de boquillas y bridas:** La mayoría de las boquillas utilizadas en intercambiadores de calor comprenden una tubería estándar con un extremo soldado al casco o cabezal, con una brida deslizante o de cuello unida en el otro extremo. Las boquillas pueden ser:

- ✓ Boquillas reforzadas
- ✓ Boquillas forjadas

Las boquillas utilizadas son de tipo forjadas.


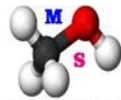
Boquillas de entrada /salida del fluido	Diámetro de las boquillas
Entrada del fluido caliente por tubos	10”
Salida de fluido caliente por tubos	10”
Entrada de fluido frío por coraza	8”
Salida de fluido frío por coraza	8”

A continuación, se muestra una tabla de proyecciones mínimas recomendadas para boquillas

	PROYECCION EXTERIOR EN PULGADAS PARA BRIDAS WELDING NECK						
	DIAM. NOM. TUBO	RANGO DE PRESION DE LA BRIDA EN LBS.					
		150	300	600	900	1500	2500
2	6	6	6	8	8	8	
3	6	6	8	8	8	10	
4	6	8	8	8	8	12	
6	8	8	8	10	10	14	
8	8	8	10	10	12	16	
10	8	8	10	12	14	20	
12	8	8	10	12	16	22	
14	8	10	10	14	16		
16	8	10	10	14	16		
18	10	10	12	14	18		
20	10	10	12	14	18		
24	10	10	12	14	20		

**Fig 9.18 Proyección Exterior para bridas welding neck<sup>152</sup>**

<sup>152</sup> ASME (B16.5-2003)



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 280 de 373</b></p>

Para boquillas con rango de presión de 600 la proyección exterior será de 10”, tanto para tubos como para coraza.

Las bridas son elementos de acero (inoxidable o acero al carbono), que permiten la sujeción entre componentes contiguos de una cañería o entre un equipo y una cañería. La vinculación entre bridas adyacentes se realiza por medio de espárragos roscados. Para el caso de intercambiadores se emplean dos tipos de bridas, las bridas de cuello (welding neck) son de gran resistencia y muy empleadas donde se requiere seguridad, mientras que las bridas deslizantes (slip on) son más económicas ya que no se utilizan para grandes presiones, utilizadas en servicios no críticos.

- ✓ **Bridas de cuello soldable:** Este tipo de brida se prefiere para condiciones severas de trabajo, altas presiones, temperaturas elevadas o temperaturas menores a 0°C, se recomienda su uso para el manejo de fluidos explosivos, inflamables o costosos, donde una falla puede ser acompañada de desastrosas consecuencias.
- ✓ **Bridas Deslizables:** Son de menor costo, su resistencia calculada bajo presión interna es del orden de 2/3 de la anterior y su vida bajo condiciones de fatiga es aproximadamente 1/3.

En nuestro caso las bridas utilizadas son de tipo cuello, de clase 900 para tubos y coraza.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23
			Página 281 de 373

Las dimensiones de las bridas utilizadas se detallan a continuación:

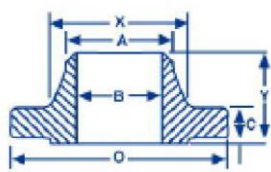
DN	Clase 300						Bridas de cuello 
	Dimensiones (in)						
	O	C	X	A	B	Y	
8"	15	1,625	10,25	8,63	7,98	4,375	
DN	Clase 300						
	Dimensiones (in)						
	O	C	X	A	B	Y	
10"	17,5	1,875	12,625	10,75	10,02	4,625	

Fig 9.19: Disposición de las medidas según ASME<sup>153</sup>


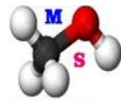
La norma TEMA especifica que para intercambiadores de clase B, el diámetro mínimo de los espárragos es de 5/8". En nuestro caso y para el tipo de bridas:

Diámetro Nominal	CLASE 300			
	Numero de Espárragos	Diámetro del Esparrago	Longitud (mm)	Longitud(In)
8"	12	7/8	155,575	6,125
Diámetro Nominal	CLASE 300			
	Numero de Espárragos	Diámetro del Esparrago	Longitud (mm)	Longitud (in)
10"	16	1	174,625	6,875

Fig 9. 20. Disposición de las medidas según ASME<sup>154</sup>

<sup>153</sup> (B16.5-2003)

<sup>154</sup> (B16.5-2003)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>INTEGRANTES:</b> Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 282 de 373</b>

### ❖ Soportes y oreja de izaje

Soporte o Silleta: Los intercambiadores de calor horizontales deban tener soportes tipo silletas, dicho soportes deben ser diseñados considerando los esfuerzos por condición de apoyo.

El código ASME especifica las dimensiones de las silletas en función del peso del equipo en operación y del diámetro exterior del mismo. Para calcular las reacciones de las silletas se recomienda considerar el peso del equipo lleno de agua.

Desde el punto de vista económico y estético se recomienda el uso de dos silletas únicamente, por el hecho de que si se usan más de dos silletas se corre el riesgo de que alguna de ellas se “sienta” involucrando además otras cargas no consideradas. Al localizar las silletas, es preferible que la distancia entre la línea de tangencia de los cabezales y la silleta nunca sea mayor de 0,2 veces la longitud del recipiente.

El diámetro exterior del equipo es de 0,9144m (36”), por lo tanto, las dimensiones de las silletas serán las descriptas al diámetro correspondiente a las pulgadas según la siguiente tabla:



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN” AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 283 de 373
---	--	---	------------------------	-------------------

CARACTERÍSTICAS																		
DIAM. RECIPIENTE D	CARGA MÁXIMA PARA SOPORTES kg	TODAS LAS DIMENSIONES EN PULGADAS										PESO DE UN SOPORTE kg	CANTIDADES INTERMEDIAS	INFORMACIÓN				
		A1	B	C	D	E	F	G	H	J	K				DIAMETRO ANCLA	DIAMETRO BARREROS	BARREROS OVALADO	FILETE DE SOLDADURA
24	3410	19	6	22	3/8	7	8	23	5/16	11	3/16	3/4	1	1x1-1/2	1/4	23	1	SOPORTE PARA RECIPIENTES HORIZONTALES
30	4545	22	6	27	7/16	7	10-1/2	29	5/16	13-1/2	3/16	3/4	1	1x1-1/2	1/4	30	1	
36	6818	25	6	32	1/2	7	12-1/2	34	3/8	16	1/4	3/4	1	1x1-1/2	1/4	41	1	
42	9090	28	6	38	9/16	7	16	40	1/2	19	5/16	3/4	1	1x1-1/2	5/16	50	1	
48	18180	31	8	43	5/8	9	18	45	1/2	21-1/2	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	91	1	
54	22727	34	8	48	5/8	9	20	50	1/2	12	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	110	2	
60	27270	37	8	53	5/8	9	23	55	1/2	13	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	123	2	
66	34090	40	8	58	5/8	9	25	60	1/2	14	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	136	2	
72	38636	43	8	63	5/8	9	28	65	1/2	16	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	148	2	
78	45455	46	8	69	5/8	9	31	71	1/2	17	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	160	2	
84	68180	49	9	74	3/4	10	33	76	5/8	19	1/2	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	1/2	225	2	
90	79540	52	9	79	3/4	10	35	81	5/8	20	1/2	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	1/2	250	2	
96	90900	55	9	84	3/4	10	37	86	5/8	21	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	270	2	
102	104540	58	9	90	3/4	10	40	92	5/8	23	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	295	2	
108	125000	61	10	95	3/4	11	42	97	5/8	24	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	320	2	
114	159100	64	10	100	3/4	11	44	102	5/8	25	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	345	2	
120	177270	67	10	105	3/4	11	46	107	5/8	26	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	365	2	
126	200000	70	10	110	3/4	11	48	112	5/8	28	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	385	2	
132	227270	73	10	116	3/4	11	51	118	5/8	29	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	410	2	
138	245450	76	10	121	3/4	11	53	123	5/8	30	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	430	2	
144	263600	79	10	126	3/4	11	55	128	5/8	32	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	455	2	

Fig 9.21: Soporte para recipientes<sup>155</sup>

<sup>155</sup> (Estrada, 2001)





<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha:</b> 10/02/23</p>	<p>Página 284 de 373</p>
---	--	--	-------------------------------	--------------------------

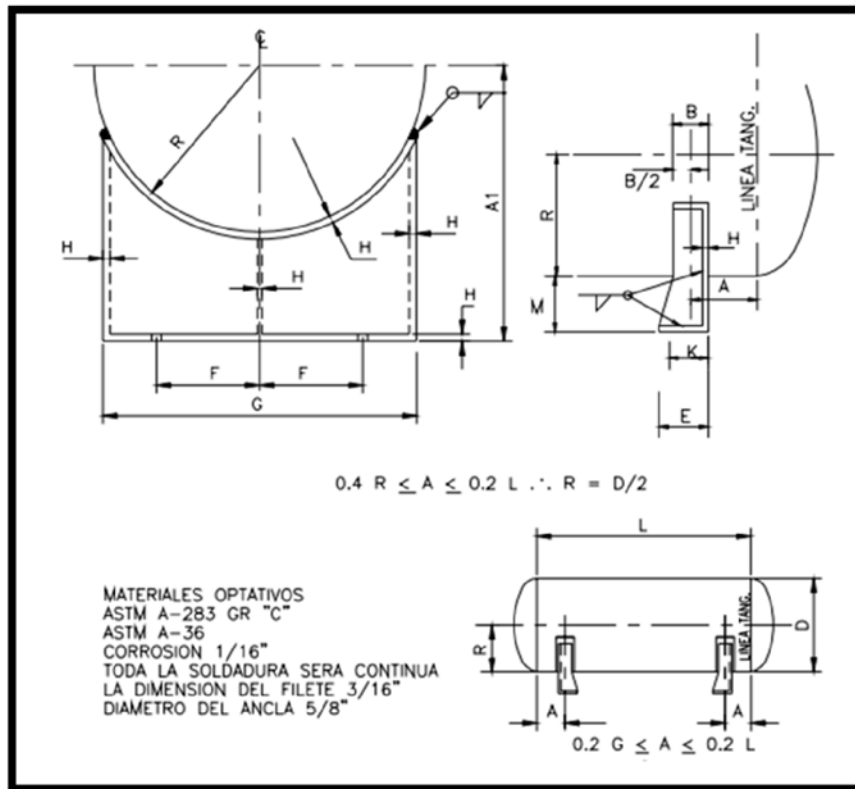


Fig 9.22: Soporte para recipientes<sup>156</sup>- Fuente:

### Ángulo de agarre:

El valor del mínimo ángulo de contacto entre la silleta y el cuerpo es sugerido por el código ASME, con una magnitud de 120°.

### Orejas de Izaje:

Las orejas de izaje se colocan para poder transportar, localizar y dar mantenimiento al equipo, es necesario colocar por lo menos dos orejas de izaje. El espesor de las orejas se calcula como:

<sup>156</sup> (Estrada, 2001)

**Profesor titular:**  
 Ing. Horacio Spesot

**Jefe de Trabajos Prácticos:**  
 Ing. Ezequiel Krumrick

**Ayudante de Catedra:**  
 Ing. Cristian Silva  
 Ing. Garrido Juan

**Fecha:** 10/02/23

**Página** 285 de 373

$$t_o = \frac{W}{SD}$$

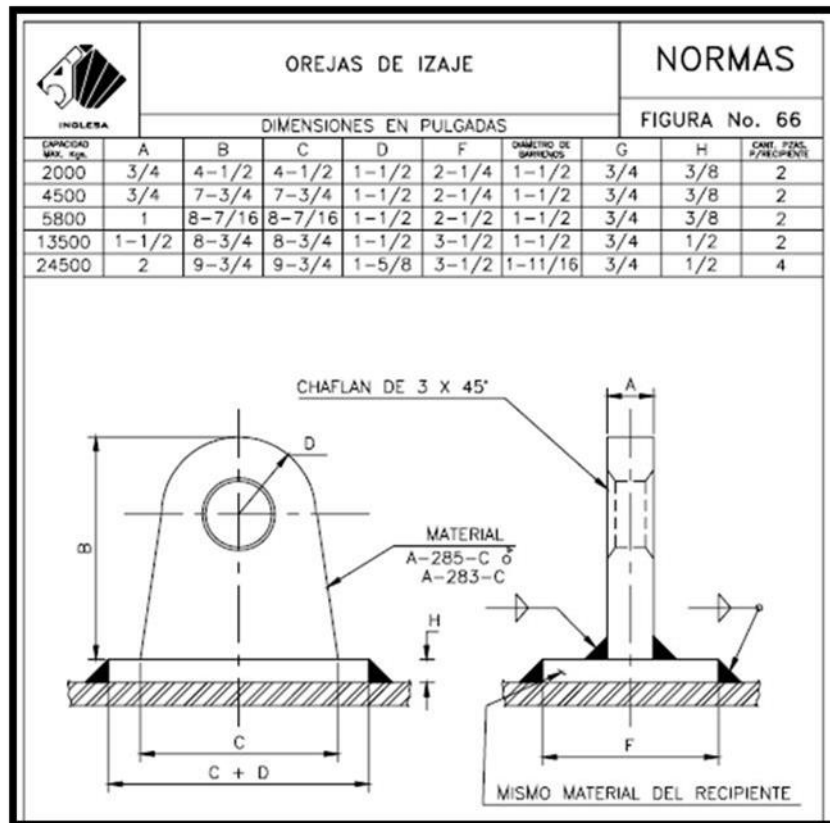
Siendo:

To el espesor mínimo requerido en la oreja de izaje.

W es el peso del equipo vacío.



S es el esfuerzo a la tensión del material de la oreja (acero A285,889MPa).

D es la distancia mostrada en la siguiente figura



**Fig.9. 23: Diseño de orejas de izaje<sup>157</sup>**

<sup>157</sup> (Estrada, 2001)

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 286 de 373</b></p>

El espesor de las orejas de izaje será de:

$$t_o = \frac{8589 \text{ lb}}{10844,6 \text{ psi} \times 1 \frac{1}{2}"} = 0,528 \text{ in} = 13,41 \text{ mm}$$

El material utilizado para los soportes, orejas de izaje y demás (boquillas, bridas, etc.) será de acero al carbono SA-285 [Archivos\E-306-Modelo.pdf](#)

## 9.3 DISEÑO DEL SEPARADOR BIFASICO V- 400

### 9.3.1 DEFINICION



Es un recipiente a presión que se utiliza para lograr separar las fases de un fluido a una presión y temperatura determinada. Pueden ser clasificados como bifásicos (dos fases: gas-liquido) o trifásicos (tres fases: gas-liquido-liquido). Los separadores bifásicos remueven el total de líquido del gas.

El líquido sale del recipiente por el fondo a través de una válvula de control de nivel o de descarga. El gas sale por la parte superior del recipiente y pasa a través de un extractor de niebla para captar las pequeñas gotas de líquido de gas. Los separadores no solo se utilizan para separar fluidos también cumplen otras funciones importantes como slug catchers, scrubbers, knock-outs, trampas, tanques flash, recipientes de expansión, etc.

### 9.3.2 PRINCIPIOS DE SEPARACIÓN

En el diseño de separadores es necesario tomar en cuenta los diferentes estados en que pueden encontrarse los fluidos y el efecto que sobre estos pueden tener las diferentes fuerzas o principios físicos.

Los principios fundamentales considerados para realizar la separación física de vapor, líquido o sólido son: la fuerza de gravedad, la fuerza centrífuga y el choque de partículas o coalescencia. Toda separación puede emplear uno o más de estos principios, pero siempre las

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 287 de 373</b></p>

fases de los fluidos deben ser inmiscibles y de diferentes densidades para que ocurra la separación.

✓ **Separación por gravedad:** Es el mecanismo de separación que más se utiliza, debido a que el equipo requerido es muy simple. Cualquier sección ampliada en una línea de flujo, actúa como asentador, por gravedad, de las gotas de líquido suspendidas en una corriente de gas.



El asentamiento se debe a que se reduce la velocidad de flujo, en los separadores el asentamiento por gravedad tiene lugar principalmente en la sección secundaria, que se conoce también como sección de asentamiento por gravedad. Si el flujo es vertical hacia arriba como en los separadores verticales, las partículas de líquido que se van a separar caen a contraflujo del gas. Estas partículas de líquido que descienden por la acción de la gravedad se aceleran, hasta que la fuerza de arrastre se balancea con la fuerza gravitacional. Después de este momento, las partículas continúan cayendo a una velocidad constante, conocida como velocidad de asentamiento o velocidad final.

La velocidad de asentamiento calculada para una gota de líquido de cierto diámetro indica la velocidad máxima que debe tener el gas para permitir que gotas de este diámetro o mayor se separen.

✓ **Fuerza Centrífuga:** La fuerza centrífuga que se induce a las partículas de líquido suspendidas en una corriente de gas, puede ser mucho más grande que la fuerza de gravedad que actúa sobre las mismas partículas. Este principio mecánico de separación se emplea en un separador tanto en la sección de separación primaria como en algunos tipos de extractores de niebla, por ejemplo, en el extractor tipo ciclónico.

Las partículas de líquido colectadas en las paredes de un extractor de niebla tipo ciclónico, difícilmente son arrastradas por la corriente de gas. Se recomienda que la velocidad del gas no sea mayor de un cierto valor crítico.

✓ **Choque de partículas o coalescencia:** Este mecanismo de separación es tal vez el que más se emplea en la eliminación de las partículas pequeñas de líquido suspendidas en una

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 288 de 373</p>

corriente. Las partículas de líquido que viajan en el flujo de gas chocan con obstrucciones donde quedan depositadas.



El choque de partículas en un proceso de separación de mezcla depende del tiempo de separación de dos fluidos inmiscibles, el proceso ocurre cuando dos gotas de fluidos diferentes chocan entre sí. Si el par de gotas esta expuestas a un ambiente de presión y turbulencia determinada la energía cinética de este par de gotas induce a que las mismas se agrupen de tal manera que se convierta en una sola, es decir, existe una energía de adhesión. Por lo tanto, cuando este contacto se rompe el proceso es finalizado y llamado coalescencia.

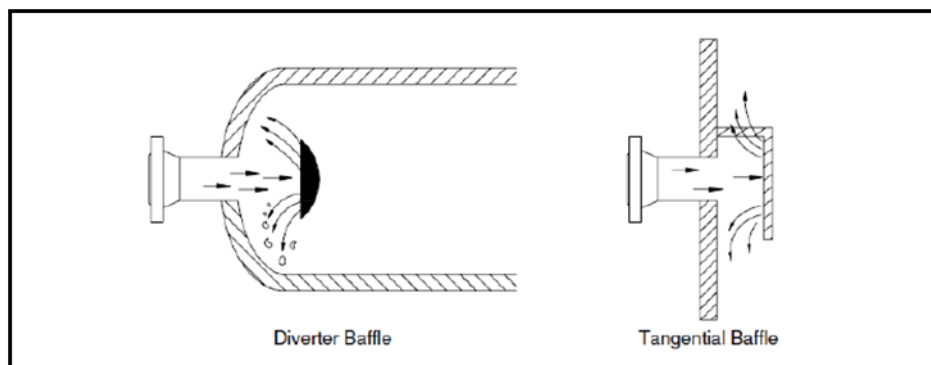
### 9.3.3 COMPONENTES COMUNES

Para un funcionamiento eficiente y estable en una amplia gama de condiciones, cualquier separador gas líquido normalmente contiene secciones y componentes que se describen a continuación.

Independientemente del tamaño o la forma, cada separador contiene las siguientes cuatro secciones.

- ***Sección de separación primaria:*** Esta sección tiene como objetivo recoger y eliminar la mayor parte del líquido en la corriente de entrada. Las burbujas o las grandes partículas de líquido se remueven para minimizar la turbulencia del gas y el re-arrastre de las partículas de líquido preparadas para la segunda etapa de separación. Para lograrlo, generalmente es necesario utilizar dispositivos de entrada como baffles o desviadores con el fin de reducir el impulso de la corriente de entrada ya sea creando una fuerza centrífuga (en separadores verticales) o un cambio abrupto de dirección (en separadores horizontales), separando así la mayor parte del líquido entrante.



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 289 de 373</b></p>



**Fig. 9.3.1. Tipos de baffles de entrada<sup>158</sup>**

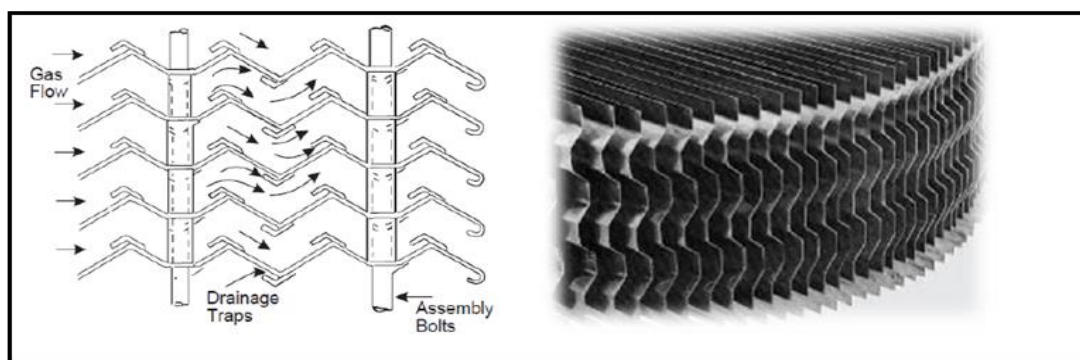
- *Sección de separación secundaria:* Es también conocida como sección de separación por gravedad. El principio de separación de esta sección se basa en la sedimentación por gravedad de las gotas de líquido atrapadas en la corriente gaseosa después de que se haya reducido su velocidad en la sección de separación primaria. La sección de separación por gravedad se dimensiona de modo que las gotas de líquido mayores de 100 a 140 micrones caigan a la interfaz gas-líquido, mientras que las gotas de líquido más pequeñas permanecen con el gas. Las gotas de líquido mayores de 100 a 140 micrones no son deseables ya que pueden sobrecargar el extractor de niebla en la salida del separador. La eficiencia de esta sección depende de las propiedades del gas y del líquido, tamaño de partículas y el grado de turbulencia del gas. Algunos diseños utilizan baffles internos para reducir la turbulencia y disipar la espuma. Los baffles también actúan como coalescentes de gotas, lo que reduce la longitud horizontal requerida para la eliminación de gotas de la corriente de gas.
- *Sección de extracción de niebla:* El extractor de niebla puede consistir en una serie de paletas, una almohadilla de malla de alambre tejido, o un dispositivo centrífugo que remueve pequeñas gotas de la corriente de gas. Esta sección elimina las pequeñas gotas de líquido (normalmente hasta 10 micrones de diámetro) del gas al impactar sobre una superficie donde se unen en gotas más grandes o películas líquidas que coalescen y caen,

<sup>158</sup> PIP. García Gimena Haydee.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página <b>290</b> de <b>373</b></p>

lo que permite la separación de la fase gaseosa. El arrastre de líquido suele ser menor a 0,1 galones por millones de pies cúbicos standard por día (gal/MMscf). En la industria se conoce el extractor de niebla como caja de vanes, caja de chicanas o demister. La efectividad de estos dispositivos depende de la velocidad del gas. Cuando se trabaja a velocidades muy altas o bajas, los extractores son poco efectivos.

- Caja de chicanas: Consisten en una serie de paletas espaciadas adecuadamente proporcionando trayectorias de flujo de gas en zig-zag. Este cambio de dirección obliga a que el líquido arrastrado incida en la paleta y drene.





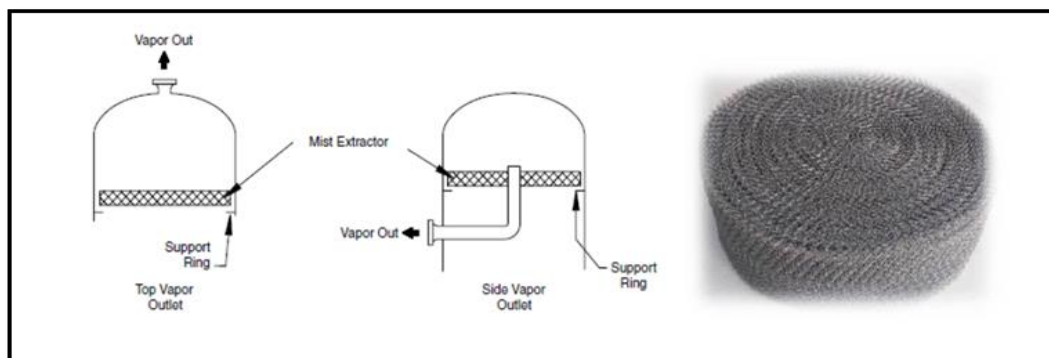
**Fig.9.3.2 . Caja de chinana tipo paleta<sup>159</sup>. Fuente:**

- De fibras o malla de alambre: Son usados para corrientes de entrada limpias donde el taponamiento por sólidos es improbable. Se fabrican mediante alambre de punto, metal o plástico, en capas compactadas que luego se enroscan y apilan para lograr el espesor requerido de la almohadilla. Estos extractores están hechos con un tejido de fibras de alambre entre 0,002 y 0,020 pulgadas de diámetro.

<sup>159</sup> PIP. García Gimena Haydee.



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 291 de 373</b></p>



**Fig.9. 3. 3. Extractor de niebla tipo malla de alambre<sup>160</sup>**

- Sección de acumulación de líquido: El o los líquidos removidos del gas en las secciones primaria, secundaria y extracción de niebla se recolectan en esta sección de acumulación. Es necesaria una capacidad suficiente para permitir sobretensiones u oleadas en el flujo de líquido y proporcionar el tiempo de retención necesario para la separación eficiente de la solución. En las aplicaciones de separación de dos fases, la sección de separación por gravedad de líquido proporciona un tiempo de residencia para desgasificar el líquido. En aplicaciones de separación trifásica, la sección de gravedad de líquidos también proporciona tiempo de residencia para permitir la separación de agua libre y petróleo.



Un rompe vórtice puede ubicarse sobre las boquillas de salida del líquido para evitar que se desarrolle un vórtice cuando la válvula de control del líquido está abierta. Un vórtice podría aspirar algo de gas del espacio de vapor y volver a arrastrarlo a la salida del líquido.

Un rompe vórtice es un cilindro cubierto con placas planas dirigidas radialmente. Cuando el líquido ingresa al fondo del rompe vórtices, las placas planas evitan cualquier movimiento circular, que elimina cualquier tendencia a formar vórtices.

Antes de comenzar con los cálculos de diseño, se evaluarán los diferentes escenarios a los que podemos enfrentarnos cuando se comienza un diseño. Es decir, especificar el tipo de

<sup>160</sup> PIP. García Gimena Haydee.



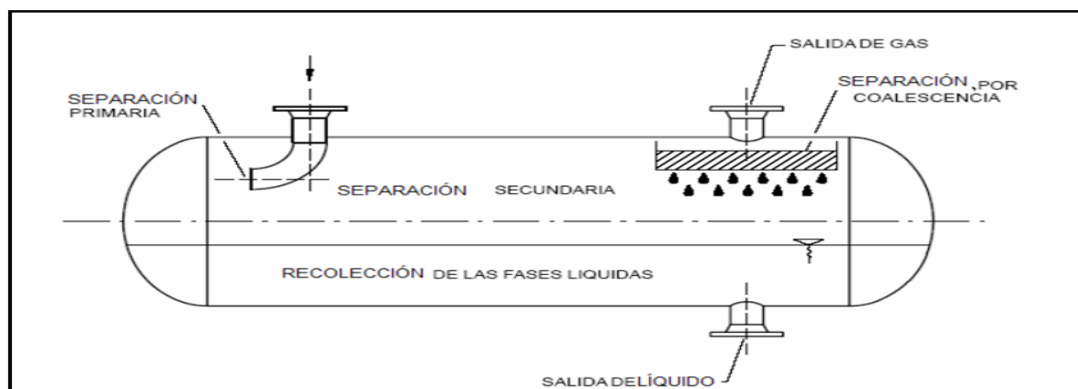
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 292 de 373

recipiente, conocer las diferentes opciones en cuanto a materiales de diseño, como también disposiciones y opciones estructurales que se encuentran en el mercado.

### 9.3.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SEPARADORES



- **Según su geometría:** Pueden clasificarse como:
  - ✓ Horizontales:
  - ✓ Verticales
  - ✓ Esférico
  
- **Según su presión de operación:** Los separadores pueden ser referidos como de baja, media o alta presión.
  - ✓ Baja presión: presiones de 10 a 180 psi (0,70 a 12,7 kg/cm<sup>2</sup>g).
  - ✓ Media presión: presiones de 230 a 700 psi (16,2 a 49,2 kg/cm<sup>2</sup>g).
  - ✓ Alta presión: presiones de 975 a 1500 psi (68,5 a 105,5 kg/cm<sup>2</sup>g).
  
- **Según su uso:** Los separadores pueden clasificarse según el tipo de uso como:
  - ✓ Tanques: recipientes de almacenamiento.
  - ✓ Recipientes de proceso: pueden clasificarse como atmosféricos o a presión.

En el caso de nuestro diseño, se trata de un recipiente de alta presión, que cumple la función de separador bifásico del tipo horizontal.



**Fig.9.3.4 Separador horizontal<sup>161</sup>**

<sup>161</sup> <http://oilproduction.net/cms3/files/Separadores%20Bifasicos%20y%20Trifasico.pdf>

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 293 de 373</b></p>

## Coraza o Cascaron

El cascaron de los recipientes muchas veces es cilíndrico debido a que, en esta forma geométrica, se tiene un área transversal más grande para un perímetro dado y por lo tanto mayor resistencia que con otras formas exceptuando la esférica y con ello mayor economía y mejor facilidad de construcción.

Los esfuerzos que se presentan en este tipo de formas son:

*Esfuerzos Longitudinales:* Causados por la presión del fluido contenido.

*Esfuerzos Tangenciales:* Causados por la misma presión anterior.



*Esfuerzos Residuales:* Causados por el proceso de soldadura o cualquier trabajo mecánico.

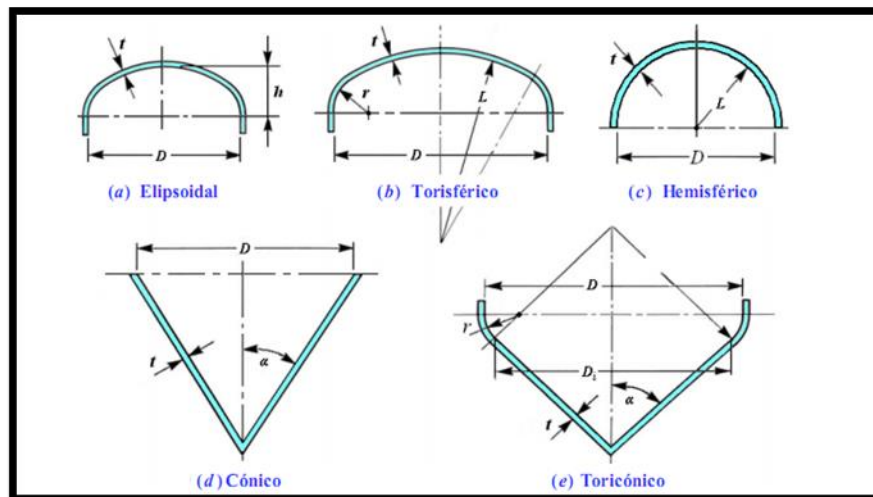
*Esfuerzos causados por Cargas Externas:* Tales como viento y sismo.

## Tapas o Cabezales

Los recipientes sometidos a presión pueden estar contruidos por diferentes tipos de tapas o cabezales. Cada uno de estos es más recomendable a ciertas condiciones de operación y costo económico, los diferentes cabezales contemplados por el código ASME son los siguientes:

- ✓ **Cabecal Toriesférico**
- ✓ **Cabecal Hemisférico**
- ✓ **Cabecal Cónico**
- ✓ **Cabecal Toricónico**
- ✓ **Cabecal Elipsoidal**

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 294 de 373</p>



**Fig.9.3. 5. Tipos de Cabezales<sup>162</sup>**

El tipo de Cabezal utilizado para nuestro diseño es del tipo elipsoidal, debido a que este tipo de cabezal trabaja a presiones superiores a  $14\text{kg/cm}^2$ .



### Cargas

Según lo establecido por ASME en sus requerimientos generales, las cargas que se deben tener en cuenta para el diseño de un recipiente son las siguientes:

- ✓ Presión Interna o externa.
- ✓ Peso del recipiente y su contenido
- ✓ Otras cargas estáticas; pesos de equipos (motores, bombas, otros recipientes, etc.).
- ✓ Cargas dinámicas debidas a variaciones de presión, temperatura, equipos, etc.
- ✓ Fuerzas de la naturaleza (viento, nieve, hielo, etc.)
- ✓ Presiones anormales por errores de operación

En general el espesor de mínimo para el cuerpo y los cabezales es de 1,6mm, sin incluir el sobreespesor por corrosión, el cual está establecido en las pautas de diseño y debe ser lo suficiente como para que el equipo pueda cumplir con la vida útil programada.

<sup>162</sup> J.Massa, Giro (2007) Compendio de cálculo estructural.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 295 de 373</b></p>

### 9.3.5. SELECCIÓN DEL MATERIAL

Los materiales empleados para el diseño de separadores se seleccionan de acuerdo con lo estipulado por el código ASME sección VIII División 1, el cual es conocido como el código de construcción para recipientes bajo presión. El alcance es para recipientes sometidos a presiones entre 15 y 3000 psig.

En el caso de tratarse de fluidos corrosivos, los materiales deben ser seleccionados teniendo en cuenta las recomendaciones hechas por API o NACE (National Association of Corrosion Engineers)



El código ASME, toma bajo su jurisdicción los materiales amparados por la ASTM (American Society For Testing and Materials) y solo le anteponen una “S” a los materiales amparados por él.

El código ASME dedica a la sección II a los materiales que ampara, en donde se proporciona, además de muchos otros datos, el valor de los esfuerzos máximos permisibles a distintas temperaturas.

**Materiales amparados por el código:** Las placas de acero al carbono se usan en la mayoría de los casos, donde lo permiten las condiciones de servicio debido a su bajo costo y mayor disponibilidad. Estos aceros son fabricados para que puedan ser soldados por fusión y cortados por medio de oxígeno.

Existe una gran diversidad de materiales especificados por el ASME de los cuales los más utilizados son:

- SA-516: todos los grados: Recipientes de media resistencia para servicio de media y baja temperatura.
- SA-285C: Recipientes estacionarios de resistencia baja e intermedia.
- SA-106B: Para cañerías que transportan fluidos y gases de alta presión y temperatura.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 296 de 373</p>

Los 3 aspectos fundamentales que intervienen para una adecuada selección del material son los siguientes:

- ✓ Tipos de fluidos a manejar.
- ✓ Condiciones de temperatura y presión.
- ✓ Facilidad para adquirir el material en el mercado. Del material respecto al tipo de fluido a manejar, esta estará sujeta a las características de corrosión de dicho fluido, ya sea un acero al carbono para fluido poco corrosivo o un acero de alta aleación o de recubrimiento para un fluido altamente corrosivo.



Para seleccionar los materiales de construcción de nuestro separador bifásico tuvimos en cuenta los aspectos mencionados anteriormente. Eligiendo como, material al acero al carbono, particularmente SA-516 70 g para la coraza y los cabezales y para las conexiones, bridas, silletas y orejas de izaje SA-285 C.

### 9.3.6 DISEÑO FUNCIONAL

A continuación, se detallan los cálculos para el diseño de nuestro separador con designación “V-400”, ubicada en el área 400 de nuestro proceso. Para realizar los cálculos se utilizó como base, la Norma ASME VIII en su sección 1, siguiendo los métodos de cálculo de diferentes fuentes bibliográficas nombradas al finalizar el capítulo.

El fluido de proceso a separar tiene los siguientes componentes CH<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>OH, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>, del cual salen gases que se purgan y líquidos compuestos por CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O Y CH<sub>3</sub>OH que alimenta a la primera columna de destilación.

Las propiedades de las corrientes han sido obtenidas mediante los paquetes termodinámicos del programa HYSYS y se resumen en la siguiente tabla:

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 297 de 373

<b>PROPIEDADES</b>	
Temperatura (°C)	40
Presión (Kpa)	7100
Flujo másico (Kg/h)	19020
Flujo volumétrico(m <sup>3</sup> /h)	23,09

Tabla 9.3.1. Propiedades de los fluidos<sup>163</sup>

<b>COMPOSICION MOLAR</b>	
Metano	0,0014
Agua	0,2805
Hidrogeno	0,0033
CO	0,0003
CO <sub>2</sub>	0,0325
Metanol	0,6820

Tabla 9.3.2. Composición molar de la corriente<sup>164</sup>

### 9.3.7 CALCULO DIMENSIONAL

Se conocen datos dimensionales del recipiente mediante el programa asociado al caudal volumétrico. Teniendo en cuenta estos datos y utilizando un método matemático proporcionado por la bibliografía, se procedió a calcular el volumen real del recipiente, considerando sobredimensionamientos otorgados por la norma y capacidades. El método de cálculo sugiere un tiempo de residencia en el separador de 5 a 10 minutos para un separador que opera al 50%. Para dimensionar este separador se toman 6 min.

$$V = Q \times t$$

Donde:

V: volumen [m<sup>3</sup>]



Q: caudal volumétrico [m<sup>3</sup>/h]

t: tiempo de residencia [h]

$$V = 23,09 \frac{m^3}{h} \times 0,1h$$

$$V = 2,309 m^3$$

<sup>163</sup> Autor  
<sup>164</sup>

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 298 de 373</p>

Calculamos un sobredimensionamiento de la capacidad de los tanques de un 15%

$$V_s = V \times 1,15$$

$$V_s = 2,309m^3 \times 1,15$$

$$V_s = 2,656m^3$$

Como el volumen del fluido que se tendrá en el recipiente corresponde al 50 %, se calcula el volumen total del recipiente.

$$V_r = 2 \times V$$

$$V_r = 2 \times 2,656m^3$$

$$V_r = 5,31 m^3$$


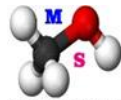
Se determinaron las dimensiones del recipiente mediante el uso del software Aspen Hysys v9, definiendo el tipo de cabezales elipsoidal.

Dimensiones del recipiente	
Diámetro (Di)	1,538m
Largo (L)	2,309m
Altura de los cabezales (h)	0,4130m

Tabla 9.3.3. Dimensiones del recipiente<sup>165</sup>

Conociendo estos valores, se puede continuar con el cálculo de las presiones

<sup>165</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 299 de 373</b>

### Presión de diseño interna:

La presión de diseño se obtiene mediante la presión de diseño teórica, de acuerdo con el siguiente rango; la presión de diseño teórica es de 70 atm; por lo tanto:

**Si  $P_t > 20 \text{ atm}$**

$$P_d = 1,1 \times P_t$$

Por lo tanto, nos queda la presión de diseño:

$$P_d = 1,1 \times 70 \text{ atm} = 77 \text{ atm}$$

La presión de diseño es la presión utilizada para el diseño del equipo. Esta presión siempre será superior a la presión de operación para que el equipo pueda resistir presiones levemente superiores a la de operación. Es decir, la presión de diseño se aplica para sobredimensionar el equipo y no tener problemas cuando se opera.

### Presión de prueba hidráulica:

Uno de los requisitos de diseño que establece la norma en su apartado UG-99, es la prueba de presión hidráulica, la que se calcula como sigue:

$$P_p = 1,3 \times P_d$$

$$P_p = 1,3 \times 77 \text{ atm}$$

$$P_p = 100,1 \text{ atm} = 103,41 \text{ kg/cm}^2$$

### Temperatura de diseño



De la misma manera que se sobredimensiona el equipo a efectos de presión, también se realizará a efectos de temperatura. Se tomará un margen de seguridad de 20°C para calcular la temperatura de diseño

$$T_d = T_{op} + 20^\circ\text{C}$$

$$T_d = 40^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C}$$

$$T_d = 60^\circ\text{C}$$



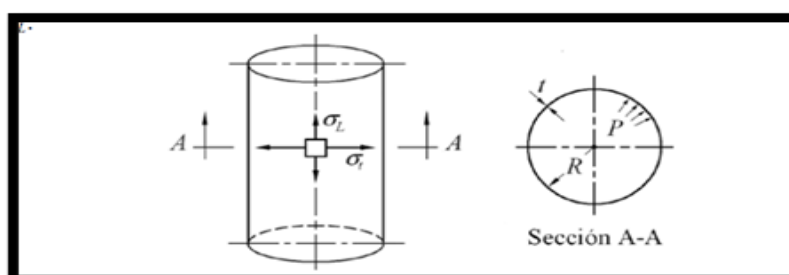
 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 300 de 373</p>

### 9.3.8 DISEÑO MECANICO

Como mencionamos anteriormente el material de diseño de nuestro separador será de acero al carbono. (SA-576, SA-285C).

#### CALCULO DEL ESPESOR:

Para realizar el cálculo del espesor, se considera, que el esfuerzo de los cuerpos cilíndricos sometidos a presión interna se puede dividir en dos partes. Una de ellas corresponde al esfuerzo en forma tangencial, y la otra al esfuerzo en forma longitudinal. La norma ASME contempla que el espesor debe calcularse como el valor del espesor mayor entre los dos anteriores; sin embargo, se conoce también que el esfuerzo tangencial en cuerpos cilíndricos sometidos a presión interna es mayor que el esfuerzo longitudinal, por lo general el doble.



**Fig.9.3.6. Tensiones en un cuerpo cilíndrico sometido a presión interna<sup>166</sup>.**

- Tensión tangencial:

$$\tau = \frac{P \times R}{S \times E - 0,6 \times P}$$



- Tensión Longitudinal:

$$\tau = \frac{P \times R}{2 \times S \times E - 0,4 \times P}$$

Donde:

$\tau$  : Espesor mínimo requerido de la pared de la coraza.

<sup>166</sup> J.Massa, Giro (2007) Compendio de cálculo estructural.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		<b>INTEGRANTES:</b> Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com		 <b>METANOL DEL SUR</b>			
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>					
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot		<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick		<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan		<b>Fecha:</b> 10/02/23		<b>Página</b> 301 de 373	

R: Radio interno de la coraza.

S: Tensión máxima admisible a la que se puede someter el material de un recipiente, es función de la temperatura, estos valores los provee la norma ASME.



E: Eficiencia de la soldadura, se puede definir como el grado de confiabilidad de las mismas. El valor más utilizado en la industria es de 0,85.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES: ACERO AL CARBONO Y DE BAJO CONTENIDO DE ELEMENTOS DE ALEACION												
Valores máximos de esfuerzo permitido a tensión 1000 lb/pulg <sup>2</sup> *												
Especificación		Para temperatura del metal no mayor de, grados F										
Número	Grado	- 20 a 650	700	750	800	850	900	950	1050	1100	1150	1200
SA-283	C	12.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA-285	C	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	-	-	-	-	-
SA-515	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-515	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-515	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-515	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-516	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-516	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-516	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-516	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-105		17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-181	I	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-350	LF1	15.0	14.4	13.0	10.8	7.8	5.0	3.0	1.5	-	-	-
SA-350	LF2	17.5	16.6	14.8	12.0	7.8	5.0	3.0	1.5	-	-	-
SA-53	B	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	-	-	-	-	-
SA-106	B	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA-193	B7 ≤ 2½"	25.0	25.0	23.6	21.0	17.0	12.5	8.5	4.5	-	-	-
SA-194	2H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA-307	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig.9.3.7. Tensiones en un cuerpo cilíndrico sometido a presión interna<sup>167</sup>

Los datos de tensión máxima admisible, S, se obtienen en función de la temperatura.

<sup>167</sup> J.Massa, Giro (2007) Compendio de cálculo estructural

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 302 de 373</p>

La temperatura de diseño calculada fue de 60°C (140°F). Con este dato, para acero al carbono 17,5, se obtiene el valor de S que deberá multiplicarse x 1000 para obtener valores en psi.

El valor según tabla es de 17,5 su conversión a psi es de 17500psi = 1190,8atm.

Con esos datos podemos realizar los siguientes cálculos:

- Tensión tangencial

$$\tau = \frac{77atm \times 0,769m}{1190,8atm \times 0,85 - 0,6 \times 77atm}$$

$$\tau = 0,0613m = 61,30mm$$

- Tensión Longitudinal

$$\tau = \frac{77atm \times 0,769m}{2 \times 1190,8 atm \times 0,85 - 0,4 \times 77atm}$$

$$\tau = 0,0297m = 29,70mm$$

Se comprueba que el valor de la tensión tangencial es mucho más grande que el valor de la tensión longitudinal, por lo tanto, se toma el valor más alto como el valor del espesor del recipiente.

Al tratarse de acero al carbono, consideraremos una adición al espesor de 0,13mm debido al desgaste por corrosión por año y teniendo una vida útil de 12 años.



$$Adicion\ de\ espesor = 0,13mm \times 12\ años = 1,56mm$$

$$\tau(tension\ total) = 1,56mm + 61,30mm = 62,86mm$$

### Diámetro externo del recipiente:

Según la norma ASME, en su apartado UG-33(f), los espesores requeridos para presiones externas se calculan mediante la siguiente relación:

$$D_{ext} = D_{int} + 2 \times \tau t$$

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 303 de 373

$$D_{ext} = 1,538 m + 2 \times 0,06286m$$

$$D_{ext} = 1,6637m$$

### Espesor de los cabezales:

Como se mencionó con anterioridad, se escogió para el diseño de este recipiente cabezales tipo elipsoidales, por lo tanto, se utiliza la expresión dada por ASME en su sección 1-4c, para este tipo de cabezales.

Part	Stress Formula	Thickness, t		Pressure, P		Stress, S	
		I.D.	O.D.	I.D.	O.D.	I.D.	O.D.
<b>Shell</b>							
Longitudinal [1, Section UG-27(c)(2)]	$\sigma_x = \frac{PR_L}{0.2t}$	$\frac{PR_L}{2SE + 0.4P}$	$\frac{PR_L}{2SE + 1.4P}$	$\frac{2SEI}{R_i - 0.4t}$	$\frac{2SEI}{R_o - 1.4t}$	$\frac{P(R_i - 0.4t)}{2Et}$	$\frac{P(R_o - 1.4t)}{2Et}$
Circumferential [1, Section UG-27(c)(1); Section 1-1(a)(1)]	$\sigma_\theta = \frac{PR_L}{t}$	$\frac{PR_L}{SE - 0.6P}$	$\frac{PR_L}{SE + 0.4P}$	$\frac{SEI}{R_i + 0.6t}$	$\frac{SEI}{R_o - 0.4t}$	$\frac{P(R_i + 0.6t)}{Et}$	$\frac{P(R_o - 0.4t)}{Et}$
<b>Heads</b>							
Hemisphere [1, Section 1-11(a)(2); Section UG-27(d)]	$\sigma_x = \sigma_\theta = \frac{PR_L}{2t}$	$\frac{PR_L}{2SE - 0.2P}$	$\frac{PR_L}{2SE + 0.8P}$	$\frac{2SEI}{R_i + 0.2t}$	$\frac{2SEI}{R_o - 0.8t}$	$\frac{P(R_i + 0.2t)}{2Et}$	$\frac{P(R_o - 0.8t)}{2Et}$
Ellipsoidal [1, Section 1-4(c)]	See Procedure 2-2	$\frac{PD_s K}{2SE - 0.2P}$	$\frac{PD_s K}{2SE + 2P(K - 0.1)}$	$\frac{2SEI}{KD_s + 0.2t}$	$\frac{2SEI}{KD_o - 2t(K - 0.1)}$	See Procedure 2-2	See Procedure 2-2
2:1 S.E. [1, Section UG-32(d)]	-	$\frac{PD_s}{2SE - 0.2P}$	$\frac{PD_s}{2SE + 1.8P}$	$\frac{2SEI}{D_i + 0.2t}$	$\frac{2SEI}{D_o - 1.8t}$	-	-
100%–6% Torispherical [1, Section UG-32(w)]	-	$\frac{0.885PL_s}{SE - 0.1P}$	$\frac{0.885PL_s}{SE + 0.8P}$	$\frac{SEI}{0.885L_s + 0.1t}$	$\frac{SEI}{0.885L_s - 0.8t}$	-	-
Torispherical L/r < 16.66 [1, Section 1-4(f)]	-	$\frac{PL_M}{2SE - 0.2P}$	$\frac{PL_M}{2SE + P(M - 0.2)}$	$\frac{2SEI}{LM + 0.2t}$	$\frac{2SEI}{L_M - t(M - 0.2)}$	-	-
<b>Cone</b>							
Longitudinal	$\sigma_x = \frac{PR_L}{2t \cos \alpha}$	$\frac{PD_s}{4 \cos \alpha (SE + 0.4P)}$	$\frac{PD_s}{4 \cos \alpha (SE + 1.4P)}$	$\frac{4SEI \cos \alpha}{D_i - 0.8t \cos \alpha}$	$\frac{4SEI \cos \alpha}{D_o - 2.8t \cos \alpha}$	$\frac{P(D_i - 0.8t \cos \alpha)}{4Et \cos \alpha}$	$\frac{P(D_o - 2.8t \cos \alpha)}{4Et \cos \alpha}$
Circumferential [1, Section 1-4(e); Section UG-32(g)]	$\sigma_\theta = \frac{PR_L}{t \cos \alpha}$	$\frac{PD_s}{2 \cos \alpha (SE - 0.6P)}$	$\frac{PD_s}{2 \cos \alpha (SE + 0.4P)}$	$\frac{2SEI \cos \alpha}{D_i + 1.2t \cos \alpha}$	$\frac{2SEI \cos \alpha}{D_o - 0.8t \cos \alpha}$	$\frac{P(D_i + 1.2t \cos \alpha)}{2Et \cos \alpha}$	$\frac{P(D_o - 0.8t \cos \alpha)}{2Et \cos \alpha}$

Fig.9.3. 8. Formulas generales para diseño de recipientes a presión<sup>168</sup>.



Para este caso se utilizará un factor de soldadura igual a 1, en lugar de 0,85 ya que los cabezales se construyen en una sola pieza por lo tanto no posee soldaduras.

$$\tau = \frac{P \times D_i \times K}{2 \times S \times E - 0,2 \times P}$$

$$K = 0,167 \times \left[ 2 + \left( \frac{D_i}{2 \times h} \right)^2 \right]$$

$$K = 0,167 \times \left[ 2 + \left( \frac{1,538m}{2 \times 0,4130m} \right)^2 \right]$$

<sup>168</sup> Norma ASME VIII DIV 1

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 304 de 373</b></p>

$$K = 0,9123$$

$$\tau = \frac{77 \text{ atm} \times 0,9123 \times 1,538 \text{ m}}{2 \times 1190,8 \text{ atm} \times 1 - 0,2 \times 77 \text{ atm}}$$

$$\tau = 0,04565 \text{ m} = 45,65 \text{ mm}$$

El valor del espesor del cabezal es menor al espesor calculado para la coraza cilíndrica, por lo tanto, se adoptará el espesor de mayor valor para un mejor diseño, montaje y mantenimiento del equipo. Por lo tanto, el valor adoptado para el espesor del equipo será de **62,86mm**.

#### Altura total de los cabezales:

Esta dada por la suma de la altura del cabezal con el aporte de espesor mínimo requerido por tensión tangencial.

$$h_t = h + \tau$$

$$h_t = 0,4130 \text{ m} + 0,06286 \text{ m}$$

$$h_t = 0,47586 \text{ m}$$

#### Largo total del recipiente:

Está dado por la suma del largo del recipiente, con el aporte de la altura de los cabezales.



$$L_T = L + 2 \times h$$

$$L_T = 2,309 \text{ m} + 2 \times 0,4130 \text{ m}$$

$$L_T = 3,135 \text{ m}$$

#### Peso del recipiente:

Para calcular el peso del recipiente debemos conocer el volumen de las paredes del recipiente, para ello se calcula los volúmenes internos y externos del cilindro, y luego se realiza la diferencia entre ambos, obteniendo el volumen de las paredes del mismo.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 305 de 373</b></p>

### Volumen del cilindro:

Para el cálculo del volumen del cilindro, se tienen en cuenta los diámetros internos y externos afectados por la altura del mismo, L.

El cálculo de los volúmenes internos y externos del cilindro se determinó por la expresión:

$$v = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times L$$

Los datos que se tienen son:

D<sub>int</sub>: 1,538 m

D<sub>ext</sub>: 1,6637 m

L: 2,309 m

*-Volumen interno del cilindro:*

$$V_{int,c} = \pi \times \left(\frac{D_{int}}{2}\right)^2 \times L$$

$$V_{int,c} = \pi \times \left(\frac{1,538m}{2}\right)^2 \times 2,309m$$

$$V_{int,c} = 4,29m^3$$

*-Volumen externo del cilindro:*



$$V_{ext,c} = \pi \times \left(\frac{D_{ext}}{2}\right)^2 \times L$$

$$V_{ext,c} = \pi \times \left(\frac{1,6637 m}{2}\right)^2 \times 2,309m$$

$$V_{ext,c} = 5,02 m^3$$

*-Volumen del cilindro*

$$V_C = V_{ext,c} - V_{int,c}$$

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 306 de 373</p>

$$V_C = 5,02m^3 - 4,29m^3$$

$$V_C = 0,73m^3$$

**Volumen de los cabezales:**

Como se ha mencionado, se eligieron los cabezales tipo elipsoidales, el cálculo del volumen de los mismos se realiza por medio de la ecuación de un semielipsoide:

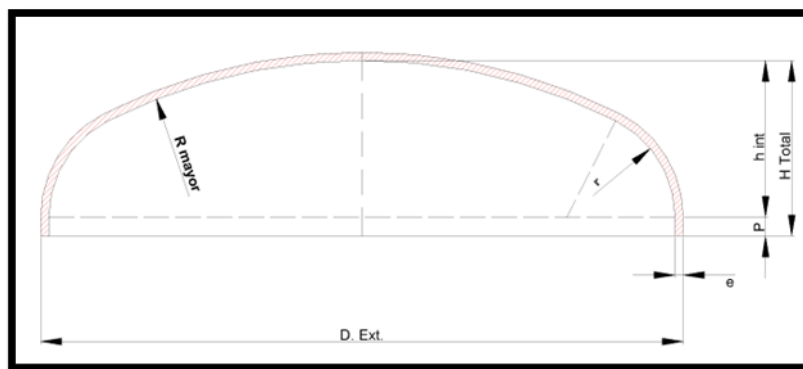
$$v = \frac{2}{3} \times \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times h$$

Los datos que se tienen son:

Dint: 1,538m

Dext: 1,6637 m

h: 0,4130m





**Fig.9.3. 9. Dimensiones de cabezal elipsoidal<sup>169</sup>**

*-Volumen interno del cabezal:*

$$V_{int,h} = \frac{2}{3} \times \pi \times \left(\frac{D_{int}}{2}\right)^2 \times h$$

<sup>169</sup> Estrada, J. M, Diseño y cálculo de recipientes a presión.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 307 de 373</b></p>

$$V_{int,h} = \frac{2}{3} \times \pi \times \left(\frac{1,538m}{2}\right)^2 \times 0,4130m$$

$$V_{int,h} = 0,5115 m^3$$

-Volumen externo del cabezal:

$$V_{ext,h} = \frac{2}{3} \times \pi \times \left(\frac{D_{ext}}{2}\right)^2 \times H_h$$

$$V_{ext,h} = \frac{2}{3} \times \pi \times \left(\frac{1,6637m}{2}\right)^2 \times 0,4130m$$

$$V_{ext,h} = 0,5986m^3$$

-Volumen del cabezal:

$$V_h = V_{ext,h} - V_{int,h}$$

$$V_h = 0,5986m^3 - 0,5115m^3$$

$$V_h = 0,0871 m^3$$

-Volumen total del recipiente:

$$V_{CT} = V_C + 2 \times V_h$$

$$V_{CT} = 0,73m^3 + 2 \times 0,0871m^3$$



$$V_{CT} = 0,9042 m^3$$

### Peso del recipiente vacío:

Se calcula por el producto del volumen total del recipiente con la densidad del mismo.

$$W_{rec} = V_{CT} \times \rho$$



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 308 de 373</p>

$$W_{rec} = 0,9042 \text{ m}^3 \times 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_{rec} = 7098 \text{ kg} = 7,098 \text{ Tn}$$

### 9.3.9 CONSTRUCCION MECANICA

**SOLDADURA:** El procedimiento más utilizado actualmente en la fabricación de recipientes a presión es la soldadura. Todas las soldaduras serán aplicadas mediante el proceso de arco eléctrico sumergido, el cual puede ser manual o automático cualquiera de los dos casos, deberá tener penetración completa y se deberá eliminar la escoria dejada por un cordón de soldadura, antes de aplicar el siguiente.

La soldadura por arco eléctrico sumergido es un proceso en el cual el calor es aportado por un arco eléctrico generado entre uno o más electrodos y la pieza de trabajo.


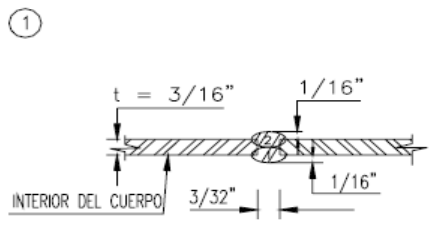
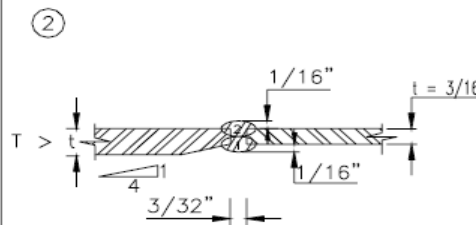
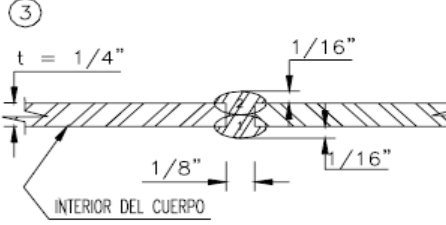
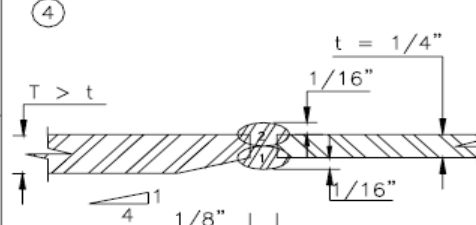
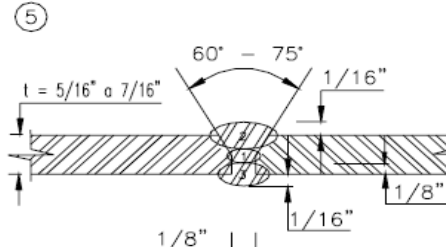
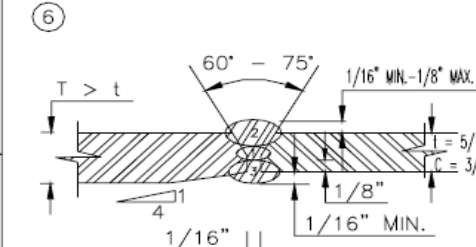
El arco eléctrico mencionado está sumergido en una capa de fundente granulado que lo cubre totalmente protegiendo el metal depositado durante la soldadura. De aquí el nombre del proceso.

Una ventaja del proceso es que, estando el arco completamente encerrado, pueden utilizarse intensidades de corriente extremadamente elevadas sin chisporroteo o arrastre de aire. Las intensidades elevadas producen una penetración profunda y el proceso es térmicamente eficiente, puesto que la mayor parte del arco está bajo la superficie de la plancha.

En la siguiente figura se observan los distintos tipos procedimientos de unión de placas de acero al carbono que no requieren refuerzos y considera la unión externa posible.

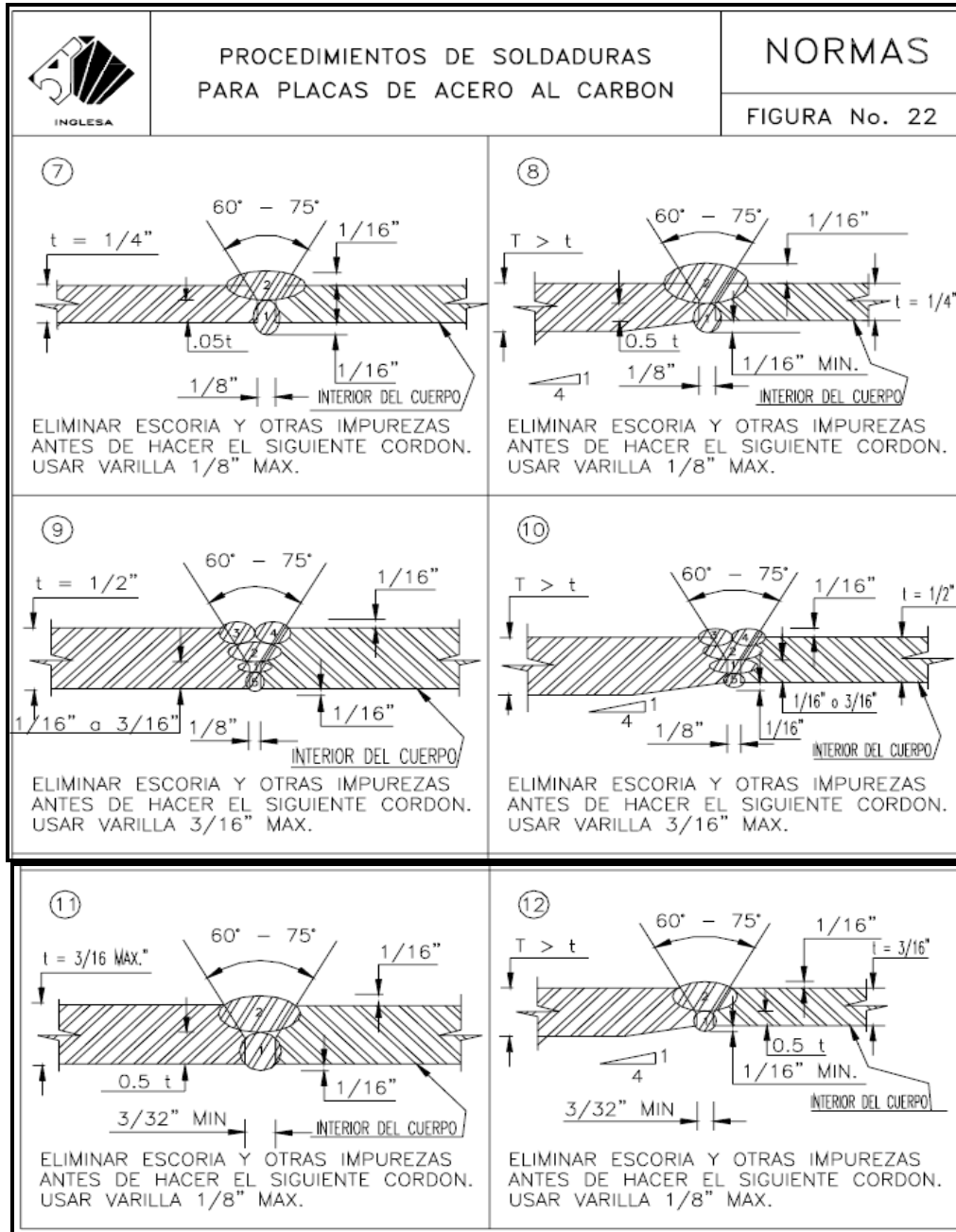


Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudante de Catedra: Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	Fecha: 10/02/23	Página 309 de 373
--	--	--	-----------------	-------------------

 INGLESA	PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURAS PARA PLACAS DE ACERO AL CARBON	NORMAS
		FIGURA No. 21
 <p>ELIMINAR ESCORIA Y OTRAS IMPUREZAS ANTES DE HACER EL SIGUIENTE CORDON. USAR VARILLA 1/8" MAX.</p>	 <p>ELIMINAR ESCORIA Y OTRAS IMPUREZAS ANTES DE HACER EL SIGUIENTE CORDON. USAR VARILLA 1/8" MAX.</p>	
 <p>ELIMINAR ESCORIA Y OTRAS IMPUREZAS ANTES DE HACER EL SIGUIENTE CORDON. USAR VARILLA 1/8" MAX.</p>	 <p>ELIMINAR ESCORIA Y OTRAS IMPUREZAS ANTES DE HACER EL SIGUIENTE CORDON. USAR VARILLA 1/8" MAX.</p>	
 <p>ELIMINAR ESCORIA Y OTRAS IMPUREZAS ANTES DE HACER EL SIGUIENTE CORDON. USAR VARILLA 3/16" MAX.</p>	 <p>ELIMINAR ESCORIA Y OTRAS IMPUREZAS ANTES DE HACER EL SIGUIENTE CORDON. USAR VARILLA 3/16" MAX.</p>	



<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 310 de 373
---	--	---	------------------------	-------------------





Profesor titular:  
Ing. Horacio Spesot

Jefe de Trabajos  
Prácticos:  
Ing. Ezequiel Krumrick

Ayudante de Catedra:  
Ing. Cristian Silva  
Ing. Garrido Juan

Fecha: 10/02/23

Página 311 de 373

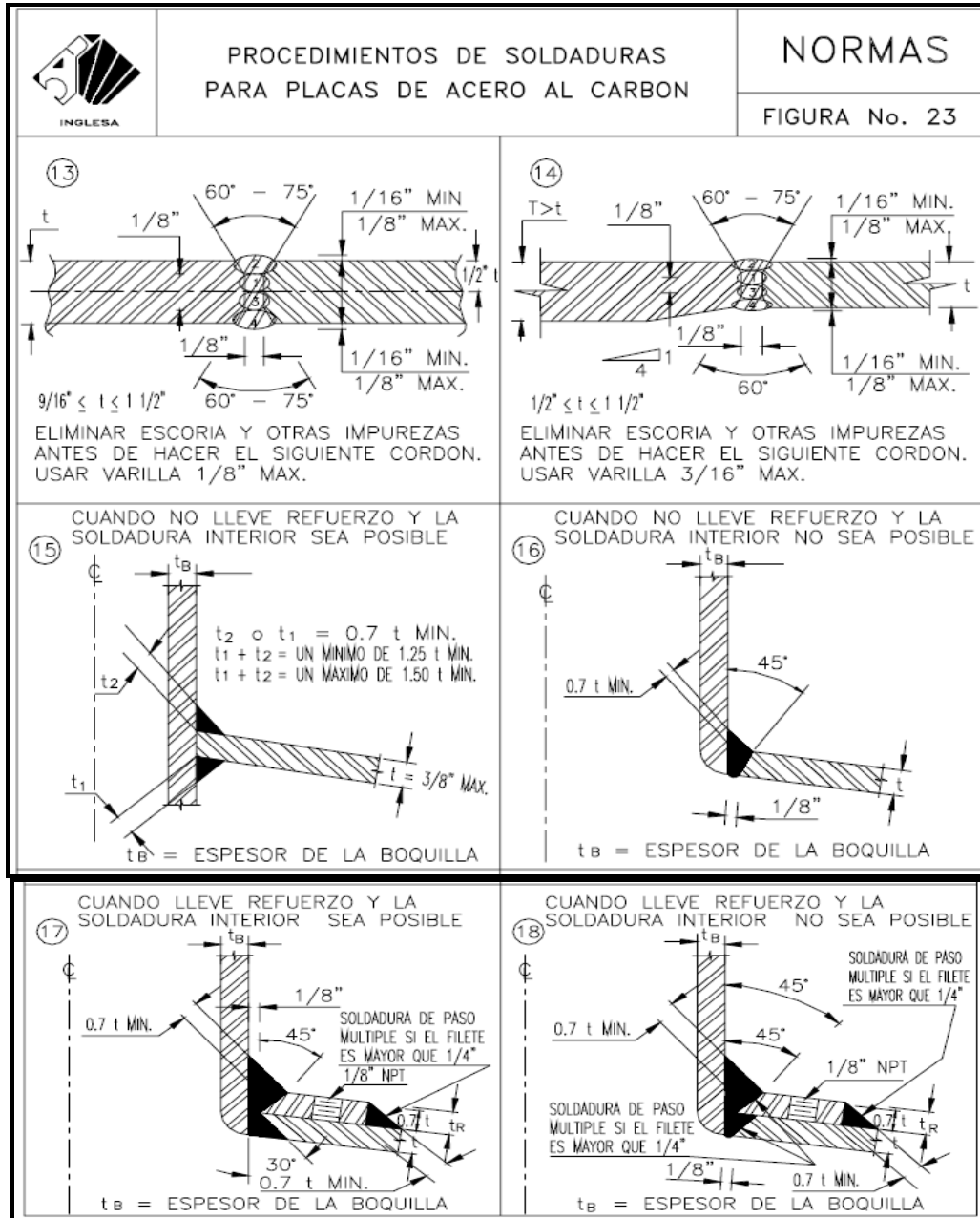




Fig.9.3. 10. Tipos de soldadura para placas de acero al carbono<sup>170</sup>. Fuente:

Utilizaremos el proceso SNAW (con electrodo revestido). Con aws 6010 de raiz y aws 7018 las siguientes.

<sup>170</sup> Estrada, J. M. Diseño y cálculo de recipientes a presión.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 312 de 373

**CONSTRUCCION DE SILLETAS:** El lugar óptimo para localizar las silleas en este tipo de recipientes es aquel en el cual, los momentos flexionantes resultantes son iguales tanto en los puntos donde están localizadas las silleas como en el centro de la distancia entre ellas, la localización de estos puntos es función del ángulo de agarre de las silleas. El valor del mínimo ángulo de contacto entre la sillea y el cuerpo es sugerido por el Código ASME con una magnitud  $120^\circ$ , con excepción de recipientes muy pequeños. Las dimensiones de las silleas se calculan a partir de una tabla que se provee por la norma ASME de acuerdo al diámetro exterior del recipiente.

Esta tabla está calculada a partir de relaciones empíricas entre análisis de la longitud, las tensiones ejercidas dentro de la carcasa cilíndrica por la flexión, las tensiones de corte generadas por la transmisión de las cargas en los soportes y las tensiones circunferenciales dentro de la carcasa cilíndrica. El método de cálculo se describe en la sección 2 de ASME VIII, en su capítulo 4.



Conociendo el valor del diámetro exterior, se pueden conocer los valores tabulados para los parámetros dimensionales de las silleas.

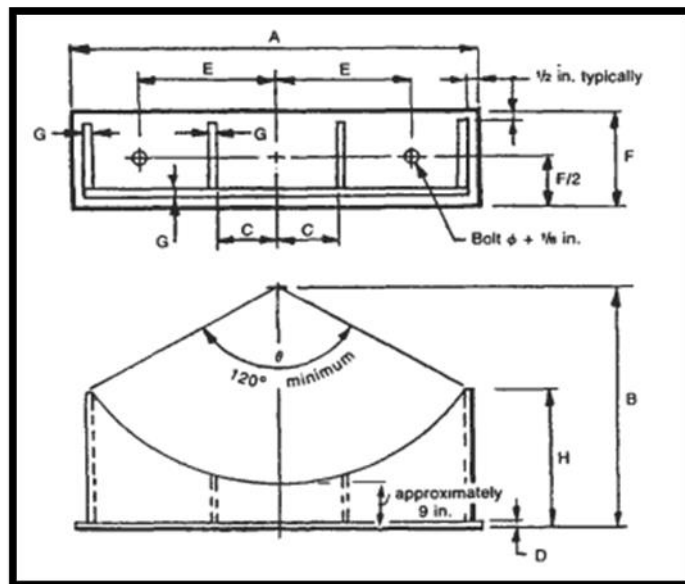
Vessel O.D.	Maximum Operating Weight	A	B	C	D	E	F	G	H	Bolt Diameter	$\theta$	Approximate Weight/Set
24	15,400	22	21	N.A.	0.5	7	4	0.25	15.2	1	$122^\circ$	80
30	16,700	27	24			9	4		16.5		$120^\circ$	100
36	15,700	33	27			12	6		18.8		$125^\circ$	170
42	15,100	38	30			15			20.0		$123^\circ$	200
48	25,330	44	33			18			22.3		$127^\circ$	230
54	26,730	48	36			20			22.7		$121^\circ$	270
60	38,000	54	39			23			25.0		$124^\circ$	310
66	38,950	60	42			26			27.2		$127^\circ$	350
72	50,700	64	45	10		28		0.375	27.6		$122^\circ$	420
78	56,500	70	48	11	0.75	31	8		29.8		$124^\circ$	710
84	57,525	74	51	12		33			30.2		$121^\circ$	810
90	64,200	80	54	13		36			32.5		$123^\circ$	880
96	65,400	86	57	14		39			34.7		$125^\circ$	940
102	94,500	92	60	15		42	10	0.500	37.0	1 1/4	$126^\circ$	1,350
108	85,000	96	63	16		44			37.3		$123^\circ$	1,430
114	164,000	102	66	17		47		0.625	39.6		$125^\circ$	1,760
120	150,000	106	69	18		49			40.0		$122^\circ$	1,800
132	127,500	118	75	20		55			44.5		$125^\circ$	2,180
144	280,000	128	81	22		60			47.0		$124^\circ$	2,500
156	266,000	140	87	24		66			51.6		$126^\circ$	2,730

\*Table is in inches and pounds and degrees.

**Fig.9.3. 11. Parámetros de sillea<sup>171</sup>**

<sup>171</sup> Dennis R. Moss. Pressure Vessel Design Manual (1987), pág. 189

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 313 de 373</p>



**Fig.9.3.12. Dimensiones de silleta<sup>172</sup>**

Con estos datos según nuestro diámetro exterior (1.6637 m =65,5 pulgadas), se pueden determinar los valores dimensionales con los que se construirá la silleta.

**CONSTRUCCION DE OREJAS DE IZAJE:** Las orejas de izaje son elementos de sujeción del tanque. Su principal función es dar los puntos de apoyo para que el tanque puede ser elevado y de esta manera transportarlo hacia el sitio donde va a operar. Las orejas de izaje son por lo general dos placas con orificios que se sueldan al tanque para sujetarse al cuerpo cilíndrico del mismo.



Para determinar el diseño, es conveniente verificar que el espesor del recipiente será suficiente para soportar las fuerzas aplicadas en la oreja de izaje.

Por esta razón, se calcula a partir del peso del recipiente, el espesor mínimo requerido en el cuerpo o en la placa de respaldo de la oreja, esta relación está dada por la ecuación:

$$\tau_c = \frac{W}{S \times (C + \tau_o) \times 2}$$

<sup>172</sup> Dennis R. Moss; Pressure Vessel Desing Manual (1987), pág. 189



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com		 <b>METANOL DEL SUR</b>			
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>						<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>			
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot		<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick		<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan		<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 314 de 373	

Donde:

tc: Espesor mínimo requerido en la placa de respaldo o en el cuerpo.

W: Peso del equipo vacío.

S: Esfuerzo a la tensión del material del cuerpo o placa de respaldo.

C: Longitud tabulada a partir del peso del recipiente vacío (fig. 13)

to: Espesor de la oreja de izaje

El peso del recipiente vacío se calculó anteriormente y dio un resultado de 7098kg.

 INGLESA	OREJAS DE IZAJE							NORMAS		
	DIMENSIONES EN PULGADAS							FIGURA No. 66		
	CAPACIDAD MAX. Kgs.	A	B	C	D	F	DIAMETRO DE BARRENOS	G	H	CANT. PZAS. P/RECIPIENTE
2000	3/4	4-1/2	4-1/2	1-1/2	2-1/4	1-1/2	3/4	3/8	2	
4500	3/4	7-3/4	7-3/4	1-1/2	2-1/4	1-1/2	3/4	3/8	2	
5800	1	8-7/16	8-7/16	1-1/2	2-1/2	1-1/2	3/4	3/8	2	
13500	1-1/2	8-3/4	8-3/4	1-1/2	3-1/2	1-1/2	3/4	1/2	2	
24500	2	9-3/4	9-3/4	1-5/8	3-1/2	1-11/16	3/4	1/2	4	

**Fig.9.3. 13. Longitud de orejas de izaje en in<sup>173</sup>**


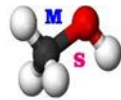
Los materiales utilizados para la construcción de piezas soldadas para recipientes a presión deberán cumplir con las especificaciones dadas en la Sección II del código ASME VIII. El material elegido debe tener entre sus características una tensión máxima admisible capaz de soportar el peso del recipiente en su traslado.

Además de tratarse de un material que permita el espesor calculado, y un costo considerable.

El Material elegido para la construcción de las partes externas del recipiente, se trata de acero al carbono SA-285C con una tensión máxima admisible de 30000psi según ASME Sección II.

Este material se presenta en planchas de baja y media resistencia para servicios de recipientes a presión soldados. Se presenta en 3 grados diferentes con diferentes niveles de

<sup>173</sup> Estrada, J. M. Diseño y cálculo de recipientes a presión

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 315 de 373</p>

resistencia y se limita a 300mm de espesor. Se caracterizan por una buena soldabilidad. El separador contara con dos orejas de izaje de acuerdo con el peso del recipiente.

Se calcula el espesor de la oreja de izaje,  $t_o$  según la ecuación:

$$\tau_o = \frac{W}{S \times D}$$

Donde:

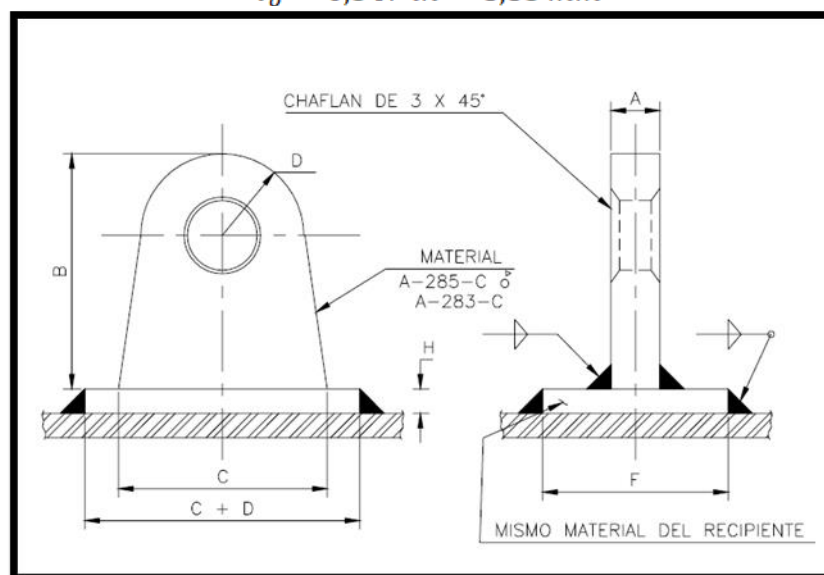
W: es el peso del equipo vacío (lb)

D: Longitud tabulada a partir del peso del recipiente vacío (fig.13, in)

S: tensión máxima admisible del material (psi)

$$\tau_o = \frac{15648,42 \text{ lb}}{30000 \text{ psi} \times 1,5 \text{ in}}$$



$$\tau_o = 0,347 \text{ in} = 8,83 \text{ mm}$$



**Fig.9.3. 14. Diseño de orejas de izaje<sup>174</sup>**

<sup>174</sup> Estrada, J. M, Diseño y cálculo de recipientes a presión.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 316 de 373

Además del espesor de la oreja, se calcula el espesor mínimo de la placa de respaldo o bien del cuerpo que deberá soportar las fuerzas aplicadas en la oreja de izaje.

$$\tau_c = \frac{W}{S \times (C + \tau_o) \times 2}$$

$$\tau_c = \frac{15648,42 \text{ lb}}{30000 \text{ psi} \times (8,75 \text{ in} + 0,347 \text{ in}) \times 2}$$

$$\tau_c = 0,0287 \text{ in} = 0,7282 \text{ mm}$$



**BOQUILLAS DEL RECIPIENTE:** El separador V-400, constara con las siguientes boquillas o aberturas:

CONEXIONES		
Ítem	Denominación	Tamaño
N1	Entrada del fluido	10 in
N2	Salida de gases	4 in
N3	Salida de líquidos	4 in
N4	Conexión para válvula de seguridad	1 in
N5	Manómetro	½ in
N6	Drenaje	½ in
N7	Conexión control de nivel	¾ in
N8	Boca de Hombre	24 in

**Tabla.9.3. 3: Boquillas del separador<sup>175</sup>**

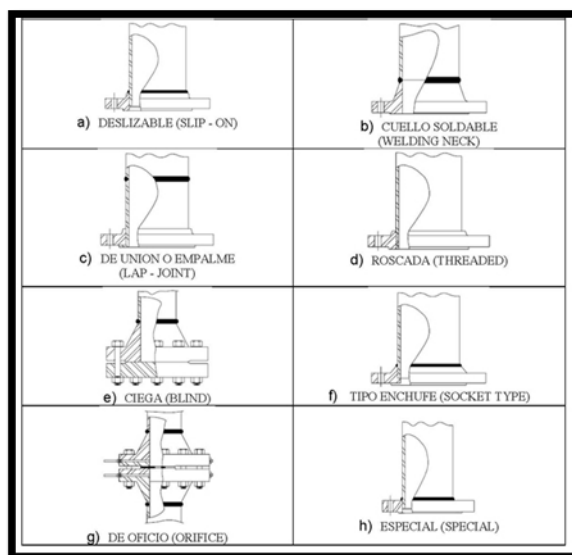
El código ASME, detalla en su capítulo UG-36, de sección VIII, división 1, las condiciones o límites de las aberturas en los recipientes, ya que un depósito a presión se debilita cuando se hace una abertura y el agujero es un punto débil que debe ser reforzado. Explica que los recipientes cuyas boquillas estén por debajo de 3 in, no requerirán de un refuerzo adicional. En líneas generales, el recipiente debe reforzarse con una cantidad de metal igual a la cantidad de metal que se quitó para hacer la abertura. Este refuerzo puede

<sup>175</sup> Autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 317 de 373</p>

formar parte de la boquilla, en forma integral, o ser un parche adicional. Los métodos de cálculo de requerimientos de refuerzos de boquillas consisten en una serie de estudios de presiones y cargas ejercidas sobre los mismos acompañados de un estudio analítico detallado de software desarrollado para tal fin que tienen como base la norma ASME.

**SELECCIÓN DE TIPOS DE BRIDAS PARA BOQUILLAS:** Los tipos de bridas para recipientes horizontales a presión son:





**Fig.9.3.15. Tipos de bridas para recipientes horizontales a presión según ASME<sup>176</sup>**

Para este tipo de recipientes y con estas condiciones de diseño, se eligió la brida tipo cuello soldable (welding neck) por sus numerables ventajas frente a otro tipo de soldadura. Se caracteriza por su cono largo y por su cambio gradual de espesor en la región de la soldadura que la une al tubo. El cono largo suministra un refuerzo importante a la brida desde el punto de vista de resistencia.

Son recomendadas para servicios severos, sea por alta temperatura, o como en el caso del V-400, altas presiones, para recipientes que manipulen líquidos inflamables, corrosivos o tóxicos, o en aquellos servicios donde las fugas de cualquier tipo deben mantenerse al mínimo. Además, la soldadura entre la brida WN y la cañería, permite ser inspeccionada por

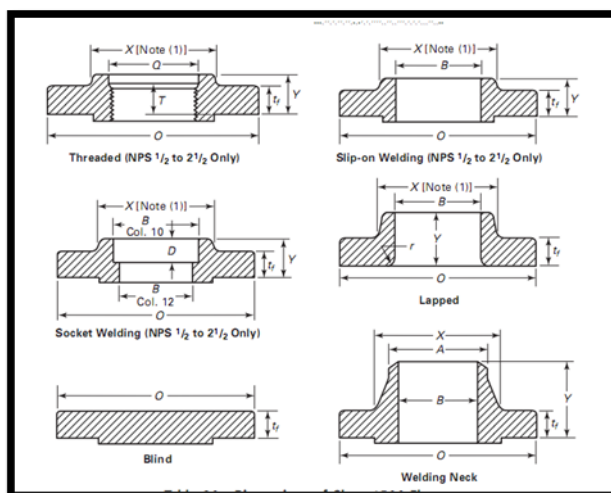
<sup>176</sup> Estrada, J. M. Diseño y cálculo de recipientes a presión.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		<b>INTEGRANTES:</b> Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com		 <b>METANOL DEL SUR</b>			
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>					
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot		<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick		<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan		<b>Fecha:</b> 10/02/23		<b>Página</b> 318 de 373	

métodos radiográficos o ultrasónicos. Estos ensayos de inspección de soldaduras solo pueden realizados en este tipo de bridas y no en las otras, lo que da a las bridas WN mayor confiabilidad y seguridad en su uso.

La soldadura entre la brida y la tubería tiene una buena resistencia a la fatiga y no induce puntos locales de stress.

Las dimensiones de las bridas se toman de la tabla de bridas de ASME B16.5, las cuales se encuentran agrupadas por clase según la temperatura y la presión de trabajo. Se selecciona la serie 900 debido a que la presión de diseño es 78,014 bar y la temperatura de 60°C.



**Fig.9.3.16. Disposición de las medidas según ASME<sup>177</sup>**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nominal Pipe Size, NPS	Outside Diameter of Flange, O	Thickness of Flange Min., $t_f$	Diameter of Hub, X	Hub Diameter Beginning of Chamfer Welding Neck, A [Note (2)]	Length Through Hub Threaded/Slip-on, Y	Lapped, Y	Welding Neck, Y	Thread Length Threaded Flange Min., T [Note (3)]	Slip-on Min., B	Lapped Min., B	Welding Neck, B	Corner Radius of Bore of Lapped Flange and Pipe, r	Counterbore of Threaded Flange Min., Q
$\frac{1}{2}$													
$\frac{3}{4}$													
1													
$1\frac{1}{4}$													
Use Class 1500 Dimensions in these sizes [Note (4)].													

**Fig.9.3.17. Dimensiones para bridas de clase 900<sup>178</sup>**

<sup>177</sup> ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings 2003

<sup>178</sup> ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings 2003



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN” AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	<b>Página</b> 319 de 373
---	--	---	------------------------	--------------------------

1 Nominal Pipe Size, NPS	2 Outside Diameter of Flange, O	3 Thickness of Flange Min., $t_f$	4 Diameter of Hub, X	5 Hub Diameter Beginning of Chamfer Welding Neck, A [Note (2)]	6 Length Through Hub			9 Thread Length Threaded Flange Min., T [Note (3)]	11 Bore			13 Corner Radius of Bore of Lapped Flange and Pipe, r	14 Counterbore Threaded Flange Min., Q
					6 Threaded/ Slip-on, Y	7 Lapped, Y	8 Welding Neck, Y		10 Slip-on Min., B	11 Lapped Min., B	12 Welding Neck, B		
1 1/2													
2													
2 1/2													
Use Class 1500 Dimensions in these sizes [Note (4)].													
3	240	38.1	127	88.9	54	54	102	42	90.7	91.4	To be specified by Purchaser	10	92.2
4	290	44.5	159	114.3	70	70	114	48	116.1	116.8		11	117.6
5	350	50.8	190	141.3	79	79	127	54	143.8	144.4		11	144.4
6	380	55.6	235	168.3	86	86	140	58	170.7	171.4		13	171.4
8	470	63.5	298	219.1	102	114	162	64	221.5	222.2		13	222.2
10	545	69.9	368	273.0	108	127	184	72	276.2	277.4		13	276.2
12	610	79.4	419	323.8	117	143	200	77	327.0	328.2		13	328.6
14	640	85.8	451	355.6	130	156	213	83	359.2	360.2		13	360.4
16	705	88.9	508	406.4	133	165	216	86	410.5	411.2		13	411.2
18	785	101.6	565	457.0	152	190	229	89	461.8	462.3		13	462.0
20	855	108.0	622	508.0	159	210	248	93	513.1	514.4		13	512.8
24	1,040	139.7	749	610.0	203	267	292	102	616.0	616.0		13	614.4

Fig .9.3.18. Dimensiones para bridas de clase 900<sup>179</sup>

1 Nominal Pipe Size, NPS	2 Outside Diameter of Flange, O	3 Thickness of Flange Min., $t_f$	4 Diameter of Hub, X	5 Hub Diameter Beginning of Chamfer Welding Neck, A [Note (2)]	6 Length Through Hub			9 Thread Length Threaded Flange Min., T [Note (3)]	11 Bore			13 Corner Radius of Bore of Lapped Flange and Pipe, r	14 Counter bore Threaded Flange Min., Q	15 Depth of Socket, D
					6 Threaded/ Slip-on/ Socket Welding, Y	7 Lapped, Y	8 Welding Neck, Y		10 Slip-on/ Socket Welding Min., B	11 Lapped Min., B	12 Welding Neck/ Socket Welding, B			
1/2	120	22.3	38	21.3	32	32	60	23	22.2	22.9	To be specified by Purchaser	3	23.6	10
3/4	130	25.4	44	26.7	35	35	70	26	27.7	28.2		3	29.0	11
1	150	28.6	52	33.4	41	41	73	29	34.5	34.9		3	35.8	13
1 1/4	160	28.6	64	42.2	41	41	73	31	43.2	43.7		5	44.4	14

Fig .9.3.19 Dimensiones para bridas de clase 1500<sup>180</sup>

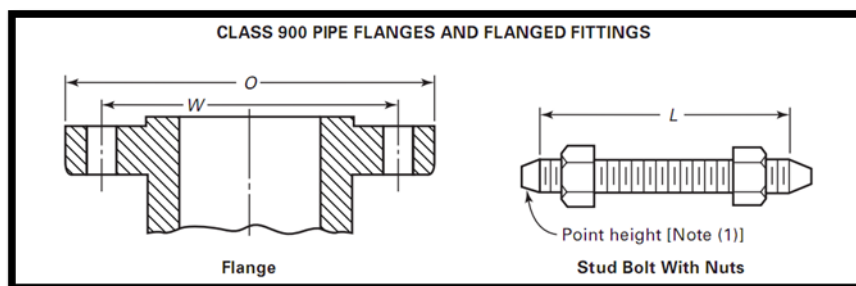




Fig.9.3.20. Disposición de las medidas según ASME<sup>181</sup>

<sup>179</sup> ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings 2003

<sup>180</sup> ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings 2003

<sup>181</sup> ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings 2003



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 320 de 373

**Boca de Hombre:** Se instalará una boca de hombre en el recipiente para inspección y mantenimiento de este. Según la norma el diámetro mínimo para las bocas de hombre es de 16 in, se recomienda para recipientes horizontales con un diámetro mayor de 1 m, un diámetro de 20 in para recipientes sin internos y de 24 in para recipientes con internos. La boca de hombre para el V-400 será de 24 in, debido al tamaño del recipiente.

Los recipientes horizontales sin revestimiento interior deben tener un acceso lateral a la altura del eje del recipiente.

A no ser que se especifique otra cosa, las tapas de estas tubuladuras estarán provistas de bisagras para facilitar su apertura. La boca de hombre será construida con una brida de cuello soldable según la norma ASME B16.5 y una brida ciega la cual funcionará como tapa.

[Archivos\V-400 A-Modelo.pdf](#)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 321 de 373

## 9.4 BIBLIOGRAFIA

### NORMAS



- ASME Boiler and Pressure Vessel Code MATERIALS, Section 2, Part D. New York: American Society of Mechanical Engineers, 2015.--1032p.
- ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings 2003
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section 8, Division 1. New York: American Society of Mechanical Engineers, 1992.--560p.

### PAGINAS WEB

- [http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/mecanica/mat/mat\\_mec/m5/Recipientes%20a%20presion.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m5/Recipientes%20a%20presion.pdf).
- <https://www.bemet.com.ar/la-empresa/>
- <https://fierromec.com.ar/wp-content/uploads/2021/05/industrias-horizontales-web.pdf>
- <https://es.scribd.com/doc/286189503/Diseno-de-separadores-bifasicos-y-trifasicos>

### LIBROS Y PUBLICACIONES

- Moss, D. R. (s.f.). Pressure Vessel Design Manual. Elsevier.
- Hall, S. (2012). Rules of Thumb for Chemical Engineers. Elsevier
- Estrada, J. M. (s.f.). Diseño y cálculo de recipientes a presión

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 322 de 373</b></p>

## 10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### 10.1. INTRODUCCION

La actividad humana se efectúa sobre el medio ambiente, modificando el equilibrio de los ecosistemas y la interrelación sociedad - naturaleza; es decir, ejerce alteraciones medioambientales que se denominan impacto ambiental.


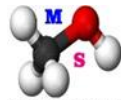
El impacto sobre el medio ambiente es la diferencia, positiva o negativa, en la calidad de los distintos sistemas o factores y en la calidad de vida del ser humano, causada por una actividad humana, en el área de influencia del proyecto de que se trate.

La evaluación de impacto ambiental es el procedimiento administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción, interpretación y valoración de los impactos ambientales, que en un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado; así como también la prevención y corrección de los mismos, con el fin de autorizar la puesta en marcha de dicho proyecto, por parte de las distintas administraciones publicas competentes.

En la provincia de Neuquén, el marco legal esta dado a través de la Ley Provincial N°1875, Decreto N° 2656/99. Dicha norma establece, en su artículo 1°. *“La presente Ley tiene por objeto establecer dentro de la política de desarrollo integral de la Provincia, los principios rectores para la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en todo el territorio de la Provincia del Neuquén, para lograr y mantener una óptima calidad de vida de sus habitantes”.*

Según el Decreto 2656/99-Anexo I, la evaluación de impacto ambiental: *“Es el procedimiento administrativo a cargo de la Autoridad de Aplicación que en base a estudios técnicos y legales determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto será considerado admisible a los fines de la emisión de la Licencia Ambiental”.*

En función de la complejidad del estudio ambiental que se vaya a realizar, pueden distinguirse tres tipos de análisis:

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 323 de 373

**Informe de Impacto Ambiental:** Se aplica a proyectos a los que, en principio, se supone un impacto bajo. Consiste en una serie de consideraciones ambientales y las correspondientes medidas correctivas adoptadas según los casos. Se identificarán los impactos más importantes con descripciones cualitativas, y su propósito será el de servir como indicador de la incidencia ambiental que el proyecto ocasione.



**Evaluación Simplificada de Impacto Ambiental:** Se aplica a proyectos a los que, en primera instancia, se supone impacto medio. Consiste en la identificación, caracterización y valoración cualitativa del impacto, utilizando estimaciones representadas en escalas de puntuación, Si el análisis no proporciona el suficiente grado de conocimiento para decidir sobre la aceptación, modificación o rechazo del proyecto, se pasará al siguiente nivel.

**Evaluación Detallada de Impacto Ambiental:** Se aplica a proyectos que, en principio, se supone de impacto grande. Contiene una valoración cuantitativa de los impactos (tanto en importancia como en magnitud).

De acuerdo con el Decreto 2656/99-Anexo IV, el tipo de estudio que correspondería ejecutar para el presente proyecto es un Informe Ambiental, ya que en dicho Anexo se expresa. “LISTADO NO TAXATIVO DE ACTIVIDADES QUE REQUIEREN DE LA PRESENTACION DE UN INFORME AMBIENTAL (IA).4. Industria Química: Tratamiento y fabricación de productos intermedios de la química.”

Según el decreto 2656/99, el tipo de estudio que requiere el proyecto es un **Estudio de Impacto Ambiental**, ya que produciremos metanol utilizando como materia prima a la nafta virgen proveniente de complejos químicos y petroquímicos.



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 324 de 373</b></p>

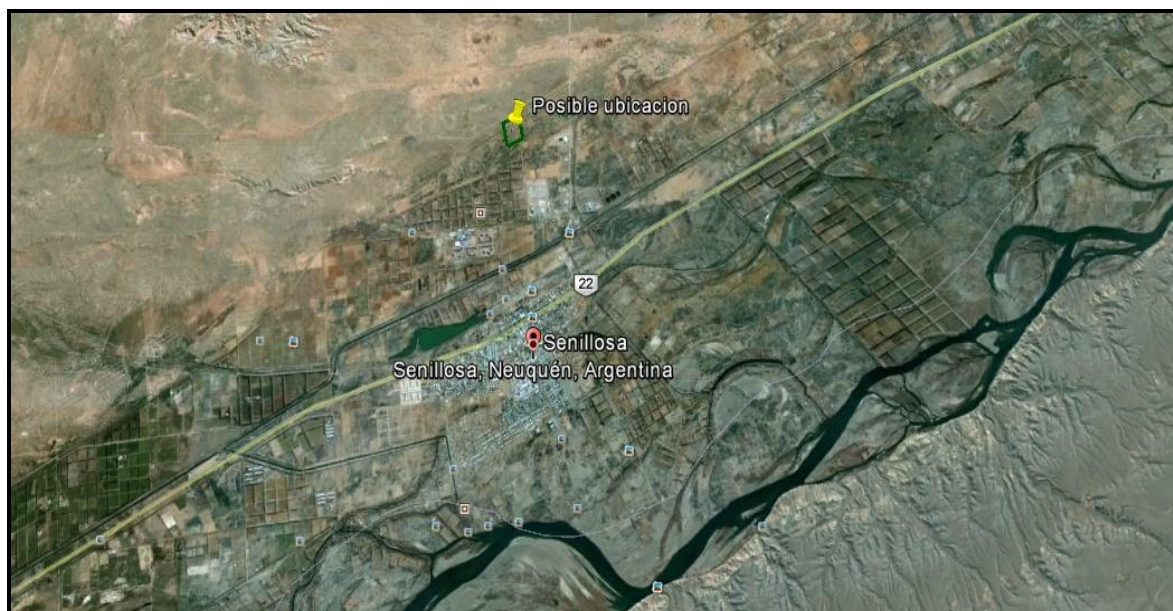
## 10.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La ubicación posible del proyecto será en el parque industrial en la ciudad de Senillosa que cuenta con 50 hectáreas. La ciudad está situada a 33 Km de la ciudad de Neuquén, se accede por la ruta 22.







<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	<b>Página</b> 325 de 373
---	--	---	------------------------	--------------------------



**Vista aérea del Parque Industrial. Localización de la Planta.**



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 326 de 373

## 10.3 RECURSOS DEMANDADOS

### TIPOS Y CUANTIFICACIÓN

Considerando las tres etapas: Construcción, operación y abandono



Se presenta una caracterización de las materias primas, insumos y suministros, bajo condiciones normales de operación

MATERIAS PRIMAS	ETAPA DEL PROYECTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	TRANSPORTE	FORMA DE ALMACENAMIENTO
Nafta virgen	Operación	13000	Kg/h	Camiones	tanques
agua	Operación/ construcción	18481	Kg/h	Cañería	tanque

INSUMOS	ETAPA DEL PROYECTO	CONSUMO	UNIDAD DE MEDIDA	COMENTARIOS
Energía eléctrica	Operación/ Construcción/abandono	1352.23	Kwh/día	Proporcionado por la red. EPEN
Agua	Construcción	SD	-	Proporcionado por la red. EPAS
Agua para consumo humano	Operación	4.8	m3/día	Proporcionado por la red. EPAS
Aire de instrumentos	Operación	-	m3/día	

## 10.4 EFLUENTES DEL PROYECTO

Considerando las tres etapas: Construcción, operación y abandono.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23		Página 327 de 373

### 10.4.1 EMISIONES



COMPUESTO	ETAPA DEL PROYECTO	EMISIÓN (kg/h)	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ó ppm	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE ACUERDO REGLAMENTACIÓN ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ó ppm	OBSERVACIONES
CO <sub>2</sub>	Operación	-	-		Estos gases se recirculan, no se emiten, en caso de emisión será por antorcha
CO	Operación	-	-		
H <sub>2</sub>	Operación	-	-		

### 10.4.2 VERTIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA FUENTE DE DESCARGA	ETAPA DEL PROYECTO	VOLUMEN DE DESCARGA	DURACIÓN DE DESCARGA	DESTINO DEL EFLUENTE	TIPO DE MANEJO DEL EFLUENTE
Vertidos cloacales	Operación	4.8 m <sup>3</sup> /día	Diaria	A planta de tratamiento - Riego	Tratamiento Secundario por barros activados
Vertidos cloacales	Construcción/ Abandono	SD	Diaria	Baños químicos	Empresa autoriza para tal fin

### 10.4.3 RESIDUOS

IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS	ETAPA DEL PROYECTO	CANTIDAD DE RESIDUOS	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	DESTINO DE RESIDUOS GENERADOS
Residuos de construcción	Construcción	SD	Diaria	Disposición final del Municipio
Residuos Industriales	Operación	SD	-	
Residuos Urbanos	Construcción/ operación	3 Kg por persona	Diaria	Basurero Municipal

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 328 de 373

## 10.5 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS



### 10.5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

A continuación, se identifican los impactos a partir del análisis de la interacción entre las acciones del proyecto y los factores y subfactores del entorno en las tres fases.

### 10.5.2 ÁRBOL DE ACCIONES

En el árbol de acciones se describen todas las acciones causadas por la ejecución del proyecto en sus tres fases.

ÁRBOL DE ACCIONES			
	Fase	Elemento	Acciones
<b>PROYECTO</b>	Construcción	<i>Movimiento de suelos</i>	Tránsito de vehículos
			Emisión de polvo
			Emisión de ruidos y vibraciones
			Desmante
			Nivelación de suelos
		<i>Obrador</i>	Demanda del personal
			Residuos cloacales
			Residuos
		<i>Obra civil y montaje</i>	Montaje de equipos
	Tránsito de vehículos		
	Excavaciones		
	Emisión de ruidos y vibraciones		
	Operación	<i>Planta</i>	Producción de residuos industriales
			Emisión de gases
Emisión de ruidos			
Almacenamiento de materia prima			
Almacenamiento de producto			
Operación de carga y descarga			
Demanda de mano de obra			
Emisión por gases de antorcha			
Emisión de gases por apagado de antorcha			
<i>Instalaciones auxiliares</i>		Energía	
	Agua		
		Gas	

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 329 de 373

	<i>Abandono</i>	<i>Planta</i>	Generación de residuos de desmantelamiento despidos
--	-----------------	---------------	---

## 10.6 FACTORES AFECTADOS



En la tabla siguiente se marcan los factores que se consideran serán afectados en todas las fases y una breve descripción del tipo de afectación.

Factores a considerar	Fases			Descripción somera de la afectación
	Construcción	Operación	Abandono	
Aire	X	X		Se verá afectado debido a las emisiones de los vehículos (construcción) y en la fase de operación por las emisiones gaseosas que se provoquen.
Suelo	X	X	X	En construcción por operación de equipos. En operación por carga de metanol y en abandono por residuos.
Flora	X	X		Por desmonte
Paisaje	X		X	Impacto visual
Población	X	X	X	Contratación de mano de obra
Economía	X	X	X	Por demanda de bienes y servicios
Infraestructura	X			Por demanda de servicios

## 10.7 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Las acciones que el proyecto puede generar sobre el medio son las causas que provocan los impactos, estas pueden ser agrupadas de dos formas:



- *Acciones operativas:* son aquellas que la actividad produce por el solo hecho de su concepción, construcción, operación y abandono.
- *Acciones accidentales o de contingencias:* son todo hecho o acción, de origen natural o humano, cuya ocurrencia involucra un *riesgo potencial*. Son aquellas que se producen como consecuencia de una *emergencia*, es decir lo que acontece cuando, de una circunstancia o combinación de circunstancias, surge un fenómeno inesperado de índole

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 330 de 373

accidental, que debe ser controlado a fin de evitar daños, lo que se denomina Contingencia.

En la tabla siguiente se describen los impactos Operativos y por Contingencias en las tres fases que actúan sobre cada factor.

Fase: construcción		
Impactos Negativos		
Factores Afectados	N°	Operativos
	1	Emisiones de gases por movimiento de equipos
		Emisión de ruidos
Flora	3	Eliminación de cubierta vegetal
Paisaje		Afectación del paisaje intrínseco
Factores Afectados	N°	Por Contingencias
Suelo		Riesgo de afectación del suelo por derrame de combustibles y lubricantes
	6	Riesgo de afectación del suelo por residuos de construcción
Recursos humanos	6	Riesgo de accidente
Impactos Positivos		
Factores Afectados	N°	Operativos
Población	9	Fuentes de trabajo a personas de la zona
Economía	10	Ingreso de aportes a la zona, mejora económica
Fase: Operación		
Impactos negativos		
Factores afectados	N°	Operativos
Aire	1	Emisiones de gases de combustión por antorcha
Suelo	2	Riesgo de derrames de productos químicos
Paisaje		Afectación del paisaje intrínseco
Factores afectados	N°	Contingencia
Suelo	6	Riesgo de derrame de productos químicos
Recursos humanos	6	Riesgo de accidente
Impactos positivos		
Factores afectados	N°	Operativos
Economía	9	Modificación de la zona productiva de la zona
Población	10	Demanda de mano de obra
Fase: abandono		
Impactos negativos		

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 331 de 373

Factores afectados	Nº	Operativos
Suelo	1	Afectación por residuos de abandono
Paisaje		Afectación del paisaje intrínseco
Población	3	Despido del personal
Economía	4	Afectación en la producción de la zona
Factores afectados	Nº	Contingencia
Suelo	5	Riesgo de afectación del suelo por derrame de combustibles y lubricantes
Recursos humanos	6	Riesgo de accidente
Impactos positivos		
Factores afectados	Nº	Operativos

## 10.8 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS OPERATIVOS

La valoración se realiza considerando la *Importancia* del Impacto, es decir la categoría del efecto de una acción sobre un determinado factor afectado de acuerdo a lo estipulado por la Resolución 25/04 de la Secretaría de Energía de la Nación.

### 10.8.1 CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA

Para el cálculo de la Importancia se han tomado solamente los *impactos negativos por ser ellos los que gravitaran sobre la viabilidad ambiental del proyecto*. La expresión adoptada es la correspondiente a la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández – Vítora y adoptada por la Resolución 25/04.

$$\text{Importancia} = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] (1)$$

Dónde:

I = Intensidad

EX = Extensión

MO = Momento

PE = Persistencia



RV = Reversibilidad

SI = Sinergia

AC = Acumulación

EF = Efecto



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 332 de 373

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad

**Criterios de valoración:**

<b>Intensidad</b>	
Grado de perturbación que imponen la acción del proyecto al valor ambiental asignado al factor.	
<b>Extensión</b>	
Puntual	Cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada en el entorno considerado.
Parcial	Cuando la acción impactante produce una alteración apreciable en el entorno considerado.
Extenso	Cuando la acción impactante produce una alteración en una gran parte del entorno considerado.
Total	Cuando la acción impactante produce una alteración generalizada en el entorno considerado.
<b>Momento</b>	
Largo Plazo	> 5 años
Medio Plazo	1 – 5 años
Inmediato	< 1 año
Crítico	Circunstancia crítica
<b>Persistencia</b>	
Tiempo de permanencia del efecto desde su aparición hasta su posible desaparición.	
Fugaz	< 1 año
Temporal	1 –10 años
Permanente	> 10 años
<b>Reversibilidad</b>	
La capacidad que tiene el factor afectado de revertir el efecto por medios naturales.	
Corto Plazo	< 1 año
Medio Plazo	1 –10 años
Irreversible	> 10 años
<b>Recuperabilidad</b>	
La posibilidad de revertir el efecto por medio de la	



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	<b>Página</b> 333 de 373
---	--	---	------------------------	--------------------------

intervención humana.	
Corto Plazo	< 1 año
Medio Plazo	1 –10 años
Irreversible	> 10 años

Fase:														
Cálculo de la Importancia														
				Impactos										
				Operativos										
ATRIBUTO	CARÁCTER	VALOR	PESO	1	2	3	4	5						
SIGNO	Beneficioso	(+)		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Perjudicial	(-)												
	Baja	1												
	Media	2												
	Alta	4	3	2	4	2	4	8						
	Muy alta	8												
	Total	12												
	Puntual	1												
	Parcial	2												
	Extenso	4	2	2	1	1	2	4						
	Total	8												
	Crítica	( + 4)												
	Largo plazo	1												
	Medio plazo	2												
	Inmediato	4	1	2	2	4	4	4						
	Crítico	( + 4)												
	Fugaz	1												
	Temporal	2	1	2	2	4	2	2						
	Permanente	4												
	Corto plazo	1												
	Medio plazo	2	1	1	2	4	1	2						
	Irreversible	4												
SINERGIA	Sin sinergismo	1	1	1	2	1	1	4						



<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 334 de 373
---	--	---	------------------------	-------------------

	Sinérgico	2																
	Muy sinérgico	4																
<b>ACUMULACIÓN</b>	Simple	1	1	1	4	1	4	1										
	Acumulativo	4																
<b>EFFECTO</b>	Indirecto	1	1	4	4	4	4	4										
	Directo	4																
<b>PERIODICIDAD</b>	Irregular o periódico	1	1	4	1	1	4	2										
	Periódico	2																
	Continuo	4																
	Recuperación inmediata	1																
	Recuperable medio plazo	2	1	2	4	2	1	4										
	Mitigable	4																
	Irrecuperable	8																
	<b>IMPORTANCIA</b>		27	33	29	37	55											

## 10.9 IMPACTOS POR CONTINGENCIAS

Al considerar las acciones por contingencias estas se evaluarán a través de la *Estimación del Riesgo*.

### 10.9.1 ESTIMACIÓN DE LOS RIESGOS



La *Estimación del Riesgo*, por causa de los impactos por contingencias se evalúa de la siguiente manera:

$$\text{Estimación de Riesgo (ER)} = \text{Amenaza (A)} \times \text{Vulnerabilidad (V)}$$

#### a) Amenaza (A)

$$\text{Amenaza (A)} = \text{Control (C)} + \text{Ocurrencia (O)}$$

**a.1 Control:** Se obtiene a partir de las consideraciones expresadas en la tabla

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 335 de 373

Control	Valor
No controlado	5
Parcialmente controlado	3
Controlado	1

**No controlado:** Cuando no existen:

- Legislación nacional y/o provincial y/o municipal
- Reglamentación nacional y/o provincial y/o municipal
- Procedimientos
- Instrucciones técnicas
- Planes de contingencia
- Protección o barreras físicas
- Monitoreos
- Programas de mantenimiento

Que permitan prevenir o evitar la ocurrencia de un determinado evento.



**Parcialmente controlado:** Cuando existen:

- Legislación nacional y/o provincial y/o municipal
- Reglamentación nacional y/o provincial y/o municipal
- Procedimientos
- Instrucciones técnicas
- Planes de contingencia
- Protección o barreras físicas
- Monitoreos
- Programas de mantenimiento

Que permitan prevenir o evitar la ocurrencia de un determinado evento, pero no son suficientes para evitar que se produzca el impacto ambiental.

**Aspecto controlado:** Cuando existen:

- Legislación nacional y/o provincial y/o municipal
- Reglamentación nacional y/o provincial y/o municipal
- Procedimientos
- Instrucciones técnicas
- Planes de contingencia

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 336 de 373

- Protección o barreras físicas
- Monitoreos
- Programas de mantenimiento

Que permitan prevenir o evitar la ocurrencia de un determinado evento y las mismas son efectivas para un control total del impacto medioambiental.

**a.2 Ocurrencia:** Se estima, considerando el periodo de tiempo de duración de la operación. De acuerdo con la ocurrencia se le asigna los valores descriptos en la Tabla.

Ocurrencia	Valor
Muy Frecuente	4
Frecuente	3
Poco Frecuente	2
Ocasional	1

## b) Vulnerabilidad (V)

**Vulnerabilidad (V) = Factor afectado (Fr)+ Magnitud (M)**

**b.1 Factor afectado:** El valor se obtiene de acuerdo con las características:

Factor afectado	Valor
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad del aire</li> </ul> </li> <li>• Agua:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Superficial</li> <li>- Recarga de acuíferos</li> <li>- Cauces aluvionales</li> <li>- Napa de agua dulce</li> </ul> </li> <li>• Procesos</li> <li>• Suelo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con actividades agrícolas/ganaderas de magnitud</li> </ul> </li> <li>• Vegetación:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especies vegetales protegidas y/o</li> </ul> </li> </ul>	10





**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 337 de 373</b>
---	--	---	------------------------	--------------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>singulares</li> <li>• Fauna: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especies protegidas</li> <li>- Puntos de paso o rutas migratorias</li> </ul> </li> <li>• Ecosistemas especiales</li> <li>• Socioeconómico: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Población:</li> <li>- Recursos Humanos</li> </ul> </li> <li>• Infraestructura y núcleos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asentamientos urbanos</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paisaje</li> <li>• Áreas protegidas</li> <li>• Patrimonio cultural</li> </ul>	8
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con actividades ganaderas y/o agrícolas de escasa magnitud</li> <li>- Recreativo</li> </ul> </li> </ul>	7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- No comprendidos en los puntos anteriores</li> </ul> </li> <li>• Vegetación: <ul style="list-style-type: none"> <li>- No comprendidos en los puntos anteriores</li> </ul> </li> <li>• Fauna: <ul style="list-style-type: none"> <li>- No comprendidos en los puntos anteriores</li> </ul> </li> <li>• Infraestructura</li> </ul>	6
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Napa con alto contenido salino.</li> </ul> </li> <li>• Suelo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin actividades agrícolas / ganaderas</li> <li>- Extractivo</li> </ul> </li> </ul>	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocupado con instalaciones.</li> </ul> </li> </ul>	1



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 338 de 373

**b.2 Magnitud:** En referencia a la extensión del daño sobre el factor afectado.

Magnitud	Valor
Muy Alta	10
Alta	7
Media	5
Baja	3
Despreciable	1

En las Tabla se desarrolla el cálculo de la estimación de los riesgos.

Estimación de los Riesgos									
Fases	Impactos por Contingencias	Factores Afectados	Amenaza		Suma	Vulnerabilidad		Suma	Estimación del Riesgo
			Control	Ocurrencia		Factor afectado	Magnitud		
Construcción	Derrumbes		1	1	2				
	Afectación de cañerías existentes	Suelo	3	1	4	6	5	11	44
Operación	Derrames	Suelo Flora Fauna	3	1	4	1	7	8	32
	Explosiones en la planta	Aire Suelo Flora	5	1	6	6	7	13	78
Abandono	Riesgo por algún derrame de HC	suelo	3	2	5	3	3	6	30

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 339 de 373

## 10.10 DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### 10.10.1 IMPACTOS OPERATIVOS

Para efectuar el enjuiciamiento de los impactos de acuerdo con su valoración, se toman la escala dada por la Resolución 25/04

JERARQUIA	VALOR
<b>Bajo</b>	0 - 25
<b>Moderado</b>	25 - 50
<b>Critico</b>	> 50

La clasificación se define de la siguiente manera:



**Bajo:** de rápida recuperación sin medidas correctoras.

**Moderado:** la recuperación puede tardar de cierto a bastante tiempo, no necesitando medidas correctoras, o en el peor de los casos ser mitigable necesitando medidas correctoras simples.

**Crítico:** la recuperación requiere bastante tiempo y como mínimo requiere medidas correctoras más complejas, puede superar el umbral tolerable y en este caso no es recuperable independientemente de las medidas correctoras.

De los impactos tratados y luego valorados resulta el enjuiciamiento detallado en la tabla:



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 340 de 373



Fase	Impactos Operativos				
	Factores Afectados	Negativos	Signo	Importancia	Categoría del Impacto
Construcción	aire	1	-	27	Bajo
	suelo	2	-	33	Moderado
	flora	3	-	29	Moderado
	Fauna	4	-	37	Moderado
	Equipamiento	5	-	45	Moderado
Operación	Aire	1	-	20	Bajo
	Suelo	2	-	20	Bajo
	flora	3	-	29	Moderado
Abandono	Suelo	1	-	40	Moderado
	Población	3	-	40	Moderado
	Economía	4	-	40	Moderado

## 10.11 IMPACTOS POR CONTINGENCIAS

### 10.11.1 ESTIMACIÓN DEL RIESGO

De acuerdo con la categorización:

- **Riesgo Irrelevante:** no requiere acción específica.
- **Riesgo Tolerable:** no requiere medidas adicionales de control.
- **Riesgo Moderado:** requiere medidas para reducir el riesgo.
- **Riesgo Importante:** no se puede dar comienzo a la operación hasta reducir el riesgo.
- **Riesgo Intolerable:** se debe interrumpir la ejecución del proyecto hasta que no se reveen las causas que originan el Riesgo.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 METANOL DEL SUR
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 341 de 373

En la Tabla se detallan los intervalos de encuadre de los valores estimados de los riesgos calculados.

<b>Nivel de Riesgo</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Intervalo (Estimación de Riesgo)</b>
Irrelevante	- 30
Tolerable	31 - 70
Moderado	71 - 110
Importante	111 - 160
Intolerable	> 160

De los impactos tratados y luego valorados resulta el enjuiciamiento detallado en la tabla



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 342 de 373
---	--	---	------------------------	-------------------

Fases	Impactos por Contingencias	Factores Afectados	Estimación del Riesgo	Nivel de Riesgo
Construcción	Riesgo de contaminación del suelo por vertido eventual de residuo	Suelo	75	Moderado
	Riesgo de contaminación del suelo por derrames eventuales de combustibles y lubricantes de maquinarias, equipos y vehículos.	Suelo	75	Moderado
	Riesgo de accidentes por operación y tránsito de maquinarias, equipos y vehículos	Recursos Humanos	75	Moderado
Operación	Riesgos de derrame en operación de carga y descarga	Suelo	90	Moderado
	Riesgos de accidentes por tránsito de vehículos	Recursos Humanos	68	Tolerable
	Riesgo de incendio	Proceso	75	Moderado
	Riesgo de rotura de tanques	Proceso	75	Moderado
	Riesgo por rotura de cañerías	Proceso	75	Moderado
Abandono	Riesgo de accidentes por tránsito de vehículos o desmantelamiento.	Recursos Humanos	68	Tolerable
	Riesgo de contaminación por residuos de abandono	Suelo	90	Moderado



<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 343 de 373
---	--	---	------------------------	-------------------

## 10.12 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

En la tabla siguiente se presenta una síntesis del tipo y descripción de la/s medidas a introducir a los efectos de minimizar el impacto que ha resultado en el caso de los Operativos o por Contingencias igual o superior a Moderado.

SÍNTESIS DE MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS					
IMPACTOS	TIPO DE MEDIDA		FASE	DESCRIPCIÓN	OBJETO
	Prev.	Cor			
Afectación del paisaje intrínseco	x		Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adecuada formación e información al personal que trabaje en la obra.</li> <li>Realizar un programa de rescate de flora.</li> </ul>	Minimizar la afección del espacio y las especies.
Afectación por residuos de abandono	x		Abandono	Plan de manejo de sólidos. Tratamiento de residuos peligrosos.	Minimizar contaminación de suelo, aire y agua.
Finalización de demanda de bienes y servicios y de mano de obra	x		Abandono	Se informará a todos los operarios con 30 días de anticipación, y se tratará de reubicar a la mayor cantidad de personal en empresas de la zona	Prevenir un despido masivo de personal, y proveer la búsqueda de nuevos empleos en caso de no poder ser reubicados.
Afectación del paisaje intrínseco	x		Operación	Adecuada formación e información al personal que trabaje en la obra.	Minimizar la afección del espacio y las especies. Colocación de una cortina de árboles para disminuir contaminación visual.



**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 344 de 373</b>
---	--	---	------------------------	--------------------------

Riesgo de contaminación del suelo por vertido eventual de residuo	x		Construcción	Capacitación a personal sobre manipulación de ciertos residuos. Elaboración de plan de limpieza y gestión de residuos.	Minimizarán la posibilidad de contaminar los recursos agua y suelo a causa de vertido eventual de residuos.
---	---	--	--------------	---	---

Riesgo de contaminación del suelo por derrames eventuales de combustibles y lubricantes de maquinarias, equipos y vehículos.	x		Construcción	Instalación de zonas de Almacenamiento de Materiales Peligrosos, donde el suelo estará compactado e impermeabilizado con piso de concreto. Se dispondrá de colectores de goteo. Mantenimiento preventivo a los equipos y maquinarias.	Minimizarán la posibilidad de contaminar los recursos agua y suelo a causa de un derrame de materia
--	---	--	--------------	---	---

Riesgo de accidentes por operación y tránsito de maquinarias, equipos y vehículos	x		Construcción	Colocación de las señales de tránsitos correspondientes. Capacitación de personal.	Minimizar los riesgo de accidentes por operación y tránsito de maquinarias, equipos y vehículos
---	---	--	--------------	---	---

Riesgos de derrame en operación de carga y descarga	x		Operación	Instalación de zonas de Almacenamiento de Materiales Peligrosos, donde el suelo estará compactado e impermeabilizado con piso de concreto. Se dispondrá de colectores de goteo. Mantenimiento preventivo a los equipos y maquinarias.	Minimizarán la posibilidad de contaminar los recursos agua y suelo a causa de un derrame de materia
---	---	--	-----------	---	---

Riesgo de incendio	x		Operación	Se realizarán simulacros de incendios. Se controlarán los sistemas de red contra incendios asiduamente.	Evitar un daño grave al personal y a las instalaciones.
--------------------	---	--	-----------	--	---





<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 345 de 373
---	--	---	------------------------	-------------------

Riesgo de rotura de tanques	x		Operación	Control de posibles Daños y reparaciones	Minimizarán la posibilidad de contaminar. Construcción de recintos de contingencia.
Riesgo por rotura de cañerías	x		Operación	Control de posibles Daños y reparaciones.	Revestimiento de cañerías. Elección de metalúrgica adecuada. Colocación e ánodos de sacrificio.
Riesgo de contaminación por residuos de abandono	x		Abandono	Elaboración de plan de limpieza y gestión de residuos.	Minimizarán la posibilidad de contaminar los recursos agua y suelo.



Plan de Gestión Para los Impactos más relevantes:

- **Afectación del Paisaje Intrínseco:** Si bien la planta se localizara en el parque industrial, se puede ver afectada la flora de dicho lugar, el plan de gestión para este impacto se basa en la reforestación y recuperación de la flora autóctona, el objetivo de este plan es minimizar la visualización y desmonte.
- **Ruptura de tanques y cañerías:** Para minimizar los efectos de este impacto se debe colocar recintos de contingencia, revestimiento de cañerías, ánodos de sacrificio y se capacita al personal para contar con una solución inmediata para evitar una posible contaminación en los cursos de agua, suelo y aire.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 346 de 373

## 10.13 BIBLIOGRAFIA

- ❖ Buroz E. (1994). Método de evaluación de impactos, Curso de Postgrado Sobre Evaluación de impactos ambientales. FLACAM. La Plata.
- ❖ Canter L.W. (1998) Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas de elaboración de estudios de Impacto. 2da Edición. Ed.McGraw-Hill.Interamericana .Madrid.
- ❖ Ing. Arturo López Raggi, Material de Catedra de Impacto ambiental. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional del Neuquén.

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 347 de 373</p>

## 11. ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

### 11.1 INTRODUCCIÓN

En la siguiente sección se estudiará el aspecto económico- financiero del proyecto en cuestión. Esto se realiza a fin de evaluar bajo criterios básicos la conveniencia de invertir en este caso, en un sistema de producción dentro del campo petroquímico, que permita lograr una rentabilidad determinada para que el proyecto sea viable económicamente, respetando siempre todas las normativas ambientales y de seguridad.

Es una de las etapas más importantes antes de comenzar cualquier proyecto, independientemente de cuáles sean sus características. La eficacia del estudio dependerá de si se ha tenido en cuenta todos los factores que intervienen en el proceso y que pueden suponer un grave riesgo para el éxito del mismo. Por lo anterior se deben identificar y ordenar todos los ítems de inversiones, costos e ingresos que pueden deducirse de los estudios previos.

### 11.2 INVERSIONES DEL PROYECTO

En todo proyecto existen tres tipos de inversiones, cuya suma proporcionará el total de inversiones necesario para poner en marcha el proyecto:


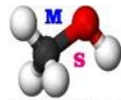
1. Inversiones en Activos Fijos.
2. Inversiones en Capital de trabajo o activos circulantes.
3. Gastos previos Preoperatorios.

#### 1- INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS:

Las inversiones en activos fijos son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto. Constituyen activos fijos, entre otros, los terrenos y recursos naturales, las obras físicas, el equipamiento de la planta y oficinas, y la infraestructura de servicios de apoyo. Son inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto.

Los activos fijos, exceptuando los terrenos, están sujetos a depreciación, lo cual significa que afectará al resultado de la evaluación por su efecto sobre el cálculo de los impuestos. Los



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 348 de 373

terrenos no se deprecian, por el hecho de que muchas veces generan desarrollo humano a su alrededor como en sí mismos. En algunos casos, con el correr del tiempo los terrenos aumentan su valor en lugar de decrecer.

## 2- INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO O ACTIVOS CIRCULANTES:

Se trata de determinar los recursos necesarios para poner en funcionamiento el proyecto (materias primas, mano de obra, etc). Para calcular este capital de trabajo, es preciso restar a los activos corrientes que ya posee la empresa para poner en marcha el proyecto (capital disponible en efectivo o no, materias primas, repuestos y productos), los pasivos o deudas por pagar a proveedores. También hay que tener en cuenta cuales son las fuentes de financiación del proyecto y en qué medida lo van a financiar, si se posee capital, existen inversores, se va a pedir un crédito a los bancos o si la financiación va a ser mixta, combinando dos o más fuentes de financiación.

## 3- GASTOS PREVIOS PREOPERATORIOS:



Son aquellos destinados a la realización de estudios, captación de capital, y la realización de diseños y planes, previos a la puesta en marcha del proyecto.

En nuestro Proyecto de producción de Metanol, los activos fijos se dividieron en:

- a) Obras y edificios.
- b) Equipos de proceso.

### a) COSTOS DE OBRAS:

En principio, para poder determinar cuáles obras serán necesarias para la puesta en marcha del Proyecto, se investiga la importancia de dichas obras para el correcto funcionamiento operativo. Luego, con los datos obtenidos del layout de la planta se enlista cada unidad con su correspondiente área, como también el costo de su construcción en U\$. A continuación, se muestra una tabla la cual define la unidad edilicia a construir, el área en m<sup>2</sup> que ocupa en el terreno y el costo de dicha inversión.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 349 de 373

Obras y Edificios		
Unidad	Área (m <sup>2</sup> )	Costo (U\$s)
Oficina	50	62.500
Comedor	25	25.000
Enfermería	13	16.250
Laboratorio	15	18.750
Taller y Pañol	35	4.375
Sala Eléctrica	40	50.000
Almacenamiento Nafta Virgen Área 100A/B/C	200	250.000
Cargadero	50	25.000
Proceso Área (100/200/300/400)	550	687.500
Sala de Control Central	30	37.500
Servicios Auxiliares (Área 600)	130	162.500
Almacenamiento Metanol Área 700	200	250.000
Portería	10	12.500
Proceso (área PTEC)	200	250.000
Terreno	60.000	52.000
<b>TOTAL</b>	<b>61.348</b>	<b>1.653.825</b>



**Tabla.11.1. Valores según el índice de la Cámara Argentina de la construcción – listado de precios por m<sup>2</sup> teniendo en cuenta mano obra y materiales<sup>182</sup>**

### **b) COSTOS DE EQUIPOS DE PROCESO:**

El equipamiento electromecánico tales como bombas y compresores se van a adquirir en el país, más allá de promover la industria nacional, las importaciones de estos equipos y sus repuestos resultan hoy en día dificultosas. Contamos con mercado cercano y disponible en caso de cualquier problema que pueda surgir en dichos equipos, siempre fabricados bajo estándares de calidad. (Ejemplo; Dosivac, Bs As., Hidrofrac Cipolletti R.N.)

Los equipos principales tales como hornos, reactores reformadores y calderas, se importarán según tecnología adoptada LURGI. Los tubos del reformador son fabricados en Brasil por Schmidt and Clemens aunque desde 2019 la firma cuenta con representación en

<sup>182</sup> Revista arquitectura y construcción

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p><b>METANOL DEL SUR</b></p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 350 de 373</b></p>

Dinatecnica Bs. As. y es una buena opción a la hora de evaluar costos que suelen ser determinantes y pueden impactar sobre el flujo de caja del proyecto, también se pueden importar de Francia, a la firma SAS Manoir Pitres. El catalizador de Jonshon Mathey que utilizamos, se usa también en Methanex- Chile, por lo que la provisión del mismo la puede llevar a cabo el mismo proveedor, Clariant ó Haldor Topsoe, fabricantes de Dinamarca.

Si bien los impuestos por importación podrían llegar a ser de hasta un 40% del valor nominal del equipo/insumo, sumando costos por traslado, impuestos de aduanas, etc., se cuenta con un margen financiero que permitiría que el proyecto se lleve a cabo sin mayores problemas.

Para el caso de los tanques, existe un mercado nacional, que nos brinda la posibilidad de elección de un proveedor conveniente, ya sea por cercanía al lugar de emplazamiento de nuestro proyecto, lo cual reduce costos de traslados, como la competencia de precios que genera contar con varias empresas a la hora de optar por algunas de ellas. (Ejemplo; El Pampeano- Plaza Huincul, Hidrofrac Cipolletti R.N. Fimaco Santa Fe, Vitucci SA, Bs As.).

Para obtener el costo de los equipos necesarios para nuestro proceso se determinan características como tipo de material y alguna variable del proceso, como caudal, temperatura y presión.

Teniendo estos datos se calcula el valor de los equipos en el mercado, a través de la página de “matches” de venta internacional, citada en la bibliografía. Si bien esta página brinda cotizaciones a valor dólar referidas al año 2014, se puede lograr una buena aproximación utilizando el índice CEPCI.

Este índice regula el costo de una planta de ingeniería en USA y calcula todos los años un valor que indica el aumento anual incluyendo la inflación. Para el año 2022 se obtuvo un CEPCI de 1.07 lo cual indica que todas las cotizaciones de equipos obtenidas con Matches se deben multiplicar por este factor para obtener el equivalente al año 2022.

$$\text{Costo año 2022} = \text{costo 2014} * \text{CEPCI año 2022} / \text{CEPCI año 2014}$$

De esta forma se aproximaron los valores en dólares de los equipos utilizados.





**“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”**

**AÑO DE CURSADA 2012**

<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	<b>Página</b> 351 de 373
---	--	---	------------------------	--------------------------

<b>COSTO EQUIPAMIENTO</b>					
<b>Equipos</b>	<b>TAG</b>	<b>Precio unitario U\$s 2014</b>	<b>Unidades</b>	<b>Ajuste Índice CEPCI</b>	<b>Costo U\$s 2022</b>
	P-100	7500.00	1	1,07	8025.00
	P-400	7500.00	9	1,07	72225.00
	P-500A/B	11500.00	2	1,07	24610.00
	P-502A/B	11500.00	2	1,07	24610.00
	P-503A/B	5700.00	2	1,07	12198.00
	P-507A/B	4900.00	2	1,07	10486.00
	P-512A/B	4200.00	2	1,07	8988.00
	P-514A/B	6300.00	2	1,07	13482.00
	P-600	7500.00	2	1,07	16050.00
	P-700	7500.00	2	1,07	16050.00
<b>Caldera</b>	H-515	3142600.00	1	1,07	3362582.00
<b>Compresores</b>	K-303	866400.00	1	1,07	927048.00
	k-312	285800.00	1	1,07	305806.00
<b>Columnas</b>	T-401	308600.00	1	1,07	330202.00
	T-405	317900.00	1	1,07	340153.00
<b>Intercambiadores de calor</b>	E-100	8800.00	1	1,07	9416.00
	E-300	15300.00	4	1,07	65484.00
	E-306	51500.00	1	1,07	51500.00
	E-400	15300.00	4	1,07	65484.00
<b>Mezcladores</b>	Mix-100	14700.00	1	1,07	15729.00
	Mix-305	26400.00	1	1,07	28248.00
<b>Prerreformador</b>	PR-100	105400.00	1	1,07	112778.00
<b>Reactores</b>	R-307	146700.00	1	1,07	156969.00
	HR-200	358000.00	1	1,07	383060.00
	V-300	21900.00	2	1,07	46866.00
	V-400	77300.00		1,07	82711.00
	V-404	21900.00	2	1,07	46866.00
<b>Torre de Enfriamiento</b>	TE-501	495500.00	1	1,07	530185.00
<b>Ablandadores de agua</b>	W-508	14500.00	2	1,07	31030.00
<b>Tanques</b>	Tks 500-Agua	298300.00	2	1,07	638362.00

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 352 de 373

	TKs 600- Metanol	388900.00	2	1,07	832246.00
	Tks 700- Nafta Virgen	315200.00	3	1,07	1011792.00
<b>Antorcha</b>	T-F	489700.00	1	1,07	523979.00
<b>TOTAL</b>		7860700.00			<b>10105220.00</b>

**Tabla.11.2. Costo de Equipamientos<sup>183</sup>**

Para calcular el costo total en activos fijos inicialmente, sumamos el activo en obras y edificios y el activo en el costo de los equipos.

Activos Fijos	
<b>Obras y Edificios</b>	<b>1.653.825</b>
<b>Equipos</b>	<b>10.105.220</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11.759.045</b>

**Tabla.11.3. Activos Fijos<sup>184</sup>**

## 11.3 AMORTIZACIONES



Se puede definir una amortización como un proceso mediante el cual se distribuyen gradualmente los costos de una deuda, mediante pagos periódicos.

Existen diferentes tipos de amortización, entre los cuales se encuentran la amortización gradual y la amortización constante.

La amortización gradual es aquella en la cual la deuda se liquida mediante pagos iguales, de los cuales una parte corresponde a intereses y el resto es la cantidad que se abona a la

<sup>183</sup> Autor

<sup>184</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>INTEGRANTES:</b> Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 353 de 374</b>

deuda para ir reduciéndola. En este tipo de amortizaciones el abono de la deuda es mayor en cada pago, mientras que el interés va disminuyendo.

Por su parte, la amortización constante es aquella en la que la deuda se liquida con pagos decrecientes, es decir, el valor de los pagos va disminuyendo, y en este caso el abono a la deuda es constante.

El cálculo de los costos de amortización, así como los intereses, puede seguir diversos métodos. El más simple de ellos es el método lineal. El mismo supone que la mortificación anual es igual para todos los años del período y resulta de la siguiente expresión:


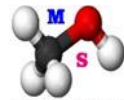
$$A = \frac{V_o}{n}$$

Donde:

$V_o$  = Valor o costo de inversión del bien nuevo.

$n$  = Vida útil o plazo de amortización en años.

A continuación, se muestra una tabla con los montos anuales de depreciación y amortización de las inversiones iniciales utilizando el método de línea recta, teniéndose en cuenta que los equipos se deprecian a un período de 10 años, mientras que las obras civiles lo hacen en períodos de 20 años.



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>					<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 354 de 374

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Obras y Edificios</b>	165382.5	165382.5	165382.5	165382.5	165382.5	165382.5	165382.5	165382.5	165382.5	165382.5
<b>Equipos</b>	1010522	1010522	1010522	1010522	1010522	1010522	1010522	1010522	1010522	1010522
<b>TOTAL</b>	<b>1175902.5</b>	<b>1175902.5</b>	<b>1175902.5</b>	<b>1175902.5</b>	<b>1175902.5</b>	<b>1175902.5</b>	<b>1175902.5</b>	<b>1175902.5</b>	<b>1175902.5</b>	<b>1175902.5</b>

## 1.4 INGRESOS

Los ingresos con los que cuenta el proyecto son producto de la venta de Metanol principalmente para la producción de biosiesel ,formaldehido y MTBE según los datos que se obtuvieron en la etapa de estudio de mercado

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Producción (tn/año)</b>	-	219000	219000	219000	219000	219000	219000	219000	219000	219000	219000
<b>Precio (US\$/tn)</b>	-	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
<b>Total (US\$/año)</b>		<b>87600000</b>	<b>87600000</b>	<b>87600000</b>	<b>87600000</b>	<b>87600000</b>	<b>87600000</b>	<b>87600000</b>	<b>87600000</b>	<b>87600000</b>	<b>87600000</b>

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="center">Página 355 de 374</p>

## 11.5 EGRESOS

Los costos que se encuentran dentro de un proyecto son básicamente todos aquellos insumos que se requieren para la producción objetivo, en nuestro caso, para la producción de metanol. Estos costos pueden ser fijos o variables y están definidos por el volumen de producción o ventas, lo que compone el flujo de caja del proyecto.

Costo Fijo: Son aquellos en los que incurre una empresa y que en el corto plazo o para ciertos niveles de producción, no dependen del volumen de producto. Ejemplos: Costos de mantenimiento, costos de recursos humanos.

Costo Variable: Son los costos en los que incurre la empresa y guarda dependencia importante con los volúmenes de fabricación. Como por ejemplo costos de materia prima, agua y energía.

Los costos necesarios para la puesta en marcha de la planta son:



- Costos de recursos humanos.
- Costos de materia prima.
- Costos de mantenimiento.
- Costos de servicios.

## COSTOS DE RECURSOS HUMANOS

Para cuantificar el costo de recursos humanos, se debe tener en cuenta que la planta trabaja normalmente todo el año, salvo algún imprevisto, o en aquellos años donde se realiza un paro programado de planta por mantenimiento, sustitución de equipamiento, etc. Se divide al personal de la planta en personal directo e indirecto. Un trabajador del personal indirecto no es necesario que trabaje dentro de la instalación, es decir es todo aquel que no está abocado al proceso químico del lugar.

Los puestos de trabajo dependerán de la cantidad de turnos y sectores a dividir. En nuestra planta se dividirá de acuerdo con dos turnos: de 07 a 19 hs (diurno) y de 19 a 07 hs nocturno,



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 356 de 373

de 12 horas cada uno solamente para los trabajadores que estén abocados al proceso de producción con diagrama de 4 días de trabajo por 4 días de descanso. Los trabajadores indirectos lo harán en turnos de 8 horas de lunes a viernes, cumpliendo guardias rotativas en los fines de semanas y feriados.

En los turnos de 12 horas se necesitan cubrir los siguientes puestos de trabajo:

- 5 supervisores de Planta.
- 10 operadores de Producción, carga y descarga.
- 10 operadores de Sala de control.
- 5 operadores de Mantenimiento.
- 4 técnicos Seguridad e Higiene.
- 5 laboratoristas.

Se tiene en cuenta un turno previsto para cubrir puestos, ante las situaciones de licencias médicas, por vacaciones o maternidad/paternidad, etc.


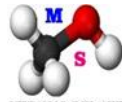


 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		<b>INTEGRANTES:</b> Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com		 <b>METANOL DEL SUR</b>			
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>						<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>			
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot		<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick		<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan		<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 357 de 374	

Diagrama supervisores:

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Día	Sup 1	Sup 1	Sup 2	Sup 2	Sup 3	Sup 3	Sup 4	Sup 4	Sup 1	Sup 1	Sup 2	Sup 2
Noche	Sup 4	Sup 4	Sup 1	Sup 1	Sup 2	Sup 2	Sup 3	Sup 3	Sup 4	Sup 4	Sup 1	Sup 1

Diagrama operadores:

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Día	Op1-5	Op1-5	Op2-6	Op2-6	Op3-7	Op3-7	Op4-8	Op4-8	Op1-5	Op1-5	Op2-6	Op2-6
Noche	Op4-8	Op4-8	Op1-5	Op1-5	Op2-6	Op2-6	Op3-7	Op3-7	Op4-8	Op4-8	Op1-5	Op1-5

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 358 de 374

En el diagrama diurno (de lunes a viernes) de 8 horas y con guardias en fin de semana se tendrán los siguientes puestos de trabajo:

- 3 Jefes de Planta.
- 1 Gerente general.
- 2 instrumentistas.
- 1 Médico. \*
- 2 Enfermeros.
- 2 Bomberos (uno de guardia, además todo personal de turno será capacitado mediante simulacros para actuar ante emergencias).
- 3 Personal de compra y venta de insumos, movimiento de productos.
- 2 Personal de pañol y almacén.
- 2 personal Recursos Humanos.
- 3 Personal de Maestranza.
- 1 Contador.
- 2 Administrativo.

\*Coordinado con hospital de la zona (las empresas con más de 500 trabajadores, deben garantizar la permanencia del médico ocupacional mínimamente por 6 horas diarias por 5 días a la semana.

En tanto, aquellas empresas con 500 o menos trabajadores, el desarrollo de la actividad de vigilancia de salud estará a cargo del médico ocupacional, sin la exigencia de un mínimo de horas presenciales.



En dicha lista no se tienen en cuenta puestos de trabajo subcontratados.

Los turnos de 12 horas para trabajadores directos serán de 07:00 hs a 19:00 hs, y de 19:00 a 07:00 hs, respectivamente.

Por turno ingresarán a Planta 1 supervisor, 2 operadores de sala de control, 2 operadores de producción, 1 operador de mantenimiento y 1 laboratorista 1 técnico en seguridad e higiene.

Los trabajos indirectos se dividirán en turno mañana y turno tarde:

- Turno de mañana: de 06:00 a 14:00.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 359 de 373

- Turno de tarde: de 14:00 a 22:00.

A continuación, se resumen los costos por recursos humanos de la Planta.

COSTO DE RECURSOS HUMANOS									
	Personal	Recurso (Personas)	Sueldo (U\$S/mes)		Sueldo (U\$S/año)		Prestaciones Sociales (U\$S/año)		TOTAL (U\$S/año)
			Por persona	Total	Por persona	Total	Por persona	Total	
<b>Directa</b>	Jefe de Planta	3	2500	7500	32500	97500	14625	43875	141375
	Gerente general	1	3200	3200	41600	41600	18720	18720	60320
	Supervisores de Planta	5	2000	10000	26000	130000	11700	58500	188500
	Op. de Sala de Control	10	1400	14000	18200	182000	8190	81900	263900
	Op. de Mantenimiento	5	1600	8000	20800	104000	8640	43200	147200
	Intrumentistas	2	1600	3200	20800	41600	8640	17280	58880
	Responsables Técnicos	2	1900	3800	49400	98800	22230	44460	143260
	Laboratorista	5	1200	6000	15600	78000	7020	35100	113100
	Seguridad e Higiene	2	1100	2200	15600	31200	7020	14040	45240
	Op. de Producción	10	1900	19000	24700	247000	11115	111150	358150
<b>Total</b>		<b>45</b>	<b>18400</b>	<b>76900</b>	<b>265200</b>	<b>1051700</b>	<b>117900</b>	<b>468225</b>	<b>1519925</b>
<b>Indirecta</b>	Compra y Venta de insumos	3	1200	3600	15600	46800	7020	21060	67860
	Médicos	1	2000	2000	24000	24000	10800	10800	34800
	Bomberos	2	1000	2000	13000	26000	5860	11700	37700
	Enfermeros	2	1500	3000	19500	39000	8775	17550	56550
	Almacén	2	1000	2000	13000	26000	5850	11700	37700
	RRHH	2	1200	2400	15600	31200	7020	14040	45240
	Maestranza	3	1100	3300	14300	42900	6435	19305	62205
	Pers. Administrativo	2	1000	2000	13000	26000	5850	11700	37700
<b>Total</b>		<b>17</b>	<b>10000</b>	<b>20300</b>	<b>128000</b>	<b>261900</b>	<b>57610</b>	<b>117855</b>	<b>379755</b>
<b>TOTAL</b>									<b>1899680</b>

Tabla.11.4. Costos de recursos humanos<sup>185</sup>



## 11.6 COSTOS DE MATERIA PRIMA

El costo de materia prima se calcula en base a la producción anual, en nuestro caso para producir 219000 tn/año de metanol, considerando valores de IPA 2021, y teniendo en cuenta también la energía que se necesita para la producción.

COSTO DE MATERIA PRIMA			
	Consumo (Tn/año)	Precio (U\$S/Tn)	Total (U\$S/año)
<b>Nafta Virgen</b>	113,880	623	70,947,240
<b>Agua</b>	161884.8	0.18	29,495
<b>Costo Total</b>			<b>70,976,735</b>

Tabla.11.5. Costo de Materia Prima<sup>186</sup>

<sup>185</sup> Autor.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 360 de 373

## 11.7 COSTOS DE ENERGÍA

Para calcular la energía total utilizada, tanto en los equipos como compresores y bombas, se debe tener en cuenta la iluminación del predio de la planta como así también la iluminación en las oficinas.



	<b>TAG</b>	<b>Consumo KW/h</b>
<b>Bombas</b>	P-100	11.19
	P-400 A/B	2.98
	P-404 A/B	2.98
	P-405	0.75
	P-406	1.49
	P-409	1.49
	P-410	0.75
	P-500 A/B	2.98
	P-502 A/B	2.23
	P-503 A/B	2.23
	P-507 A/B	0.75
	P-512 A/B	1.49
	P-514 A/B	7.46
	P-603	4.47
	P-604	4.47
	P-703	2.98
	P-704	2.98
<b>Total</b>	<b>53.66</b>	

<b>Consumo</b>	<b>Kw/h</b>	<b>Kw/día</b>	<b>Kw/año</b>
<b>Total</b>	<b>53.66</b>	<b>1287.84</b>	<b>470061.6</b>

Tabla.11.6. Costo de Energía de Bombas<sup>187</sup>

<sup>186</sup> Autor.

<sup>187</sup> Autor.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha:</b> 10/02/23	Página 361 de 373

Para suministrar la cantidad de energía necesaria en la planta se debe tener en cuenta la iluminación externa del predio, como así también de las oficinas, esto se realiza calculando el 3% y 2% respectivamente sobre el costo energético asociado a los equipos del proceso.

COSTO DE ENERGÍA TOTAL			
	Consumo (KWh/año)	Precio (U\$s/KWh)	Total (U\$s/año)
<b>Equipos</b>	470061.6	0.0838	39391.16
<b>Alumbrado</b>	14101.848	0.0838	1181.73
<b>Oficinas</b>	9401.23	0.0838	787.82
<b>TOTAL</b>			41360.72

**Tabla.11.7. Costo de Energía Total<sup>188</sup>**

Para lograr abastecer la energía necesaria, se necesita contar con una subestación transformadora. Dichos transformadores deberán contemplar no solo la potencia total que se requiere sino también un 20% de sobredimensionamiento para cualquier pico de tensión que pueda llegar a ocurrir. Es por este motivo que el transformador adecuado en nuestro caso es de 100KVA, y se tiene uno en stand by de similares características, por cualquier inconveniente que pueda surgir o simplemente para realizar tareas de mantenimiento sin tener mayores problemas. La instalación de estos equipos nos permitirá además contar con un margen en caso de posibles ampliaciones a futuro.



En tanto que el gas se calculó con los equipos que utilizan el mismo dando como resultado:

COSTO DE GAS		
Consumo (m3/año)	Precio (U\$s/m3)	Total (U\$s/año)
7250500	0.069	500284.50

**Tabla.11.8. Costo del Gas<sup>189</sup>**

<sup>188</sup> Autor.

<sup>189</sup> Autor.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 362 de 373

## 11.8 COSTOS DE AGUA

El agua utilizada será abastecida por el EPAS. Se instalará una planta de tratamiento de efluentes cloacales de manera tal que el líquido tratado se pueda reutilizar para riego y forestación del predio.

COSTO DE AGUA		
Consumo (m3/año)	Precio (U\$/m3)	Total (U\$/año)
161884.8	0.18	29139.26

Tabla.11.9. Costo del Agua<sup>190</sup>

## 11.9 COSTOS DE MANTENIMIENTO

En todas las instalaciones de procesos es de fundamental importancia tener en cuenta el desgaste de los equipos. Es por ello que se deben considerar mantenimientos preventivos.

En el caso que se produzca una rotura en momentos donde el personal de mantenimiento no se encuentra por cualquier motivo, llegamos a una situación de mantenimiento correctivo, donde se deben realizar maniobras de reparación.



Cuantificar estos costos, involucra tener ciertas consideraciones a la hora de comprar el equipamiento necesario para la producción. Tomando como referencia la inversión en activos fijos del proyecto el 7% corresponde a mantenimiento total de la planta. De ese porcentaje el 70% es de mantenimiento preventivo y el 30% de mantenimiento correctivo. Por lo tanto, los costos por mantenimiento son:

Costos de Mantenimiento	
Activos fijos	11.759.045
Mantenimiento (U\$)	823.134

Tabla.11.10. Costo del Agua<sup>191</sup>

<sup>190</sup> Autor

<sup>191</sup> Autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 363 de 373</p>

## 11.10 FLUJO DE CAJA

El flujo de caja permite medir las inversiones, los costos y los ingresos de un proyecto, resumiendo las salidas y entradas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto en un período determinado.

La diferencia de estos ingresos y egresos, es decir, la resta de los costos totales y los ingresos que tiene la empresa, lo llamamos “flujo de caja neto”.

Esta herramienta es sustancial, ya que aporta información relevante de la empresa, indicando si ésta se encuentra en condiciones redituables desde el punto de vista económico.



El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de tres elementos básicos:

- a) Egresos iniciales de fondos.
- b) Ingresos y egresos de operación.
- c) Momento en que ocurre estos ingresos y egresos.

Para llevar a cabo un flujo de caja de manera adecuada, es necesario tener en cuenta dos indicadores económicos de gran importancia, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN). La medida de estos indicadores dará como resultado la aceptación del proyecto o el rechazo, y depende de la evaluación criteriosa en cada componente del proyecto.

En nuestro caso el proyecto se evalúa en un horizonte de tiempo de 10 años, por lo que se construye un flujo de caja con 11 columnas una para cada año de funcionamiento y otra, la columna 0, para reflejar todos los desembolsos previos a la puesta en marcha. Por lo tanto se hace uso de la información recolectada durante la etapa de formulación del proyecto, los ingresos y egresos afectados a impuestos, incluyen todos aquellos movimientos de caja que por su naturaleza, puedan alterar el estado de pérdidas y ganancias (o estado de resultados) de la empresa y por lo tanto, la cuantía de los impuestos a las utilidades que se podrán generar por la implementación del proyecto. Los gastos no desembolsables corresponden a los gastos que, sin ser salidas de caja, es posible agregar a los costos de la empresa con fines contables permitiendo reducir la utilidad sobre la cual se deberá calcular el monto de los impuestos a



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> <b>CARRERA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>			INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com		 <b>METANOL DEL SUR</b>		
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>							<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot		<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick		<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan		<b>Fecha: 10/02/23</b>		<b>Página 364 de 373</b>	



pagar (amortizaciones). Como resultado de las sumas y restas de ingresos y gastos, tanto efectivos como no desembolsables, se obtiene la utilidad antes de impuestos. En la tercera etapa la del cálculo del impuesto, corresponde aplicar la tasa tributaria porcentual sobre las utilidades para determinar el monto impositivo, que si es un egreso efectivo necesario de incorporar en la construcción del flujo de caja.

Dado que los gastos no desembolsables, no constituyen una salida de caja y son restados solo para calcular la cuantía de los tributos, después de calcular el impuesto se deben efectuar los ajustes por gastos no desembolsables. Aquí todos los gastos que no constituyen egresos se vuelven a sumar para anular su efecto directo en el flujo de caja, pero dejando incorporado su efecto tributario. Después de calculado y restado el impuesto, se obtiene la utilidad neta. Aplicando este procedimiento entonces, el flujo de caja obtenido para el proyecto se muestra a continuación:

PERÍODO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN	Activo Fijo (U\$s)	11,759,045										
	Capital de Trabajo (U\$s)	5,774,926										
	<b>Total (U\$s)</b>	<b>17,533,971</b>										
INGRESOS	Por Ventas (U\$s)		87,600,000	87,600,000	87,600,000	87,600,000	87,600,000	87,600,000	87,600,000	87,600,000	87,600,000	87,600,000
	<b>Total (U\$s)</b>		<b>87,600,000</b>	<b>87,600,000</b>	<b>87,600,000</b>	<b>87,600,000</b>	<b>87,600,000</b>	<b>87,600,000</b>	<b>87,600,000</b>	<b>87,600,000</b>	<b>87,600,000</b>	<b>87,600,000</b>
EGRESOS	Costo Fijo (U\$s)		2,722,814	2,722,814	2,722,814	2,722,814	2,722,814	2,722,814	2,722,814	2,722,814	2,722,814	2,722,814
	Costo Variable (U\$s)		67,651,305	67,651,305	67,651,305	67,651,305	67,651,305	67,651,305	67,651,305	67,651,305	67,651,305	67,651,305
	<b>Total (U\$s)</b>		<b>70,374,119</b>	<b>70,374,119</b>	<b>70,374,119</b>	<b>70,374,119</b>	<b>70,374,119</b>	<b>70,374,119</b>	<b>70,374,119</b>	<b>70,374,119</b>	<b>70,374,119</b>	<b>70,374,119</b>
AMORTIZACIONES (U\$s)			1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>			<b>16,049,977</b>	<b>16,301,846</b>	<b>16,301,846</b>	<b>16,301,846</b>	<b>16,301,846</b>	<b>16,301,846</b>	<b>16,301,846</b>	<b>16,301,846</b>	<b>16,301,846</b>	<b>16,301,846</b>
IMPUESTOS	Ganancia (35 %)		5,617,492	5,705,646	5,705,646	5,705,646	5,705,646	5,705,646	5,705,646	5,705,646	5,705,646	5,705,646
	Ingresos Brutos (1,5 %)		240,750	244,528	244,528	244,528	244,528	244,528	244,528	244,528	244,528	244,528
	De Sellos (2 %)	350,679	23518.09	23,518.09	23,518.09	23,518.09	23,518.09	23,518.09	23,518.09	23,518.09	23,518.09	23,518.09
	<b>Total (U\$s)</b>	<b>350,679</b>	<b>5,881,760</b>	<b>5,973,692</b>	<b>5,973,692</b>	<b>5,973,692</b>	<b>5,973,692</b>	<b>5,973,692</b>	<b>5,973,692</b>	<b>5,973,692</b>	<b>5,973,692</b>	<b>5,973,692</b>
<b>UTILIDAD NETA</b>			<b>10,168,217</b>	<b>10,328,154</b>	<b>10,328,154</b>	<b>10,328,154</b>	<b>10,328,154</b>	<b>10,328,154</b>	<b>10,328,154</b>	<b>10,328,154</b>	<b>10,328,154</b>	<b>10,328,154</b>
AMORTIZACIONES (U\$s)			1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905	1,175,905
VALOR RESIDUAL (U\$s)			50,841,085	50,381,424	50,381,424	50,381,424	50,381,424	50,381,424	50,381,424	50,381,424	50,381,424	50,381,424
<b>FLUJO NETO DE FONDOS</b>		<b>-17,884,651</b>	<b>11,344,122</b>	<b>11,504,059</b>	<b>11,504,059</b>	<b>11,504,059</b>	<b>11,504,059</b>	<b>11,504,059</b>	<b>11,504,059</b>	<b>11,504,059</b>	<b>11,504,059</b>	<b>11,504,059</b>
<b>FLUJO NETO DE FONDOS ACUMULADOS</b>		<b>-17,884,651</b>	<b>-6,540,529</b>	<b>4,963,530</b>	<b>16,467,588</b>	<b>27,971,647</b>	<b>39,475,705</b>	<b>50,979,764</b>	<b>62,483,823</b>	<b>73,987,881</b>	<b>85,491,940</b>	<b>96,995,998</b>

Tabla 11.11. Flujo de Caja<sup>192</sup>

<sup>192</sup> Autor



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 365 de 373</b></p>

**VAN:** El valor actual neto es el método más conocido y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión. Para ellos calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento cero.

Si el resultado es mayor que 0 muestra cuanto se gana con el proyecto, después de recuperar la inversión por sobre la tasa de retorno que se exigía al proyecto; si el resultado es igual a 0 indica que el proyecto reporta exactamente la tasa que se quería obtener después de recuperar el capital invertido; y si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión. Cuando el VAN es negativo, el proyecto puede tener una alta rentabilidad, pero será inferior a la exigida. En algunos casos, el VAN negativo puede incluso indicar que, además de que no se obtiene rentabilidad, parte o toda la inversión no se recupera.

**TIR:** La tasa interna de retorno es un segundo criterio de evaluación, que mide la rentabilidad como porcentaje, y representa la máxima tasa exigible que hace que el VAN sea cero, por ello se define a veces como la sensibilización de la tasa de descuento del proyecto, ya que mide el máximo costo que se podría pagar por el capital.

En un flujo de inversión se pueden dar las siguientes situaciones en relación del VAN con la TIR:

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 366 de 373

<b>VAN &gt; 0 y TIR &gt; 0</b>	<b>La rentabilidad es superior a la exigida después de recuperar toda la inversión.</b>
<b>VAN = 0 y TIR &gt; 0</b>	La rentabilidad es igual a la exigida después de recuperar toda la inversión.
<b>VAN &lt; 0 y TIR &gt; 0</b>	La rentabilidad es inferior a la exigida después de recuperar toda la inversión.
<b>VAN &lt; 0 y TIR = 0</b>	La rentabilidad es 0, pero se recupera toda la inversión.
<b>VAN &lt; 0 y TIR &lt; 0</b>	La rentabilidad es 0 y no se recupera toda o parte de la inversión.

**Tabla 11.12. Flujo de Inversión<sup>193</sup>**

A continuación, se puede observar los valores de TIR y VAN obtenidos para el proyecto, con una tasa de descuento exigida de 20%.



Se visualiza que los valores obtenidos son aceptables, dado que según lo expuesto en la tabla detallada de TIR y VAN, significa que es posible recuperar la totalidad de la inversión y obtener además una rentabilidad superior a la exigida.

TASA DE DESCUENTO	20%
TIR	64%
VAN	\$ 30,212,513.10

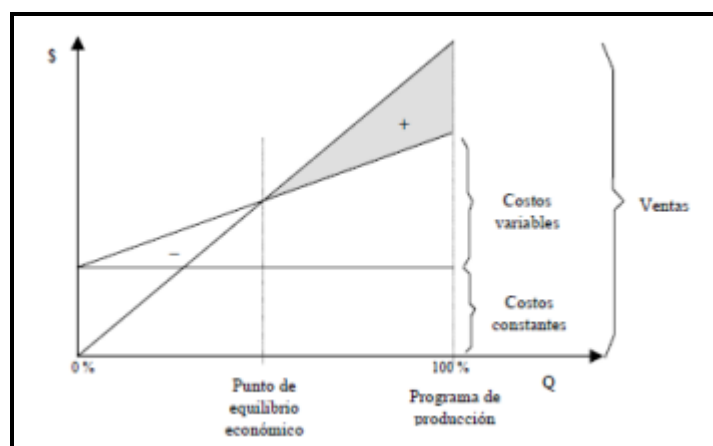
### 11.10.1 PUNTO DE EQUILIBRIO

El estudio de costos finaliza con la determinación del punto de equilibrio económico, el cual corresponde a aquel nivel de operaciones en el que los ingresos se equiparan en importe a los gastos y costos. Por lo tanto, puede definirse también como el volumen mínimo de ventas que debe lograrse para comenzar a obtener utilidades.

<sup>193</sup> Autor

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	Página 367 de 373

El conocimiento de los costos totales (constantes + variables) y ventas por cada programa se construye el diagrama de equilibrio apreciándose para cada nivel de cumplimiento del programa la evolución de los costos y ventas a través de sus respectivas líneas. En el punto de intersección de estas se tiene el “punto de equilibrio” donde los costos y ventas se igualan determinando a la derecha del mismo la zona de utilidades y a la izquierda las pérdidas.





**Gráfico 11.1. Punto de Equilibrio<sup>194</sup>**

A continuación, se indican los valores asociados a nuestro proyecto

#### REFERENCIAS

<b>I</b>	Ingresos
<b>CF (U\$S)</b>	Costo Fijo
<b>CV (U\$S)</b>	Costo Variable
<b>CVUNIT (U\$S/TN)</b>	Costos Variable Unitario
<b>CT (U\$S)</b>	Costo Total
<b>Q (TN)</b>	Producción
<b>P (U\$S/TN)</b>	Precio por unidad
<b>PE (TN)</b>	<b>Punto de Equilibrio</b>
<b>PE (U\$S)</b>	

<sup>194</sup> Autor



 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com		 <b>METANOL DEL SUR</b>			
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>						<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>			
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot		<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick		<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan		<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 368 de 373	

### CONCEPTO

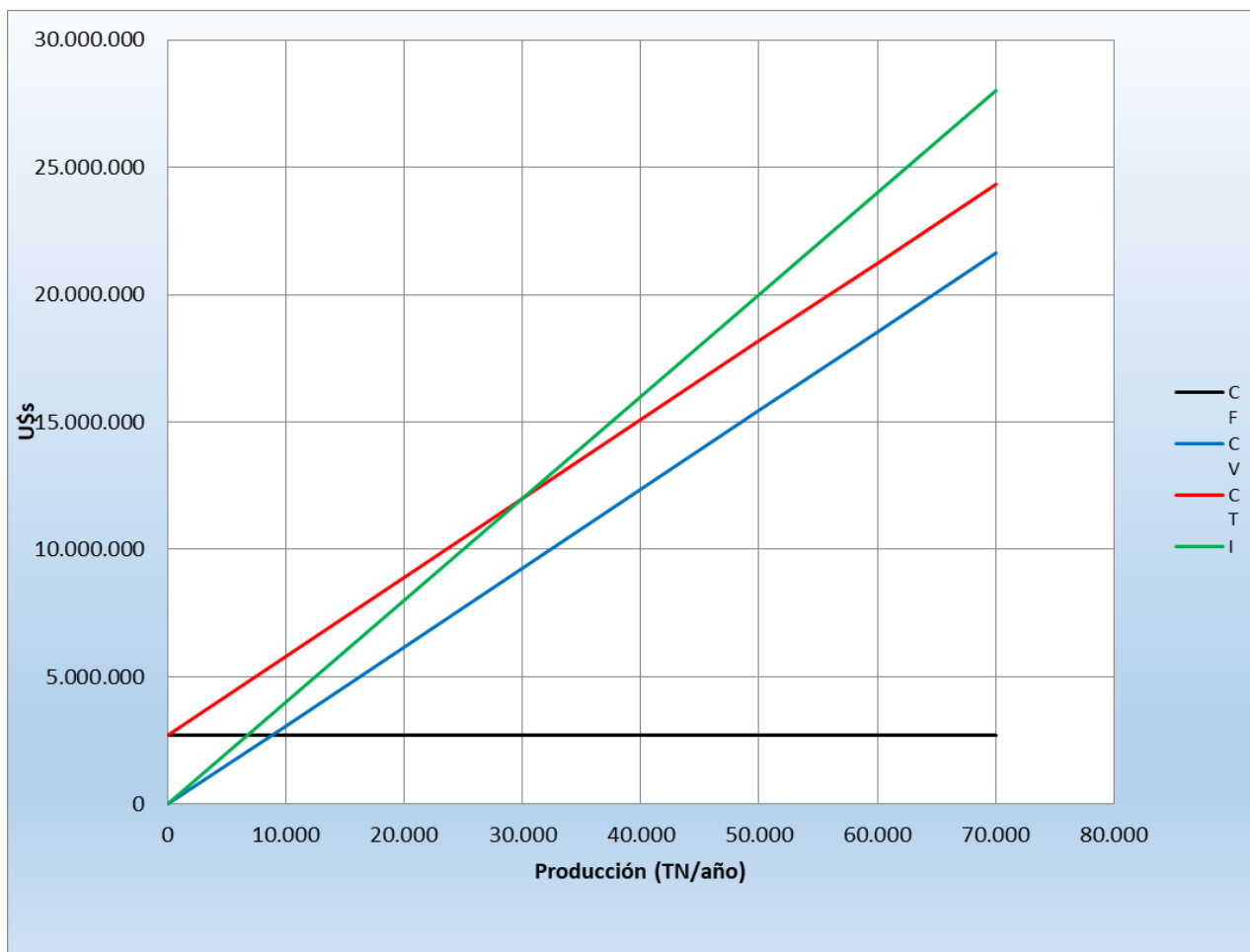
<b>I (U\$S)</b>	876,000,000
<b>CF (U\$S)</b>	2,722,814
<b>CV (U\$S)</b>	67,651,305
<b>CVUNIT (U\$S/TN)</b>	309
<b>CT (U\$S)</b>	70,122,249
<b>Q (TN)</b>	219,000
<b>P (U\$S/TN)</b>	400
<b>PE (TN)</b>	<b>29,891</b>
<b>PE (U\$S)</b>	<b>11,956,597</b>

Para poder apreciar los resultados gráficamente, se construye la siguiente tabla:

CF		CV		CT		I	
Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
2,722,814	0	0	0	2,722,814	0	0	0
2,722,814	10,000	3,089,101	10,000	5,811,915	10,000	4,000,000	10,000
2,722,814	20,000	6,178,201	20,000	8,901,015	20,000	8,000,000	20,000
2,722,814	30,000	9,267,302	30,000	11,990,116	30,000	12,000,000	30,000
2,722,814	40,000	12,356,403	40,000	15,079,217	40,000	16,000,000	40,000
2,722,814	50,000	15,445,503	50,000	18,168,317	50,000	20,000,000	50,000
2,722,814	60,000	18,534,604	60,000	21,257,418	60,000	24,000,000	60,000
2,722,814	70,000	21,623,705	70,000	24,346,519	70,000	28,000,000	70,000

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p>METANOL DEL SUR</p>	
<p><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p><b>Página 369 de 373</b></p>

Ahora se ilustra el gráfico correspondiente según los valores anteriores:





**Gráfico 11.2. Punto de equilibrio<sup>195</sup>**

## 11.11 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad consiste básicamente en el estudio de la variabilidad que puede exhibir uno o más de los componentes del flujo de caja. Este análisis se realiza dado que los criterios de evaluación miden la rentabilidad de la inversión para solo uno de tantos escenarios posibles, pues para la realización del flujo de caja, se suponen comportamientos fijos para cada variable, lo que se conoce como decisiones bajo certidumbre. Sin embargo,

<sup>195</sup> Autor

 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="right"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 370 de 373</p>



siempre existen dudas del cumplimiento del escenario proyectado ya que estos son inevitablemente susceptibles a cambios o modificaciones contantes, por lo que se debe analizar el riesgo, incertidumbre y sensibilidad del mismo.

Los cambios que se producen en el comportamiento de las variables del entorno provocan que sea prácticamente imposible esperar que la rentabilidad calculada sea la que efectivamente tenga el proyecto implementado. Es por ello, que esta etapa incluye un análisis acerca de la sensibilización de los resultados dentro de rangos probables, en los supuestos que determinaron las estructuras de costos y beneficios, así como también la medición del riesgo y el análisis de opciones para su mitigación. Anticipar estas variaciones permite a la empresa no solo medir el impacto que podrían ocasionar en sus resultados, sino también reaccionar ante dicho impacto.

Existen dos modelos distintos para efectuar el análisis de sensibilidad que se explican a continuación.

- Análisis multidimensional: Constituye el método más tradicional y comúnmente utilizado. Consiste en analizar el efecto que produce en el VAN, la modificación del valor de una o más variables que se consideran susceptibles de cambiar durante el periodo de evaluación. El procedimiento propone que se confeccionen tantos flujos de caja como posibles combinaciones se identifiquen entre las variables que componen el mismo. Empero, La aplicación de este modelo, conduce en ocasiones a elaborar una excesiva cantidad de flujos de caja. Por lo cual, se recurre a un modelo simplificado del mismo que plantea que se debe sensibilizar el proyecto a solo dos escenarios: uno optimista y otro pesimista.

- Análisis unidimensional: Este modelo plantea que, en lugar de analizar la variación del valor del VAN cuando se modifica el valor de una o más variables, se determine la variación máxima que puede resistir el valor de una variable relevante para que el proyecto siga siendo económicamente rentable, es decir, determinar el punto límite para que se obtenga únicamente la rentabilidad deseada después de recuperada la inversión.

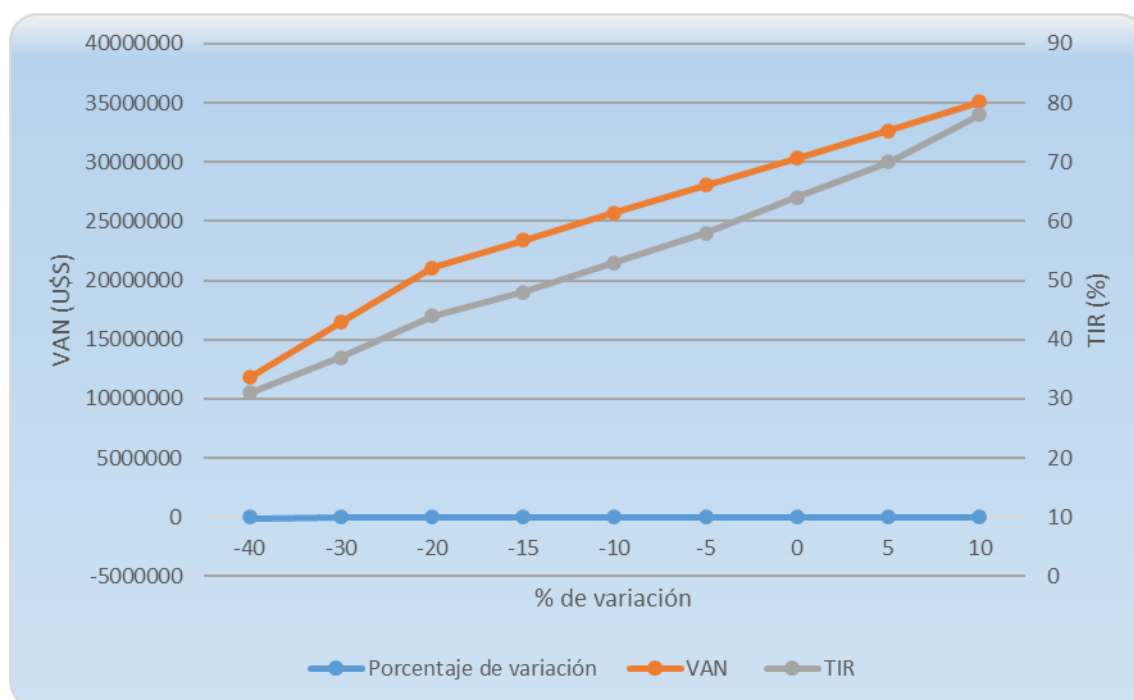
 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b>		<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA		INTEGRANTES: Vanesa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>				<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>	
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>		Página 371 de 373

Ambos métodos muestran el grado de variabilidad que pueden exhibir la proyección del flujo de caja. Esto permite identificar cuáles son las variables más críticas y los puntos más débiles sobre los que se debe concentrar la búsqueda de más información para determinar las posibilidades de que se alcancen esos puntos críticos.

Las variables consideradas para el análisis de sensibilidad del proyecto fueron:



- Precio del producto, metanol.
- Precio de la materia prima.

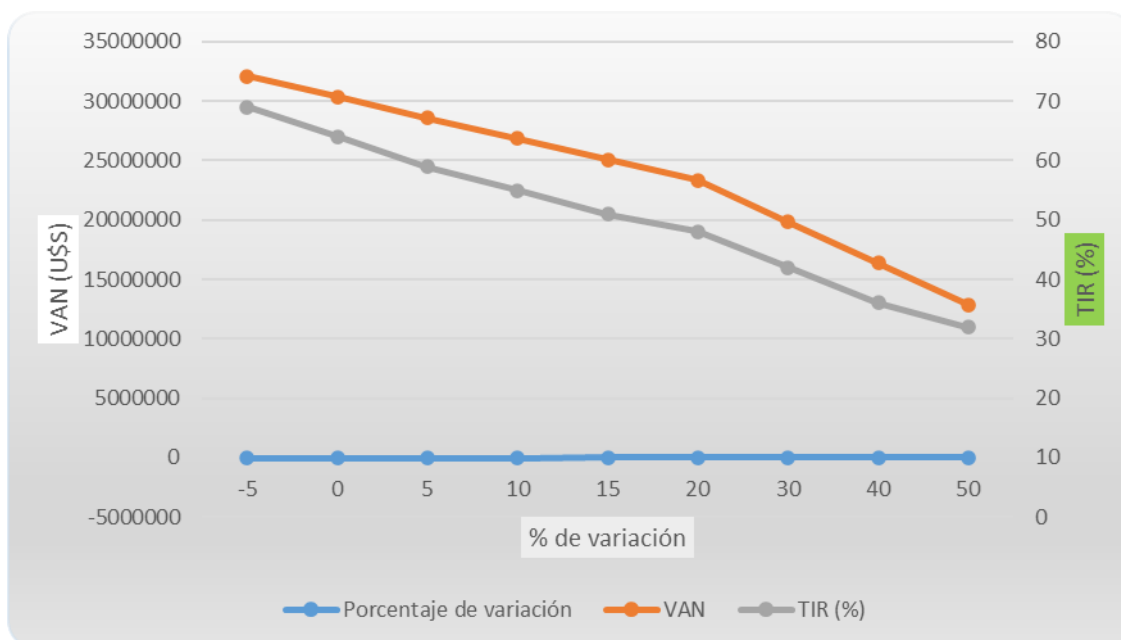
A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada una de estas variables.



**Evaluación de la variación de la TIR y VAN con respecto al precio del producto.**



 <p><b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUÉN</b></p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com</p>	 <p align="center">METANOL DEL SUR</p>	
<p align="center"><b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b></p>		<p align="center"><b>AÑO DE CURSADA 2012</b></p>		
<p><b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot</p>	<p><b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick</p>	<p><b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan</p>	<p align="center"><b>Fecha: 10/02/23</b></p>	<p align="right">Página 372 de 373</p>





**Evaluación de la variación de la TIR y VAN con respecto al precio de la materia prima.**

## 11.12 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el análisis de sensibilidad en relación con los precios tanto de lo que produce la planta, en este caso metanol, como el precio de la materia prima, situándonos en un escenario desfavorable, lo cual indicaría una disminución del precio del producto, o un aumento de valor en la materia prima, podemos concluir que no se altera significativamente la rentabilidad ya que no se alcanza un terreno de VAN negativo. Esto se lo podemos atribuir al amplio margen positivo generado en la venta de nuestro producto.

Finalizando y como principal conclusión que resulta del análisis financiero, en el proceso de “obtención de metanol a partir de nafta virgen” es que el mismo es económicamente viable, o rentable, y que debido a la gran demanda que existe según nuestro estudio de mercado, se proporciona una ganancia a partir del segundo año desde la puesta en marcha y las variaciones en los precios de la materia prima y del producto final no influyen de manera importante.

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL NEUQUEN</b>	<b>PROYECTO FINAL</b> CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	INTEGRANTES: Vanessa Mardones Email: Vanema_09@yahoo.com.ar Carlos Ruiz Email: ruiza_008@hotmail.com	 <b>METANOL DEL SUR</b>	
<b>“PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE NAFTA VIRGEN”</b>		<b>AÑO DE CURSADA 2012</b>		
<b>Profesor titular:</b> Ing. Horacio Spesot	<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b> Ing. Ezequiel Krumrick	<b>Ayudante de Catedra:</b> Ing. Cristian Silva Ing. Garrido Juan	<b>Fecha: 10/02/23</b>	<b>Página 373 de 373</b>

## 11.13 BIBLIOGRAFIA

- ❖ Sapag Chain (2012). Preparación y formulación de proyectos
- ❖ Estudio económico financiero.xlsx. (s.f.).
- ❖ Matches´275 Equipment Costs Estimates.
- ❖ <https://www.matche.com/equipcost/Default.html>
- ❖ Chemical Engineering Plant Cost Index. <https://www.academia.edu>
- ❖ servicio médico laboral (Resolución 905/15). <https://www.argentina.gob.ar>
- ❖ Ministerio de trabajo, empleo y seguridad social. <https://www.boletinoficial.gob.ar>
- ❖ Ley de contrato de trabajo N°20.744. <https://www.argentina.gob.ar>
- ❖ Ley de empleo N°24.013. <https://www.argentina.gob.ar>
- ❖ Ley de riesgo de trabajo N°24.557. <https://www.argentina.gob.ar>