

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional La Plata

# **Prefraccionamiento de nafta e hidrotratamiento de corte corazón carga a nuevo Platforming II (antiguo Magnaforming)**

Proyecto Final

---

Carrera: Ingeniería Química

**ALUMNOS:**

- ✓ AMENGUAL LOZANO, Daiana Romina.
- ✓ MORA, Emiliano.

**DOCENTES:**

- ✓ Titular de Cátedra: Ing. Vrcic, Juan Domingo.
- ✓ Ayudantes: Ing. Rueda, Hernán.

**Año 2023**



## Contenido

1. OBJETIVO .....	4
2. ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
3. ESTUDIO DE MERCADO.....	5
3.1. El producto, sus características. ....	5
3.2. Consumo Histórico .....	7
3.3. Proyecciones de Demanda.....	8
3.4. Determinación de la capacidad de producción de la nueva planta .....	10
3.5. Materia prima .....	10
4. UBICACIÓN DE LA PLANTA. ....	12
4.1. Factores que influyen en la ubicación de una planta industrial.....	12
4.2. Factores primarios y específicos.....	12
4.3. Ubicación seleccionada y justificación.....	13
4.4. Estudios de clima.....	15
4.5. Estudios de suelos .....	20
4.6. Estudios de requisitos legales (nacionales, provinciales y municipales, incluyendo los medioambientales).....	24
4.7. Las Comunidades vecinas .....	35
4.8. Mano de obra .....	36
4.9. Logística.....	36
5. ELECCIÓN DEL PROCESO ÓPTIMO – SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA. ....	39
5.1. Descripción de los distintos procesos posibles .....	39
5.3. Análisis de las ventajas y desventajas de cada uno.....	47
5.4. Selección del Optimo.....	49
5.5. Descripción detallada del proceso elegido .....	51
6. DISEÑO BÁSICO .....	56
6.1. Determinación de las bases de diseño principales en los límites de la batería 56	
6.2. Balance de masa y energía.....	57
6.3. Diseño de equipos.....	58



7.	DIAGRAMAS Y PLANOS.....	163
7.1.	PFD de proceso.....	163
7.2.	P&I. Análisis de fallas. Sistemas de parada de emergencia. ....	163
7.3.	Diagrama de producción (diagrama de bloque) .....	167
7.4.	Plot- Plan.....	167
8.	Aspectos medio ambientales.....	171
8.1.	Definiciones .....	171
8.2.	Introducción.....	171
8.3.	Radicación y habilitación industrial.....	172
8.4.	Plan de Contingencia- Plan de respuesta a Emergencias (PRE).....	186
8.4.1	Análisis de Riesgo .....	203
8.5.	Marco Legal.....	207
8.5.1	Ámbito Nacional.....	207
8.5.2	Ámbito Provincial.....	209
9.	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL PERSONAL .....	211
9.1.	Organigrama.....	212
9.2	Horarios y turnos .....	217
9.2	Seguridad industrial Ley N.º 19587 .....	219
9.3	Vinculación con sindicatos (CCT).....	225
9.4	Riesgos laborales – ART.....	227
9.5	Seguro de vida obligatorio.....	228
9.6	Accidente Laboral.....	228
9.7	Enfermedad Inculpable.....	228
10	ESTUDIO Y EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO .....	229
10.6	Determinación del CAPEX .....	230
10.1.1	Inversión del Capital Fijo (FCI).....	231
10.1.2	Capital de Trabajo (WC).....	233
10.2	EVALUACION ECONÓMICA .....	235
10.2.1	Cálculo del Margen Operativo .....	235
10.2.2	Cálculo del OPEX (Costos Operativos) .....	236
10.2.3	Indicadores Financieros EBITDA, EBIT, EBT .....	238



---

10.2.4	Erogaciones de CAPEX .....	239
10.2.5	Flujo de Fondos (FF).....	239
10.2.6	Indicadores Económicos .....	240
10.3	Análisis de sensibilidad.....	241
11	Bibliografía.....	242
11.1	Páginas WEB .....	242



## 1. OBJETIVO

Desarrollo de Ingeniería Básica para aprobación de inversión de una nueva planta de Prefraccionamiento de nafta e hidro-tratamiento de corte corazón de carga a nuevo Platforming II (antiguo Magnaforming) en CIE.

**Hipótesis de trabajo:** YPF ha realizado un llamado a licitación a distintos grupos de ingeniería para la elaboración de propuestas para la instalación de una nueva planta de Prefraccionamiento de nafta e hidrotatamiento de corte corazón y nuestro Grupo de Ingeniería M&A S.R.L. ha sido seleccionado para desarrollar el análisis técnico económico y ambiental, para la toma de decisión de inversión, cumpliendo con todas las especificaciones técnicas, de seguridad y medioambiente de la compañía.

## 2. ALCANCE DEL PROYECTO

Desarrollo de estudio de viabilidad técnico económico y ambiental, para instalar una planta con una producción anual de 870.000 m<sup>3</sup>/año dentro del Complejo Industrial Ensenada (CIE). Para este alcance se consideró la unidad en funcionamiento por 330 días/año.

El desarrollo del estudio implica realizar FEL I, FEL II Y FEL III, en un periodo de tiempo no superior al año, debiendo entregar la información para toma de decisión en marzo 2024. Esto incluye localización de la planta, dentro del predio del CIE, obtención de certificado de aptitud ambiental, organigrama y análisis económico y de sensibilidad.



### 3. ESTUDIO DE MERCADO.

#### 3.1. El producto, sus características.

Según Las Fichas Internacionales de Seguridad Química (ICSC).

Tabla 1: Ficha de seguridad de nafta hidrotratada.

3/7/22, 17:20 ICSC 1380 - NAFTA (PETRÓLEO), FRACCIÓN PESADA TRATADA CON HIDRÓGENO

NAFTA (PETRÓLEO), FRACCIÓN PESADA TRATADA CON HIDRÓGENO		ICSC: 1380 (Marzo 2001)	
Nafta hidrogenada de baja temperatura de ebullición Alimento del reformador catalítico			
CAS: 64742-48-9 N° ONU: 3295 CE: 265-150-3			
	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO Y EXPLOSIÓN</b>	Inflamable. Por encima de 40°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. Por encima de 40°C, sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosión.	Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo, dióxido de carbono. En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
¡EVITAR LA FORMACIÓN DE NIEBLAS DEL PRODUCTO!			
	SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
<b>Inhalación</b>	Vértigo. Dolor de cabeza. Somnolencia. Náuseas. Pérdida del conocimiento.	Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
<b>Piel</b>	Piel seca.	Guantes de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
<b>Ojos</b>	Enrojecimiento.	Utilizar gafas de protección de montura integral.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
<b>Ingestión</b>	Tos. Diarrea. Dolor de garganta. Vómitos. Además ver Inhalación.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica. Ver Notas.
DERRAMES Y FUGAS		CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO	
Ventilar. Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes precintables. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte. A continuación, almacenar y eliminar el residuo conforme a la normativa local. NO verterlo en el alcantarillado. Protección personal: respirador con filtro para vapores orgánicos de bajo punto de ebullición adaptado a la concentración de la sustancia en el aire.		Conforme a los criterios del GHS de la ONU	
<b>ALMACENAMIENTO</b>		Transporte	
A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes. Bien cerrado.		Clasificación ONU	
<b>ENVASADO</b>		Clase de Peligro ONU: 3; Grupo de Embalaje/Envase ONU: III	
 Organización Internacional del Trabajo		 Organización Mundial de la Salud	
La información original ha sido preparada en inglés por un grupo internacional de expertos en nombre de la OIT y la OMS, con la asistencia financiera de la Comisión Europea. © OIT y OMS 2018		 European Commission	



NAFTA (PETRÓLEO), FRACCIÓN PESADA TRATADA CON HIDRÓGENO		ICSC: 1380
<b>INFORMACIÓN FÍSICO-QUÍMICA</b>		
<b>Estado físico; aspecto</b> LÍQUIDO INCOLORO.		Punto de ebullición: 155-217°C
<b>Peligros físicos</b>		Punto de fusión: <0°C
<b>Peligros químicos</b>		Densidad: 0.76-0.79 g/cm <sup>3</sup>
Reacciona con oxidantes fuertes. Esto genera peligro de incendio y explosión.		Solubilidad en agua: ninguna
		Presión de vapor, kPa a 20°C: 0.1-0.3
		Punto de inflamación: 40-62°C c.c.
		Temperatura de autoignición: 255-270°C
		Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 0.7-6.0
<b>EXPOSICIÓN Y EFECTOS SOBRE LA SALUD</b>		
<b>Vías de exposición</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y por ingestión.		<b>Riesgo de inhalación</b> No se puede indicar la velocidad con que se alcanza una concentración nociva de esta sustancia en el aire por evaporación a 20°C.
<b>Efectos de exposición de corta duración</b> El vapor irrita levemente los ojos. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central. La exposición a concentraciones altas del vapor podría causar pérdida del conocimiento. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y a la consiguiente neumonitis química.		<b>Efectos de exposición prolongada o repetida</b> La sustancia desengrasa la piel, lo que puede producir sequedad y agrietamiento. Ver Notas.
<b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN LABORAL</b>		
MAK: 300 mg/m <sup>3</sup> , 50 ppm; categoría de limitación de pico: II(2); riesgo para el embarazo: grupo D		
<b>MEDIO AMBIENTE</b>		
La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos.		
<b>NOTAS</b>		
Este producto es una mezcla de naftenos C9-C13, iso- y n-parafinas. Ni la concentración de compuestos aromáticos ni la de hexano es superior a 0,1% en volumen. Nota P: No es necesario aplicar la clasificación UE como carcinógeno o mutágeno si puede demostrarse que la sustancia contiene menos del 0,1% en peso de benceno. Dependiendo de la materia prima y del proceso de producción, la composición y las propiedades físicas de este solvente pueden variar considerablemente. Los síntomas de neumonitis química no se ponen de manifiesto hasta pasadas algunas horas o incluso algunos días.		
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>		
- N° de índice (clasificación y etiquetado armonizados conforme al Reglamento CLP de la UE): 649-327-00-6 - <b>Clasificación UE</b> Pictograma: T; R: 45-65; S: 53-45; Nota: H, P		
 GOBIERNO DE ESPAÑA	 MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL	 insst Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
La calidad y exactitud de la traducción o el posible uso que se haga de esta información no es responsabilidad de la OIT, la OMS ni la Comisión Europea. © Versión en español, INSST, 2018		

Fuente: ICSC



### 3.2. Consumo Histórico

En el siguiente cuadro se puede observar el historial de las ventas de naftas (sin bioetanol) en CILP desde el año 2015 hasta el año 2020.

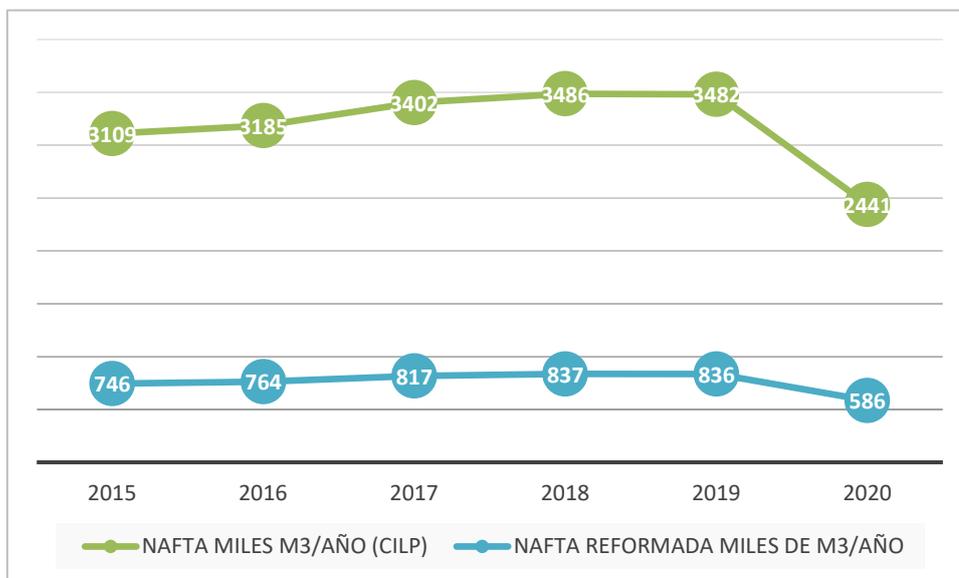
Tabla 2: Consumo de nafta.

AÑO	NAFTA MILES M3/AÑO (CILP)	NAFTA REFORMADA MILES DE M3/AÑO
2015	3109	746
2016	3185	764
2017	3402	817
2018	3486	837
2019	3482	836
2020	2441	586

Fuente: Información financiera YPF.

En las formulaciones Base de blending tanto de Nafta super como Infinia se considera que un 24% aproximadamente corresponde a Nafta Reformada.

Grafico 1: Proyección del consumo de nafta.



Fuente: Elaboración propia basado en datos dado por en informe financiero de YPF.

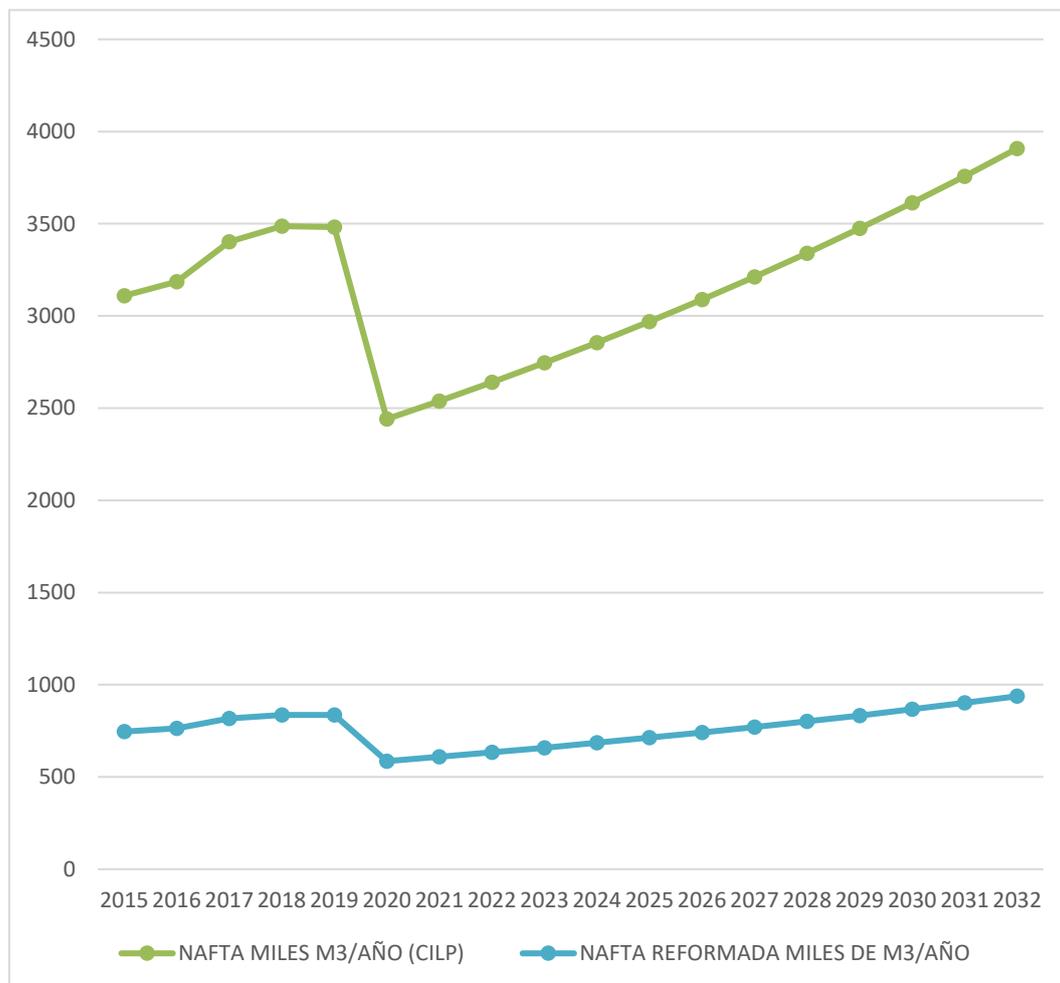


En el año 2020 se observa una gran caída debido a la Pandemia producida por el SARS-CoV-2, disminuyendo las ventas

### 3.3. Proyecciones de Demanda.

A continuación, en el siguiente gráfico, se muestra la proyección desde el año 2020 al 2032. Se considera como hipótesis de trabajo, un crecimiento de la demanda de nafta y por ende, de nafta reformada, de un 4% anual.

Gráfico 2: Proyección del consumo de nafta





AÑO	NAFTA MILES M3/AÑO (CILP)	NAFTA REFORMADA MILES DE M3/AÑO
2015	3109	746
2016	3185	764
2017	3402	817
2018	3486	837
2019	3482	836
2020	2441	586
2021	2538	609
2022	2640	634
2023	2745	659
2024	2855	685
2025	2969	713
2026	3088	741
2027	3212	771
2028	3340	802
2029	3474	834
2030	3613	867
2031	3757	902
2032	3908	938
2023	<i>En la actualidad</i>	<i>594</i>

**Conclusión:** Tomando en cuenta el periodo de años 2020 al 2032 y fijando un crecimiento anual del 4%, se puede observar que para el año 2032 se espera alcanzar un volumen de nafta reformada de 940 miles de m<sup>3</sup>/año, en el presente año (2023) Platforming (CILP) cuenta con una capacidad de 590 miles de m<sup>3</sup>/año. Con el objetivo de alcanzar el volumen de Nafta Reformada y con el incremento del procesamiento del shale oil, las obras de remodelación del Topping D y nuevo HTNC "B" (ambos en CILP), se hace necesario la instalación de una nueva planta de prefraccionamiento de nafta e hidrotratamiento de corte corazón de carga a nuevo Platforming II (antiguo Magnaforming, hoy en desuso) en CIE.



### 3.4. Determinación de la capacidad de producción de la nueva planta

La capacidad de producción mide el máximo nivel de producción que puede alcanzar una unidad de producción, bajo condiciones de funcionamiento normales, así como una utilización óptima de los recursos.

La capacidad de producción queda definida de acuerdo con la capacidad de la unidad existente del antiguo Magnaforming la cual es de 110 m<sup>3</sup>/h, siendo el producto final del hidrotratamiento la carga de la nueva unidad.

La capacidad de producción de Prefraccionamiento será de 270 m<sup>3</sup>/h, de los cuales 110 m<sup>3</sup>/h son carga a la Unidad de Unifining II, los m<sup>3</sup>/h restantes corresponden a Nafta Liviana y Pesada

La capacidad de producción de la Unidad de Hidrotratamiento será de 110 m<sup>3</sup>/h y, por lo tanto, se estima entonces una producción anual en el orden de los 870 miles de m<sup>3</sup>/año.

### 3.5. Materia prima

La materia prima es Nafta Pesada de Topping D, Nafta Hidrotratada de HTNC "B" e Hidrógeno dulce proveniente de la unidad de Platfoming II.

Corresponden a un %vol de:

- 70% de Nafta de Topping D
- 30% Nafta Hidrotratada de HTNC



Especificaciones Nafta:

1- Nafta hidrotratada de HTNC:

**Salida HTNC como Carga a Fraccionamiento**

**Unifining**

Parámetro	Método	Valor
5%	ASTM D-86	>110°C
50%	ASTM D-86	>140°C
95%	ASTM D-86	<175°C
PF	ASTM D-86	<230°C
S	ASTM D-5453	<1 ppm
N	ASTM D-5762	<1 ppm
N°Br	ASTM D-1159	<1 g/100g
Agua	ASTM D-4928	80 ppm

2- Nafta de Topping:

**Nafta Topping D como carga a  
fraccionamiento platforming**

Parámetro	Método	Valor
5%	ASTM D-86	>110°C
50%	ASTM D-86	e/135°C y 155°C
95%	ASTM D-86	<175°C
PF	ASTM D-86	<205°C

Composición Hidrógeno Dulce proveniente de la unidad de Platforming II

**Hidrógeno Platforming (a line H2)**

Componente	%V
HIDROGENO - %V.	85
METANO - %V.	4.5
ETANO - %V.	5.2
PROPANO - %V.	3.4



PROPILENO - %V.	0.1
ISO BUTANO - %V.	1
NORMAL BUTANO - %V.	0.7
BUTENO 1 - %V.	0
ISO BUTENO - %V.	0
TRANS BUTENO - %V.	0
CIS BUTENO - %V.	0
ISO PENTANO - %V.	0
NORMAL PENTANO - %V.	0
SUPERIORES - %V.	0.1
SULFHIDRICO - %V.	0

*Nota: fuente YPF*

## 4. UBICACIÓN DE LA PLANTA.

### 4.1. Factores que influyen en la ubicación de una planta industrial.

Se deberá tomar en consideración: Materias primas, su cercanía y disponibilidades, transporte, fuentes de energía, sitio de disposición final de efluentes, mano de obra existente en las inmediaciones y cercanía del mercado.

### 4.2. Factores primarios y específicos

Los factores que hay que tener en cuenta para la realización del presente proyecto son: materia prima, transporte, agua industrial, efluentes, combustible y energía, mano de obra, clima y factores de la comunidad.

- Cercanía a la fuente de Materia prima: Nafta pesada de Topping D y en menor proporción de Nafta Hidrotratada de HTNC, unidades ubicadas en el CILP. El hidrógeno dulce proviene de la unidad de Platforming II ubicada en el CIE.



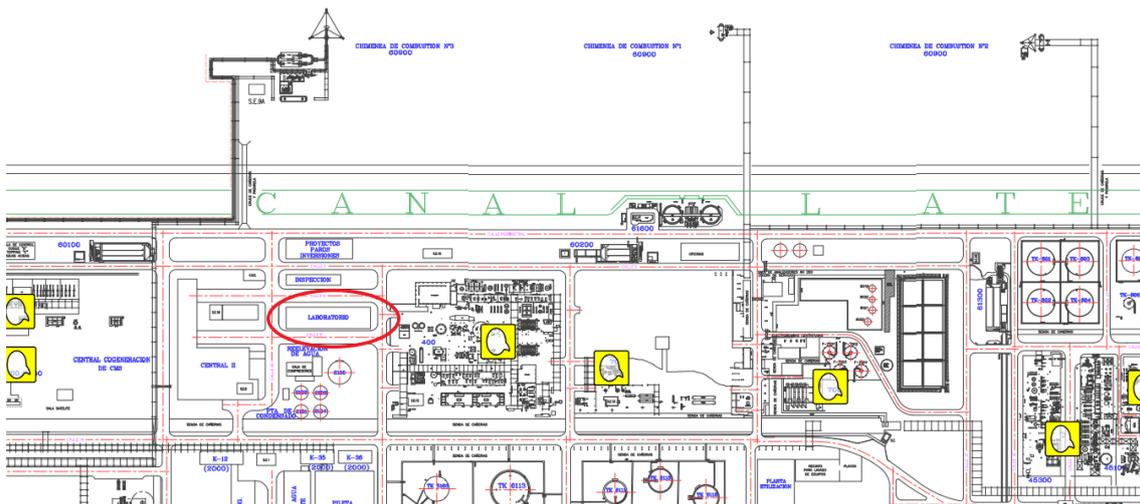
- Transporte: De la materia prima, por cañería dentro de la refinería y hacia CIE atravesando el camino Vergara, a través la nueva línea 2223 B
- Servicios generales: Se dispone de los servicios generales necesarios para la unidad. Es factible realizar una conexión de abastecimiento, para servicios como agua de refrigeración, gas residual para combustible de hornos u otros usos, nitrógeno, aire para instrumentos y línea de antorcha (RV).
- Mano de obra: Se dispone de personal especializado brindado por la compañía para realizar las tareas de auxiliar de campo y operador de consola compleja.

#### 4.3. Ubicación seleccionada y justificación.

Se tiene como opción colocar la nueva unidad en el CILP o en el CIE.

→ En el CILP, Ex Laboratorio Central:

Imagen 1: Plano CILP.





→ En el CIE:

Imagen 2: Complejo CIE.



Fuente: Google Maps.

En el siguiente cuadro comparamos las diferencias entre las dos opciones planteadas.

CILP	CIE
Por cañería la Nafta Pesada va a la Unidad de Prefraccionamiento e Hidrotratamiento en el CILP, se realiza <i>desvío de la línea actual</i> hacia la nueva Unidad dentro de la refinería, para poder abastecer de Nafta pesada tanto a la nueva unidad en el CILP como a la ya existente ubicado también en el CILP.	Por cañería la Nafta Pesada va a la Unidad de Prefraccionamiento e Hidrotratamiento en el CIE, se realiza una <i>nueva línea 2223 B</i> dentro de la refinería, para poder abastecer de Nafta Pesada a la nueva unidad.
El producto hidrotratado se transporta por una nueva cañería, junto con las líneas que comunican Refinería con CIE y Petrocuyo, ubicada en la intersección entre la calle 39 y la calle perimetral, a través de los dos parrales que cruzan el canal (parral A, B y C).	El producto hidrotratado se transportará por cañería dentro del mismo complejo CIE, ya que la unidad se encuentra en el mismo lugar donde está instalada la nueva Unidad de Platforming II.



El proceso Platforming II genera hidrógeno que es utilizado en la sección de Unifining y en otros hidroprocesos. En este caso deberá realizarse una remodelación de la cañería que transporta el Hidrogeno proveniente del CIE al CILP

El proceso Platforming II genera hidrógeno que es utilizado en la sección de Unifining y en otros hidroprocesos.

Conclusión: Se decide ubicar las unidades de Prefraccionamiento como Hidrotratamiento en el CIE.

Principalmente, la unidad de Unifining II toma como materia prima el Hidrógeno Dulce proveniente de la nueva unidad de Platforming II, disminuyendo costos en el montaje, transporte, además de brindar más seguridad debido a que es un gas a alta presión y altamente inflamable.

Cercanía del producto, corte corazón hidrotratado, como carga a la nueva unidad de Platforming II.

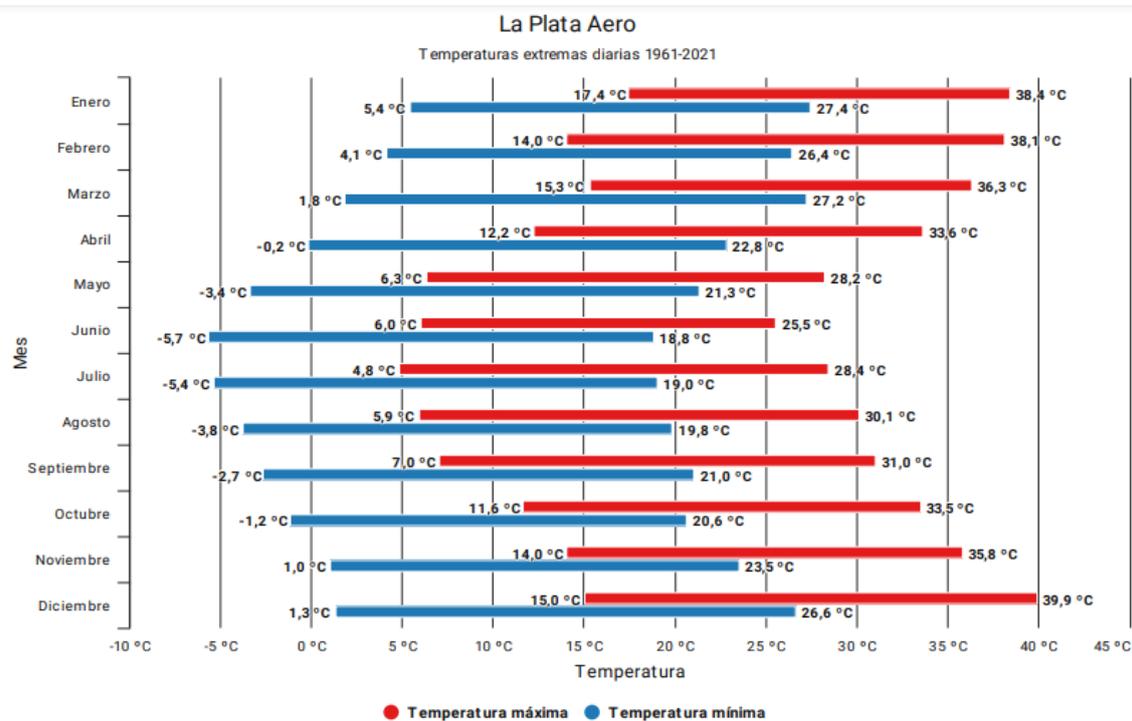
#### 4.4. Estudios de clima

##### Valores extremos de temperaturas.

Los siguientes datos de Temperatura se obtuvieron del Servicio Meteorológico Nacional.



Gráfico 3: *Valores Extremos de Temperatura*



Se observa que:

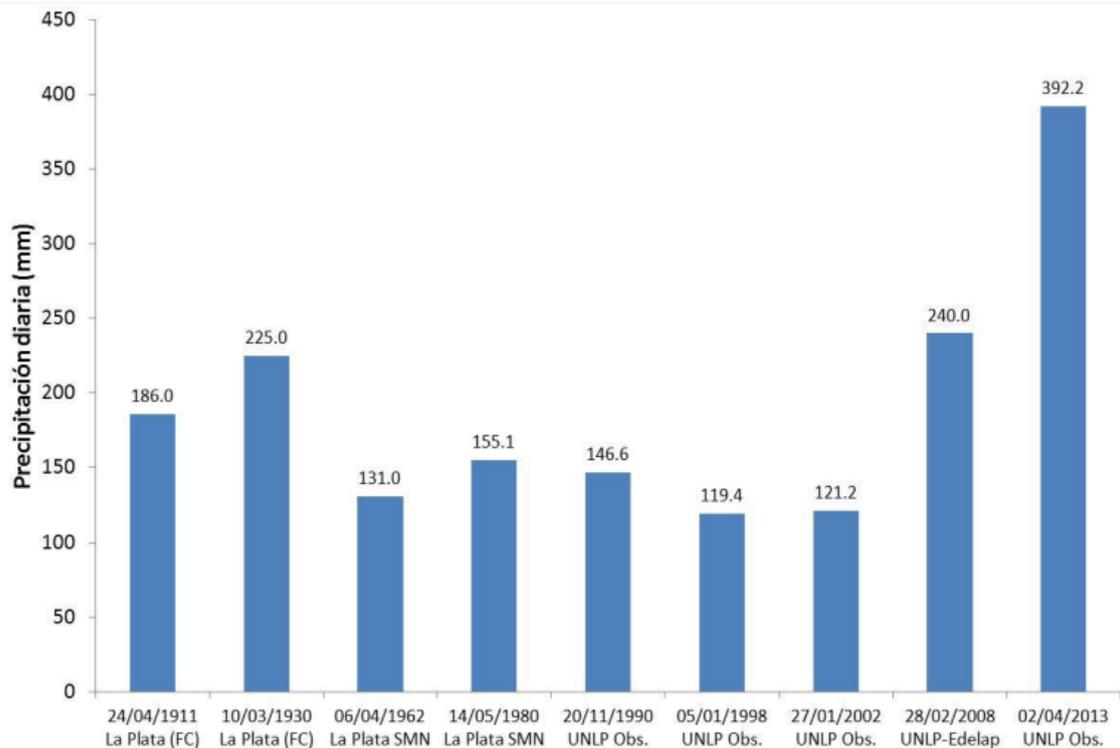
**Máxima Temperatura** registrada fue de 39.9°C ocurrida el 18/12/1995.

**Mínima Temperatura** registrada fue de -5.7°C ocurrida el 14/06/1967.

#### Valores Extremos de Precipitación

Los siguientes datos obtenidos se obtuvieron de un Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril de 2013 en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada por la universidad nacional de la plata, facultad de ingeniería departamento de hidráulica.

Gráfico 4: *Precipitaciones máximas registradas.*



Se observa los acumulados diarios, los valores obtenidos dan cuenta de que las precipitaciones pueden ser calificadas como extraordinarias aun cuando se trate de duraciones de menor incidencia

El registro de 392 mm registrado de 0 a 24 horas en el Observatorio es el récord de su serie histórica (1911-2013), superando en más del 150 % el valor diario máximo anterior. Por lo tanto, se tendrá en cuenta el valor pico como base de cálculo para la capacidad pluvial de la unidad.



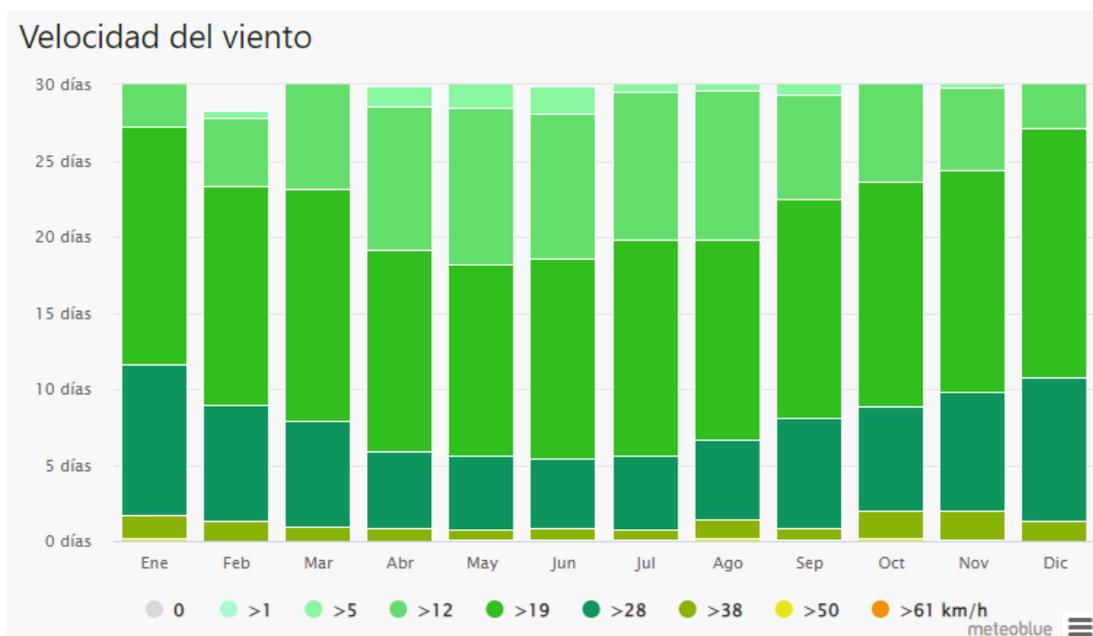
Tabla 1. Valores acumulados correspondientes a diversas estaciones de registro

Estación	Ubicación		Precipitación acumulada (mm)		Fuente	Observaciones
	Latitud	Longitud	De 0:00 a 24:00	De tormenta		
LP Aero	34° 57' 58"	57° 53' 46"	196	181	SINSUP-87593 SMN	De 9HOA a 9HOA
Julio Hirschhorn	34° 59' 04"	57° 59' 47"	273	253	UNLP	
Observatorio	34° 54' 24"	57° 55' 57"	392	370	UNLP	
Part. 18 y 45	34° 55' 18"	57° 57' 59"	334	310	Particular	
Part. 9 y 528	34° 57' 58"	57° 53' 46"	313	290*	Particular	(*) Estimado
Part. 7 y 501	34° 52' 31"	58° 00' 15"	160	140*	Particular	(*) Estimado
Bavio (EA)	35° 02' 26"	57° 45' 10"	49	-	Escuela Agrotécnica	
Ranelagh (Aeroclub)	34° 44' 40"	58° 12' 22"	73	57	Aeroclub Río de la Plata	

✚ Valores extremos de Vientos.

Estudio de vientos en ciudad de Ensenada, según el Servicio Meteoblue:

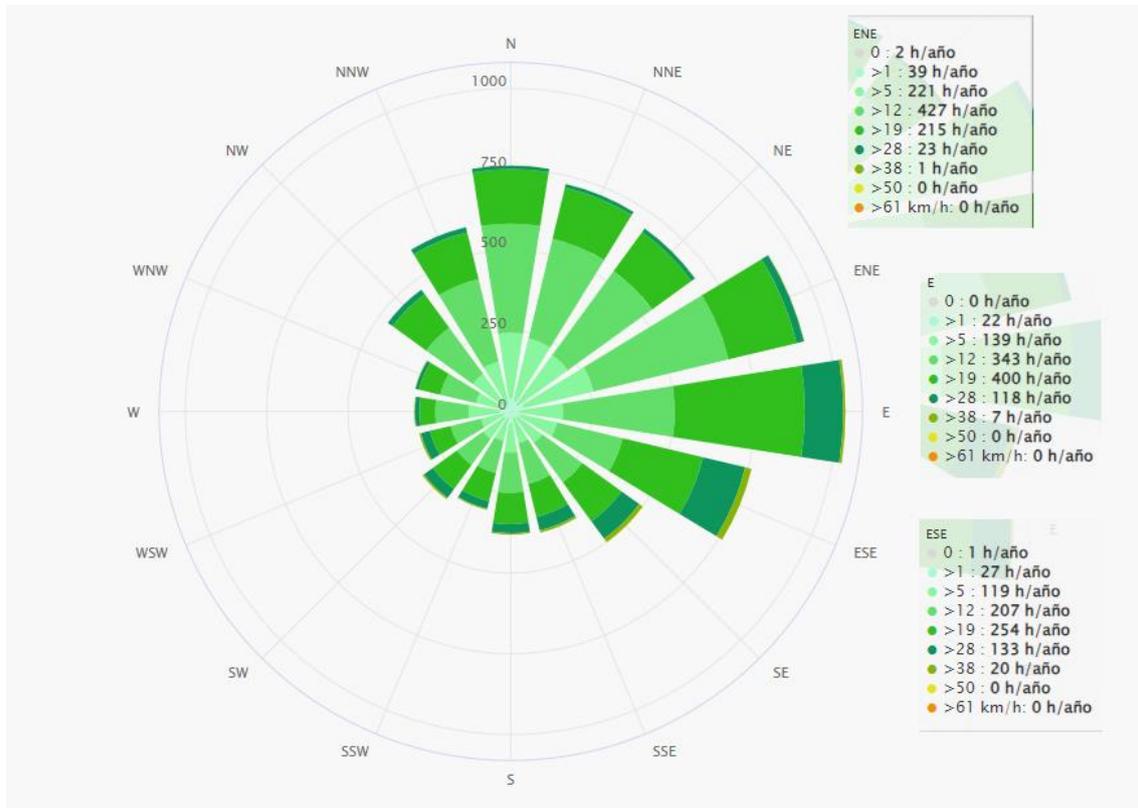
Gráfico 5: velocidades del viento



Fuente: Meteoblue.



Gráfico 6: Direcciones del viento.



Fuente: Meteotube.

La Rosa de los Vientos para Ensenada muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada.

Para el análisis de la influencia de los vientos en el diseño de las estructuras debemos recurrir al reglamento 102 del CIRSOC para la construcción.

**Conclusión:** Desde el punto de vista climatológico, en función de la velocidad máxima registrada de los vientos (ráfagas de 70 km/h) y el máximo registro de precipitaciones en el período considerado (390 mm), se deben tomar como base estos valores para la realización de la ingeniería civil de la unidad (seguridad estructural y capacidad pluvial).



#### 4.5. Estudios de suelos

En la zona de implantación de unidad se realizaron las siguientes tareas:

- En el terreno:
  - Ensayo Normal de Penetración: valoración cuantitativa de la compacidad relativa de los diferentes estratos atravesados, mediante la determinación del número de golpes N necesario para una hincia de 30 cm del sacamuestras normalizado de Terzaghi, en un suelo no alterado por el avance de la perforación, con una energía de impacto de 49 kgm. (ASTM D 1586).
  - Recuperación de muestras representativas de suelo: su identificación y acondicionamiento en recipientes herméticos, para conservar inalterables sus condiciones naturales de estructura y humedad.
  - Delimitación de la secuencia y espesor de los diferentes estratos por reconocimiento tacto visual de los suelos extraídos.
  - Determinación de la posición del nivel freático.
  
- En el laboratorio

Las muestras extraídas en el terreno fueron remitidas al laboratorio donde se le efectuaron los siguientes ensayos:

- Contenido natural de humedad, referido a peso de suelo secado en estufa a 110°C. (ASTM D 2216).
  
- Análisis Granulométrico, determinación de la fracción fina (74 $\mu$ ) por lavado sobre el tamiz N° 200. (ASTM D 1140)
- Clasificación de los suelos, por textura y plasticidad, conforme al Sistema Unificado de A. Casagrande. (ASTM D 2487).



- Observación macroscópica de las muestras: color, textura, concreciones calcáreas, materia orgánica, óxidos, etc.
  - Compresión triaxial por etapas múltiples: medición de los parámetros de corte del suelo: frotamiento interno ( $\phi_u$ ) y cohesión ( $C_u$ ), en condiciones de drenaje impedido.
  - Peso de la unidad de volumen en estado natural.
- Sobre muestras del agua freática y suelos de diferentes profundidades
- Análisis químicos: PH, sales solubles totales, cloruros, sulfatos e hidrocarburos.

#### ➤ **Estratigrafía del subsuelo**

De la simple observación de los gráficos de sondeos, donde se condensa la totalidad de los ensayos de campo y laboratorio realizados, se deduce que el perfil investigado presenta cierta homogeneidad en cuanto a las características de textura y plasticidad de los sedimentos que lo forman y también en su densidad relativa medida a través de los ensayos Penetrométricos.

En lo general el perfil del terreno responde a las siguientes características:

- De 0,00 m a -1,50 m aproximadamente aparecen rellenos arcillo limosos o limo arcillosos, de coloración predominantemente castaña, pertenecientes a los subgrupos CL, CL-ML y ML del *Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)*.
- Del piso del estrato anterior y hasta -5,00 m se encuentran arcillas de elevada plasticidad, de coloración gris con matices oscuros y verdosos. Son CH en el sistema de clasificación de suelos. En algunos niveles se ven surcados por lentes de arena fina y conchillas.
- De -5,00 m a -17,00 m alumbran limos arcillosos de plasticidad baja a media, definidamente ML y de alta plasticidad MH del sistema de clasificación de suelos Unificado, son de coloración castaña con tonalidades claras y/o verdosas. Estos



suelos se ven enriquecidos con la presencia de carbonato de calcio difundido en su masa o concentrado en forma de nódulos litificados.

- De  $-17,00$  m a  $-20,00$  m: aparecen arcillas limosas castañas con tintes amarillentos CL y CL-ML del sistema mencionado up supra de clasificación de suelos.

➤ **Ensayos Penetrométricos**

De acuerdo con los menores números de golpes (N) obtenidos en los ensayos normales de penetración (SPT), interpretados en la escala de valoración cualitativa de Terzagui los sedimentos descritos deben tratarse como:

- Hasta  $-5,00$  m: medianamente compactos a blandos.
- Entre  $-5,00$  m y  $-20,00$  m: compactos a muy compactos, con picos duros (N > 40 golpes)

➤ **Capa Freática**

La posición de la capa freática fue detectada a profundidades que oscilan entre  $2,00$  m y  $2,50$  m, medidas a partir de las respectivas bocas de sondeos.

Por las mediciones realizadas para estudios en zonas vecinas a la obra de referencia y en distintas fechas, se cree probable que pueda ascender aproximadamente a  $1,50$  m, durante condiciones climáticas extremas y en un determinado lapso de tiempo.

➤ **Análisis Químicos**

Los análisis químicos sobre muestras representativas de la misma arrojan el resultado que las muestras de suelo analizadas no son potencialmente agresivas al hormigón de cemento Pórtland fraguado.

➤ **Ensayos de resistividad.**



Determinar la resistividad de los suelos superficiales y subsuperficiales. Se trata de establecer las condiciones naturales de resistividad de suelos in situ, que pueda influir sobre el ataque corrosivo a estructuras metálicas o, a los efectos de proyectar puesta a tierra, de protección o servicio

Los suelos investigados son conductores en respuesta al carácter arcilloso calcáreo de los mismos, y a la poca profundidad del agua subterránea freática contaminada fuertemente con hidrocarburos. Por lo expuesto son buenos puestas a tierra de protección o servicio, fundamentalmente debajo de los 10 m de profundidad.

Según las tablas de corrosividad potencial, permiten calificar a estos suelos como medianamente a muy agresivos ya que sus resistividades son menores de 1000  $\Omega\text{cm}$ , por lo que se deberá prever protección especial a estructuras metálicas en contacto con él.

Tabla N° 1

Resistividad (ohm . cm)	Características corrosivas del Suelo
0 – 900	Muy corrosivo
900 – 2,300	Corrosivo
2,300 – 5,000	Moderadamente corrosivo
5,000 – 10,000	Ligeramente corrosivo
> 10,000	Muy poco corrosivo

**Conclusión:** La fundación/cimentación más apropiada en base al tipo de suelo requerirá del reemplazo de tierra por tosca y el empleo de cimentación profunda (pilotes), en cumplimiento con lo establecido en el 'Código de Edificación para el Partido de la Ensenada'.



#### 4.6. Estudios de requisitos legales (nacionales, provinciales y municipales, incluyendo los medioambientales)

- Ley N° 25.675, Ley General del Ambiente.

Establece que toda actividad u obra que, en territorio de la nación, sea susceptible de degradar el ambiente o afectar la calidad de vida de la población, debe estar sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución.

- Ley N° 11.723: Ley Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

Establece que aquellas obras o actividades que sean susceptibles de producir algún efecto negativo al ambiente de la Provincia de Buenos Aires y/o sus recursos naturales, deberán obtener una declaración de impacto ambiental expedida por la autoridad ambiental provincial o municipal.

- Ley N° 11.459 de Radicación Industrial.

Determina que los establecimientos industriales que se encuentren dentro de la jurisdicción de la Provincia de Buenos Aires deberán contar con el pertinente Certificado de Aptitud Ambiental como requisito obligatorio indispensable para que las autoridades municipales puedan conceder las correspondientes habilitaciones industriales.

- Decreto N° 531.

Detalla el procedimiento de trámite y expedición del Certificado de Aptitud Ambiental. El mismo va a variar dependiendo de cómo encaje la industria dentro la clasificación desarrollada en el decreto que determina, mediante el nivel de complejidad ambiental, la categoría del establecimiento industrial.

- Ley N° 14370: Registro de Establecimientos Industriales

Instaura que todos los establecimientos industriales radicados o a radicarse en el ámbito territorial de la Provincia de Buenos Aires, deberán empadronarse inscribiéndose en el Registro Ambiental de Establecimientos Industriales de la Provincia de Buenos Aires, que contendrá la totalidad de las declaraciones



juradas relativas al empadronamiento, y todo otro dato, documentación e información asociada.

- Ley N° 14343: Regula la identificación de los Pasivos Ambientales.

Regula la identificación de los pasivos ambientales, y obliga a recomponer sitios contaminados o áreas con riesgo para la salud de la población, con el propósito de mitigar los impactos negativos en el ambiente (contaminación del agua-suelo-aire).

- Ley N° 5965: Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera.

Instaura que ningún establecimiento industrial podrá ser habilitado o iniciar sus actividades sin la previa obtención de la habilitación correspondiente y la aprobación de las instalaciones de provisión de agua y de los efluentes residuales industriales respectivos.

- Decreto N° 1074.

Decreta que todos los establecimientos generadores ubicados en el territorio de la provincia de Buenos Aires deberán obtener la Licencia de Emisiones Gaseosas a la Atmósfera (LEGA), previa presentación de una Declaración Jurada, conforme las pautas establecidas en la normativa vigente ante la Autoridad de Aplicación (OPDS), que permita evaluar y controlar el impacto sobre la calidad del aire y el ambiente.

- Ley N° 25688: Régimen de Gestión Ambiental de Aguas.

Determina que para utilizar las aguas objeto de esta ley, se deberá contar con el permiso de la autoridad competente. En el caso de las cuencas interjurisdiccionales, cuando el impacto ambiental sobre alguna de las otras jurisdicciones sea significativo, será vinculante la aprobación de dicha utilización por el Comité de Cuenca correspondiente, el que estará facultado para este acto por las distintas jurisdicciones que lo componen.

- Resolución N° 336/03



Se establecen tanto las Ramas Industriales cuyos efluentes no deben disponerse en pozos absorbentes como los parámetros de calidad de las descargas y límites admisibles.

Tabla 5: Ramas industriales cuyos efluentes no deben disponerse en pozos absorbentes.

CODIGO	NIVEL DE RIESGO	RAMA DE ACTIVIDAD
08110	3	Blanqueo, teñido y/o apresto textil (incluso prendas de vestir)
08201	2	Fabricación de fibras artificiales y sintéticas
08303	0	Preparación de fibras textiles vegetales excepto algodón
08420	2	Lavandería industrial
09106	1	Impregnación de madera
10001	3	Pasta química (celulosa y alfa celulosa) pasta semi-química y pasta mecánica de madera
10101	2	Impresión de diarios y revistas
10104	2	Industrias anexas de las artes gráficas estereotipía, electropía, litografía, fotograbados y operaciones análogas.
10150	2	Imprenta y encuadernación.

11101	3	Saladeros y peladeros de cueros.
11103	4	Curtiembre, teñido, acabado y otras operaciones.
11201	4	Curtiembre, teñido y apresto de pieles
13101	4	Ácidos, bases y sales.
13106	2	Tanino y demás curtiembres de origen vegetal o sintético.
13108	2	Materia prima para la industria plástica.
13210	3	Fábrica de resinas sintéticas.
13301	4	Pintura, pigmentos, barnices, lacas, esmaltes y charoles.
13602	2	Tintas para imprentas.
13603	2	Tintas para escribir.
13606	2	Tintas, betunes, pastas y preparaciones similares para conservar cueros y maderas
13804	2	Jabones, detergentes, velas.
13902	3	Fungicidas, insecticidas, fluidos desinfectantes y raticidas.
13909	3	Productos químicos diversos, no clasificados en otra parte.
14101	4	Refinerías de petróleo.
14501	3	Productos del petróleo y del carbón no elaborado en destilería.

Fuente: Resolución N° 336/03



PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS DESCARGAS LÍMITES ADMISIBLES

Grupo	Parámetro	Unidad	Código Técnica Analítica	Límites para descargar a:			
				Colector a Cloacal	Cond. Pluv o Cuerpo de agua superficial	Absorción por suelo	Mar abierto
I	Temperatura	°C	2550 B	≤45	≤45	≤45	≤45
	PH	upH	4500H+B	7.0-10	6.5-10	6.5-10	6.5-10
	Sólidos sedim. 10 min (2)	ml/l	Cono Imhoff	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	Sólidos sedim en 2 horas (2)	ml/l	Cono Imhoff	≤5.0	≤1.0	≤5.0	≤5.0
	Sulfuros	Mg/l	4500 S=D	≤2.0	≤1.0	≤5.0	Ne (c)
	S.S.E.E.(1)	Mg/l	5520 B (1)	≤100	≤50	≤50	≤50
	Cianuros	MG/L	4500 CN C y E	≤0.1	≤0.1	ausente	≤0.1
	Hidrocarburos totales	Mg/l	EPA 418.16 ASTM 3921-85	≤30	≤30	ausente	≤30
	Cloro Libre	Mg/l	4500 CI G (DPD)	NE	≤0.5	ausente	≤0.5
Coliformes Fecales	NMP/100ml	9223 A	≤20000	≤2000	≤2000	≤20000	

II	D.B.O	Mg/l	5210B	≤200	≤50	≤200	≤200
	D.Q.O	Mg/l	5220 D	≤700	≤250	≤500	≤500
	S.A.A.M	Mg/l	5540 C	≤10	≤2.0	≤2.0	≤5.0
	Sustancias fonolicas	Mg/l	5530 C	≤2.0	≤0.5	≤0.1	≤2.0
	Sulfatos	Mg/l	4500 SO4 E	≤1000	NE	≤1000	NE
	Carbono Orgánico total	Mg/l	5310 B	NE	NE	NE	NE
	Hierro (soluble)	Mg/l	3500 Fe D	≤10	≤2.0	≤0.1	≤10
	Manganeso (soluble)	Mg/l	3500 Mn D	≤1.0	≤0.5	≤0.1	≤10



III	Cinc	Mg/l	3111 B y C	≤5.0	≤2.0	≤1.0	≤5.0
	Níquel	Mg/l	3111 B y C	≤3.0	≤2.0	≤1.0	≤2.0
	Cromo Total	Mg/l	3111 B y C	≤2.0	≤2.0	Ausente	NE
	Cromo Hexavalente	Mg/l	3500 Cr D	≤0.2	≤0.2	Ausente	NE
	Cadmio	Mg/l	3111 B y C	≤0.5	≤0.1	Ausente	≤0.1
	Mercurio	Mg/l	3500 Hg B	≤0.02	≤0.005	Ausente	≤0.005
	Cobre	Mg/l	3500 Cu D o 3111 B y C	≤2.0	≤1.0	Ausente	≤2.0
	Aluminio	Mg/l	3500 Al D o 3111 B y C	≤5.0	≤2.0	≤1.0	≤5.0
	Arsénico	Mg/l	3500 As C	≤0.5	≤0.5	≤0.1	≤0.5
	Bario	Mg/l	3111 B	≤2.0	≤2.0	≤1.0	≤2.0
	Boro	Mg/l	4500 BB	≤2.0	≤2.0	≤1.0	≤2.0
	Cobalto	Mg/l	3111 B y C	≤2.0	≤2.0	≤1.0	≤2.0
	Selenio	Mg/l	3114 C	≤0.1	≤0.1	Ausente	≤0.1
	Plomo	Mg/l	3111 B y C	≤0.1	≤0.1	Ausente	≤0.1
	Plaguicidas Organoclorados	Mg/l	6630 B	≤0.5	≤0.05	Ausente	≤0.05
Plaguicidas Organofosforados (g)	Mg/l	6630 B	≤1.0	≤0.1	Ausente	≤0.1	

IV	Nitrógeno total(d)	Mg/l	4500 N org B(NTK)	≤105	≤35	≤105	≤105
	Nitrógeno Amoniacal (d)	Mg/l	4500 NH <sub>3</sub> +F	≤75	≤25	≤75	≤75
	Nitrógeno Orgánico (d)	Mg/l	4500 N org B	≤30	≤10	≤30	≤30
	Fosforo Total (d)	Mg/l	4500 PC	≤10	≤1.0	≤10	≤10

- Resolución N° 159/96: Ruidos molestos.



Establece la medición y clasificación de los ruidos producto de los establecimientos industriales, como las sanciones que estos pueden llegar a adquirir en caso de generar mucha polución sonora.

- Resolución N° 445/18

de la Dirección Ejecutiva del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS). Constituye el reglamento de procedimiento sancionatorio administrativo de multas y sanciones por infracciones a la normativa ambiental.

Las anteriores resoluciones y decretos citados se presentan como un resumen de la totalidad de leyes existentes, tomando en consideración cuales de ellas forman parte del marco regulatorio en el que se encuentra el desarrollo de las actividades de la unidad.

Se toman en cuenta por la obligatoriedad de llevar a cabo el desarrollo industrial de la planta ubicándonos dentro de dicho marco regulatorio.

Se debe mencionar además que la compañía YPF S.A, posee todos los requerimientos en materia de instalaciones que permiten los controles permanentes de efluentes de distintos tipos y demás emisiones, contando con un sector especializado de medio ambiente quien se encarga del control del cumplimiento de la normativa dentro de las instalaciones.

### **Pago de tasas según la ORDENANZA FISCAL E IMPOSITIVA del partido de la Ciudad de Ensenada.**

Se realizaron consultas al municipio de Ensenada, el cual, a través de la Ordenanza fiscal tributaria, regula quienes deben pagar y cuáles son las tasas para realizar una obra. En cuanto a la identificación de quienes o que actividades se detectaron los siguientes artículos:

- **ARTICULO 130°.** Está dado por el valor de la obra determinada según destinos y tipos de edificación (de acuerdo a la legislación vigente), estableciéndose los valores métricos en la Ordenanza Anual Impositiva.



Este valor será ajustado por coeficientes de corrección de acuerdo con la zona y superficie en la que se encuentre la obra en cuestión, aplicándose luego la alícuota que se establezca en la Ordenanza Anual Impositiva.

Tratándose de empresas encuadradas en el inciso a) del artículo 94 de la parte Fiscal de la presente Ordenanza Fiscal e Impositiva vigente, para la construcción de Plantas Procesadoras de Productos, el valor se tomará de los ítems que a continuación se enumeran:

- 1) Ingeniería, que comprende la ingeniería básica y la gestión de compras.
- 2) Construcción y montaje.
- 3) Desmote, excavaciones, demoliciones, construcción, fundiciones, montajes mecánicos, eléctricos y electrónicos;
- 4) Materiales. Incluye su suministro.
- 5) Equipos varios;
- 6) Tanques;
- 7) Servicios auxiliares tales como: sistemas de conducción y/o alimentación de fluidos y materia prima, descarga de productos y desperdicios;
- 8) Obra civil complementaria entre las que se incluyen: pisos, caminos, rampas, muros.
- 9) Mano de obra indirecta e instalaciones de obra.

El derecho en todos los casos se deberá liquidar y pagar previamente a la iniciación de los trabajos establecidos en el artículo anterior.

Para casos especiales en que no se pueda determinar el valor, se establecerá directamente por la Secretaría de Obras Públicas de la Municipalidad con informe fundado en la valuación determinada.

- ARTICULO 94º. Para la formación de la base imponible de este tributo se tendrá en cuenta las pautas normativas contenidas en los artículos del presente título y la futura reglamentación de la presente, clasificándose



los contribuyentes alcanzados por este tributo en las siguientes categorías:

a) Grandes Contribuyentes Se consideran grandes contribuyentes a aquellos que:

- Tengan más de 400 empleados en actividad.
- Cuenten con más de 50 hectáreas de superficie.
- Facturen más de \$ 1.000.000.000 (un mil millones) anualmente en forma individual o por grupo económico.

**En cuanto a las tasas que se deben pagar se detectaron los siguientes artículos en la ordenanza:**

*DERECHOS DE CONSTRUCCION*

ARTICULO 15º. A los efectos del pago de los derechos de construcción establecidos en el artículo 127 del TITULO XI de la Sección Segunda Parte Especial de la Ordenanza Fiscal, se fija la alícuota del 1,8% sobre el valor de la obra para cualquier tipo de construcción.

Los distintos tipos de construcción que se emplean en la Escala a), corresponden a los determinados por la Ley Provincial 5.738 y 5.739, las que a estos fines se tiene por incorporada en la presente Ordenanza. El valor de la obra será el que resulte de aplicar el valor básico fijado por metro cuadrado en la escala a), por los coeficientes correctores según zona de construcción y metros cuadrados de la misma, de la escala b).-

Escala a)



DESTINO	TIPO (Leyes 5738/39)	VALOR BÁSICO SUP. CUBIERTA	VALOR BÁSICO SUP. SEMI CUB.
VIVIENDA	A	270,00	135,00
	B	217,30	108,65
	C	169,50	84,75
	D	126,50	63,25
	E	64,50	32,25
COMERCIO	A	165,90	82,95
	B	152,80	76,40
	C	119,40	59,70
	D	109,80	54,90
INDUSTRIA	A	217,40	108,70
	B	171,90	85,95
	C	169,50	84,75
	D	64,50	32,25
SALAS DE ESPECTÁCULOS	A	186,20	93,10
	B	137,30	68,65
	C	112,20	56,10

### Escala b)

DESTINOS	ZONIFICACIÓN	SUPERF. M2	VIVIENDA	COMERCIO	ESPECT. COEFIC.
			COEFIC.	INDUSTRIA COEFIC.	
ZONA 1	Hasta 100		1,00	1,20	
	Mas de 100		1,30	1,50	
ZONA 2	Hasta 100		0,70	0,80	1,00
	Mas de 100		0,90	1,00	1,00
ZONA 3	Hasta 100		0,50	0,50	0,80
	Más de 100		0,65	0,65	0,80

En los casos contemplados en el artículo 130, tercer párrafo del TITULO XI de la Sección Segunda Parte Especial de la Ordenanza Fiscal vigente se abonarán los derechos según el valor de la obra, aplicando la alícuota de 1,8 % (uno con ochenta céntimos por ciento).

Se deberá liquidar y pagar previamente a la iniciación de los trabajos como anticipo, según el presupuesto de obra y se ajustará definitivamente en el momento de la aprobación final.

En los casos de refacciones que no alteren la superficie cubierta realizada en viviendas, comercios o salas de espectáculos se procederá en la forma que se indica, tomando como montos de obras el presupuesto presentado por los interesados.



El valor de la obra será detallado por el contribuyente mediante declaración jurada que al efecto presentará. La misma podrá ser verificada de oficio por la Secretaría de Obras Públicas.

En todos los casos los valores deberán ser corregidos de acuerdo con los coeficientes fijados en la escala b).

- *TASA POR INSPECCIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE*

Del hecho imponible

ARTICULO 92º.- Por los servicios de zonificación, localización e inspección destinados a preservar la seguridad, las adecuadas condiciones laborales, productivas y sociales, salubridad e higiene en comercios, industrias, puertos, establecimientos de comercio exterior e interior, depósitos de mercaderías o bienes de cualquier especie, en toda actividad comercial, industrial, de servicios asimilables a tales, de locaciones de bienes, de locaciones de obras y servicios, esparcimiento, servicios públicos explotados por entidades privadas, estatales, autárquicas y/o descentralizadas y/o de capital mixto, sociedades cooperativas que realicen actividades económicas en la jurisdicción municipal, que se desarrollen en forma total o parcial en locales, establecimientos, oficinas, unidades habitacionales y/o cualquier otro lugar, se encuentre o no dentro del partido de Ensenada, aunque el titular del mismo por sus fines fuera responsable exento, se desarrollen en forma accidental, habitual o susceptible de habitualidad o potencial, aun cuando fuere ejercida en espacios físicos habilitados por terceros, y/o toda actividad de carácter oneroso, lucrativas o no, que se ejerza en jurisdicción del municipio, realizada en espacio público o privado, se encuentren habilitados o no, se abonarán en concepto de Tasa por Inspección de Seguridad e Higiene los importes establecidos en la Ordenanza Impositiva, en el modo, forma y plazo reglamentario allí estipulado.

El Departamento Ejecutivo se encuentra facultado para determinar en forma individual, grupal o genérica aquellos contribuyentes individuales, o categorías de los mismos, que por su modalidad operacional desarrollen actividades en jurisdicción del municipio sin tener local o representación legal para su



habilitación comercial, en atención a la habitualidad con la que se ejerzan tales actividades, cuando los destinatarios y/beneficiarios de las mismas se encuentren radicados en el Partido de Ensenada.

- CONTRIBUYENTES COMUNES Y MEDIANOS

Los rubros aquí mencionados, abonarán anualmente, a través de anticipos mensuales, el equivalente por año al porcentaje que se establece seguidamente sobre los Ingresos Brutos en concepto de ventas, comisiones, intereses, servicios, etc. correspondientes a los períodos respectivos. En ningún caso los contribuyentes abonarán importes mensuales inferiores a los que se detallan a continuación:

<u>35 - FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y DE PRODUCTOS QUÍMICOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO Y DEL CARBÓN, DE CAUCHO Y DE PLÁSTICO</u>	
<u>35.000.01</u> <i>Fabricación de sustancias químicas, industriales básicas, excepto abonos y plaguicidas</i>	9 6.825
<u>35.000.02</u> <i>Fabricación de abonos y plaguicidas</i>	9 6.825
<u>35.000.03</u> <i>Resinas sintéticas</i>	9 6.825
<u>35.000.10</u> <i>Fabricación de productos plásticos, no clasificados en otra parte</i>	9 6.825
<u>35.000.11</u> <i>Fabricación de pinturas, barnices y lacas</i>	9 6.825
<u>35.000.12</u> <i>Laboratorios de especialidades medicinales y farmacéuticas</i>	9 6.825
<u>35.000.13</u> <i>Laboratorios de jabones, preparados de limpieza, lavandinas, detergentes, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador</i>	9 6.825
<u>35.000.14</u> <i>Fabricación y/o refineries de alcoholes</i>	9 6.825
<u>35.000.20</u> <i>Fabricación de productos químicos no clasificados en otra parte</i>	9 6.825
<u>35.000.21</u> <i>Refinerías de petróleo</i>	9 6.825
<u>35.000.22</u> <i>Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y carbón</i>	9 6.825
<u>35.000.23</u> <i>Fabricación de productos de caucho</i>	9 6.825
<u>232.000:</u> <i>Fabricación de productos de la refinación del petróleo</i>	2 901.820
<u>241.309:</u> <i>Fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético</i>	<u>2 1.002.312</u>

- DERECHO POR HABILITACIÓN O TRANSFERENCIA DE COMERCIO E INDUSTRIA

ARTICULO 9º. De acuerdo con lo establecido en la Ordenanza Fiscal se abonará el equivalente al siete por mil (7‰) sobre el activo fijo declarado en el último balance, certificado por el Consejo Provincial de Ciencias Económicas. Si el mismo se encontrare parcial o totalmente amortizado, la autoridad de aplicación lo determinará de oficio o con la asistencia de profesionales en la materia. Dicha tasa no será inferior a \$ 400.- (Cuatrocientos) en caso de



establecimientos comerciales y de \$ 2.000.- (Dos Mil) en caso de establecimientos industriales. Para cuando se otorgue habilitación provisoria se deberá integrar un 100 % de la tasa. El traslado del comercio o industria se asimila a los efectos de la presente, como una nueva habilitación. Para el supuesto contemplado en el inciso e) del Artículo 89 de la Sección Segunda Parte Especial de Ordenanza Fiscal, se aplicará una alícuota del 7%0 (siete por mil) sobre el activo fijo.

Conclusión: de la revisión del apartado legal se concluye en que no hay impedimento legal para la radicación de la unidad en la zona seleccionada.

#### 4.7. Las Comunidades vecinas

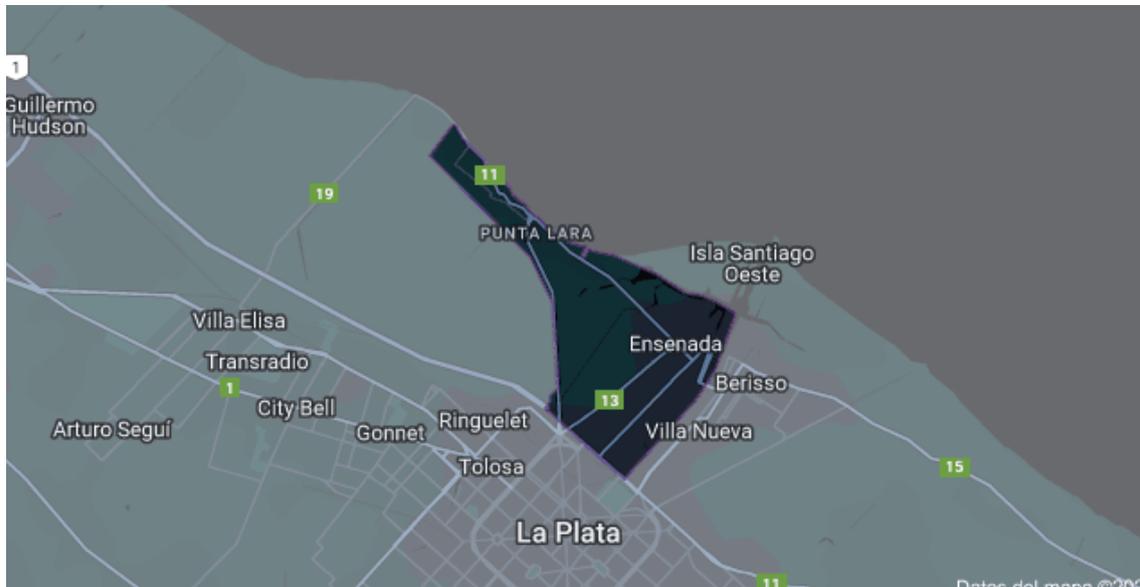
El proyecto de implantación se desarrollará en el partido de La Ciudad de Ensenada. Ésta está ubicada al Este de la Provincia de Buenos Aires, sobre el litoral Sur del Río de La Plata. Dista 7 km de la Ciudad de La Plata y a 65 km de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

El astillero Río Santiago, los complejos siderúrgico y petroquímico, la zona franca y el puerto, transforman a Ensenada en un destacado polo industrial de la región, lo que es motivo de interés para la población por las numerosas fuentes de empleo que la industria ofrece, por tal motivo en la actualidad se encuentra urbanizado casi en su totalidad.

La industria petrolera desarrollada por la compañía YPF S.A es quien ocupa el mayor territorio industrial de la zona, tomando en cuenta tanto el CILP (Refinación) y como el CIE (Química).



Imagen 4: Vista aérea de las comunidades vecinas.



Fuente: Google maps.

#### 4.8. Mano de obra

En lo que se refiere a la mano de obra, YPF S.A tendrá en cuenta los recursos humanos con los que cuenta la compañía en la actualidad.

El CILP cuenta con un equipo de trabajo con experiencia. La nueva unidad tiene una operación similar a una unidad ya instalada, por tal motivo se puede contar con el personal de esa unidad para la puesta en marcha (PEM) y Operación Normal de la nueva unidad.

El movimiento de personal a la nueva unidad generará nuevos puestos de trabajo, los cuales serán ocupados por personal nuevo que será capacitado con anticipación por personal calificado.

#### 4.9. Logística

Las necesidades de las distintas materias primas utilizadas en el CIE son cubiertas a través de la gestión del sector de Planificación CILP, el cual genera



un programa de producción y a partir del mismo surgen los requerimientos necesarios para su cumplimiento.

Mencionado programa de producción es consensuado con el CIE con las unidades productoras y establecidas las formas de recepción.

La Nafta Pesada es enviada de forma ininterrumpida al CIE por la nueva Línea 2223 B, a la unidad de Prefraccionamiento y Pretratamiento.

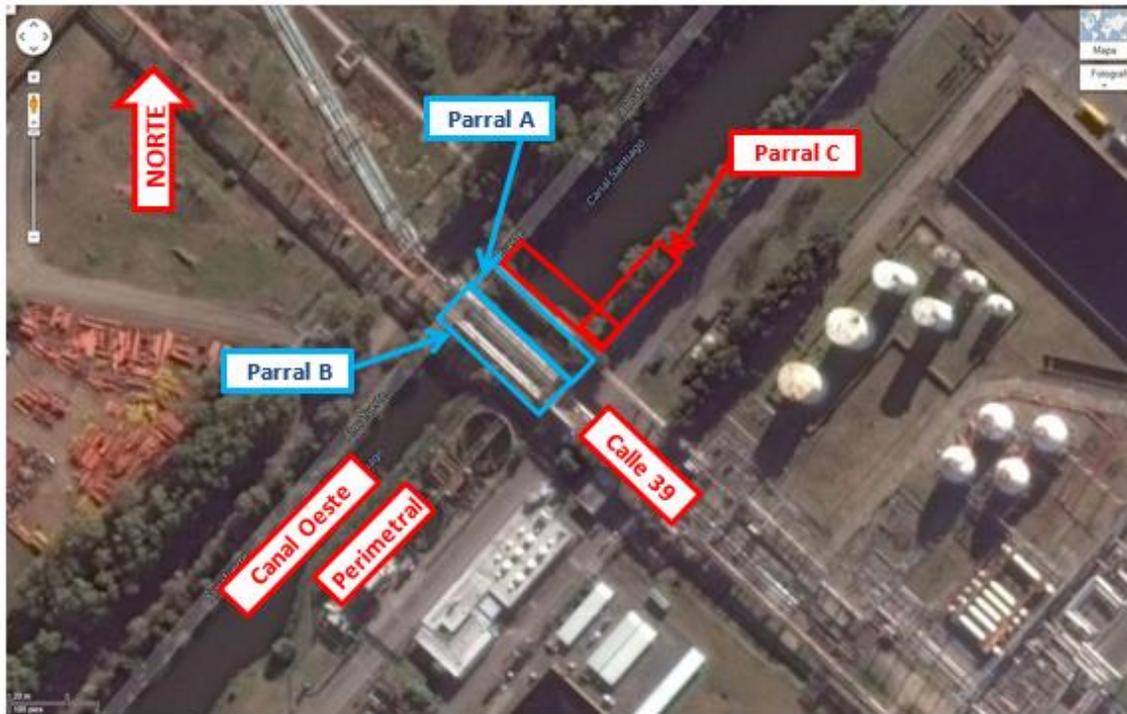
El Magnaforming ya contaba en su planta con 3 TK's de 10000 m<sup>3</sup> de capacidad, P999, P1000 y P1001 para el almacenamiento nafta virgen, estos mismos tanques serán reacondicionados y vueltos a utilizar por la nueva unidad para almacenar Nafta Pesada.

Por lo cual, cuenta con cada uno de ellos como para los períodos coyunturales (paros de planta, bajo stock de materia prima, etc.) abasteciendo a la producción por aproximadamente 4-5 días (si los tanques se encuentran llenos).

El control cuantitativo de la Nafta Pesada se efectúa mediante medidores máxicos montados dentro de sus instalaciones y el control cualitativo se lleva a cabo mediante la corriente ingresante. La línea es monitoreada diariamente.



Imagen 5: Vista aérea de las conexiones de cañerías entre CIE y CILP.



Fuente: Google maps.

Imagen 6: Vista aérea de los parrales sobre calle camino Vergara.



Fuente: Google maps.



## 5. ELECCIÓN DEL PROCESO ÓPTIMO – SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA.

Muchas refinerías aprovechan la flexibilidad que ofrece la tecnología de hidrotratamiento, pudiendo alternar entre dos modos claramente diferentes:

- ✓ El “modo nafta” o el “modos destilados medios”.
- ✓ La tecnología hidroproceso puede manejar una amplia gama de cargas

En los puntos siguientes se describirán los distintos procesos. Cabe destacar que la mayoría de los procesos de hidrotratamiento se venden sin licencias.

### 5.1. Descripción de los distintos procesos posibles

Las principales tecnologías utilizadas hoy en día son:

#### **TECNOLOGÍA UNIONFINING DE UOP**

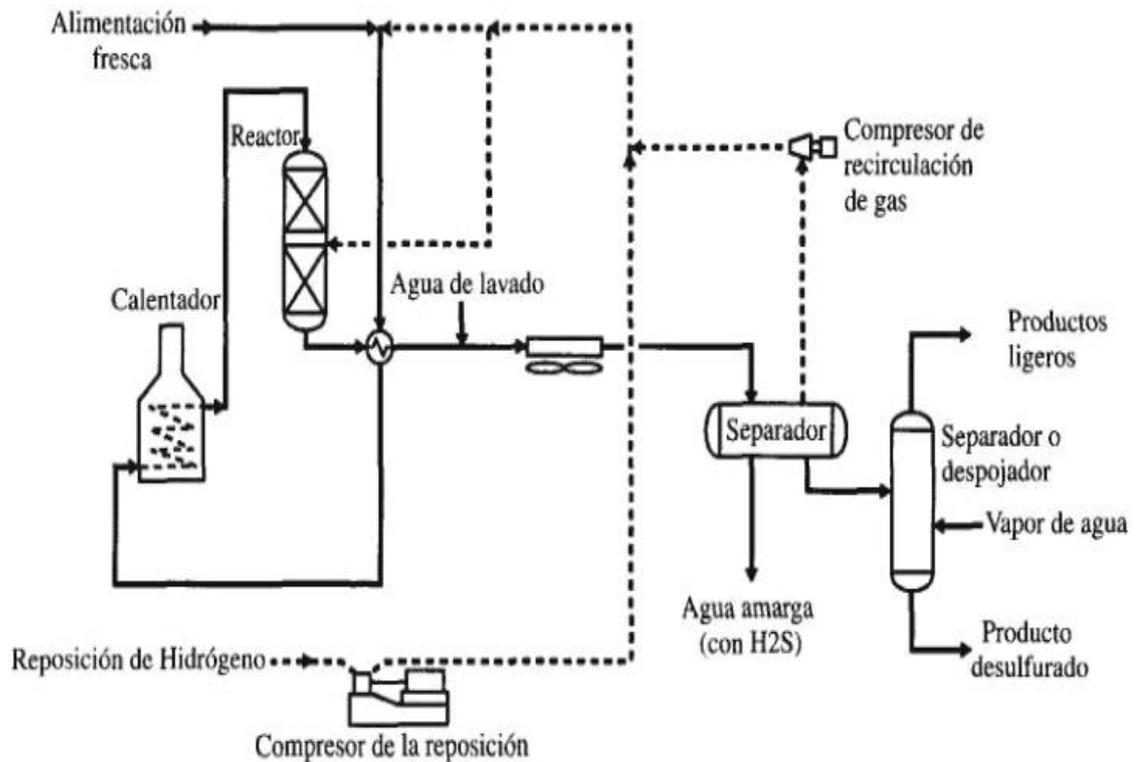
**Aplicaciones:** El uso principal del proceso de hidrotratamiento, es la preparación de la alimentación para la unidad de reformado de nafta. Tal proceso requiere bajas concentraciones de azufre, nitrógeno y metales en la alimentación. El proceso Unionfining reduce el azufre y el nitrógeno a menos de 0.5 ppm en peso, y los metales a cantidades indetectables. Para alimentaciones olefínicas, el proceso Unionfining satura por completo las olefinas estabilizando la nafta.

#### **Descripción del proceso:**

En el siguiente diagrama de flujo se desarrolla el proceso Unionfining de UOP. La alimentación se intercambia con el efluente del reactor, se mezcla con hidrógeno recirculado y a continuación se calienta hasta la temperatura de reacción en un calentador a fuego directo. A continuación, la alimentación combinada pasa por el reactor, que contiene el catalizador que acelera la reacción. El efluente del reactor se enfría por intercambio con la alimentación, y a continuación en una serie de enfriadores, antes de ser separado en un separador vapor-líquido. La porción de vapores se recomprime, se combina con hidrógeno fresco y se regresa a la alimentación del reactor. La parte líquida se alimenta a un fraccionador, donde se le eliminan fracciones ligeras, H<sub>2</sub>S y NH<sub>3</sub>.



Imagen 5: Unidad típico de hidrotatamiento de nafta Unionfining.



Fuente: Manual de procesos de refinería de petróleo, tercera edición-Robert Meyer.

**Condiciones de operación:** Las condiciones de funcionamiento dependen de la materia prima y del nivel deseado de eliminación de impurezas. Las presiones varían de 500 a 2000 psig. Las temperaturas y las velocidades espaciales están determinadas por los objetivos del proceso, promediando los 290°C para desulfurar las naftas.

**Catalizadores:** Los catalizadores de UOP Unity™ son universales. Esto significa que es independiente del tipo de equipo o el tipo de tecnología de hidrocraqueo que se esté utilizando.



**TECNOLOGIA CHEVRON LUMMUS LLC.**

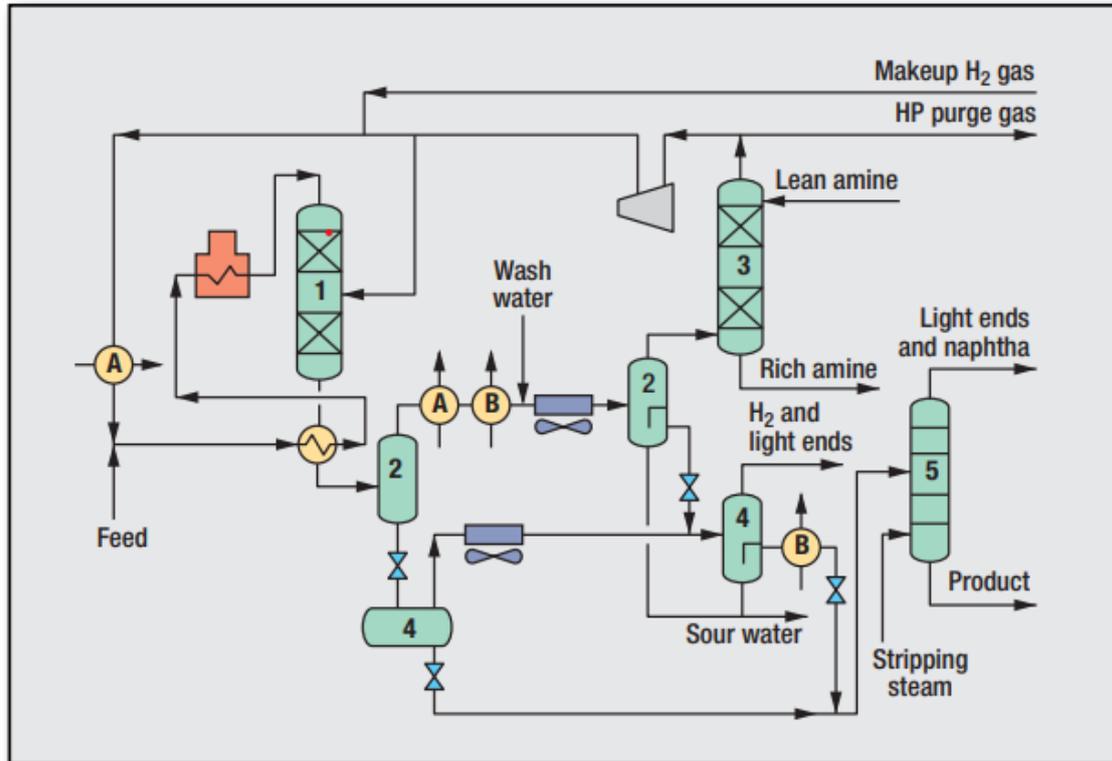
**Aplicación:** Hidrotratamiento de destilados livianos y medios, incluidas las materias primas craqueadas como por ejemplo nafta de coquización mediante el proceso ISOTREATING para desulfuración profunda, desnitrificación y saturación de compuestos aromáticos y para producir nafta con bajo contenido de azufre, combustible para aviones, diesel ultrabajo en azufre (ULSD) o alimentación FCC de calidad mejorada.

**Descripción del proceso:** La materia prima se mezcla con gas de tratamiento rico en hidrógeno, se calienta y se hace reaccionar sobre un catalizador de hidrogenación de alta actividad (reactor 1). Catalizadores como CoMo y NiMo están disponibles para su uso en el proceso ISOTREATING. Se utilizan uno o varios lechos de catalizadores, junto con los componentes internos avanzados del reactor de alta eficiencia de Chevron Lummus Global para la distribución de reactivos y el enfriamiento entre lechos.

El efluente del reactor se enfría y se evapora produciendo gas de reciclo rico en hidrógeno (2) que, después de la eliminación de H<sub>2</sub>S por amina (3), parte se comprime y se combina con el hidrogeno de make up y la otra parte se purga. Se puede usar una evaporación (4) instantánea de nivel de presión intermedia para recuperar algo de gas rico en hidrógeno adicional del efluente líquido antes de que los líquidos evaporados se depuren o fraccionen (5) para eliminar las fracciones ligeras, el H<sub>2</sub>S y el material del rango de ebullición de la nafta, y/o para fraccionar los materiales de mayor rango de ebullición en productos separados.



Imagen 6: Unidad típica de Chevron Lummus LLC.



Fuente: *Hydrocarbon Processing-Refining Processes Handbook-*

**Condiciones de operación:** Los reactores típicos operan en un rango de presión de 600-2.300 psig y en un rango de temperatura de 260-415°C y la presión parcial del hidrógeno entre 350-2.000 psia todo dependiendo de la materia prima y el objetivo de la calidad del producto.

**Catalizadores:** Junto con Advanced Refining Technologies (ART), una empresa conjunta entre Chevron y Grace, CLG ofrece los catalizadores ISOCRACKING® de CLG los cuales son bien conocidos por ser estables, robustos y altamente selectivos hacia productos de máximo valor.



**TECNOLOGIA HydroTech de TOPSOE:**

**Aplicación:** La tecnología de hidrotreatmento HydroTech de Topsoe, combina los mejores catalizadores con HydroTech y las tecnologías de hidropesamiento de Topsoe. Tiene una amplia gama de aplicaciones, incluida la purificación de nafta, destilados y residuos, así como la desulfuración profunda y la mejora del color del combustible diésel y el pretratamiento de FCC y materias primas de hidrocraqueo.

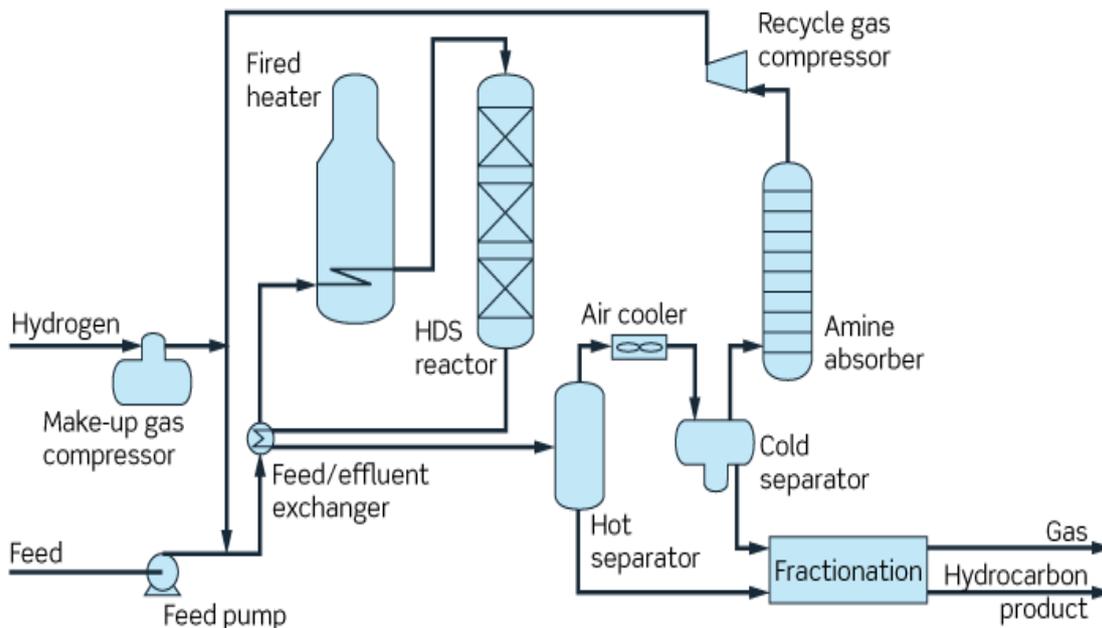
El proceso de hidrotreatmento reduce los componentes orgánicos de azufre y nitrógeno a niveles bajos. En unidades de desulfuración profunda, por ejemplo, ayudara a cumplir con los niveles máximos de especificación de azufre de 5 a 10 ppm para nafta y limitar el contenido de compuestos de hidrocarburos aromáticos policíclicos para alcanzar los objetivos planteados.

**Descripción del proceso:**

La siguiente figura muestra un diseño de hidrotreatmento HydroTech™ típico, con un separador caliente y un separador frío.



Imagen 7: Diagrama típico del proceso de hidrotratamiento de Topsoe.



Fuente: <https://www.topsoe.com/>

La alimentación de nafta se presuriza y se mezcla con gas de tratamiento rico en hidrógeno. Luego, la corriente se calienta y se alimenta al reactor, donde los compuestos orgánicos de azufre y nitrógeno se convierten en  $H_2S$  y  $NH_3$ . Los compuestos aromáticos se saturan por reacción exotérmica con hidrógeno.

El efluente del reactor se enfría antes de ingresar al separador caliente donde se separan el gas y el líquido. El gas se enfría antes de entrar en el separador frío, aquí el gas de reciclaje se separa de la nafta y se envía al absorbente de aminas para eliminar el  $H_2S$ . El gas libre de  $H_2S$  se comprime mediante el compresor de gas de reciclaje y se mezcla con el gas de make up, y luego se agrega a la alimentación.

### **Condiciones de operación:**

Las presiones típicas del proceso son entre los 300 y 1200 Psig y los rangos de temperaturas de operaciones típicas van entre los 320°C y 400°C.

**Catalizadores:** Catalizador TOPSOE TK-527 de NiMo y TK-561 BRIM™



**TECNOLOGIA Prime-G+® de AXENS.**

**Aplicación:**

La oferta de Prime-G+® es particularmente flexible, lo que permite diferentes configuraciones de proceso para adaptarse mejor a los requisitos de la nafta y también maximizar la rentabilidad de la refinería.

La tecnología "Prime-G+™" otorga los siguientes beneficios:

- Conversión de mercaptanos y los sulfuros ligeros en especies de azufre más pesadas.
- Producción de mercaptano bajo en azufre.
- La eliminación de diolefinas del LCN permite procesamiento directo en unidades de eterificación o alquilación.
- Eliminación de diolefinas de la corriente de HCN. De lo contrario, estos compuestos causarían una mayor caída de presión y reducirían los ciclos del catalizador en la sección de HDS.
- Sin pérdida de octano y bajo consumo de H<sub>2</sub>
- Coprocesamiento y desulfuración de otras corrientes sin hidrotreatmento adicional (naftas de coquización ligera, destilación directa o de craqueo a vapor).

**Descripción del proceso:**

El proceso convencional de Prime G<sup>+</sup> consta básicamente de dos etapas de hidrotreatmento con una etapa intermedia de fraccionamiento (splitter), donde puede separarse la fracción liviana (LCN) de la pesada (HCN), con distintas cantidades de azufre y olefinas.

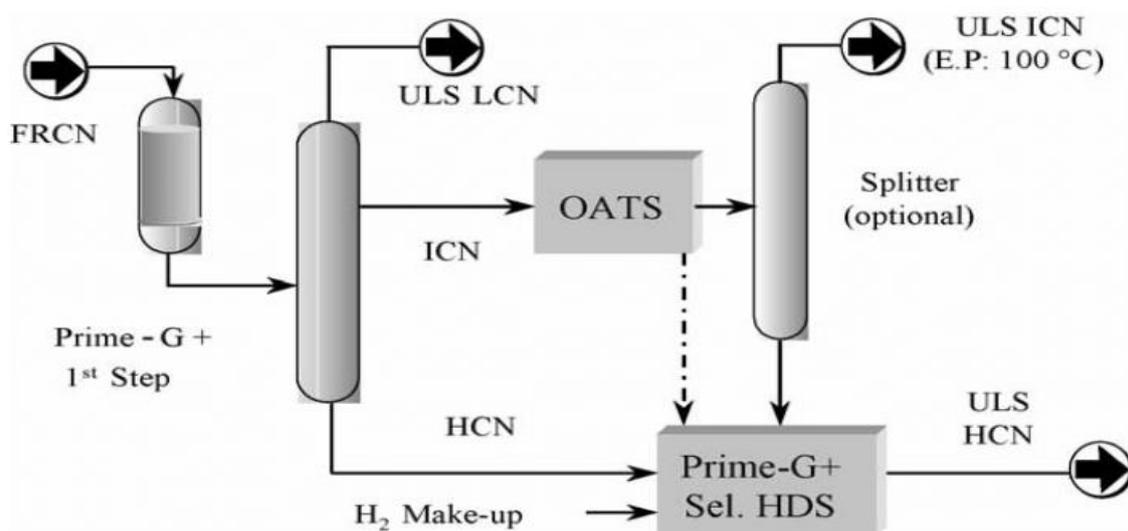
En la primera etapa de hidrogenación selectiva (SHU), la nafta se pone en contacto con el hidrógeno; en el reactor se saturan las diolefinas, se isomerizan las olefinas y se convierten los mercaptanos y sulfuros livianos en compuestos azufrados más pesados. La eliminación de diolefinas previene de reacciones de



polimerización en otras partes del proceso que provocarían un aumento de la caída de presión y posterior de la unidad.

En la etapa intermedia o de fraccionamiento, se separa una corriente liviana (LCN) -de alto octanaje y bajo azufre- de una fracción pesada (HCN) que contiene más azufre. Esta última corriente es enviada directamente a la sección HDS, donde se trata en dos reactores, uno primario y otro de terminación con catalizadores duales. A continuación, se lava y separa el efluente del reactor, lo que genera una nafta hidrotratada, una corriente de agua de lavado agotada y otra corriente de hidrógeno que se recicla al proceso. Finalmente, la nafta hidrotratada ingresa en la sección de estabilización donde se separan los gases agrios generados en la unidad, que se envían a tratamiento con aminas para su recuperación.

Imagen 8: Proceso típico de la unidad Prime-G+® de AXENS



### Condiciones de operación:

Es la principal tecnología líder en desulfuración de nafta craqueada, a continuación, se muestra el amplio rango de aplicación de esta tecnología:

- Niveles de azufre en la alimentación: 100 a 4.000 ppm, llegando a obtener hidrocarburos de entre 1 y 5 ppm.



- Niveles de olefina en la alimentación: 15 a 45% volumen.

**Catalizadores:** Catalizadores HR 648 NiMo y HR 600 de NiMo.

### 5.3. Análisis de las ventajas y desventajas de cada uno.

En función de los 4 procesos analizados se evaluaron los diferentes ítems para elegir una de las tecnologías:

- Compatibilidad del proceso con la instalación actual.
- Tipo de catalizador.
- Condiciones de operación del reactor.
- Capacidad instalada en el mundo.
- Versatilidad de la operación.
- Equipos para instalar.
- Especificaciones de productos obtenidos



Tecnología.	Cantidad de plantas instaladas <sup>1</sup> .	Catalizador.	Complejidad del proceso.
<b>UNIONFINING DE UOP.</b>	Cientos de unidades instaladas en el mundo, dos en Argentina.	Los catalizadores de UOP Unity™ son universales. Esto significa que es independiente del tipo de equipo o el tipo de tecnología de hidrocrqueo que se esté utilizando.	Baja
<b>CHEVRON LUMMUS LLC.</b>	Más de 38 unidades instaladas en el mundo. Ninguna en Argentina.	Catalizadores ISOCRACKING® de CLG los cuales son bien conocidos por ser estables, robustos y altamente selectivos hacia productos de máximo valor.	Alta
<b>HydroTech de TOPSOE.</b>	Más de 60 unidades utilizando esta tecnología.	Catalizador TOPSOE TK-527 de NiMo y TK-561 BRIM™	Media
<b>Prime-G+® de AXENS.</b>	Más de 200 hidrotratadoras de destilado medio han sido autorizadas o renovadas, en Argentina se encuentra una instalada en Bahía Blanca.	Catalizadores HR 648 NiMo y HR 600 de NiMo.	Media

<sup>1</sup> Hydrocarbon Processing-Refining processes handbook



Tecnología	Presión de trabajo	Equipos principales.	Producto obtenido.	Temperatura reactor.
<b>UNIONFINING DE UOP.</b>	500 a 2000 psig	10 equipos	Menos del 0,5 ppm en peso de azufre.	290°C
<b>CHEVRON LUMMUS LLC.</b>	600 a 2.300 psig	16 equipos	Ultra bajo contenidos de azufre.	Entre 260-415°C
<b>HydroTech de TOPSOE.</b>	300 a 1200 psig	12 equipos	Entre 5 y 10 ppm en peso de azufre.	Entre 320°C y 400°C
<b>Prime-G+® de AXENS.</b>	400 a 1500 psig	12 equipos	1 a 5 ppm de azufre en peso.	Entre 300° y 420°C

#### 5.4. Selección del Optimo.

Los requerimientos establecidos para la carga a Platforming II son los siguientes:

- Azufre: Inferior a 0,5 ppm
- Nitrógeno: Inferior a 0,5 ppm
- Metales Totales: Inferior a 1 ppb

Las tecnologías CHEVRON LUMMUS LLC. y Unionfining de UOP se encuentran en ventaja sobre HydroTech de TOPSOE y Prime-G+® de AXENS debido a que cumplen con los requerimientos de la carga a Platforming II



Además, algunas de las ventajas de Unionfining de UOP con respecto a las otras tecnologías son:

- Esta tecnología es una de las más usada en el mundo, lo que permite obtener experiencias previas sobre el proceso. En Argentina hay dos unidades ya instaladas, una en Lujan de Cuyo en Mendoza y otra en el Complejo Industrial La Plata (CILP).
- Esta tecnología al estar en operación en el CILP proporciona múltiples beneficios. Disponibilidad del mismo catalizador, disponibilidad de repuestos de equipos, asistencia técnica entre otras cosas.
- La complejidad de proceso es baja comparada con las otras tecnologías. Además, se cuenta con personal calificado para operar la planta.

Conclusión: De acuerdo con los ítems detallados la tecnología elegida es Unionfining de UOP. Además de cumplir con los requerimientos de carga a Platforming II, se cuenta con el conocimiento de la operación y proveedores de esta tecnología.



## 5.5. Descripción detallada del proceso elegido

Conviene considerar la Unidad-en dos secciones: Prefraccionamiento S-2100 y Unifining S-2200

### **PREFRACCIONAMIENTO (S-2100)**

El Prefraccionamiento recibe nafta pesada para luego fraccionarla y prepararla de forma conveniente para procesar luego en Unifining y luego en Platforming II.

La nafta Pesada, proveniente de TK P999 y P1000, se precalienta en el horno de carga H-2100 para luego ingresar a la torre T-2101 donde se realiza el prefraccionamiento de la nafta virgen, ajustando el rango de destilación del corte corazón a valores típicos de 105/135°C al 5% 160/185°C al 95 % al 95%. El producto pesado de esta operación, fondo de la T-2101 es nafta pesada; que se envía al CILP, el tope es nafta liviana, que tiene como destino carga a Isomerización en CILP, mientras que los gases del acumulador de reflujo ricos en C3 y C4, se deriva a la S-1100 para su recuperación como LPG.

Por el lateral de la torre T-2101, obtenemos corte corazón sin hidrogenar, carga a la unidad de Unifining.

### **HIDROTRATAMIENTO (S-2200)**

#### *SECCIÓN DE ALTA PRESIÓN*

El corte corazón sin hidrogenar ingresa a un acumulador de carga F-2202 donde da comienzo el circuito de alta presión. La bomba de carga J-2201 levanta la presión para ingresar la corriente de alimentación de nafta hacia el reactor.

El corte corazón, junto al hidrógeno de reposición de Platforming II, atraviesan los intercambiadores carga – efluente (recuperando energía de la corriente de salida de los reactores) E-2204 para luego ingresar al horno de carga H-2202, que eleva la temperatura de la corriente hasta alcanzar la necesaria para reaccionar en el reactor. Luego del intercambio carga-efluente, la corriente de salida se enfría antes de llegar al separador de alta presión F-2203 mediante EA-



2205 y luego E-2205 y en este punto de la unidad, eventualmente, se realiza una inyección con agua de alta presión de calderas, proveniente del acumulador F-2206, para lavar las sales de amonio que pudieran depositarse en los intercambiadores a la salida del reactor RX-2201.

En el separador de alta presión F-2203, se separan el hidrocarburo, del agua y los gases no disueltos. La mayor parte de los gases, son tomados por el compresor alternativo y enviados a la red de hidrogeno; la otra pequeña parte, se destina al fuel gas para evitar la concentración de compuestos de azufre.

El agua de la bota del acumulador será eliminada y enviada a Aguas Ácidas. El agua ácida se almacena en el tanque de carga (TK 2201), donde se separa el hidrocarburo que pueda haber sido arrastrado por el agua y se envía a los nuevos tanques de slop en CIE.

El agua del tanque se precalienta y se envía a una torre. La mayor parte de los contaminantes ( $H_2S$ ,  $NH_3$ ) se eliminan de la misma por destilación. (El reboiler de la torre utiliza vapor de media). Los gases se envían a CLAUS o a RV si existe algún tipo de inconveniente en CLAUS, para aliviar la presión en las torres, por estar fuera de especificación por humedad o por hidrocarburos. El agua tratada se envía a efluentes del CIE.

En tanto que la nafta continúa su camino hacia la sección de Baja Presión.

### *SECCION DE BAJA PRESIÓN*

Desde el separador de alta presión, la nafta es derivada hacia la columna de rectificación T-2203.

La caída de presión desde los 28 hasta los 9 Kg /cm<sup>2</sup> (presión de trabajo en la torre) es producida en gran parte en la válvula que hace el control de nivel del separador de alta presión.



Antes de ingresar a la columna, existe un intercambio carga-efluente E-2207 que tiene el objetivo de precalentar la carga recuperando energía de la corriente de salida de la columna.

En esta parte del sistema se produce la eliminación de la totalidad de los contaminantes.

Por la cabeza de la columna, los vapores pasan por un tren de enfriamiento en donde se separan en dos fases. El sistema de condensación de cabeza consiste en un aero-condensador EA-2209 y un ajuste final con agua E-2209. Ya en el acumulador F-2205 la fase líquida, una parte es utilizada como reflujo de cabeza y el excedente de deriva hacia Gascon. La fase gaseosa es derivada a Fuel Gas. Tanto el líquido de Gascon como el Fuel Gas son derivadas según necesidades o disponibilidad.

Por el fondo de la columna, una bomba envía la nafta hacia el horno reboiler H-2203 que la calienta para producir el vapor de stripping. Otra parte del producto de fondo se enfría E-2208 y es enviado al acumulador de carga del reformador o a tanque de almacenamiento. Para el almacenamiento de Corte Corazón en casos de emergencia, se utilizará alguno en disposición de los 3 tanques: P999, P1000 y P1001.

Para el almacenamiento de Corte Corazón Hidrogenado se agregarán 2 al parque de tanques de 5000 m<sup>3</sup> cada uno TK 2210 y TK 2211

VOLUMEN TOTAL PARA UN DIA (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN PARA 3 DIAS (m <sup>3</sup> )	FACTOR DE SEGURIDAD (20%)	2 TANQUES DE (m <sup>3</sup> )
2640	7920	9504	4752



### Reacciones de Unifining

El catalizador usado en Unifining ha sido especialmente desarrollado para:

- I. Descomponer los compuestos de azufre en hidrocarburos y H<sub>2</sub>S.
- II. Hidrogenar compuestos oxigenados en hidrocarburos y agua.
- III. Convertir compuestos nitrogenados orgánicos en hidrocarburos y amoníaco.
- IV. Eliminar los contaminantes metálicos de las naftas de carga.

Dado que los hidrocarburos obtenidos son de menor densidad que los compuestos originales y una pequeña cantidad de ligaduras entre carbonos se rompen, el rendimiento de líquido es a menudo más de 100% en volumen.

Las reacciones típicas son:

i. Eliminación de Azufre.

1. Mercaptano



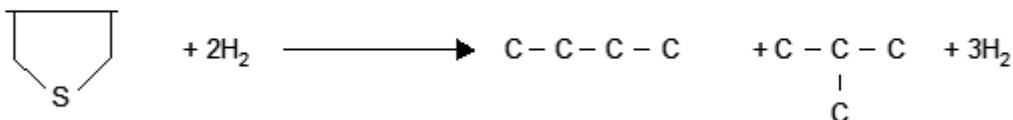
2. Sulfuro



3. Disulfuro

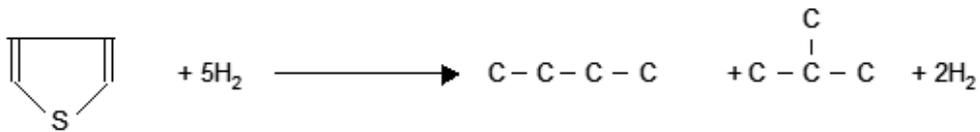


4. Sulfuro Ciclico



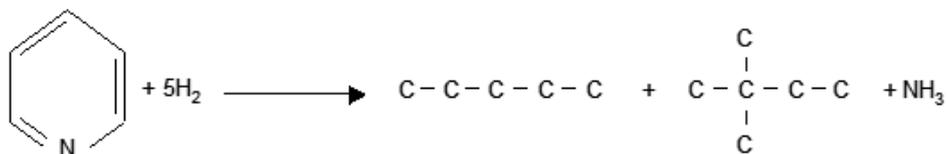


5. Tiofenos

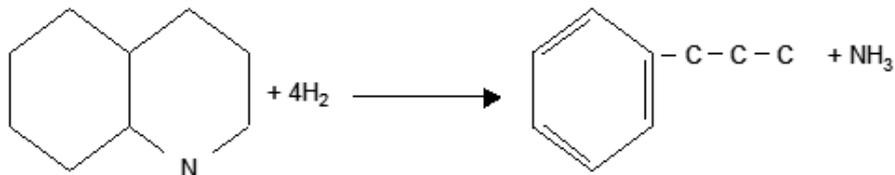


ii. Eliminación de Nitrógeno.

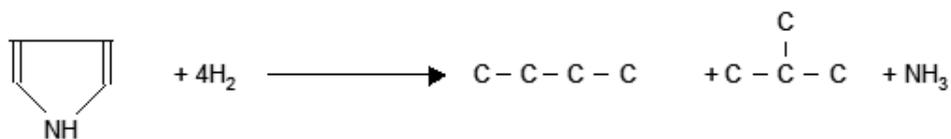
1. Piridina



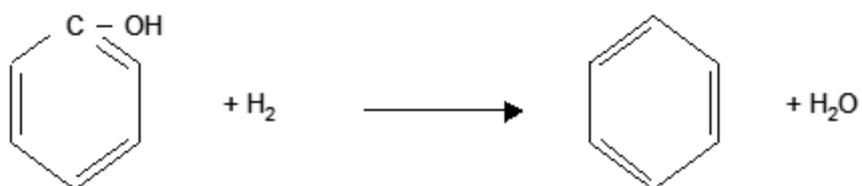
2. Quinolina



3. Pirrol



iii. Eliminación de Oxígeno.





- iv. Extracción de metales: Metales en forma de compuestos organometálicos, quedan retenidos en el catalizador sea por adsorción o por reacción química.

## 6. DISEÑO BÁSICO

### 6.1. Determinación de las bases de diseño principales en los límites de la batería

Carga a Fraccionadora: Procesa Nafta Hidrotratada de HTNC "B" y Nafta de Topping "D".

- 70% de Nafta de Topping "D"
- 30% Nafta Hidrotratada de HTNC "B"

Con las siguientes especificaciones:

- 1- Nafta hidrotratada de HTNC "B":

Destilación: >110°C al 5%, >140°C al 50%, <175°C al 95% y una máxima <230°C

Azufre < 1ppm

Nitrógeno < 1ppm

Nº Bromo: <1g/100g

Agua <80ppm

- 2- Nafta de Topping "D":

*N. Pesada:* Destilación: >110°C al 5%, 135-155°C al 50%, <175°C al 95% y una máxima <205°C

A modo de información se detallan los siguientes contaminantes:

Arsénico <5 ppb



Plomo <20 ppb

Azufre <200 ppm

Nitrógeno <2 ppm

Carga a Unifining: *Hidrógeno Dulce proveniente de Platforming II:* Composición de H<sub>2</sub> >85%V

*Corte Corazón sin hidrogenar:* Destilación: 125-130°C al 5% y 175-180°C al 95%

Carga a Platforming II: Procesa CC Hidrogenado proveniente de la unidad de Unifining. Con las siguientes especificaciones:

Destilación: 125-130°C al 5% y 175-180°C al 95%

Arsénico <1ppb

Plomo <20 ppb

Azufre <0.5 ppm

Nitrógeno <0.5 ppm

## 6.2. Balance de masa y energía.

### PREFRACCIONAMIENTO:

		ENTRADA	SALIDA		
<i>Stream Name</i>		NAFTA PESADA (TD + HTNC"B")	NAFTA LIVIANA	NAFTA PESADA	CC sin hidrog
<i>Total Stream Properties</i>					
Rate	KG-MOL/HR	1676.202	564.637	440.400	671.165
	KG/HR	207964.752	59946.871	63074.293	82704.373
Std. Liquid Rate	M3/HR	270.000	79.997	80.001	110.002
<b>TOTAL</b>	<b>KG/HR</b>	<b>207965</b>		<b>207965</b>	

### UNIFINING:



Balance de masa y energía global:

Stream Name	ENTRADA			SALIDA							
	CC Sin Hidrog.	H2 de PTF	AGUA DE LAVADO	H2 A S-800	H2O A AA	GAS A FUEL GAS	H2O A AA	CARGAPTF	LIQ A S-1100		
Rate	645.073	280.049	86.593	266.422	84.746	29.806	0.000	629.155	1.999		
KG/HR	82704	640	1560	622	1527	1453	33	81120	197		
Std. Liquid Rate	M3/HR	110.000	8.124	1.562	7.704	1.528	2.398	0.033	107.800	0.274	
<b>TOTAL</b>	<b>KG/HR</b>	<b>84918</b>			<b>84918</b>						

Balance de masa individual para cada corriente:

Stream Name		CC sin hidrog.	H2 RECICLO	EDA E-2204	EDA H-2202	EDA RX-2201
Rate	KG-MOL/HR	645.073	280.049	925.121	925.121	925.121
	KG/HR	82704.373	639.695	83344.068	83344.068	83344.068
Std. Liquid Rate	M3/HR	110.000	8.124	118.124	118.124	118.124

Stream Name		SDA RX-2201	SDA E-2204	AGUA DE LAVADO	EDA E-2205	EDA- F2203
Rate	KG-MOL/HR	925.536	925.536	86.593	1012.129	1012.129
	KG/HR	83358.199	83358.199	1560.000	84918.199	84918.199
Std. Liquid Rate	M3/HR	118.142	118.142	1.562	119.703	119.703

Stream Name		H2 A TRAT.	SDA F-2203	AGUA A AA	EDA E-2207	EDA T-2203	SDA T- 2203
Rate	KG-MOL/HR	266.422	660.960	84.746	660.960	660.960	629.150
	KG/HR	622.184	82769.284	1526.731	82769.284	82769.284	81119.833
Std. Liquid Rate	M3/HR	7.704	110.471	1.528	110.471	110.471	107.800

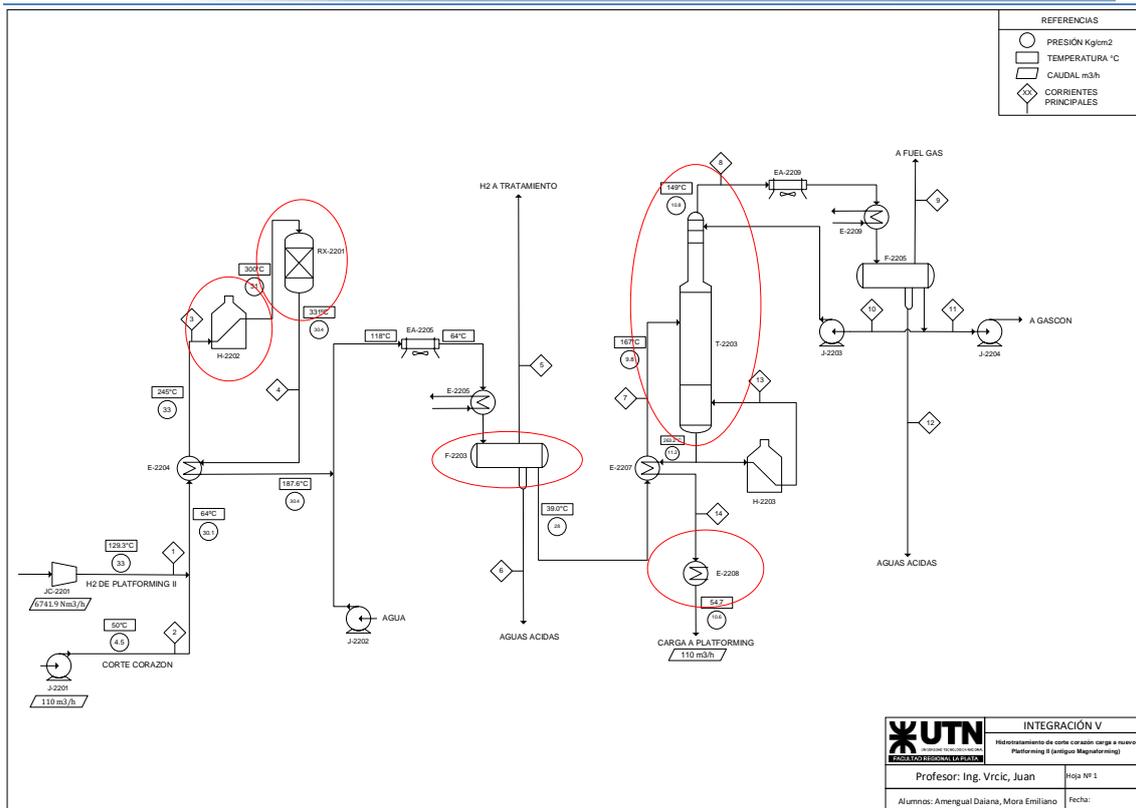
Stream Name		EDA A E-2208	GAS A FUEL GAS	H2O A AA	CARGAPTF	EDA H2O E-2207	SDA H2O E-2207	LIQ A S-1100
<b>Total Stream Properties</b>								
Rate	KG-MOL/HR	629.155	29.806	0.000	629.155	8825.460	8825.460	1.999
	KG/HR	81119.869	1452.721	33.269	81119.869	158993.131	158993.131	196.694
Std. Liquid Rate	M3/HR	107.800	2.398	0.033	107.800	159.150	159.150	0.274

Balance de energía:

Unit	E-2204	H-2202	EA-2205	E-2205	F-2203	E-2207	E-2208	T-2203
	Hx	Hx	Hx	Hx	Flash	Hx	Hx	Column
Duty (M*KCAL/HR)	9.980	6.610	7.089	1.140	-0.023	5.845	4.760	8.196

### 6.3. Diseño de equipos

En el siguiente PFD se señalan los diferentes equipos a diseñar:



### ❖ Cálculo del Horno H-2202

Lobo y Evan han desarrollado un método de uso generalizado aplicando los conceptos básicos de radiación al diseño de hornos, resultando una secuencia de rating que puede llevarse a cabo sin muchas dificultades. En este método (Winpress) se siguen los postulados básicos eliminando variables de importancia menor y paralelamente se han incorporado correlaciones adicionales de mayor exactitud.

#### Propiedades de entrada y salida del horno.

Para la evaluación de las propiedades se utilizó el simulador de procesos PROII tanto como para las condiciones iniciales como para la evaluación en la temperatura de cruce.



Stream Name Description Phase		EDA H-2202	SDA H-2202
		Mixed	Vapor
<b>Total Stream Properties</b>			
Rate	LB-MOL/HR	2039.545	2039.545
	LB/HR	183742.368	183742.368
Std. Liquid Rate	FT3/HR	4171.520	4171.520
Total Adj. Liq. Vol. Rate	FT3/HR	4171.520	4171.520
Total Adj. Vap. Vol. Rate	FT3/HR	723597.364	723597.364
Temperature	F	473.000	572.000
Pressure	PSIA	470.792	442.346
Molecular Weight		90.090	90.090
Enthalpy	MM BTU/HR	51.773	75.039
	BTU/LB	281.770	408.395
Total Liquid Fraction		0.5994	0.0000
Reduced Temp.		1.2027	1.3304
Pres.		1.5112	1.4199
Acentric Factor		0.2030	0.2030
Watson K (UOPK)		12.370	12.370
Standard Liquid Density	LB/FT3	44.047	44.047
Specific Gravity		0.7063	0.7063
API Gravity		68.851	68.851
Total Adj. Liq. Density	LB/FT3	44.047	44.047
Latent Heat	BTU/LB	85.906	n/a

### 1. Cálculo del Duty (carga calórica).

Entalpia	
Temperatura	H(Btu/lb)
T° = 473°F	280
T° = 572°F	406.52

Flujo masico wt
lb/hr
183742.21

Por consiguiente, para obtener el calor absorbido se plantea

$$Q_t = wt * (H_2 - H_1)$$

Duty (cantidad de calor absorbido)	
	Btu/h
Qt	23247064,41

Por lo tanto, Qt= 23,23 MM BTU/hr.



Se define como eficiencia el cociente entre el calor absorbido y el calor generado.  
Suponiendo una eficiencia inicial del 70%.

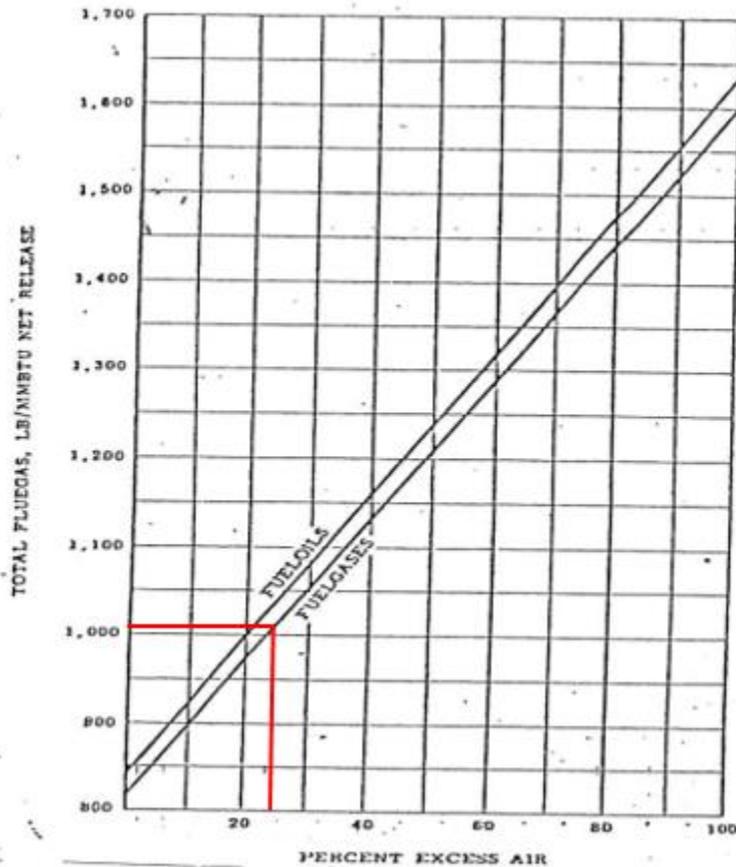
Calor neto liberado	
	Btu/h
Eficiencia	0,7
Qnl	33210092,01

Por lo tanto,  $Q_{nl} = 33,21 \text{ MM BTU/hr}$

## 2. Caudal del gas de combustión.

El caudal de gas de combustión es función de las relaciones estequiometrias vinculadas con el combustible, el poder calorífico y el exceso de aire. Pero para los combustibles más comunes se puede calcular solamente con el exceso de aire.

Exeso de Aire	25% Exeso	
	Aire suministrado (a')	1010
Ggas	32881,28	lb/h
	9,13	lb/seg



### 3. Calor absorbido aproximado en la zona radiante

Mediante un criterio sugerido en la experiencia, se supone que el 70% es absorbido por la zona radiante y el 30% por la zona convectiva.

Cantidad de calor transferida en la zona	
Calor total transferido	0,7
grad	16272945,09

Es decir, el calor absorbido en la zona radiante es de 16,27 MM BTU/h.

### 4. Temperatura del cross-over.

Se calcula de la siguiente manera.



$$t_{co} = t_2 - 0,7 \cdot (t_2 - t_1)$$

Temperatura Cross-over	
	°F
tco	505,4

### 5. Temperatura media del fluido.

$$t_{av} = (t_{co} + t_2)$$

Temperatura media del fluido	
	°F
tav	543,2

### 6. Temperatura media de la pared de tubo

La temperatura de la pared de tubos depende de la resistencia del material del tubo, del coeficiente pelicular interno, del fluido que circula en su interior y del calor por unidad de área. Cuando la temperatura del fluido es menor a 900°F, la experiencia de diseño asume que se puede tomar como temperatura de pared de tubo 100°F sobre la temperatura del fluido.

$$t_s = \frac{t_1 + t_2}{2} + 100$$

Temperatura media de pared de tubos.	
	°F
ts	627

### 7. Superficie de la zona radiante.

Se denomina tasa radiante al calor absorbido por unidad de área y tiempo. Dividiendo el calor absorbido  $q_R$  por la tasa radiante se obtiene la superficie de tubos. Para el diseño del equipo se supone una tasa radiante de 12.000 BTU/h  $ft^2$ .

$$A_{zr} = q_{rad} \cdot \frac{1}{\phi_{Rmax}}$$



Superficie de la zona radiante	
	Btu/hr.ft <sup>2</sup>
$\phi$	12000
	ft <sup>2</sup>
Azr	1356,08

### 8. Superficie total del horno.

Se supone que la superficie total es aproximadamente el doble de la superficie radiante.

Superficie total del horno	
Se supone el doble de la zona radiante	
	ft <sup>2</sup>
At	2712,16

### 9. Selección del tubo.

Para desarrollar un coeficiente de película satisfactorio, se debe mantener un flujo dentro de los tubos del horno adecuado, de tal forma que calor transferido de la pared de los tubos al fluido sea obtenido con una diferencia de temperatura razonable a través de la película. Siempre que sea posible, los diámetros de los tubos deben ser seleccionados del tamaño de tubos nominales estándar (IPS), en el rango de 5 a 20 cm (2 a 8 pulg). Los tamaños de los tubos más económicos son los de 4, 5 y 6 pulg de diámetro interior, siendo el espesor más recomendado superior a 0.285 pulg. En algunos casos, a fin de obtener las velocidades másicas requeridas, se pueden usar tamaños más pequeños, pero se debe evitar, en lo posible, más de un paso.

El siguiente criterio general de distribución debe ser usado en todas las configuraciones de hornos:

1. El espacio entre el centro de los tubos de radiación debe ser 2 veces el diámetro nominal, codos de curva cerrada en U (Short radius U-bend).
2. Los tubos de radiación adyacentes a la pared deben estar ubicados a una distancia de 1.5 veces el diámetro nominal alejado de la pared.



3. Los tubos de las esquinas en la sección de radiación deben ser ubicadas de tal manera de evitar zonas muertas ya que estos tubos reciben menos calor que la cantidad promedio.

Por otro lado, las longitudes máximas de tubos verticales deben ser limitadas a 15 m, (50 pie o más pequeños) debido a la excesiva mala distribución del calor de entrada en tubos largo.

Selección de tubos.		
Wt(flujó masico)	51.040	Lb/s
Densidad	44.046	lb/ft3
Diametro extremo	4.5	plg
Diametro interno	4	plg
Area de flujo	0.087	ft2
N° de Pasos	4	-

Para el número de pasos se calcula la velocidad del fluido dentro de los tubos para que sea admisible, el valor estimado de la experiencia es que sea menor a 10 ft/seg, esto se debe a la mala transferencia de calor del lado de los gases de combustión. Este efecto produce que el intercambio de calor no mejore con el tiempo de residencia por lo que se prioriza disminuir la pérdida de carga aumentando la velocidad.

$V_t$  (velocidad por tubos) = Caudal másico / área de flujo x densidad x n° de pasos.

Velocidad de tubos	3,33	ft/s
--------------------	------	------

## 10. Tamaño de la caja.



Tamaño de la caja		
Ancho	12	ft
Largo	32	ft
Alto	12	ft
Tubos		
Longitud de tubos	32	ft
Longitud expuesta	30	ft
Diametro extreno	4,5	plg
Diametro interno	4	plg
P(distancia entre centros)	8	plg
NST(Tubos shock)	5	
Superficie de tubos	1,18	ft2/ft long.
Numero de tubos	42	
Numero de tubos por paso	10	
Numeros de pasos por tubos	4	
espaciado entre tubos	3,5	plg

**Zona radiante.**

**11. Longitud expuesta en la zona radiante.**

$$LTR = \frac{A_{ZR}}{Sup. tubos}$$

Longitud total expuesta en la zona radiante.	
	ft
LTR	1151,17

**12. Superficie por tubo.**

$$A_t = Longitud expuesta \cdot Sup. de tubos$$

Superficie por tubos.		
		ft2
At	Long efectivo . Sup/ft	35,34

**13. Superficie de transferencia.**

$$ST = N \cdot A_t$$



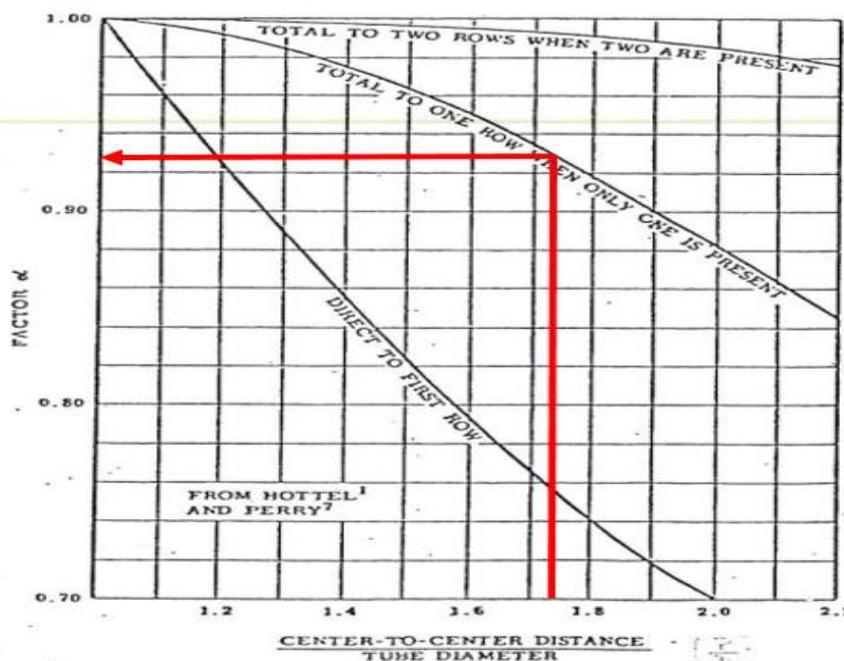
Superficie de transferencia		ft <sup>2</sup>
ST	Nt*At	1484,28

**14. Relación entre distancia entre centros y DE.**

$$\frac{P}{OD}$$

Relacion entre el espacio y el diam tubo	
	P/g
Dist e centro/diam tubo	1,78

Entrando con este valor e intersectando la curva total para una fila cuando hay una presente se obtiene el factor de eficiencia de absorción.



$\alpha$	0,93
----------	------

**15. Superficie plana equivalente para "shiled tubes" (escudo de tubos).**

$$AST = \text{long. efec.} \cdot NST \cdot P$$

	ft <sup>2</sup>
AST	100



**16. Superficie plana equivalente.**

$$A_{cp} = \text{long. efec.} \cdot N \cdot P$$

	ft <sup>2</sup>
ACP	840

**17. Superficie plana fría equivalente.**

$$\alpha A_{cp} = \alpha \cdot A_{cp} + AST$$

	ft <sup>2</sup>
$\alpha A_{cp}$	881,2

**18. Área total de la envolvente.**

$$A_{int} = 2 \cdot (\text{largo} \cdot \text{alto}) + 2 \cdot \text{long efect} \cdot (\text{largo} + \text{ancho})$$

	ft <sup>2</sup>
A <sub>int</sub>	1728

**19. Área expuesta de refractario**

$$A_r = A_{int} - \alpha A_{cp}$$

	ft <sup>2</sup>
A <sub>r</sub>	846,8

**20. Relación entre el área expuesta al refractario y la superficie plana equivalente.**

A <sub>r</sub> /αA <sub>cp</sub>	0,96
----------------------------------	------

**21. Volumen del horno.**

	ft <sup>3</sup>
V <sub>h</sub>	4608

**22. Longitud media del haz radiante.**



	Ancho	Alto	Largo
Relacion dimensional	1	1	2,7

Por consiguiente, de la tabla obtenemos la longitud del haz radiante.

TABLA I.- Longitud Media del Haz Radiante.

DIMENSION RATIO	MEAN BEAM LENGTH, L
<b>Rectangular Furnaces, Length-Width-Height, In Any Order</b>	
1-1-1 to 1-1-3	2/3 (Furnace Volume) <sup>1/3</sup>
1-2-1 to 1-2-1	
1-1-4 to 1-1-∞	1 x Smallest Dimension
1-2-5 to 1-2-∞	1.3 x Smallest Dimension
1-3-3 to 1-∞-∞	1.6 x Smallest Dimension
<b>Cylindrical Furnaces, Diameter-Height</b>	
1-1	2/3 x Diameter
1-2 to 1-∞	1 x Diameter

$$L = \frac{2}{3} \sqrt[3]{Vh}$$

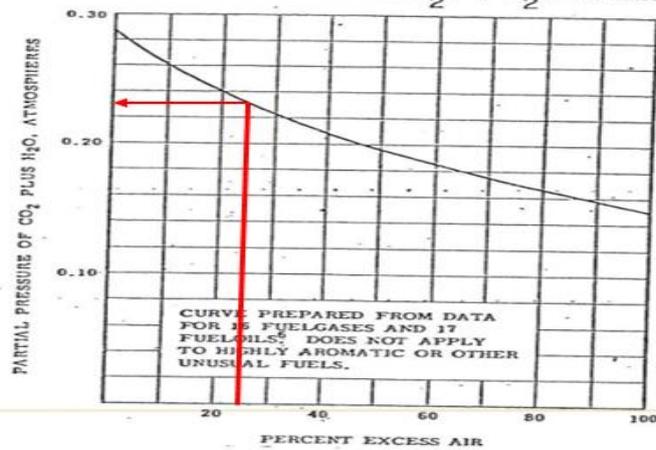
	Ft
L	11,09

### 23. Presión parcia del CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.

En función del exceso de aire (25%), entrando al grafico e intersectando a la curva de combustible de uso general en plantas de proceso (fuel gas) en la izquierda del diagrama obtenemos la presión parcial en atmosferas.



FIGURA 3- Presión Parcial de  $C_2O + H_2O$  en Flue Gas



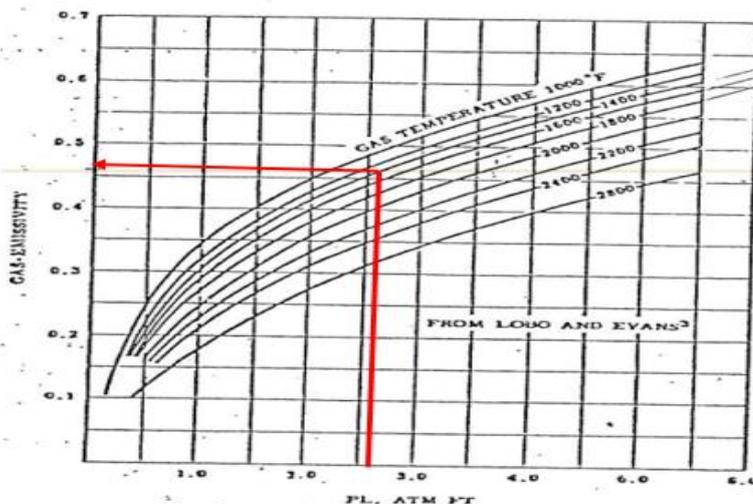
	atm
P	0,23

#### 24. Emisividad del gas.

Suponemos que no hay precalentamiento de aire  $q_a=q_f=0$ . Se asume una perdida por radiación del 2% del total del calor transferido (duty) o sea  $q_l/q_N=0,02$  y una temperatura media de la cámara de fuego de  $1500^\circ F$ .

$p^*L$	2,55
--------	------

FIGURA 4- Emisividad del Gas.



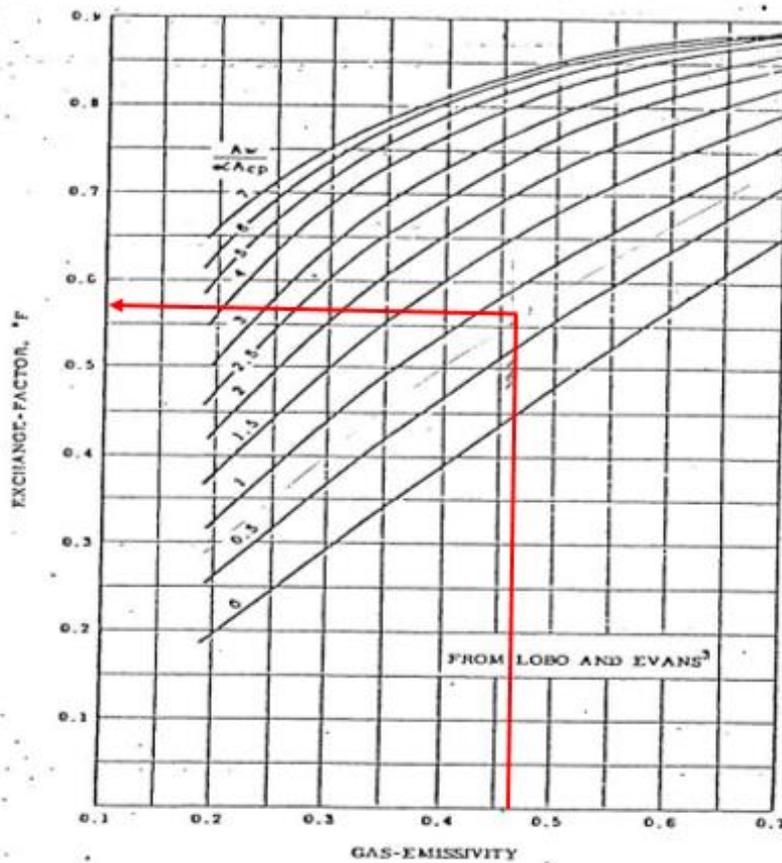
Emisividad	0,46
------------	------



**25. Factor de intercambio.**

Emisividad	0,46
$Ar/\alpha Acp$	0,96

FIGURA 5- Factor de Intercambio Radiante Total.



F	0,58
---	------

**26. Balance de calor en la zona radiante.**

El calor que ingresa a la sección radiante desde tres fuentes potenciales, el calor neto de combustión  $q_n$ , el calor sensible que trae el aire  $q_a$  y el calor sensible del combustible  $q_f$ . También el calor que abandona el sistema según tres caminos, calor absorbido por tubos  $q_r$ , las pérdidas  $q_l$  y el calor sensible del fuel gas de salida  $q_{g2}$ .

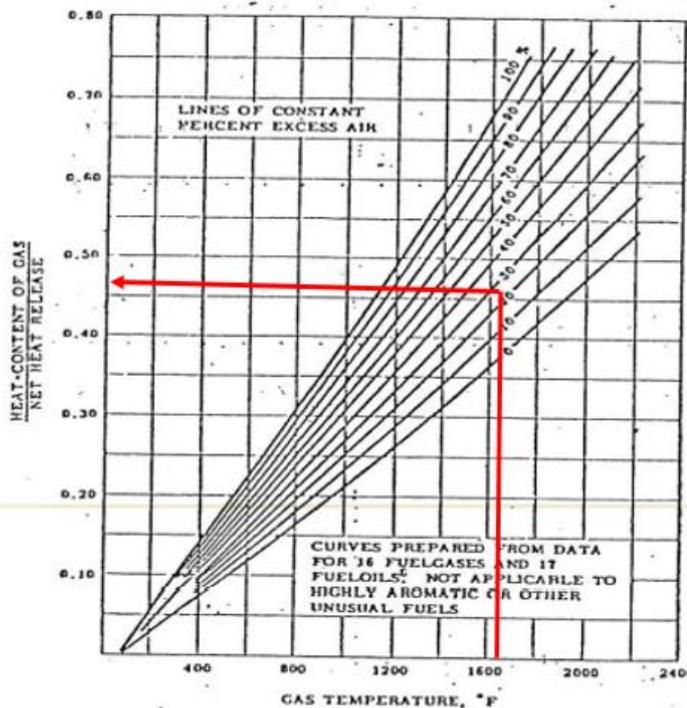


$$\frac{q_R}{\alpha \cdot A \cdot c_p F} = \left[ 1 + \frac{q_a}{q_n} + \frac{q_f}{q_n} - \frac{q_L}{q_n} - \frac{q_{q2}}{q_n} \right] \frac{q_n}{\alpha \cdot A \cdot c_p F}$$

Asumimos la temperatura de salida es la misma que la temperatura promedio del hogar.

	°F
tg	1650

FIGURA 7- Contenido de Calor de Flue Gas.



Con este dato y la temperatura de gases Tg en el grafico debe obtenerse un punto a la derecha de la curva de temperatura correspondiente a la temperatura de pared de tubo, si esto no ocurre debe suponerse una nueva Tg y volver a iterar.



qa/qn	0
qf/qn	0
q1/qn	0,02
qg2/qn	0,46

Por lo tanto, reemplazando y calculando se obtiene.

	BTU/ft <sup>2</sup> .hr
qr/αAcp*F	35088,22

Por lo cual

1	tg2	1650	°F
2	Emisivida	0,46	
3	F	0,58	
4	αAcp*F	511,10	Ft2
5	qnt/αAcp	64978,19	BTU/ft <sup>2</sup> h
6	qg2/qn	0,46	
7	qr/αAcp*	35088,22	BTU/ft <sup>2</sup> h

**27. Calor absorbido en la zona radiante.**

$$q_R = \left[ 1 + \frac{q_a}{q_n} + \frac{q_f}{q_n} - \frac{q_1}{q_n} - \frac{q_{g2}}{q_n} \right] \frac{q_n}{\alpha A_{cp} F}$$

	btu/hr
qr	17269247,85

**28. Flujo de calor radiante.**

$$\Phi = \frac{qr}{st}$$

	BTU/hft <sup>2</sup>
φ=qr/st	11634,76

El valor está por debajo a la tasa máxima permisible, por lo cual se acepta dicho diseño.

**29. Chequeo de la temperatura del cross-over.**



	BTU/Lb
$\Delta H=qr/wt$	93,99

La entalpia en el cross-over será.

$\Delta H= H2-Hco$	BTU/Lb
$Hco=H2 -\Delta H$	312,53

Por lo tanto

	°F
tco	498,7143

La supuesta 505,4°F.

**30. Temperatura media del fluido en la zona radiante.**

$$t_{av} = \frac{t_{co} + t_2}{2}$$

	°F
tav	539,86

Contra la supuesta de 543,2°F.

**31. Temperatura media de la pared.**

$$t_g = t_{av} + 100^\circ F$$

	°F
tg	639,86

La calculada al comienzo es de 627°F.

**Sección de convección.**

**32. Cantidad de calor transferido.**

$$q_c = q_t - q_r$$

	BTU/hr
qc	6974119,3



**33. Balance de calor.**

$$\frac{q_s}{q_n} = 1 + \frac{q_a}{q_n} + \frac{q_f}{q_n} - \frac{q_L}{q_n} - \frac{(q_R + q_C)}{q_n}$$

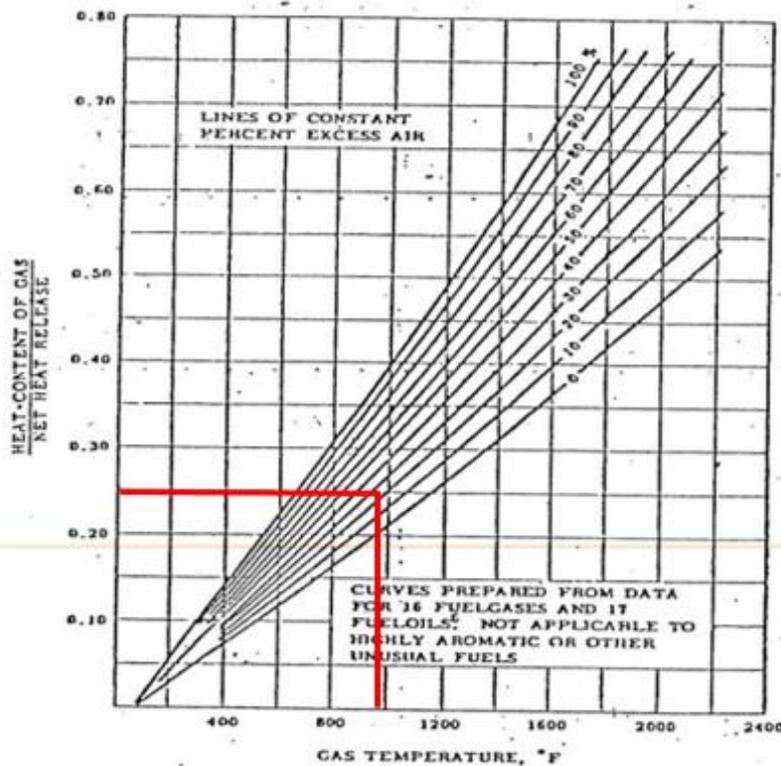
qs/qn	0,25
-------	------

Corresponde a la fracción de calor perdida en la chimenea.

**34. Temperatura de la chimenea.**

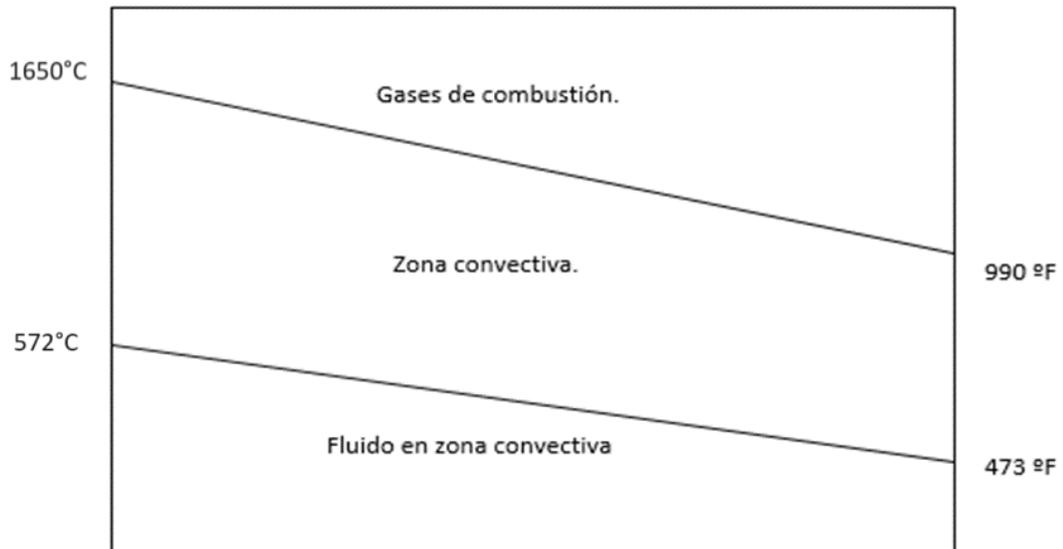
Se obtiene con el grafico, el porcentaje de exceso de aire y la fracción de calor que se pierde por la chimenea (qs/qn).

FIGURA 7- Contenido de Calor de Flue Gas.



	9F
Tchg	990

**35. Diferencia de temperaturas.**



MLTD	759,87
------	--------

### 36. Temperaturas medias.

$\Delta T$ caliente	1069	°F
$\Delta T$ frio	517	°F
MLDT	759,87	°F
Temperaturas Medias		
Nafta	527	°F
Pared del tubo	627	°F
Gas	1286,87	°F
Película del gas	643,44	°F

### 37. Selección de la sección de convección.

Se seleccionó una sección de convección con 8 tubos de 4,5" de OD por fila de 8" de distancia entre centros dispuestos en cuadro rotado.

El ancho de la sección de flujo de los gases se calcula multiplicando el n° de tubos por fila más 0,5 para tener en cuenta la separación entre las filas de tubos y la pared y el radio del tubo.

$$\text{Ancho} = P \cdot Nt + \text{dist pared|tubo} + \text{radio del tubo.}$$



$$\text{Ancho libre} = (P - \text{radio del tubo}) + (5 \cdot 3,5) + \text{dist pared|tubo}$$

	plg	Ft
Ancho	72	6,00
	plg	ft
Ancho libre	41,49	3,46

### 38. Área libre.

$$Al = \text{ancho libre} \cdot \text{long efectiva}$$

	ft <sup>2</sup>
Al	103,68

### 39. Velocidad másica.

	lb/ft <sup>2</sup> . seg
G	0,49

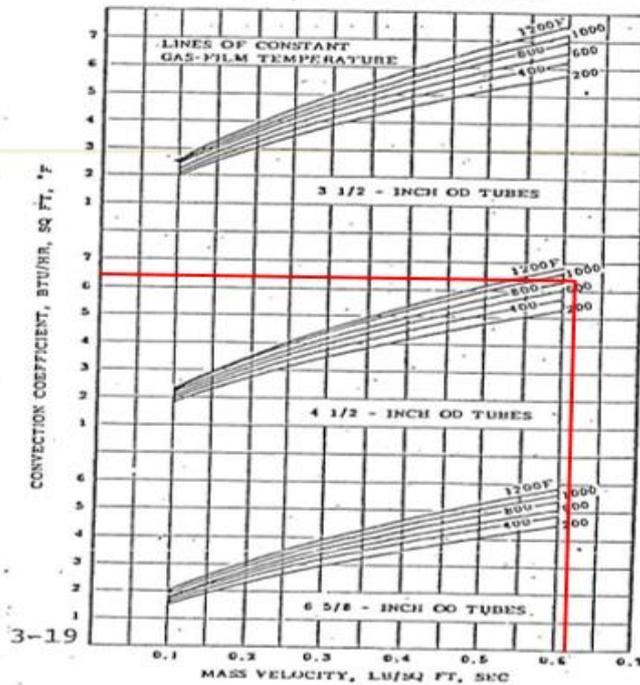
Ancho de la seccion	<b>72</b>	pulg
Ancho libre	<b>41,49</b>	pulg
	<b>3,46</b>	ft
Area Libre	<b>103,68</b>	ft <sup>2</sup>
Flujo masico de Gas	<b>0,49</b>	lb/ft <sup>2</sup> seg
Maximo permisible recomendado	<b>0,4</b>	lb/ft <sup>2</sup> seg

### 40. Coeficientes peliculares equivalentes.

- Para convección directa de gases.



FIGURA 9- Coeficientes Peliculares Convectivos para distintos Diámetros de tubos.



	BTU/Hr.ft2
hcc	6,5

➤ Para radiación de gases a tubos.

FIGURA 10- Coeficiente de radiación de los Gases.

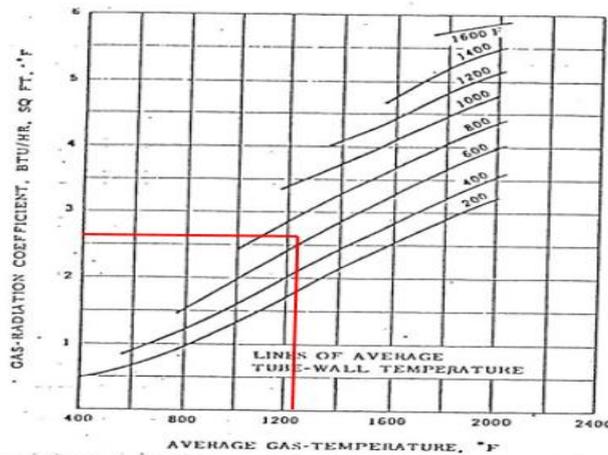


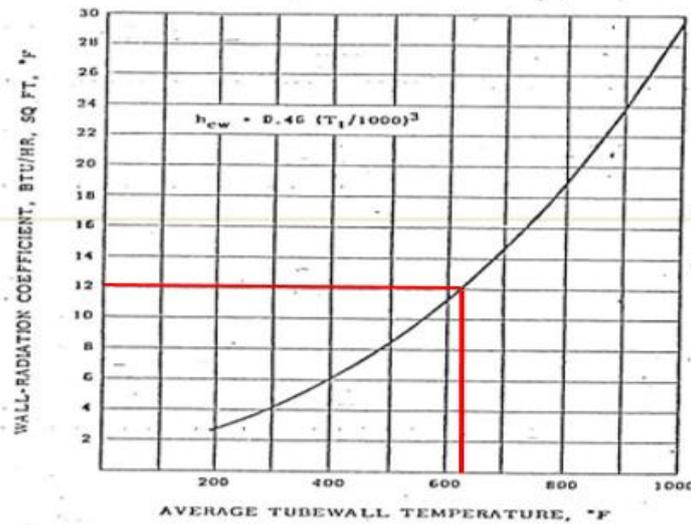
FIGURA II- Coeficiente de Radiación de las Paredes de la Zona Convectiva.

	BTU/Hr.ft2
hcr	2,6

➤ Para radiación de paredes de tubos.



FIGURA II- Coeficiente de Radiación de las Pared de la Zona Convectiva.



	BTU/Hr.ft2
h <sub>cw</sub>	12

✚ Coeficiente total.

	BTU/Hr.ft2
h <sub>cT</sub>	21,1

**41. Espacio entre fila y filas de tubos.**

$$ef = \cos(60) \cdot P$$

	ft
ef	0,58

**42. Área de pared refractaria por fila.**

$$Acw = 2 \cdot ef \cdot \text{long. efect.}$$

	ft2
Acw	34,64

**43. Área de tubos por fila.**

$$Acf = N_t \cdot A_t$$

	ft2
Acf	282,72



**44. Factor de corrección.**

$$f = \frac{hc_w}{\underbrace{h_{cc} + h_r + hc_w}_{hc_T}} \times \left( \frac{Ac_w}{Ac_t} \right)$$

f	0,07
---	------

**45. Coeficiente pelicular total.**

$$hc = (1+f)(h_{cc}+h_{cr})$$

	Btu/hr.ft <sup>2</sup>
hc	9,73

**46. Coeficiente total de transferencia.**

$$U_c = \frac{hc (h_{ci})}{hc + h_{ci}}$$

Para este caso se supone que el coeficiente pelicular interior es de 100 BTU/Hr.ft<sup>2</sup>

	BTU/Hrft <sup>2</sup>
Uc	8,87

**47. Área convectiva.**

$$Ac = \frac{q_c}{U_c (MLDT)}$$

	ft <sup>2</sup>
Ac	1034,65

**48. Numero de tubos.**

$$N_t = \frac{A_c}{A_t}$$

Nt	30
----	----



Por lo cual serán 5 filas de 6 tubos cada una.

Por lo cual la cantidad total de tubos será.

Tubos Z.R	42
Tubos escudo	5
Tubos Z.C.	30
Tubos totales	77

Tenemos 77 tubos en total, por lo cual son 4 pasos, es decir 20 tubos por paso. Con ese número de tubos se debe la caída de presión no debe ser superior a 40 psi.

**Perdida de carga en tubos.**

**49. Perdida de carga.**

Suponemos que el líquido trabaja en fase simple, por lo cual resulta de aplicar la ecuación correspondiente

$$\Delta p = 0.00518 \frac{f L G^2 v}{D_i} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{9266 v}$$

Longitud recta	2464	ft
Longitud equivalentes de retorno	48	ft
Longitud total por paso	628	lb/ft <sup>3</sup>
G	146.29	lb/ft <sup>2</sup> s
Viscosidad	0.0000276	lb/ft.s
Area de flujo	0.09	ft <sup>2</sup>
Re	1766806.4	ft
f (sale con el grafico)	0.0165	ft <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup>
AP	6.32	psi
	0.44	Kg/cm <sup>2</sup>
AP admisible	40	psi
	2.8	Kg/cm <sup>2</sup>

Por consiguiente, dicho valor está por debajo del admisible.

**Chimenea.**

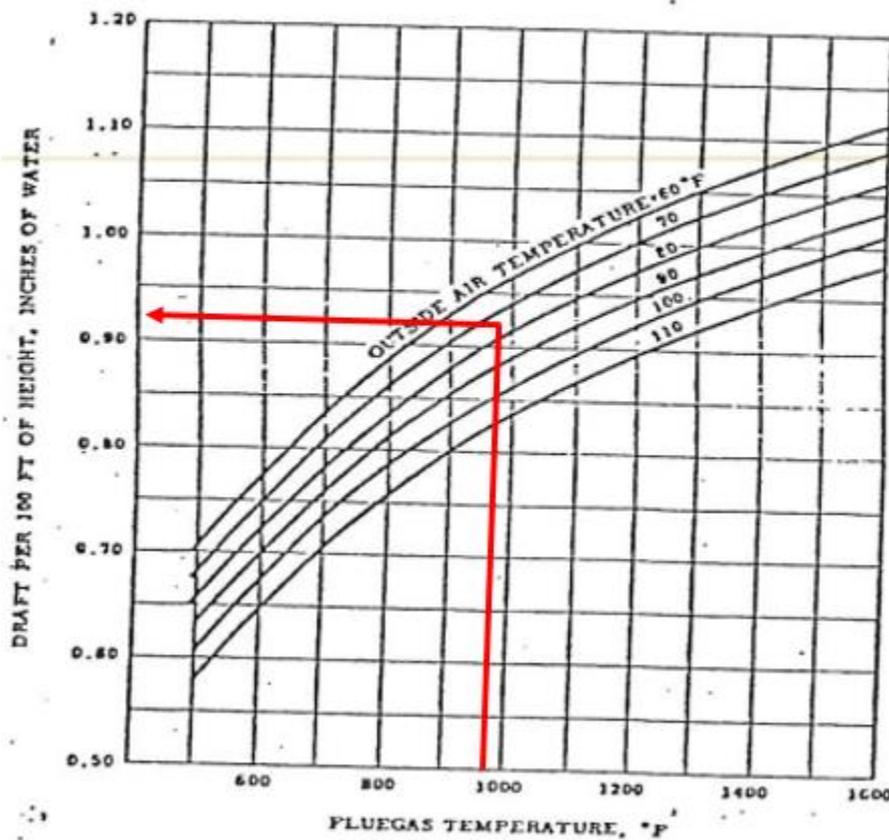
**50. Tiraje.**



Se estimará que la pérdida de calor a través de las paredes es igual a 100°F.

	°F
Tchig	990
Tamb	77
	Plg H <sub>2</sub> O/100ft
DRAFT(tiraje teorico)	0,93

FIGURA I4- Tiraje de Chimenea.

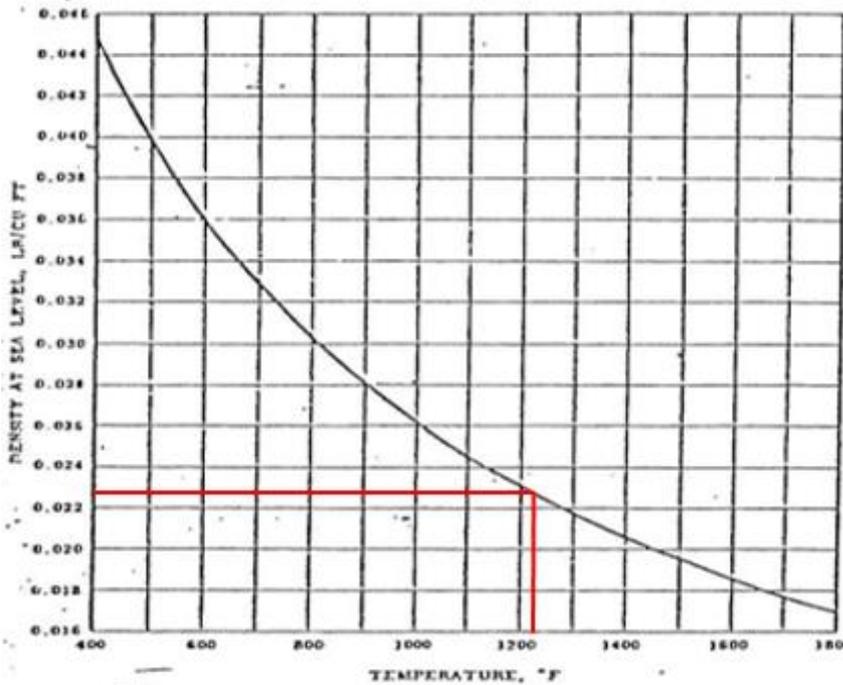


Se asume 0.25 pulg H<sub>2</sub>O para los quemadores y que los tubos shield aportan una pérdida de 0.07 pulg H<sub>2</sub>O.

	°F
Tgc	1286,87



FIGURA I3- Densidad de Flue Gas.



	lb/ft <sup>3</sup>
$\rho V$	0,023

**51. Velocidad de cabeza.**

$$P_u = 0,003 \cdot (G)^2 / \rho g$$

	Plg de Agua
$P_u$	0,47

**52. Perdida de carga en la zona convectiva.**

$$P_{zc} = \frac{1}{2} \cdot \rho V \cdot n^\circ \text{ filas}$$

	Plg H <sub>2</sub> O
$P_{zc}$	0,0575

**53. Temperatura de la chimenea.**

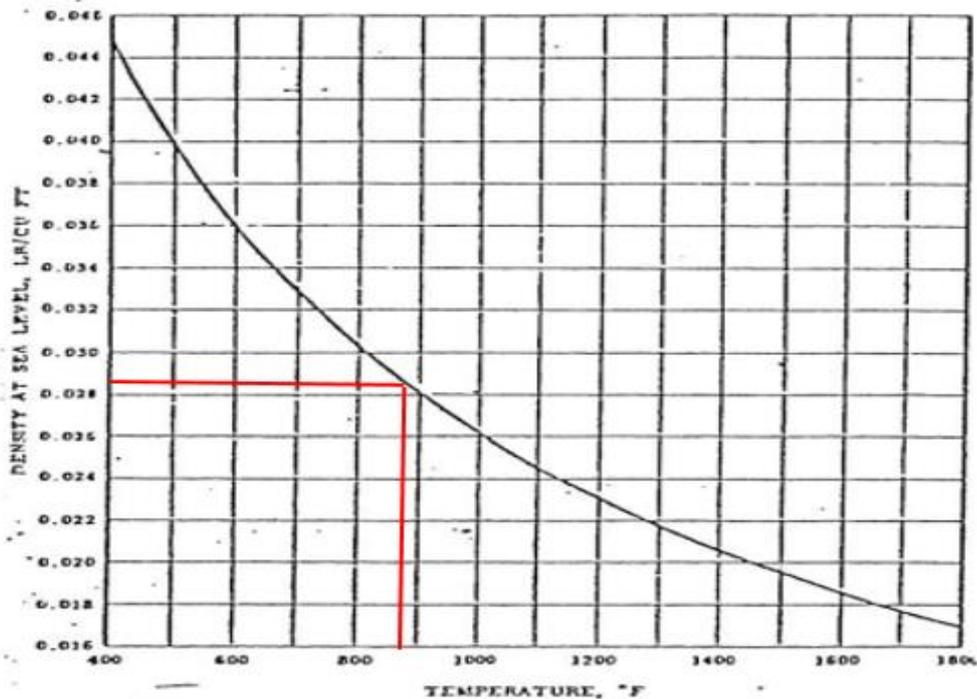


Se supone que la temperatura de la chimenea es 100°F más baja que la temperatura del fuel gas que abandonan la sección de convección.

$$T_{ch} = T_{chg} - 100^{\circ}F$$

	9F
Tch	890

FIGURA I3- Densidad de Flue Gas.



	lb/ft3
$\rho_g$	0,0285

#### 54. Determinación del diámetro óptimo.

Volumen del gas.

$$V_g = G_{gas} / \rho \cdot g$$

	Ft3/seg
Vg	320,48



Para determinar la velocidad del gas en la chimenea se supone un diámetro de esta para realizar los cálculos.

Velocidad del gas en chimenea (vgch) = caudal volumétrico de gas/ área de chimenea.

	Ft		Ft <sup>2</sup>
Diamtro(ID)	3,7	Area chi	10,75

	Ft/s
Vgch	29,82

La velocidad recomendada de chimenea es de 30ft/s, por lo cual la velocidad es aceptable.

#### **55. Cabezal de velocidad.**

	Lb/seg <sup>2</sup> .ft
pv	0,076

#### **56. Perdida de carga en la chimenea.**

Consideramos 100 ft de altura.

	ft
H	100
	plg de H <sub>2</sub> O
Pch	0,27

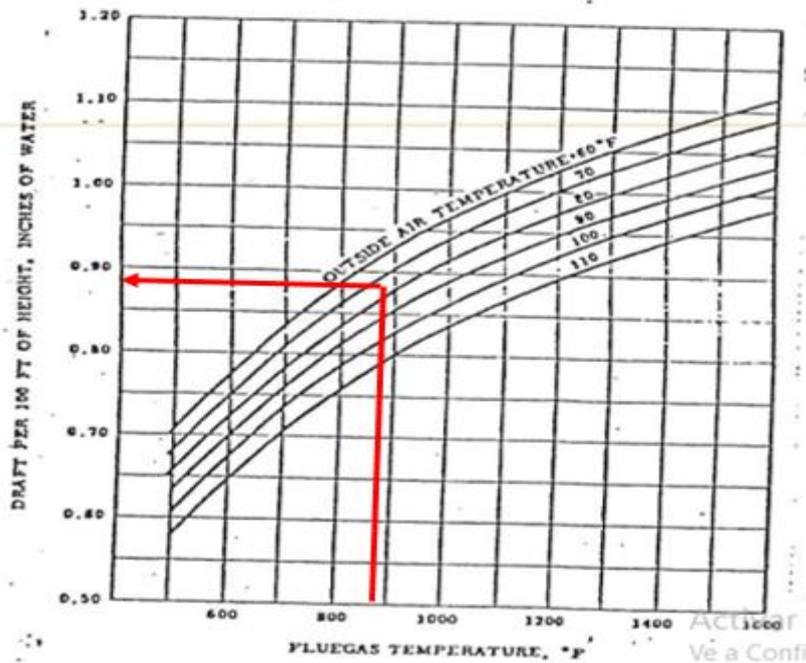
#### **57. Tiraje total requerido.**

Tiraje requerido = (Tiraje total calculado/ Tiraje hallado de gráfico) x 100

Tchi	890
Temp salida del aire	77



FIGURA I4- Tiraje de Chimenea.



Calculado	0,40
Grafico	0,88

Por lo tanto, el tiraje es 0,88plg /100ft.

$$\text{Tiraje requerido} = \frac{\text{Tiraje total calculado}}{\text{Tiraje hallado por grafico}} \cdot 100$$

Tiraje requerido	45,08
------------------	-------

**58. Altura de la chimenea.**

$$\text{Altura} = \frac{\text{Tiraje requerido}}{\text{Tiraje de grafico}} \cdot 100$$

	ft
Hch	45,08

Esta altura es la correspondiente por encima de los tubos shield.

En la práctica se recomienda incrementar por encima del valor calculado para cubrirse de las posibilidades de las variaciones de las condiciones operativas.



### 59. Números de quemadores.

El número de quemadores se consigue mediante el cociente del calor necesario del horno y el calor entregado por el quemador, este dato es de fábrica y provisto por los fabricantes de los quemadores.

Quemadores de Tubo Radiante

Estos quemadores cuentan con las siguientes características:

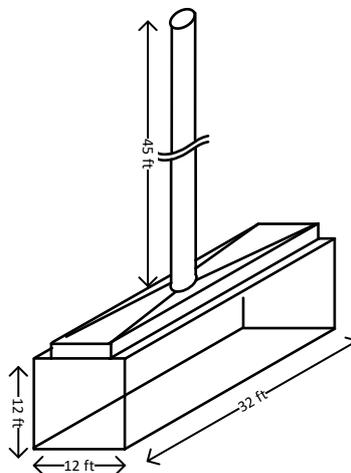
- Ideales para aplicaciones de fuego indirecto
- Transferencia de calor por Radiación
- Diseño del quemador de llama larga, para calentamiento uniforme del tubo
- Disponibles con Recuperador de calor del tipo plug

Dimensionado de quemadores

Máxima capacidad 7.150.000 BTU/hr  
Combustible: Gas Natural @ 1034 BTU/ft<sup>3</sup>  
Turndown = Max. Cap. / Min. cap. = 8:1  
Presión de operación del quemador 1 – 16 psi

Qn	33210092,01	BTU/H
Qnom	7.150.000	BTU/H
N quemadores	4,6	

Por lo tanto, se obtienen 5 quemadores.





<b>JUTN</b> UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL LA PLATA		Cliente: YPF SA Ubicación: CIE	Horno de precalentamiento de carga	Fecha:	Hoja 1
Unidad: H-2202			Numero: 1		
Tipo: caja			Referencia:		
Calor liberado Neto, MM BTU/hr= 33.21					
<b>CONDICIONES DE DISEÑO.</b>					
Servicio			Precalentamiento de carga a reactor.		
Calor liberado, MM BTU/hr			23.24		
Fluido			Nafta corte corazon + Hidrógeno		
Caudal, lb/hr			183742.21		
Caída de presión admisible, psi.			29		
Caída de presión, psi.			6		
Flujo de calor radiante medio por unidad de superficie expuesta en Btu/hr.ft2, permitido			12000		
Flujo de calor radiante medio por unidad de superficie expuesta en Btu/hr.ft2, calculado			11634.76		
Velocidad limitante del gas en la chimenea, ft/s			29.82		
Velocidad masica de fluido de proceso, lb/s.ft2			146.29		
<b>CONDICIONES DE ENTRADA.</b>					
Temperatura, °F			473		
Presión, psi			470		
Flujo de líquido, Lb/hr			151238.25		
Flujo de vapor, lb/hr			32952.14		
Gravedad específica			0.71		
Peso molecular			90.09		
Viscosidad de la fase líquida, cp			0.09		
Calor específico					
Conductividad térmica, KCAL/(Hs.m.°C)			0.12		
<b>CONDICIONES DE SALIDA</b>					
Temperatura, °F			572		
Presión psi			464		
Flujo de líquido lb/hr					
Flujo de vapor lb/hr			184190.39		
Gravedad específica			0.71		
Peso molecular			90.09		
Viscosidad de la fase líquida, cp					
Calor específico					
Conductividad térmica, KCAL/(Hs.m.°C)			0.07		
<b>OBSERVACIONES Y REQUERIMIENTOS ESPECIALES.</b>					
Datos de destilación o composición de la alimentación.					
Condición térmica de operación.					
<b>DIMENSIONES.</b>					
Alto(ft)			12		
Largo(ft)			32		
Ancho(ft)			12		
Altura de la chimenea(ft)			45		
<b>CONDICIONES DE DISEÑO DE COMBUSTION.</b>					
Tipo de combustible			fuel gas		
Exceso de aire. %			25.00		
Calor calculado por pérdida de radiación, MM BTU/H			16.27		
Eficiencia %			70.00		
Calor absorbido por pérdida de radiación. MM BTU/hr			17.27		
Temperatura de gases de combustión de salida de la zona radiante. °F.			1650.00		
Temperatura en la zona convectiva. °F			990.00		
Caudal del gas de combustión. lb/h			32881.28		
Velocidad masica en la zona convectiva por area libre, lb/s.ft2			0.29		
Pérdida de carga.		De tubos shield. pulg H2O.	0.07		
		En zona convectiva. pulg H2O.	0.06		
Temp del aire del ambiente diseño. °F			77		
Altura sobre el nivel del mar,ft			0		
<b>CARACTERISTICAS DEL COMBUSTIBLE.</b>					
Tipo: Fuel gas.					
Presión de operación, psi			1-16psi		
Calor entregado por el quemador. MM BTU/hr			7.15		
Peso molecular			28.95		
COMPOSICION		%V			
H2		10			
C1		37			
C2		7.6	Vanadio(ppm)	15	
C3=		3.3	sodio(ppm)	21	
C3		6.4	Azufre(%p)	0.3825	
Superiores		20.4	cenizas	0.0032	
<b>DATOS DE QUEMADORES</b>					
Proveedor: ksburner		Modelo: ks9310			
tipo: simple lanza		Localización: piso		Temperatura de llama alta: 1500°C	
Caída de presión a través del quemador. pulg H2O: 0.25			Quemadores por lado: 2 por lado y 1 en el medio.		
Metodo de ignición: Manual/automatico.					



❖ **Cálculo del Reactor RX-2202**

El consumo específico de la unidad se calcula entre el 61 Nm<sup>3</sup> de Hidrógeno por metro cúbico de carga a la unidad. Por lo cual se utilizarán 6742 Nm<sup>3</sup>/h de Hidrógeno por los 110 m<sup>3</sup> de carga de nafta Pesada

La composición %V del Hidrógeno de Reciclo que ingresa a la unidad de Unifining II es la siguiente:

<b>Componente</b>	<b>% V</b>
<b>H2O</b>	0
<b>H2</b>	87.3
<b>C1</b>	4.1
<b>C2</b>	3.4
<b>C3</b>	2.8
<b>IC4</b>	0.7
<b>NC4</b>	0.6
<b>IC5</b>	0.2
<b>NC5</b>	0.1
<b>NC6</b>	0.8
<b>H2S</b>	0
<b>total</b>	100

La concentración de SH<sub>2</sub>, hidrocarburos livianos y pureza de H<sub>2</sub> serán determinados por análisis periódicos del gas mediante cromatografía.

El reactor es un reactor de lecho fijo con un solo lecho de catalizador de contacto solido-gas. En cuanto a la disposición de flujo, opera con flujo axial descendente de fluido.

Como paso inicial, en el simulador Pro II, simulamos los flujos con el fin de obtener los datos de los fluidos participantes en esta parte del proceso.



Entrada al Reactor, mezcla fase vapor		
Rate	KG-MOL/HR	925,121
	KG/HR	83344,068
Std. Liquid Rate	M3/HR	118,124
Total Adj.Liq.Vol.Rate	M3/HR	114,794
Total Adj.Vap.Vol. Rate	M3/HR	19152,332
Temperature	C	300,000
Pressure	KG/CM2	31,100
Molecular Weight		90,090
Total Liquid Fraction		0,0000
Standard Liquid Density	KG/M3	705,562
	Specific Gravity	0,7063
	API Gravity	68,851
Total Adj. Liq. Density	KG/M3	726,033

Condiciones de Operación del Reactor		
P	31	Kg/cm2
WATB	321	°C

ENTRADAS AL PROCESO					
NAFTA CORTE CORAZON			HIDROGENO		
Flujo Vol.	110	m3/h	Flujo Vol.	6741.9	Nm3/h
Flujo Mas.	82704.373	Kg/h			
Densidad (15°C)	751.858	Kg/m3	Flujo Mas.	639.695	Kg/h
Cond. De Operación					
ρ <sub>L</sub> (ρL)	727.489	Kg/m3	Densidad (ρG)	2.184	Kg/m3
μ <sub>L</sub> (μL)	0.50226	cp	Viscosidad (μG)	0.011	cp
σ <sub>up</sub> (τL)	21.9126	dina/cm	Tension Sup (τG)	-	dina/cm
Poder Cal. (cpL)	0.5	Kcal/Kg °C	Poder Cal. (cpG)	3.091	Kcal/Kg °C
PM	128.209	Kg/Kg-mol	PM	2.284	Kg/Kg-mol

Se calcula el volumen del catalizador necesario W, esto lo logramos a partir de la ecuación de diseño del volumen del reactor:

$$W = \frac{v}{K} \int \frac{dx}{(1-x)}$$

v: Flujo másico de entrada



x: % de conversión. Según TECNOLOGÍA UNIONFINING\* DE UOP, el grado en que se puede eliminar el azufre del hidrocarburo es casi completa para las naftas ligeras de destilación primaria.

$$x = \frac{\text{Moles de S convertidos por reacción}}{\text{Moles de S iniciales}} = \frac{200\text{ppm} - 0.1\text{ppm}}{200\text{ppm}} = 0.999$$

K: constante. La cual se calcula de la siguiente manera:

Para las siguientes consideraciones, se utiliza el artículo *ESTADO DEL CONOCIMIENTO DEL PROCESO DE HIDROTRATAMIENTO DE NAFTA DE COQUIZACION RETARDADA Y SU APLICABILIDAD EN LA REFINERIA DE CARTAGENA*.

Considerando la reacción de hidrotratamiento como una cinética de primer orden para la cual aplican las ecuaciones siguientes:

$$\ln \frac{C_o}{C_f} = \frac{k}{LHSV}$$

$$k = A * e^{\left(-\frac{E}{RT}\right)}$$

Para UOP las condiciones típicas de operación de hidrotratamiento:

**TABLA 8.3.2** Condiciones típicas de operación de hidrotratamiento

Condiciones de operación	Nafta	Destilado intermedio	Gasóleo ligero*	Gasóleo pesado
<b>VHL</b>	1.0-5.0	1.0-4.0	0.7-1.5	0.75-2.0
Relación H <sub>2</sub> /HC, m <sup>3</sup> N/mm <sup>3</sup> (PCN/B)	50(300)	135(800)	255(1500)	337(2000)
Presión parcial de H <sub>2</sub> , kg/cm <sup>2</sup> (psia)	14(200)	38(400)	49(700)	55(800)
Temperatura SOR**, °C (°F)	290 (555)	330 (625)	355 (670)	355 (670)

El valor de la velocidad espacial que puede ser usado en las reacciones de hidrotratamiento depende del tipo de alimentación, de las condiciones de operación, del grado de hidrotratamiento y de la actividad del catalizador usado. Se considera un valor de LHSV= 3.5 (Valor proveniente de Bibliografía de la Refinería Lujan de cuyo Cuyo).



Teniendo en cuenta todos estos parámetros y sabiendo que:

Co: concentración inicial

Cf: concentración final esperada

Co	200	ppm
Cf	0,1	ppm
LHSV	3,5	

Conc. de S	Co/Cf	ln(Co/Cf)	1/LHSV	LHSV	k
Co=200 ppm	2000	7,60090246	0,285714286	3,5	26,6032
Cf= 0.1 ppm					

Ya con el valor de la constante K, podemos obtener el Volumen de catalizador necesario.

Integrando la ecuación obtenemos:

Vol catalizador (W)	W= v/k [dx/ (1-x)]	
v	118,124	m3/h
k	26,6032	1/h
x (% conversion)	0,99	
W	20,45	m3

En cuanto al reactor, la relación de esbeltez se especifican valores de L/D entre 3 y 5 como valores económicos de esta relación. Se fija un valor de diámetro interno(D) y conociendo el volumen, se calcula la altura del reactor (L). Se observa que el valor de L/D esta entre los valores estipulados.

L/D (permitido)	L/D (calculado)	L (m)	D (m)	Volumen Rx (sin casquetes), m3
3<L/D<5	3,3	6,5	2	20,45



- Características del reactor:

Caract. Del Reactor		
Catal. RX Principal	22.49	m3
(Se le agrega 10%)		
Conversión %P	0.99	-
LHSV (0,3-1,5)	3.50	m3HC/m3Cat.
Diametro Int (D)	2	m
Seccion	3.14	m2
Altura de Lecho	7.16	m
Relacion de esbeltez (L/D)	3.6	-
Peso del Catalizador	19280	Kg

- Características del catalizador

La desnitrificación (HDN) o remoción de nitrógeno es más difícil que la desulfuración (HDS). La cinética de la reacción está relacionada con la velocidad espacial de la misma, así a mayor velocidad espacial (LHSV), se tiene una mayor velocidad de reacción como es el caso del proceso de hidrodesulfuración. Mientras que en los procesos de hidrodesoxigenación y desnitrificación se tienen reacciones más lentas.

Para operaciones de hidrodesulfuración, el catalizador preferido es el de Co/Mo porque tiene mayor actividad de desulfuración que los catalizadores de Ni/Mo cuando la concentración de azufre es alta (>200 ppm de S en peso).

No sería el caso de la nueva unidad, por lo tanto, se utilizará el *catalizador de níquel molibdeno*. Esos catalizadores también son buenos catalizadores de desulfuración; sin embargo, su consumo de hidrógeno podría ser mayor, por su mejor actividad de desnitrificación.



Caract. Del Catalizador Ni-Mo		
Densidad del Sólido	857.1	kg/m <sup>3</sup>
Area Sup	180	m <sup>2</sup> /g
Diametro de partícula (d)	3	mm
Porosidad partícula (ε <sub>p</sub> )	0.7	-
Porosidad lecho (ε <sub>l</sub> )	0.30	-
Densidad de Partícula (ρ <sub>p</sub> )	257.1	kg/m <sup>3</sup>
Densidad del Lecho (ρ <sub>b</sub> )	180.0	kg/m <sup>3</sup>
Volumen poral	0.55	cm <sup>3</sup> /g

En cuanto a las características del Catalizador, se obtuvieron datos de la clase 5.3 Hidrocracking UTN 2018 y

- Pérdida de presión (-ΔP).

La pérdida de carga(-ΔP), es consecuencia del flujo descendente del gas a través del lecho. Esta se determina a través de la siguiente ecuación:

$$\frac{(-\Delta P)}{L} = \frac{f * u^2 * \rho_s}{d_p}$$

Para estimar el factor de fricción se emplea comúnmente la correlación de Ergun:

$$f = \frac{(1 - \varepsilon_l)}{\varepsilon_l^3} * \left[ 1.75 + 150 * \frac{(1 - \varepsilon_l)}{Rep} \right]$$

Re' es el número de Reynolds definido respecto al diámetro efectivo de partícula:

$$Rep = \frac{d_p * G}{\mu_f}$$

Se obtuvieron los siguientes valores:



Reynolds para particulas		
G	7,3730	Kg/m <sup>2</sup> s
dp	0,003	m
μ	0,00003713	Kg/m s
<b>Rep</b>	<b>595,7154</b>	<b>Adimensional</b>

Factor de friccion para particulas		
εl	0.30	
1-εl	0.70	
Rep	595.7154326	
<b>f</b>	<b>49.9400</b>	<b>Adimensional</b>

PERDIDA DE CARGA- ECUACION DE ERGUN		
u <sup>2</sup>	0.000109197	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
ρ	705.562	kg/m <sup>3</sup>
g	<b>9.8</b>	<b>m/s<sup>2</sup></b>
<b>ΔP/L</b>	<b>0.000130873</b>	<b>kg/cm<sup>3</sup></b>
<b>ΔP</b>	<b>0.1058</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>

<b>Rep</b>	<b>595.7154</b>	<b>Adimensional</b>
<b>f</b>	<b>49.9400</b>	<b>Adimensional</b>
<b>ΔP/L</b>	<b>0.000130873</b>	<b>kg/cm<sup>3</sup></b>
<b>ΔP</b>	<b>0.1058</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>ΔP admisible</b>	<b>&lt;2 kg/cm<sup>2</sup></b>	

La presión podrá aumentarse hasta 2 kg/cm<sup>2</sup> sobre la presión normal, de lo contrario podría generar un taponamiento del lecho catalítico, lo cual aumenta la caída de presión, siendo un ΔP admisible < 2kg/cm<sup>2</sup>.

Se observa que el valor de:

la pérdida de carga(-ΔP) obtenida= 0.1058 Kg/cm<sup>2</sup> < La pérdida de carga(-ΔP) admisible del reactor= 2 kg/cm<sup>2</sup>.

- Balance de energía:



El balance de energía se realiza para saber si es necesario un quench de enfriamiento para evitar un disparo térmico dentro del reactor (fenómeno de run-away). Para ello se estipula una diferencia de temperatura máxima de 30°C (se toma entre 30-40°C, se opta por 30°C para estar del lado seguro de diseño).

Considerando:

$$\frac{\Delta T}{\Delta Z} = \frac{A * B}{C}$$

Donde:

A: Peso del lecho

B:  $r_i$ , es la velocidad de desaparición para una reacción de primer orden.  $\Delta H$ , la entalpia de reacción (sumatoria de las entalpias de formación de productos)

C: Capacidad calorífica

<b>A = <math>(\pi D^2) * \rho_b</math></b>		
D	2	m
$\rho_b$	180.0	Kg/m <sup>3</sup>
<b>A</b>	<b>565</b>	<b>Kg/m</b>

<b>B = <math>r_i \Sigma \Delta H_R</math></b>		
$r_i$	<b>915.87</b>	Kmol/h
<b><math>\Delta H_R</math></b>		
Saturacion Ar	0	Kcal/Kmol
Saturacion Ol	0	Kcal/Kmol
DHS	6000	Kcal/Kmol
DHN	8000	Kcal/Kmol
Total	14000	Kcal/Kmol
<b>B</b>	<b>1.28E+07</b>	<b>Kcal/h</b>



<b>C = <math>\Sigma F_j c_{pj}</math></b>		
CGA NAFTA	82704.373	Kg/h
CP NAFTA	41352.1865	Kcal/h °C
CGA HIDROGENO	639.695	Kg/h
CP HIDROGENO	1977.297245	Kcal/h °C
<b>C</b>	<b>3421271524</b>	<b>Kg Kcal/h °C</b>

$\Delta T/dz$	2	°C/m
$dz = H$	7,16	m
<b><math>\Delta T_{obtenido}</math></b>	<b>15</b>	<b>°C</b>
$\Delta T_{permitido}$	30	°C

Como el  $\Delta T = 15^\circ\text{C} < \Delta T = 30^\circ\text{C}$ , no se necesitará quench.

Los catalizadores utilizados en procesos de hidrotratamiento van perdiendo actividad gradualmente debido a la formación de coque.

Por otra parte, la formación de coque aumenta con la temperatura, por lo que es conveniente que la temperatura a principio de ciclo sea lo más baja que permita el proceso.

Sin embargo, después de un período de operación, la temperatura del reactor deberá ser aumentada gradualmente para compensar la pérdida de actividad del catalizador.

Cuando se ha alcanzado la temperatura máxima permitida en el reactor, el catalizador tiene que ser regenerado o reemplazado. Esta temperatura máxima es de  $335^\circ\text{C}$ , por encima de esta se producen fenómenos de recombinación. El sulfhídrico presente en la atmósfera de reacción se recombina con el hidrocarburo(olefinas) produciendo mercaptanos.

Por lo tanto, el principal parámetro de control del operador es el Weighted Average Bed Temperature (WABT). Este valor se va incrementando a medida



que avanza el ciclo para compensar desactivación del catalizador. El manejo de este parámetro estará asociado a cuánto durará el ciclo del catalizador.

$$WABT = \frac{1}{3} Teda + \frac{2}{3} Tsda$$

SOR es la temperatura de inicio de ciclo, normalmente se refiere al escenario donde el catalizador es nuevo.

EOR es el final de ciclo donde el catalizador esta desactivado, necesita ser reemplazado y tiene una caída de presión alta debido a la acumulación de polvo.

	SOR	EOR
<i>Temperatura de operación entrada(SOR) / (EOR)</i>	300	320
<i>Temperatura de operación salida(SOR) / (EOR)</i>	315	335
<b>WABT</b>	<b>310</b>	<b>330</b>

A razón de un aumento de temperatura de 0.5 °C/mes. Nos da que la vida útil del catalizador es de 3 años y 4 meses.

<b>Relacion H2/HC</b>	61	Nm3/m3
<b>Pp de H2</b>	29.5	Kg/cm2

- Constitución del reactor

El interior del reactor está constituido por los siguientes catalizadores:



- KF-01: es un material soporte que sirve para la retención del catalizador, la graduación del lecho y la mejora en la estabilidad de la caída de presión.
- KF-02: es un material soporte activo usado para la graduación del lecho, para controlar el ensuciamiento y los incrementos en la elevación de la caída de presión.
- KG-10: es un catalizador de guarda utilizado para la remoción de metales
- H-300: es un catalizador Ni-Mo de alta actividad, desarrollado para la hidrodesulfuración de naftas HDN, HDS y la saturación de aromáticos.
- El fondo del reactor principal fue cargado con esferas cerámicas de 1/4", esferas cerámicas de 1/2" y esferas cerámicas de 3/4", como soporte del catalizador.

En la parte superior del reactor se encuentra el predistribuidor, cuya función es distribuir el flujo de entrada al reactor para evitar que choque de forma brusca sobre las capas de cerámicos que protegen al lecho de catalizador y provoque movimientos indeseados del mismo.

Por la parte inferior se encuentra el colector, dispositivo que tiene por objetivo básicamente evitar que partículas de catalizador y/o cerámicos se escapen del reactor y provoquen obturaciones en las líneas de salida del reactor y en los equipos aguas abajo del reactor. Generalmente están recubiertos de una malla metálica.

El reactor cuenta con una boquilla para la carga colocándose esta en la parte superior. Dos boquillas separadas en el fondo del reactor, una para descarga del catalizador y la otra para la salida del producto.



ALTURA TOTAL DEL EQUIPO			
Material/ Catalizador	Tipo de relleno	Valor (mm)	Valor (m)
Seccion libre	**	650	0.650
Predistribuidor	**	300	0.300
KF-01	Esferas 3/4"	75	0.075
KF-01	Esferas 3/4"	75	0.075
KG-10	Esferas 1/4"	75	0.075
H-300	Catalizador principal	7160	7.160
Esf. Inertes 1/4"	Esferas 1/4"	75	0.075
Esf. Ceramicas 1/2"	Esferas 1/2"	75	0.075
Esf. Ceramicas 3/4"( sobre el colector de salida)	Esferas 3/4"	150	0.150
Colector		**	**
ALTURA CILINDRO		8335	8.335
ALTURA CABEZAL		507	0.0507
ALTURA TOTAL DEL EQUIPO		9349	9.349

La relación de esbeltez, para la nueva altura del equipo tiene un valor de:

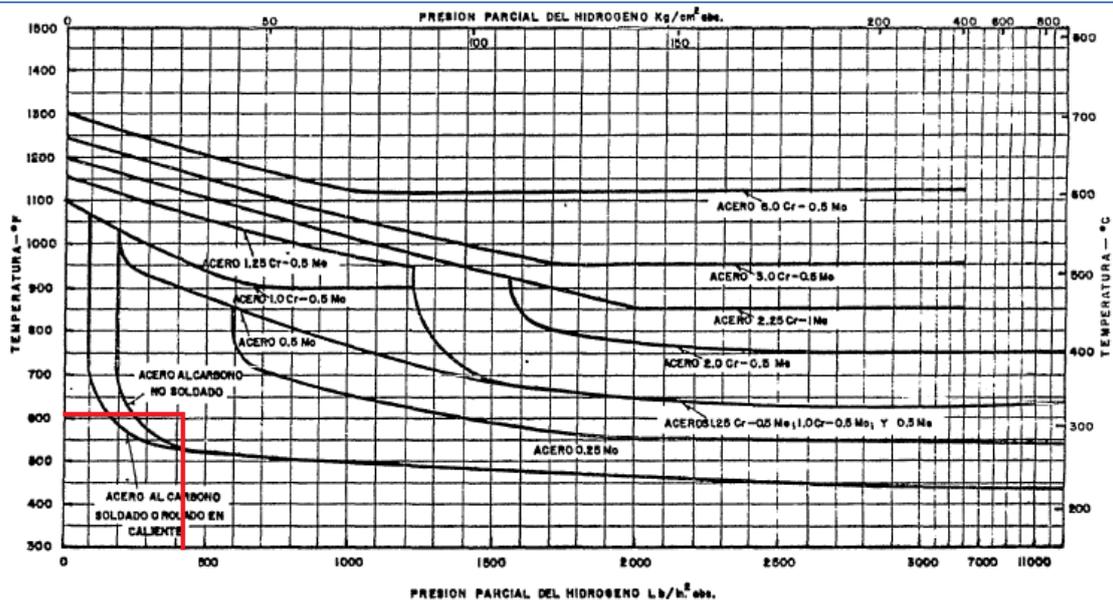
$$\frac{L}{D} = \frac{9.349}{2} = 4.6 \quad (3 < L/D \text{ permitido} < 5)$$

#### - Selección de materiales

En este tipo de procesos, es necesario analizar la corrosión, por compuestos de azufre a alta temperatura. La corrosión por ataque de sulfhídrico en medio de hidrogeno y el ataque del hidrogeno.

El material de baja aleación base, se selecciona de acuerdo a las curvas de Nelson. Seleccionando la máxima temperatura y presión de operación, mas 50°F, se analizan las curvas y se elige la aleación inmediata superior.

Por lo tanto, en el reactor, los internos son de acero inoxidable, el cuerpo y las cabezas del reactor tienen como material base acero al carbón con 0.5 molibdeno, cubierto interiormente con una placa de cladding de acero inoxidable



NOTAS:

- 1) LOS MATERIALES DEBEN SER SELECCIONADOS DE LAS CURVAS INDICADAS, LAS CUALES ESTAN BASADAS EN DATOS DE LA PUBLICACION 941 DEL API "ACEROS PARA SERVICIO DE - HIDROGENO A PRESIONES Y TEMPERATURAS ELVADAS EN REFINERIAS Y PLANTAS PETROQUIMICAS".
- 2) LAS CURVAS INDICADAS SIRVEN COMO GUIA PARA SELECCIONAR EL CONTENIDO MINIMO DE ALEACION REQUERIDO Y NO NECESARIAMENTE SE REFIEREN A ALEACIONES COMERCIALES.
- 3) LA TEMPERATURA USADA SERA LA MAXIMA TEMPERATURA DE OPERACION DEL METAL, MAS 50°F, SI LA PRESION Y TEMPERATURA COINCIDEN CON UNA DE LAS CURVAS SE USARA LA ALEACION INMEDIATA SUPERIOR.
- 4) LOS ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS SON ADECUADOS PARA TODAS LAS TEMPERATURAS Y PRESIONES INDICADAS, CUANDO SEA UTILIZADO CLAD, EL MATERIAL BASE SERA EL SELECCIONADO PARA SERVICIO DE HIDROGENO.
- 5) CONSIDERANDO LA GRAN DISPONIBILIDAD DEL 1/4 Cr-1/2 Mo, ESTE MATERIAL PUEDE SUSTITUIR AL C-1/2 Mo, CUANDO LA SUSTITUCION SEA HECHA, EL MATERIAL DE APORTE - PARA LA SOLDADURA DEBERA TENER UNA COMPOSICION SIMILAR AL MATERIAL BASE.
- 6) SI ADEMAS DEL HIDROGENO EXISTE UN MEDIO CORROSIVO, EL MATERIAL SELECCIONADO DEBERA RESISTIR AMBAS CONDICIONES.

- Datos de diseño

Datos de Diseño		
Diametro Interno (Di)	2000.00	mm
Altura del recipiente (H)	9349.00	mm
Presion de diseño (P)	0.341	Kgf/mm2
Radio	1000	mm
Eficiencia de las Juntas (E Circunf)	0.85	-
Eficiencia de las juntas (E Long)	0.65	-
Material	Tipo	
Exterior	Acero al Carbono	
Interior	Acero Inoxidable P8-SA240 Grado 316-L	

Material	Tipo	Valor del Esfuerzo (S) (psi)	Valor del Esfuerzo (S) (KGf/mm2)
Exterior	Acero al Carbono	37000	26.01
Interior	Acero Inoxidable P8-SA240 Grado 316-L	25600	17.99

- Diseño mecánico (diseño por presión interna)

El código utilizado para recipientes a presión no sometidos a Fuego directo es el: CODIGO ASME sección VIII – División 1(Recipientes a presión no sometidos



a fuego directo) y División 2 (contiene reglas para diferentes alternativas para recipientes a presión).

Otros códigos complementarios que intervienen en el diseño son:

El código ASTM (American Society for Testing and Materials) para la especificación de materiales

El código ANSI (American National Standards Institute) en su parte B16.5 para la selección de Bridas y Boquillas.

*Espesor de cascarón bajo presión interna:*

*Para esfuerzo circunferencial (juntas longitudinales):* Considerando dimensiones internas y externas:

DIMENSIONES INTERIORES		
Calculo de Esf. Circunferencial		
$t = PR / SE - 0,6P$		
t	15.57	mm
t	1.56	cm

*Para esfuerzo longitudinal (juntas circunferenciales):*

Calculo de Esf. Longitudinal		
$p = PR / 2SE + 0,4P$		
t	7.69	mm
t	0.77	cm

Como el esfuerzo Circunferencial es el doble del longitudinal y por lo tanto el más crítico, se considerará solamente ese esfuerzo. Este espesor, es el mínimo más la tolerancia por corrosión.



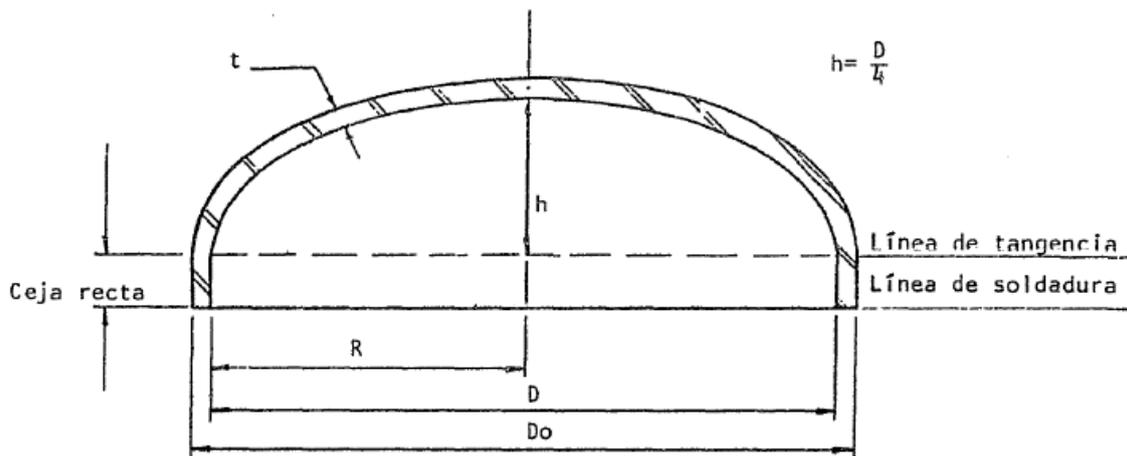
El espesor nominal, es el espesor de pared redondeado al espesor inmediato superior utilizado industrialmente en la construcción de recipientes a presión. Este considera el CLAD, que solo absorberá la tolerancia por corrosión a través de todo el diseño, y que solo ejecutará la función de un recubrimiento para proteger de la corrosión al material base del cuerpo y cabezas. Su esfuerzo máximo permisible no será tomado en cuenta para ningún cálculo dentro del diseño.

Por lo tanto, el espesor del cascarón estará conformado por:

t	1.56	cm
CLAD	0.5	cm
t nominal	2	cm

### *Espesor de la cabeza*

Para una cabeza elíptica





DIMENSIONES INTERIORES		
Cabezas elípticas 2:1		
$t = PD/2SE - 0.2P$		
t	15.52	mm
t	1.55	cm

t	1.55	cm
CLAD	0.5	cm
t nominal	2	cm

Tabla — Espesores de pared del acero de aleación - de cascarón y cabezas, diseñados por presión interna, (sólo se consideran estos espesores por ser los que van a soportar las presiones a que será sometido el reactor).

	Espesores de pared para condiciones de diseño (mm.)	Espesores de pared para condiciones de regeneración (mm.)
<b>CASCARON</b>	<u>41.0 (nominal)</u>	28.0 (nominal)
<b>TORISFERICAS</b>	60.0 (mín. req.)	41.0 (mín. req.)
<b>ELIPTICAS 2:1</b>	<u>41.0 (mín. req.)</u>	29.0 (mín. req.)
<b>HEMISFERICAS</b>	22.0 (mín. req.)	16.0 (mín. req.)

Considerando los mínimos tanto para el cascaron como para la cabeza, podemos decir:

t minimo nominal	41	mm
CLAD	5	mm
Total	46	mm
<b>Total</b>	<b>4.6</b>	<b>cm</b>



Esta cabeza al estar sometida a presión interna debe tener el mismo espesor que el cascaron cilíndrico si los mismos esfuerzos permisibles y eficiencias de las juntas son aplicados a ambas partes. Esto se cumple.

<b>Resumen del equipo</b>		
Temperatura de Entrada	300	°C
Temperatura de Salida	315	°C
Presión de operación	31	Kg/cm <sup>2</sup>
Altura total	9.3	m
Diámetro Interior	2	m
Espesor Cascarón	4.5	cm
Espesor cabeza	4.5	cm
Volumen Reactor	29.4	m <sup>3</sup>



# Universidad Tecnológica Nacional

## Facultad Regional La Plata

<b>UTN</b> <small>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL LA PLATA</small>		<b>INTEGRACIÓN V</b>	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE REACTOR</b>	
<b>DENOMINACIÓN: REACTOR DE PRETRATAMIENTO</b>		<b>FECHA:</b>		
<b>UNIDAD: RX-2202</b>		<b>REVISIÓN:</b>		
<b>SERVICIO: HIDROGENACION DE HIDROCARBUROS</b>		<b>LOCACIÓN: CIE</b>		
<b>DATOS GENERALES</b>				
<b>DENOMINACION EQUIPO</b>		Reactor catalítico de Lecho Fijo		<b>HOJA:</b>
<b>FUNCIÓN</b>		Hidrogenar la carga al proceso para despues ser tratada en la unidad de Platforming I		
<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>				
<b>FLUIDOS</b>	<b>RECTIVOS</b>	<b>LÍQUIDO</b>		Kg/h
		<b>GAS</b>	83358.2	Kg/h
	<b>CATALIZADOR</b>	19280		Kg
<b>TEMPERATURA DE OPERACIÓN</b>		<b>310</b>	°C	
<b>PRESIÓN DE OPERACIÓN</b>		<b>31</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>CAUDAL DE OPERACIÓN (HC)</b>		<b>83358.2</b>	Kg/h	
<b>CAUDAL MÁXIMO (HC)</b>		<b>83358.2</b>	Kg/h	
<b>CAUDAL MÍNIMO (HC)</b>		<b>50015</b>	Kg/h	
<b>DENSIDAD DEL LÍQUIDO</b>			Kg/m <sup>3</sup>	
<b>DENSIDAD DEL GAS</b>		<b>4.35</b>	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>RELACIÓN H<sub>2</sub>/HC</b>		<b>61</b>		
<b>PRESION PARCIAL DE HIDROGENO</b>		<b>29.5</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>DATOS DE CONTRUCCIÓN</b>				
<b>CAPACIDAD TOTAL</b>		<b>30</b>	m <sup>3</sup>	
<b>DIAMETRO INTERIOR</b>		<b>2000</b>	mm	
<b>LONGITUD</b>		<b>8335</b>	mm	
<b>SECCION LIBRE</b>		<b>650</b>	mm	
<b>PREDISTRIBUIDOR</b>		<b>300</b>	mm	
<b>CATALIZADOR</b>	KF-01	<b>75</b>	mm	
<b>CATALIZADOR</b>	KF-01	<b>75</b>	mm	
<b>CATALIZADOR</b>	KG-10	<b>75</b>	mm	
<b>CATALIZADOR</b>	H-300	<b>7160</b>	mm	
<b>ESFERAS INERTES 1/2"</b>		<b>75</b>	mm	
<b>ESFERAS CERAMICAS 1/4"</b>		<b>75</b>	mm	
<b>ESFERAS CERAMICAS DE 3/4"</b>		<b>150</b>	mm	
<b>COLECTOR</b>		<b>100</b>	mm	
<b>CABEZALES</b>		<b>507</b>	mm	
<b>TOTAL</b>		<b>9349</b>	mm	
<b>POSICIONAMIENTO</b>		<b>Vertical</b>		
<b>ESPESOR</b>		<b>45</b>	mm	
<b>PESO VACIO</b>		<b>33088</b>	Kg	
<b>PESO CON CATALIZADOR</b>		<b>52368</b>	Kg	
<b>PESO EN OPERACIÓN</b>		<b>116446</b>	Kg	
<b>DATOS DE DISEÑO</b>				
<b>TEMPERATURA DE DISEÑO</b>		<b>350</b>	°C	
<b>TEMPERATURA MÁXIMA</b>		<b>335</b>	°C	
<b>PRESIÓN DE DISEÑO</b>		<b>34.1</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>CAIDA DE PRESIÓN</b>		<b>0.11</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>CAIDA MÁXIMA DE PRESION ADMISIBLE</b>		<b>2.00</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>MATERIAL DE CONTRUCCION</b>	<b>EXTERIOR</b>	<b>Acero al Carbono</b>	<b>41</b>	mm
	<b>INTERIOR</b>	<b>Acero Inoxidable</b>	<b>4</b>	mm
<b>TIPO DE CABEZAL</b>		<b>Cabezal Eliptico</b>		
<b>LONGITUD DE CABEZAL</b>		<b>2000</b>	mm	
<b>DETALLE DE CONSTRUCCION</b>				
<b>TIPO DE RADIOGRAFIA</b>		<b>Parcial y total</b>		
<b>SOLDADURA</b>		<b>HOLD( especifica Ing. de Detalle)</b>		
<b>EFICIENCIA DE LA SOLDADURA</b>		<b>0.85</b>		
<b>DETALLES DE CONEXIONES</b>				
<b>ENTRADA DE ALIMENTACIÓN</b>		<b>Parte Superior</b>		
<b>SALIDA DE PRODUCTOS</b>		<b>Parte Inferior</b>		
<b>OBSERVACIONES</b>				
Acero Inoxidable P8- SA240 Grado 316-L				



		INTEGRACIÓN V	HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE REACTOR																	
<b>DENOMINACIÓN: REACTOR DE PRETRATAMIENTO</b> <b>UNIDAD: RX-2202</b> <b>SERVICIO: HIDROGENACIÓN DE HIDROCARBUROS</b>		<b>FECHA:</b> <b>REVISIÓN:</b> <b>LOCACIÓN: CIE</b>																		
<b>DATOS GENERALES</b>																				
<b>DENOMINACIÓN DE EQUIPO</b>	REACTOR CATALÍTICO DE LECHO FIJO	HOJA	2 de 2																	
<b>FUNCIÓN</b>	Hidrogenar la carga al proceso para despues ser tratada en la unidad de Platforming II																			
<b>DATOS DE DISEÑO</b>																				
TEMPERATURA DE DISEÑO	350	°C	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">BOQUILLAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ALIMENTACION CARGA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>SALIDA DE CATALIZADOR</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>SALIDA DE PRODUCTO</td> </tr> </tbody> </table>		BOQUILLAS		1	ALIMENTACION CARGA	2	SALIDA DE CATALIZADOR	3	SALIDA DE PRODUCTO								
BOQUILLAS																				
1	ALIMENTACION CARGA																			
2	SALIDA DE CATALIZADOR																			
3	SALIDA DE PRODUCTO																			
TEMPERATURA MÁXIMA	335	°C																		
PRESIÓN DE DISEÑO	34.1	Kg/cm <sup>2</sup>																		
CAIDA DE PRESIÓN	0.11	Kg/cm <sup>2</sup>																		
CAIDA MAXIMA DE PRESION ADMISIBLE	2	Kg/cm <sup>2</sup>																		
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	EXTERIOR: Acero al Carbono																			
	INTERIOR(Cladeado): Acero Inoxidable																			
TIPO DE CABEZAL	Elíptico																			
LONGITUD DEL CABEZAL	2000	mm																		
<b>ESQUEMA</b>																				
			<b>Colector</b> 																	
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Conexión</th> <th>Diámetro</th> <th>Andamio</th> <th>Notas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>8"</td> <td>NO</td> <td>Plataforma</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>8"</td> <td>SI (2m)</td> <td>Desde piso</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4"</td> <td>SI (2m)</td> <td>Desde piso</td> </tr> </tbody> </table>		Conexión	Diámetro	Andamio	Notas	1	8"	NO	Plataforma	2	8"	SI (2m)	Desde piso	3	4"	SI (2m)	Desde piso
Conexión	Diámetro	Andamio	Notas																	
1	8"	NO	Plataforma																	
2	8"	SI (2m)	Desde piso																	
3	4"	SI (2m)	Desde piso																	



❖ **Cálculo del separador de alta (F-2203)**

Debido al tipo de separación (Gas, Aceite, Agua) se selecciona un separador trifásico.

En cuanto a la configuración del separador de alta tendremos en cuenta las siguientes consideraciones:

	<b>HORIZONTAL</b>	<b>VERTICAL</b>
<b>VENTAJAS</b>	La dirección de flujo no se opone al drenado en la extracción de neblina	Puede manejar grandes cantidades de sedimentos o lodo
	Gran control de turbulencia	Buena capacidad de oleada
	Mejor manejo para la retención de volumen	No requiere de mucho espacio físico
	Mayor área de superficie líquida	Puede ser limpiado fácilmente
	Fácil mantenimiento y servicio	
	Mejor para el manejo de espuma	
	Mayor capacidad de líquido con un alto RGP	
<b>DESVENTAJAS</b>	Requiere mayor espacio físico	Más costoso para procesar iguales cantidades de gas
	Los extractores de neblina a veces se tapan y explotan	Menos capacidad para el drenado de neblina
	No es bueno para el manejo de sedimentos o lodo	No es bueno para la espuma
		Dificultad para revisar equipos en la parte superior
		Baja capacidad de líquido con un alto RGP

Se elige el separador de configuración horizontal debido a las ventajas que presenta.

Para el dimensionamiento de los separadores horizontales es necesario seleccionar una longitud de costura a costura y un diámetro. Esta selección debe satisfacer las características para la capacidad de gas que permitirá a las gotas de líquido caer desde el gas hasta la zona de volumen de líquido, mientras que el gas atraviesa la longitud efectiva del separador. Ésta debe proveer un tiempo de retención suficiente para que el líquido se separe del gas.



Se establecen las consideraciones generales para estimar las dimensiones en separadores horizontales

- El máximo nivel de líquido debe dejar una altura mínima de 15 pulgadas para el espacio de vapor, pero nunca este nivel deberá estar por encima de la línea media del separador.
- El volumen de los cabezales no se toma en cuenta en los cálculos de las dimensiones del separador.
- Las boquillas de entrada y salida deberán ubicarse tan cerca, como sea práctico, de las líneas tangentes del separador.
- Volumen de operación, o sea el volumen comprendido entre el nivel máximo (NAL) y el nivel mínimo (NBL).
- Bajo nivel de líquido 1.31pie.
- La distancia entre la parte baja de la malla y el NAAL debería ser de 12 pulgadas.

Como primera instancia, se obtienen los datos del programa PRO II:

Altura de agua en el tanque	hw=	0.5	ft		
Flujo de aceite	Fo=	182475	lb/hr		
Flujo de agua	Fw=	3439	lb/hr		
Flujo de gas	Fg=	1371.7	lb/hr		
Tiempo de residencia del aceite	to=	10	min		
Densidad del aceite	$\rho_o$ =	46.8	lb/ft <sup>3</sup>	0.7497	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del agua	$\rho_w$ =	62.3	lb/ft <sup>3</sup>	0.9980	g/cm <sup>3</sup>
Densidad del gas	$\rho_g$ =	5.04	lb/ft <sup>4</sup>	0.0807	g/cm <sup>3</sup>
Viscosidad del aceite	m=	0.5485	cp		

Luego, se procede a obtener los datos necesarios para los cálculos que siguen:



$$Q_o = \frac{F_o}{\rho_o} = 64.9840 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$Q_w = \frac{F_w}{\rho_w} = 0.9200 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$Q_g = \frac{F_g}{\rho_g} = 0.0778 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$Q_t = Q_o + Q_w + Q_g = 1.1762 \text{ ft}^3/\text{s}$$

1- Cálculo de la velocidad del gas

$$U_g = 10.7 \sqrt{\frac{\rho_o - \rho_g}{\rho_g}} = 31.2891 \text{ cm/s}$$

2- Cálculo del Área requerida por el gas

$$(A_g)_{req} = Q_g / U_g = 0.07575 \text{ ft}^2$$

3- Cálculo de la velocidad de asentamiento del agua en el aceite,  $U_a$ .

$$U_a = \frac{0.879 * (\rho_w - \rho_o)}{\mu} = 0.3979 \text{ cm/s}$$



4- Para un separador horizontal, se recomienda la siguiente relación de esbeltez:

$$3 < L/D < 5$$

Los siguientes cálculos fueron realizados en base a varias iteraciones con relación al diámetro. Se concluye un diámetro  $D= 8.4ft$

5- Se calcula el área real de gas en el separador. Con  $D=8.4 ft$

$$A_g = \frac{\frac{\pi}{4} * D^2}{2} = 27.6948 ft^2$$

Como el  $A_g \text{ real} > (A_g)_{req}$ , el dimensionamiento será según el área de líquido y no de gas.

6- Cálculo del área parcial del agua ( $A_w/A$ ) con  $h_w$

$$A_w/A = 0.02421$$

7- Cálculo de la Longitud del tanque

$$L = \frac{Q_o * t_o}{\frac{\pi}{4} * D^2 * \left(\frac{1}{2} - \frac{3(A_w)}{4(A)}\right)} = 24.34ft$$

8- Cálculo de la altura de la cama del aceite,  $h_o$

$$h_o = \left(\frac{D}{2}\right) - h_w = 3.7 ft$$



9- Cálculo del tiempo de asentamiento del aceite y del agua, (ta)o y (ta)w

$$(ta)o = \frac{ho}{Ua} = 4.72 \text{ min}$$

$$(ta)w = \frac{hw}{Ua} = 0.71 \text{ min}$$

10-Cálculo del tiempo del volumen de agua, Vw

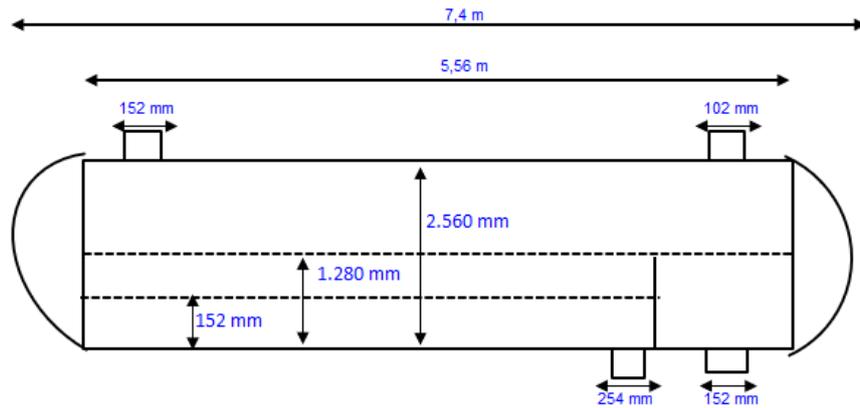
$$Vw = \left(\frac{Aw}{A}\right) * \left(\frac{\pi}{4}\right) * D^2 * L = 32.64931 \text{ ft}^3$$

11-Cálculo del tiempo en que el agua alcanza el nivel máximo, tw

$$tw = \frac{Vw}{Qw} = 35.49 \text{ min}$$

Requisitos a cumplir si el Diámetro seleccionado es el correcto		Cumple
3 < L/D < 5	D= 8.4 ft // L= 24.33 ft // L/D=3.1	SI
to > (ta)o	to=10 min > (ta)o=4.72	SI
tw > (ta)w	tw= 35.49 > (ta)w= 0.71	SI
Ag > (Ag)req.	Ag= 27.6948 > (Ag)req= 0.07575	SI

BOQUILLAS							
φ boq. de alimentación:	5.19	plg - redondeo	6.00	plg	152	mm	
φ boq. de sal. de Liq. Liviano:	4.98	plg - redondeo	6.00	plg	152	mm	
φ boq. de sal. De Liq Pesado:	14.68	plg - redondeo	10.00	plg	254	mm	
φ boq. de sal. de gas:	3.73	plg - redondeo	4.00	plg	102	mm	



Como control, se usarán interruptores y/o alarmas, que tendrán en cuenta los niveles de líquido tanto para el agua como para la nafta. Estos niveles, se fijan de acuerdo con los requerimientos del proceso, para asegurar un control adecuado, continuidad de las operaciones durante perturbaciones operacionales, y para proveer suficiente volumen de líquido para una parada ordenada y segura cuando se suceden perturbaciones mayores de operación.

$$hT = h_w + h_o = 0.5 \text{ ft} + 3.7 \text{ ft} = 4.2 \text{ ft} = \mathbf{50.4 \text{ pulg.}}$$

Descripcion típica	Siglas típica en ingles	Pulg. AGUA	Pulg. HC
Nivel alto-alto de líquido	HHLL		46.5
Nivel alto de líquido	HLL	1	40.6
Nivel normal de líquido	NLL	0.9	27
Nivel bajo de líquido	LLL	0.6	13.5
Nivel bajo-bajo de líquido	LLLL	0.1	7.6

Para mejorar el rendimiento en cuanto a la separación de gotas arrastradas por un gas se colocará un **DEMISTER**. Su diseño se ajusta a las especificaciones de los fluidos del proceso. Se obtienen eficiencias del 99,9 % en la retención del líquido contenido en el gas. Al pasar el gas a través del demister (desnebulizador), las partículas de líquido existentes en el gas chocan contra los hilos del parche, se aglomeran por atracción molecular, aumentan su tamaño



hasta que se desprenden por gravedad hacia el drenaje. Se fabrican de cualquier tamaño y forma, con materiales resistentes a la corrosión.

Se coloca 3 pies por encima de la parte superior de la boquilla de entrada

Se utilizará un DEMISTER DE MALLA DE ALAMBRE ENTRETEJIDO: Son de bajo costo. Consiste básicamente de una almohadilla de malla de alambre, que tiene aberturas asimétricas y desalineadas. Las características de la malla de alambre usada en estos extractores están dentro de los rangos especificados detallados en la tabla siguiente:

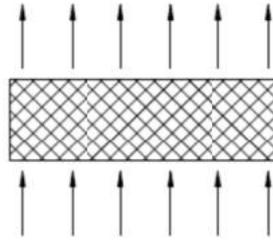
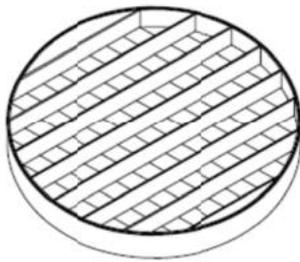
Diámetro del alambre	0.003 a 0.011 pulg.
Volumen de Espacios Libres	92 a 99.94%
Densidad	3 a 33 lb/pie <sup>3</sup>
Superficie Específica	50 a 600 pie <sup>2</sup> /pie <sup>3</sup>

Fuente: ACINDEC

La eficiencia de estos extractores depende de la velocidad del flujo de gas. Cuando la velocidad es baja, las gotas de líquido tienden a aglomerarse entre los alambres, los espacios libres del extractor se llenan de líquido y entonces una porción de líquido es arrastrada por la corriente de gas. En consecuencia, el área de flujo del extractor debe ser menor que la del separador, esto se logra cubriendo parte de la rejilla que sostiene la almohadilla de malla de alambre.

En cuanto al espesor necesario de la almohadilla para que el volumen de líquido arrastrado en el flujo de gas fuera del separador no exceda de 0.1 gal/millones pie<sup>3</sup>, debe ser de 4 a 6 pulg.

La caída de presión de estos extractores depende de la carga de líquido en el flujo de gas, el diseño de la almohadilla y de la velocidad del gas; pero generalmente no es mayor que 1pulg. de agua



Malla de alambre

- Cálculo del Demister:

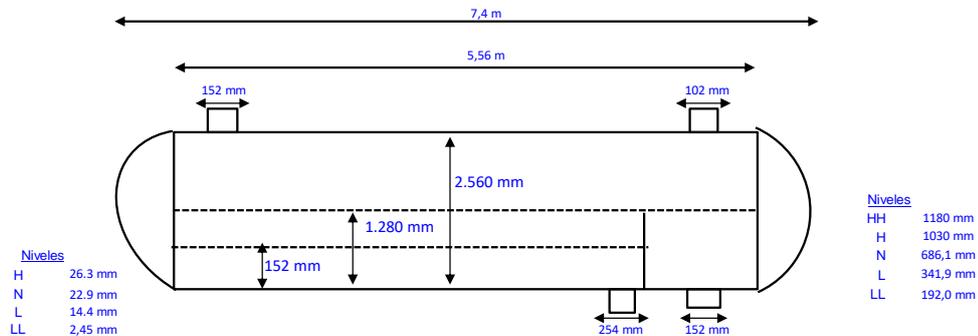
Densidad del Líquido	$\rho_o=$	754.2708	<b>Kg/m3</b>	$Q_o+Q_w=$	185914	<b>lb/hr</b>
Densidad de Vapor	$\rho_\gamma=$	78.4919	<b>Kg/m3</b>	$X_{oil}=$	0.9815	<b>lb/hr</b>
Caudal Total de gas húmedo	$Q_g=$	5.0000	<b>Kg/seg</b>	$X_w=$	0.0185	<b>lb/hr</b>

Velocida Crítica	$V_c=$	0.6455	m/seg	2.117	ft/seg
Velocidad Óptima	$V_{op}=$	0.5487	m/seg	1.800	ft/seg
Area Superficial del Demister	$A_{dm}=$	0.12	m <sup>2</sup>	1.3	ft <sup>2</sup>
Diámetro del Demister	$D_{dm}=$	0.39	m	15	in
Altura del Demister	$h_{dm}=$	5	in		



	HOJA DE ESPECIFICACION	DENOMINACION	FECHA	LOCALIZACION
	SEPARADORES HORIZONTALES	PROCESO		CIE
	<b>PROYECTO</b> Prefraccionamiento de Nafta e Hidrotratamiento de nafta carga a PTF II	PROCESO	REVISO	APROBO

INTEGRACION V **ESQUEMA**



**DATOS**

NIVELES OPERATIVOS LIQUIDO "L"				CONSTRUCCION			
HH	pulg.	46,5	GENERAL	MATERIAL	Acero al Carbono		
H	pulg.	40,6		ESPEJOR	mm	5	
N	pulg.	27,0		LARGO TOTAL	m	7,4	
L	pulg.	13,5		DIAMETRO	mm	2560	
LL	pulg.	7,6		LARGO ENVOLVENTE	m	5,6	
NIVELES OPERATIVOS AGUA "W"				CASQUETES	TIPO	Semiesféricos	
H	pulg.	1,0	CASQUETES	LARGO DE CASQUETES	mm	927	
N	pulg.	0,9		DEMISTER			
L	pulg.	0,6	VELOCIDAD OPT.	m/s	0,549	TIPO	Malla de alambre
LL	pulg.	0,1	VELOCIDAD CRITICA	m/s	0,646	FABRICANTE	
OPERACION				DIAMETRO	mm	390	
PRESION	OPERACION	KG/CM2	28	ALTURA	mm	127	
	MAXIMA	KG/CM2	30,8	DIAMETRO DE BOQUILLAS			
	MINIMA	KG/CM2	21	ALIMENTACION	mm	152	
TEMPERATURA	OPERACION	°C	39	LIQUIDO	mm	152	
	MAXIMA	°C	55	AGUA	mm	254	
	MINIMA	°C	20	GAS	mm	102	

❖ **Cálculo del enfriador (E-2208)**

El intercambiador que se calculó es el enfriador de salida de producto carga a Platforming II, en dicho equipo circular:

- Por coraza: Corte Corazón Hidrogenado
- Por tubos: Agua de refrigeración.

El agua de refrigeración proviene de la torre de enfriamiento del CIE. Con una temperatura del agua de enfriamiento en verano a 29°C y con ΔT de 15-20 grados

Datos de las corrientes:



	TUBOS	CORAZA
Tipo	AGUA	NAFTA
$T_{\text{entrada}} [^{\circ}\text{C}]$	29	158.9
$T_{\text{salida}} [^{\circ}\text{C}]$	45	54.7
Caudal (m) [kg/s]	82.864	22.873
$C_p$ [J/kg $^{\circ}\text{C}$ ]	4180	2327.26
$\rho$ [kg/m $^3$ ]	999.14	751.99
$\mu$ [Pa.s]	5.31E-04	3.43E-04
$k$ [W/m $^{\circ}\text{C}$ ]	0.64605	0.10061
Pr ( $\mu \cdot C_p / k$ )	3.4356	7.9340
$T_m$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	37.0	106.8
Q (J/s)	5546780	5546780
DTML <sub>cc</sub>	59.241	
R	6.513	
S	0.123	
F <sub>t</sub>	0.95	
R <sub>f</sub> [m $^2$ $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ]	0.0005	
$\Delta t_{\text{ef}} = \text{DTML}_{\text{cc}} * F_t$	56.28	

$\Delta p$ admisible lado coraza (kgf/cm $^2$ )	0,2
$\Delta p$ admisible lado tubos (kgf/cm $^2$ )	0,5

### Calculo:

1- Planteo del balance de calor. Cálculo de MLDT y Ft

$$Q = m_c \cdot c_{p_c} \cdot (T_c^S - T_c^O) = 5546780 \text{ J/s}$$

Luego se calcula el  $\Delta T_{mlcc}$

$$\Delta T_{mlcc} = \frac{(T_h^O - T_c^S) - (T_h^S - T_c^O)}{\ln \frac{(T_h^O - T_c^S)}{(T_h^S - T_c^O)}}$$

$$\Delta T_{mlcc} = 56.28 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

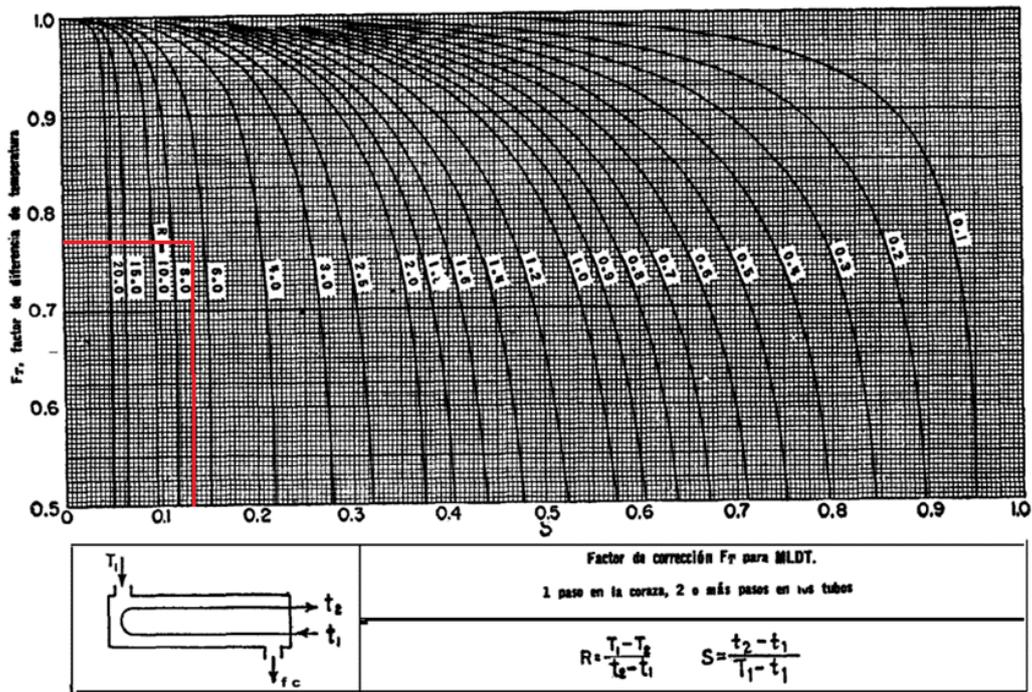
Para obtener el valor de Ft, se procede a calcular los valores adimensionales de R y S:

$$R = \frac{T_h^O - T_h^S}{T_c^S - T_c^O} = 6.51$$



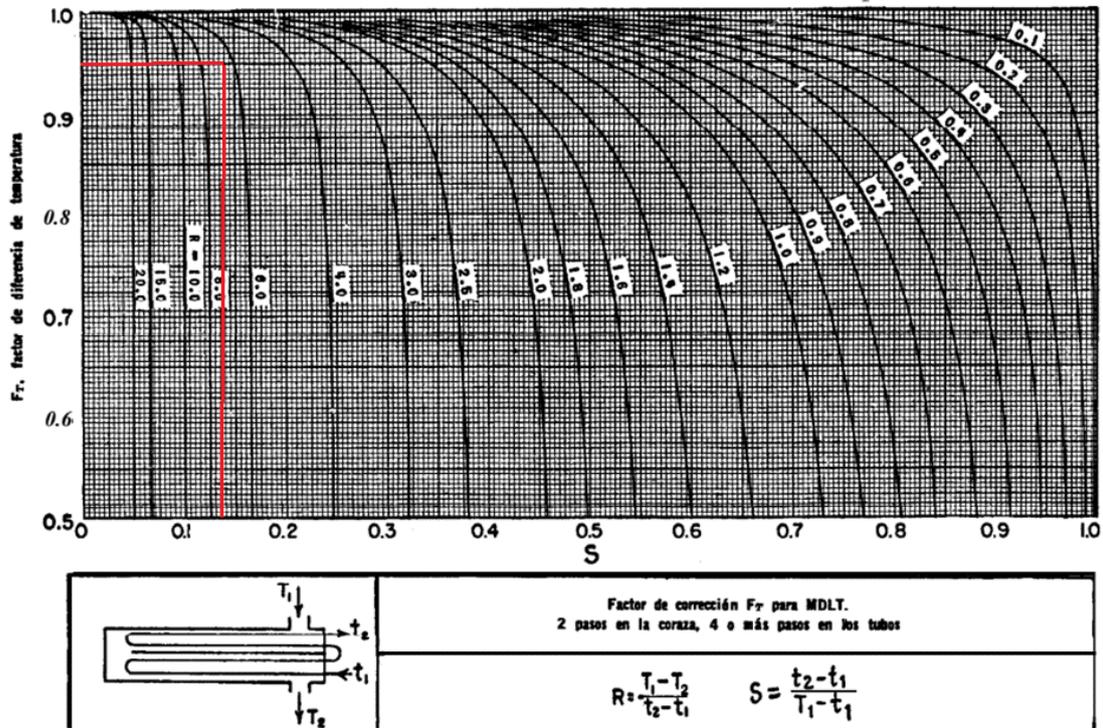
$$S = \frac{T_c^s - T_c^0}{T_h^0 - T_c^0} = 0.12$$

Con estos datos, se va al diagrama siguiente para un paso por coraza y 2 por tubos



Con esos valores para una configuración 1-2 (un paso en carcasa) resulta  $F_t < 0.8$ .

Entonces, se pasa al siguiente grafico:



Para dos pasos en la carcasa con estos valores de R y S se obtiene  $F_t=0.95$ . Por lo tanto, deberá utilizarse una configuración con dos pasos en la carcasa y  $2n$  pasos en los tubos, siendo n un número entero

Supondremos que la configuración del equipo se logra conectado en serie dos carcasas de un paso cada una.

Se procede a la estimación del Coeficiente de transferencia de calor U, para hidrocarburos livianos-agua, este valor puede estar entre 250-750 (W/m<sup>2</sup>°K). Se estima un valor de U=500 (W/m<sup>2</sup>°K).

Con dicho valor de U, se obtiene un valor aproximado de Área,  $A^*$

$$A^* = \frac{Q}{U * \Delta T_{ef}} = 197 \text{ m}^2$$

Este valor corresponde al área total. Para cada intercambiador  $A^* = 98.5 \text{ m}^2$



En cuanto a las características constructivas del enfriador:

TIPO DE INTERCAMBIADOR:	CORAZA HORIZONTAL- TEMA E TIPO AES
FLUIDO POR TUBO:	AGUA
FLUIDO POR CORAZA:	NAFTA
ODt (")	3/4
Odt (m)	0.019
BWG	14
IDt (m)	0.0148

Para la selección del número de tubos y el número de pasos por tubo, se procede con la selección del número de tubos por paso. Se adopta como una primera aproximación una velocidad de flujo razonable,  $v = 1.5m/s$ . y el número de tubos en paralelo es de:

$$np = \frac{Wc}{\rho * ODt * L} = 320 \text{ tubos}$$

Previa aprobación de YPF, para equipos de enfriamiento, se utiliza tubos de 4.877 m de largo.

Entonces el número de tubos, satisfaciendo  $A^*$ , para cada carcasa individual será:

$$N = \frac{A^*}{\pi * ODt * L} = 339$$



**TABLA 9. DISPOSICION DE LOS ESPEJOS DE TUBOS (CUENTA DE TUBOS). ARREGLO EN CUADRO**

Tubos de 3/4" DE, arreglo en cuadro de 1 plg						Tubos de 1" DE, arreglo en cuadro de 1 1/4 plg					
Coraza DI, plg	1-P	2-P	4-P	6-P	S-P	Coraza DI, plg	1-P	2-P	4 P	6-P	8-P
8	32	26	20	20		8	21	16	14		
10	52	52	40	36		10	32	32	26	24	
12	81	76	68	68	60	12	48	45	40	38	36
13%	97	90	82	76	70	13 1/4	61	56	52	48	44
15 1/4	137	124	116	108	108	15 1/4	81	76	68	68	64
17 1/4	177	166	158	150	142	17 1/4	112	112	96	90	82
19 1/4	224	220	204	192	188	19 1/4	138	132	128	122	116
21 1/4	277	270	246	240	234	21 1/4	177	166	158	152	148
23 1/4	341	324	308	302	292	23 1/4	213	208	192	184	184
25	413	394	370	356	346	25	260	252	238	226	222
27	481	460	432	420	408	27	300	288	278	268	260
29	553	526	480	468	456	29	341	326	300	294	286

Según la disposición y número de tubos calculado, se puede observar que el Número de tubos real es

$$N = 394$$

Y, por lo tanto, el número total de pasos en los tubos de cada carcasa será:

$$n = \frac{N}{np} = \frac{394}{320} = 2$$

Ahora el Área real para cada carcasa será:

$$A = N * ODt * L * \pi = 114.64 \text{ m}^2$$

El área real total será:

$$A = 229.3 \text{ m}^2$$

Entonces el equipo supuesto, está conformado por dos carcasas 1-2



Para cada carcasa	Numero de tubos	394
	Longitud (m)	4.877
	A individual (m <sup>2</sup> )	114.64
	A total (m <sup>2</sup> )	229.28

Espaciado entre bafles	0.4
Numero de bafles	11
distancia libre entre tubos (m)	0.006
Separacion entre centros de tubos (m)	0.025

Para Tubos fijos de 3/4 on 1" cuadro y 460 números de tubos, el diámetro interno de coraza es de:  $ID_s = 25" = 0.64m$

### Verificación del equipo

- Lado coraza:

Se calcula el Reynolds y el coeficiente pelicular del lado externo de la coraza.

$$Re = \frac{De * Gs}{\mu}$$

Donde:

$$Gs = \frac{Wh}{as}$$

$$as = \frac{ID_s * c * B}{Pt} = 0.06144m^2$$

$$\text{Entonces: } Gs = 372.29 \frac{Kg}{m^2} * s$$

El Diámetro equivalente, para arreglo en cuadro de 3/4 ODt y una separación de 1" es:  $De = 0.0241$

$Re = 26157.72 > 10000$ . *Coincide con flujo turbulento*

$$ho = 0.36 * (Res^{0.55}) * (Pr^{0.33}) * \frac{k}{De} = 800.653 \frac{W}{m^2 C}$$



Estos líquidos no son viscosos, y la corrección por viscosidad es despreciable. Por lo tanto, la corrección por viscosidad tiene valor unitario.

- Lado tubos:

Se calcula el Reynolds y el coeficiente pelicular del lado externo e interno del tubo:

$$Ret = \frac{IDt * \rho * v}{\mu}$$

$$v = \frac{Wt}{\rho * at}$$

Donde:

$$at = \frac{ODt}{N * n} = 0.034081 \text{ m}^2$$

Y la velocidad:

$$v = 2.4 \text{ m/s}$$

Para el caso del agua, el coeficiente pelicular del lado interno del tubo será:

$$hi = 1423 * (1 + (0.0146 * tm)) * \frac{v^{0.8}}{IDt^{0.2}} = 10368.39 \text{ W/m}^2\text{C}$$

Del lado externo del tubo:

$$hio = hi * \frac{IDt}{ODt} = 8076.43 \text{ W/m}^2\text{C}$$

Y por lo tanto:

$$Ret = 67767.39 > 10000. \text{ Coincide con flujo turbulento}$$

El factor de fricción:



$$f = 0.0014 + (0.125 * (Ret^{-0.32})) = 4.96 * 10^{-3}$$

Se procede a calcular nuevamente el Coeficiente Global de transferencia U y el Área Real

$$U = \left( \frac{1}{h_{io}} + \frac{1}{h_o} + R_f \right)^{-1} = 534 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$A_{calc} = \frac{Q}{U * \Delta T_{ef}} = 184.6 \text{ m}^2$$

$A_{real} > A_{calculada}$  y por lo tanto, el equipo podrá utilizarse desde el punto de vista de transmisión de calor.

#### Cálculo de la Pérdida de carga

- *Lado coraza*

Para el cálculo de la pérdida de carga en el lado de la coraza, se utiliza el método de Kern:

$$\Delta p_s = \frac{f * G_s^2 * I D_s * (N B + 1)}{2 * D_e * \rho} = 0.0077 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \text{ para cada carcasa}$$

$$\Delta p_s = 0.016 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \text{ total} < \Delta p_s \text{ admisible}$$

- *Lado tubos*



El diseño hidráulico de los intercambiadores se determina para el lado de los tubos mediante la suma de la pérdida de carga tanto en los tubos, como la generada por el retorno.

En los tramos rectos:

$$\Delta p_t = \frac{(4 * f * L * n * \rho * v^2)}{2 * IDt} = 0.0394 \text{Kgf/cm}^2$$

En los retornos de los cabezales:

$$\Delta p_r = \frac{4 * n * \rho * v^2}{2} = 0.024 \text{Kgf/cm}^2$$

$$\Delta p = \Delta p_t + \Delta p_r = 0.1271 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \text{ para cada una de las carcasas}$$

$$\Delta p_{total} = 0.254 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} < \Delta p \text{ admisible para el lado de los tubos}$$

➤ Diseño Mecánico

Se deberá cumplir con lo indicado en la norma TEMA, complementada con API 660 / ISO 16812. Para el diseño de los intercambiadores instalados en refinerías u otras instalaciones de procesamiento de petróleo se utilizará el tipo TEMA "R",.

Este enfriador cumple con la norma TEMA TIPO AES, clase R:

- A, la primera letra es la indicativa del tipo del cabezal estacionario. Los tipos A, son de Canal y cubierta desmontable
- E, la segunda letra es la indicativa del tipo de casco. La más común y la utilizada en este caso es la E, casco de un paso.
- S, la tercera letra nos indica el tipo de cabezal del extremo posterior. El tipo S (cabezal flotante con dispositivo de apoyo). En este caso, el



diámetro del cabezal es mayor que el del casco y hay que desmontarlo para sacarlo

Sus características son:

- 1.- Permite la expansión térmica de los tubos respecto al casco.
- 2.- Permite el desmontaje
- 3.- en lugar de dos pasos puede tener 4,6 u 8 pasos.
- 4.- Los desviadores transversales, con el porcentaje de paso y su separación modifican la velocidad en el casco y su pérdida de carga.
- 5.- el flujo es contracorriente y a favor de corriente en la mitad de los tubos.

#### **. Características de los tubos**

Cada uno de los tubos, estará formado por un solo tubo continuo sin soldaduras intermedias, sean longitudinales o circunferenciales.

El diámetro exterior de los tubos será de 3/4", BWG 14, en cuadro (arreglo de 90°) Pitch 1". El arreglo en cuadro permite la limpieza del lado exterior de los tubos en forma mecánica.

El largo de los mismos fue dispuesto por la empresa YPF, siendo de 4.877 m.

En cuanto a la distribución de tubos la disposición será cuadrado normal (90°) para intercambiadores de placa tubular flotante. El espesor de la placa tubular se calculará de acuerdo con UHX de ASME VIII Div I y TEMA, escogiendo el valor mayor entre ambos.

En el intercambiador propuesto circula agua en lado tubos, por lo tanto, se colocará una placa de impacto en la entrada del lado de la carcasa y su tamaño



será suficientemente grande para prevenir impactos directos en los tubos y se prolongará un mínimo de 25 mm (1") más allá de la proyección del agujero de la conexión en la carcasa. El material será el mismo que el de la superficie interior de la carcasa.

Los tubos son fijados a los espejos. Son sostenidos en su lugar al ser insertados en los orificios de los espejos y posteriormente son rolados o soldados a éste. El espejo será estacionario o fijo (se fija con el cuerpo por medio del acoplamiento del cabezal frontal)

#### **. Baffles y soportes**

Para evitar vibraciones en los intercambiadores. Los baffles deben ser de tipo transversal y los espacios de los baffles en la entrada y salida deben ser iguales o mayores que el espaciado entre baffles centrales, el cual es de 15.7 in.

Los baffles utilizados son del 25% de segmentación

Los intercambiadores con cabezales flotantes tipo "S" (según código TEMA) tendrán un baffle soporte situado entre 100 y 150 mm (4 y 6 in) de la cara interior de la placa tubular flotante. Este soporte debe disponer de una ventana que evite la acumulación de líquidos estancados

El material de construcción de los intercambiadores de calor es el acero al carbono.

Las conexiones de entrada y salida de los fluidos en el intercambiador serán bridas y

el material de todas las conexiones será el mismo que corresponda a la parte del intercambiador a la que van unidas.

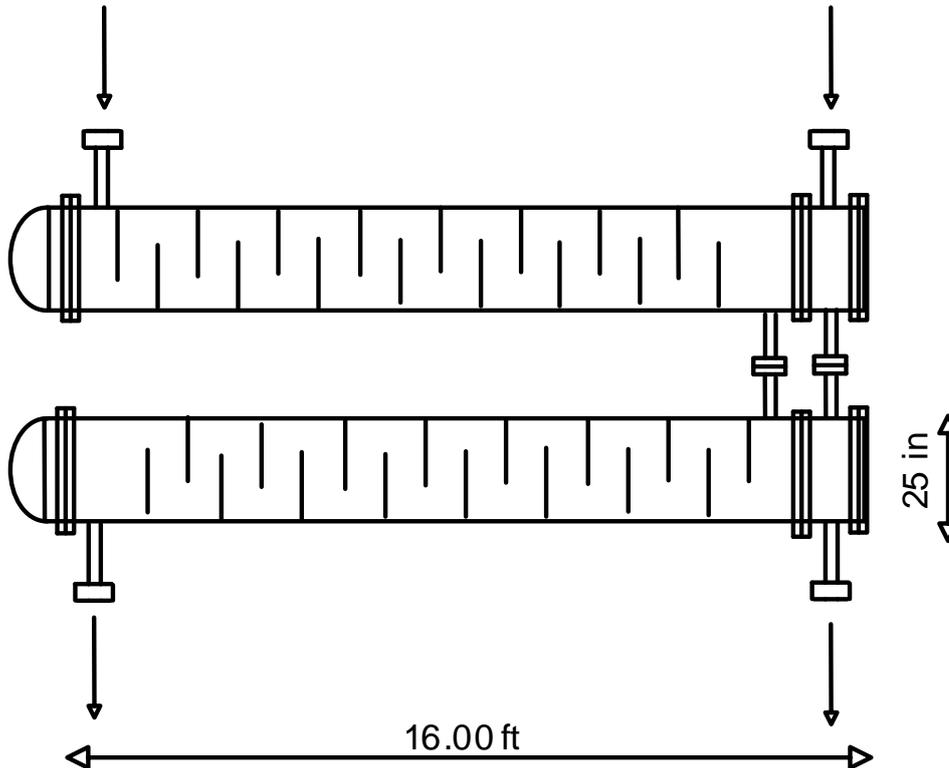


		INTEGRACIÓN V		Pagina 1 de 2	
<b>HOJA DE ESPECIFICACION DE INTERCAMBIADOR DE CALOR</b>					
CLIENTE: YPF SA		TAG N°		E-2208	
DIRECCION: CIE		COTIZACION:			
LOCALIZACION: Unifinig - CIE		FECHA			
SERVICIO: INTERCAMBIO ENTRE AGUA DE ENFRIAMIENTO Y NAFTA HIDROTRATADA A PTF					
TAMAÑO: 192 x 25 pulg		TIPO: CASCO Y TUBO		CONECTADO EN: PARALELO x SERIE	
Sup/Unidad (ft²) 2468		Corazas/Unidad: 2		Sup./Coraza (ft²) 1234	
<b>PERFORMANCE DE LA UNIDAD</b>					
COLOCACION DEL FLUIDO		LADO CORAZA		LADO TUBO	
NOMBRE DEL FLUIDO		NAFTA HIDROTRATADA		AGUA ENFRIAMIENTO	
CAUDAL lb/h		Líquido		Líquido	
GAS					
LIQUIDO(EDA/SDA)		181536,94		702117,94	
VAPOR (EDA/SALIDA)					
NO CONDENSABLE					
FLUIDO CONDENSADO O VAPORIZADO					
DENSIDAD STD LIQUIDO lb/m3					
VISCOCIDAD LIQUIDO CP		0,2031 0,4826		0,59 0,46	
CALOR ESPECIFICO LIQUIDO BTU/lb °F		2,541 2,11		4,18 4,19	
COND. TERMICA LIQUIDO BTU/ft h °F		0,10061		0,64	
PESO MOLECULAR		128,37		18	
VISCOCIDAD VAPOR CP					
CALOR ESPECIFICO VAPOR BTU/lb °F					
COND. TERMICA VAPOR BTU/ft h °F					
TEMPERATURA (ENTRADA/SALIDA) °F		318 130,5		84 113	
PRESION (ENTRADA/SALIDA) psi		143,4 141		64 56,9	
VELOCIDAD ft/s		4,9		7,9	
PERDIDA DE CARGA psi		0,23		3,56	
RESISTENCIA DE ENSUCIAMIENTO h ft² °F/BTU		0,0003		0,0002	
CALOR INTERCAMBIADO 18926399 BTU/h		LMTD (corregida):		56,3	
COEFICIENTE DE TRANSMISION/SERVICIO: 105 BTU/ h ft² °F		Limpio: 128		BTU/ h ft² °F	
<b>CONSTRUCCION DE UNA CORAZA</b>					
		CORAZA		TUBOS	
PRESION DE DISEÑO psi		HOLD		HOLD	
TEMP. DE DISEÑO (MAX/MIN) °F		HOLD		HOLD	
N° DE PASOS		1		2	
CORROSION PERMITIDA pulg		3		3	
CONEXIONES	ENTRADA	HOLD		HOLD	
	SALIDA	HOLD		HOLD	
	INTERMEDIA	HOLD		HOLD	
N° de tubos: 394	DE: 3/4 pulg	BWG 14	Long.: 16 ft	Pitch: 1 pulg.	
Tipo de tubo: LISO	Material: ACERO AL CARBONO				
Coraza: ID: 25 pulg	Cubierta de coraza:				
Canal o casquete:	Cubierta del canal				
Espejo Estacionario:	Placa Tubular flotante:				
Cubierta del cabezal flotante:	Protección contra choques				
baffles-transversales: si	%Corte 25	Espaciado: 15.7 pulg			
baffles- longitudinales:	Tipo de sello:				
Soportes - Tubo:	Curvatura en U		Tipo		
Sellado sólido:	Junta placa tubular- Tubo				
Junta de expansion:	Tipo:				
$\rho V^2$ - Tobera de entrada:	Entrada haz tubular:		Salida haz tubular:		
Empaquetadura/Coraza:	Lado tubo:		Cabezal flotante:		
Cabezal Flotante:					
Requerimientos del Codigo:			Clase: TEMA AES		
Peso/Coraza:	Llena de agua:		Haz Tubular:		
Observaciones:					



<b>UTN</b> <small>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</small> <small>FACULTAD REGIONAL LA PLATA</small>	<b>INTEGRACIÓN V</b>	HOJA DE ESPECIFICACIÓN	
		Página	1 de 2
DENOMINACION: Enfriador corte corazón Hidrogenado		CLIENTE: YPF SA	
UNIDAD: E-2208		FECHA:	
SERVICIO: Enfriador alimentacion a Reactor de Platforming II		LOCACIÓN: CIE	
TAMAÑO: 4880 x 635 mm		TIPO: Casco y Tubos	CONECTADOS EN: SERIE <input type="checkbox"/> PARALELO <input checked="" type="checkbox"/>
N° PASOS CORAZA: 1	N° PASOS POR TUBOS: 2	SUPERFICIE total 230.00 m <sup>2</sup>	

DISEÑO



Parte del intercambiador	Clasificación TEMA	Descripción
Cabezal	A	Cabezal estacionario. De canal y cubierta desmontable
Coraza	E	Casco de un paso
Cabezal Posterior	S	Cabezal flotante con dispositivo de apoyo



❖ **Cálculo de la bomba reflujo J-2203 e Isométrico**

Se procederá al diseño de la bomba de reflujo J-2203 de la columna rectificadora. La misma toma la corriente proveniente del acumulador e impulsa hacia la cima de la columna. Por lo cual el diseño dependerá de la presión de alimentación de la columna y la presión de salida del acumulador.

En este caso se utilizarán bombas centrífugas, debido a su sencillez de manejo, bajo costo inicial y de mantenimiento. Además, requieren menor espacio para su instalación en relación a otras bombas, son silenciosas y generan un flujo uniforme, sin pulsos. Además, no existe la presencia de sólidos en suspensión y tampoco es un fluido viscoso.

Esta tendrá una bomba auxiliar colocada en paralelo. Se opta por esta disposición ya que se desea evitar paros de planta debido a falla en alguna de las bombas.

→ **Calculo del diámetro de cañería.**

A partir de una velocidad óptima de flujo calculada en base al caudal másico y densidad de la mezcla que circula por la cañería, se estima un diámetro y a partir de éste se selecciona un diámetro de cañería estándar a partir de tablas.

La velocidad óptima se calcula a partir de la siguiente ecuación, según McCabe:

$$\bar{v}_{opt} = 12 \frac{\dot{m}^{0,1}}{\rho^{0,36}} [pie/s]$$

$$\dot{m}=11,57lb/s$$

$$\rho=39,26 lb/ft^3$$

$$\bar{v}_{opt} = 12 \cdot \frac{11,57^{0,1}}{39,26^{0,36}}$$



	ft/s
Vopt	4,09

El diámetro de la cañería será.

$$D_{calc} = \left( \frac{4q}{\pi v} \right)^{0,5}$$

Donde  $q=0,3ft^3/s$

$$D_{calc} = \left( \frac{4 \cdot 0,3 \frac{ft^3}{s}}{3,14 \cdot 4,09 \frac{ft}{s}} \right)^{0,5} = 0,33ft$$

		ft	plg
Dcalc	diam cañería	0,33	4,02

A partir de tablas se selecciona entonces una cañería de las siguientes características:

	Plg	mm
Dinterno	4,742	120,45
Dnominal	5	127
Dexterior	5,258	133,55
espesor	0,258	6,55
sch	40	

→ **Cálculo de las presiones de succión y descarga.**

Para calcular las presiones de succión y de descarga de la bomba se hace un balance de energía mecánica. El mismo se dividirá en dos tramos:

- Salida del (acumulador)- Succión de la bomba.
- Descarga de la bomba- entrada al stripper.

El balance de energía mecánica es el siguiente:



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

Suponiendo la misma velocidad en todos los puntos, se desprecia el término de velocidad. A su vez, el término  $\hat{E}_v$  se estima con la siguiente ecuación:

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

I. Acumulador-Bomba

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

$$g(H_2 - H_1) + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho_L} + \hat{E}_v = 0$$

Las propiedades de la corriente a la salida del acumulador son:

	<b>°C</b>	<b>K</b>	
T	112,88	386,03	
	<b>Kg/cm2</b>	<b>psi</b>	<b>Pa</b>
P1	9,8	139,39	961040,79
	<b>kg/m3</b>		
ρ	628,9		
	<b>cp</b>	<b>Pa.s</b>	
μ	0,19	0,00019	

La altura del acumulador y de la bomba se estiman en:

h1 (altura de salida del acumulador)	<b>m</b>
	16
h2 (altura de la entrada de la bomba)	<b>m</b>
	0,76

Cálculo de la velocidad de flujo másico y del número de Reynolds:



$$v = \frac{w}{\rho A}$$

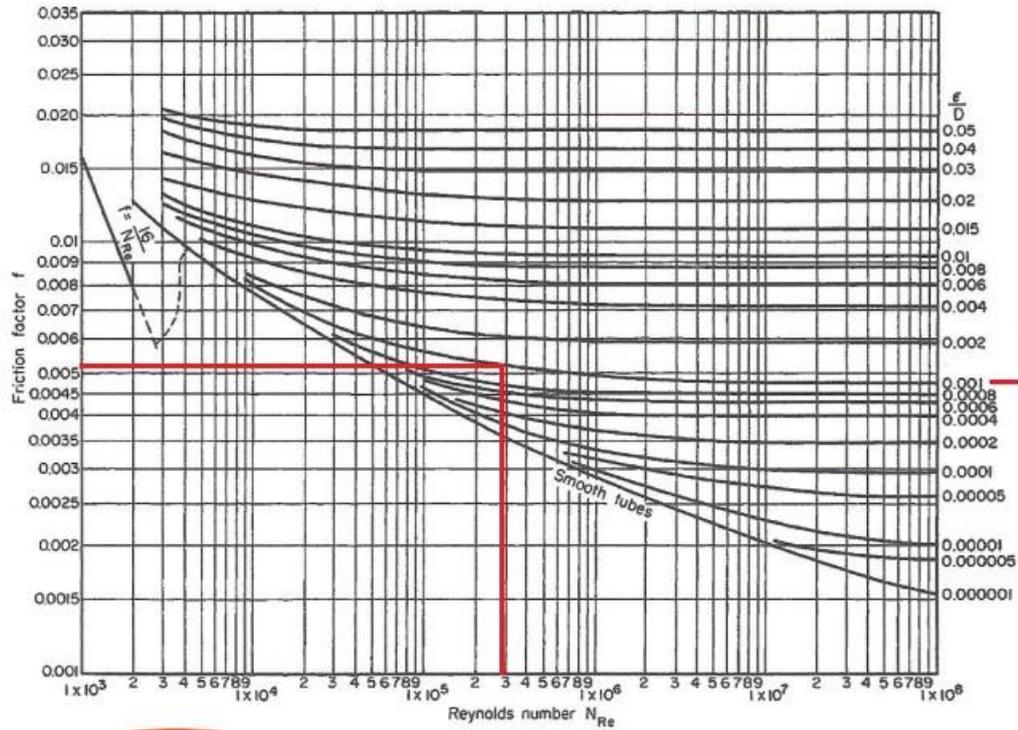
	<b>m<sup>2</sup></b>	
A	0,011	
	<b>m/h</b>	<b>m/s</b>
v	2637,88	0,73

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

Re	2,92E+05
----	----------

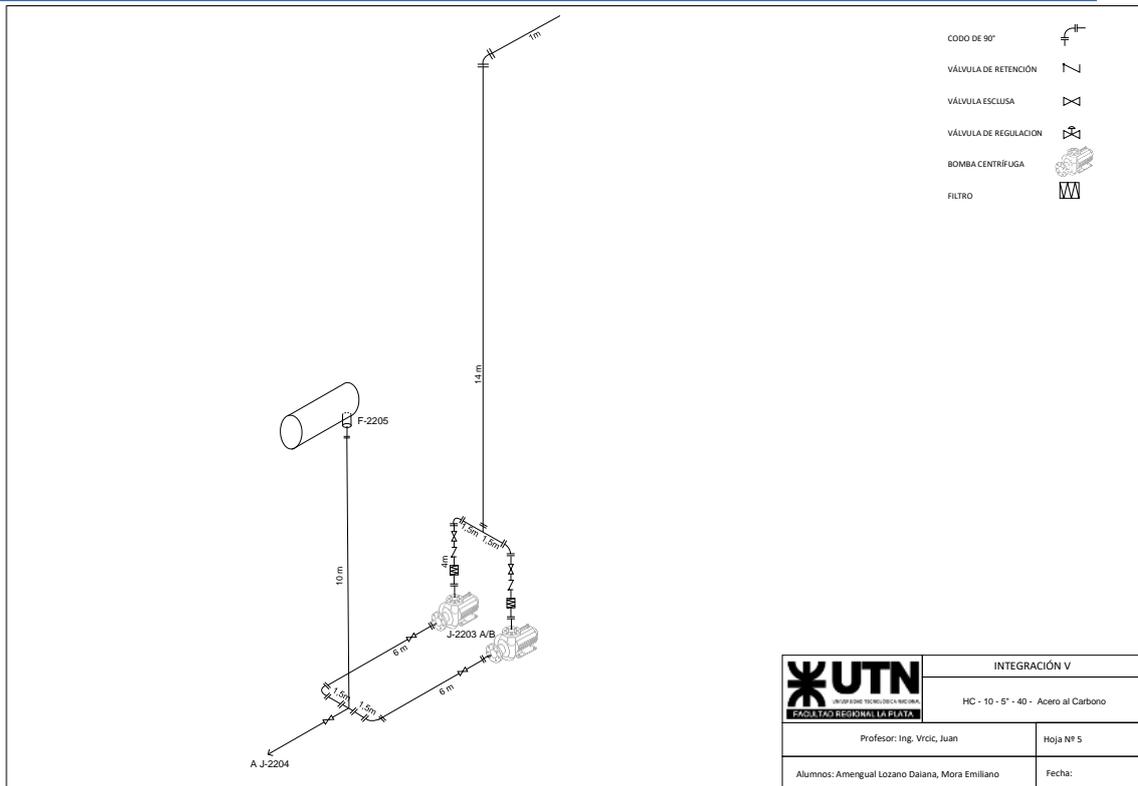
A partir del número de Reynolds se estima el factor de fricción  $f$  a partir del diagrama de Moody con el dato de rugosidad relativa:

	<b>mm</b>
$\epsilon$	0,00015
$\epsilon/d$	0,0012



f	0,0052
---	--------

La longitud total de cañería es la longitud de tramo recto más la longitud equivalente de los accesorios. Con el plano isométrico de la bomba se sabe que se tienen los siguientes accesorios y longitud de tramo recto:



Accesorio	Long (m)	Cant. Acum-bomba	Long acum-bomba(m)
Valvula esclusa	0,762	1	0,762
Codo 90°	6,1	1	6,1
Contraccion brusca	1,68	1	1,68
Tramo recto	17,5	1	17,5
tee	6,1	1	6,1
<b>Total</b>			<b>32,142</b>

Las longitudes equivalentes de cada accesorio se calculan a partir de un ábaco con el diámetro de cañería (ver anexo).



Por lo tanto, la longitud total en el tramo acumulador-bomba es de 50,54m y las pérdidas por fricción serán de:

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

ev	5,55
----	------

Por lo tanto, reemplazando en

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

	J/kg
Ev	1,49

Del balance de energía

$$9,8 \frac{m}{s^2} \cdot (0,76m - 16m) + \frac{(P_2 - 961.040,78 \frac{N}{m^2})}{628,9 \frac{kg}{m^3}} + 1,49 \frac{J}{Kg} = 0$$

Despejando P<sub>2</sub>, obtenemos la presión de succión de la bomba.

	Pa	psi	Kgf
P2	1054031,16	152,87	10,75

## II. Bomba-Stripper.

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

$$g(H_2 - H_1) + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho_L} + \hat{E}_v = 0$$

Las propiedades de la corriente en la entrada al stripper son:



	<b>°C</b>	<b>K</b>	
T	112,88	386,03	
	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>psi</b>	<b>Pa</b>
P2	12	170,6796	1176784,638
	<b>kg/m<sup>3</sup></b>		
$\rho$	628,9		
	<b>cp</b>	<b>Pa.s</b>	
$\mu$	0,19	0,00019	

La altura de la bomba y el plato de ingreso al stripper son:

	<b>m</b>
h1( altura de la bomba)	0,76
	<b>m</b>
h2(altura al plato 2 de la columna)	18

La velocidad de flujo es la misma por circular el mismo caudal másico y la densidad se supone constante. Por lo tanto, resta calcular las pérdidas de carga por fricción en el tramo considerado. Las longitudes equivalentes se calculan nuevamente a partir del plano isométrico.

	<b>m/s</b>
v	0,73
	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
$\rho$	628,9
Re	2,92E+05
f	0,0052

Calculo de la longitud total del tramo.



Accesorio	Long (m)	Cant. Bomba-torre	Long bomba-torre(m)
Valvula reguladora	1	1	1
Valvula de retencion	7,62	1	7,62
filtro	1	1	1
Codo de 90º	6,1	2	12,2
tee	6,1	1	6,1
Tramo recto	19,5	1	19,5
Expansión brusca	1,83	1	1,83
<b>Total</b>			<b>48,25</b>

Por lo tanto, la longitud total en el tramo acumulador-bomba es de 105,81m y las pérdidas por fricción serán de:

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

ev	8,33
----	------

Por lo tanto, reemplazando en:

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

	<b>J/kg</b>
Ev	2,24

Del balance de energía



$$9,8 \frac{m}{s^2} \cdot (18m - 0,76m) + \frac{\left(1.176.784,63 \frac{N}{m^2} - P_1\right)}{628,9 \frac{kg}{m^3}} + 2,24 \frac{kg}{J} = 0$$

Despejando  $P_1$ , obtenemos la presión de salida de la bomba.

	Pa	psi	kgf
p1	1285255,32	186,41	13,10

→ **Cálculo de la altura de la bomba.**

Nuevamente a partir del balance de energía mecánica se calcula la altura de la bomba a partir de la diferencia de altura entre la descarga y la succión y la diferencia de presiones también entre la descarga y la succión:

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

	m
H	39,33

→ **Cálculo de la potencia teórica.**

Para hallar el trabajo teórico de la bomba, el balance macroscópico de energía mecánica se realiza desde el fondo del acumulador hasta el stripper.

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

Las pérdidas por fricción son nuevamente:

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

Donde L es la longitud total de cañería más accesorios:



$$L = L_{\text{tramo recto}} + L_{\text{accesorios}} = 80,4m$$

$$\hat{E}_v = (\hat{E}_v)_{\text{acum-bomba}} + (\hat{E}_v)_{\text{bomba-columna}} = 3,72 \frac{m^2}{s^2}$$

Entonces

$$g \cdot (H_{\text{columna}} - H_{\text{acumulador}}) + \frac{\Delta P}{\rho} + \hat{w}_{\text{eje}} + \hat{E}_v = 0$$

$$-\hat{w}_{\text{eje}} = 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot (18 - 16)m + \frac{(1.284.445,28 - 1.054.031,16) N}{628,9 \frac{kg}{m^3}} \frac{N}{m^2} + 3,72 \frac{J}{Kg}$$

$$-\hat{w}_{\text{eje}} = 389,7 \frac{J}{Kg} * 18.903,44 \frac{kg}{h} * \frac{1kJ}{1000J} = 7.366,7 \frac{kJ}{h}$$

$$-W_{\text{eje}} = 2,75 HP$$

Con estos datos se puede proceder a seleccionar la bomba. Primeramente, se calcula el caudal volumétrico y la altura de la bomba en las unidades correspondientes a las curvas de bombas disponibles.

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

	m <sup>3</sup> /h
Q	30,06

#### Selección de la bomba:

La bomba seleccionada proviene de la empresa VOGT, en el cual según su catálogo podemos seleccionar el tipo de bomba que cumpla con las características calculadas.

Debido a la volatilidad de nuestro producto, esta bomba permite la transferencia de una mezcla de líquido y gas con hasta un 50% de vapor; por lo tanto, elimina

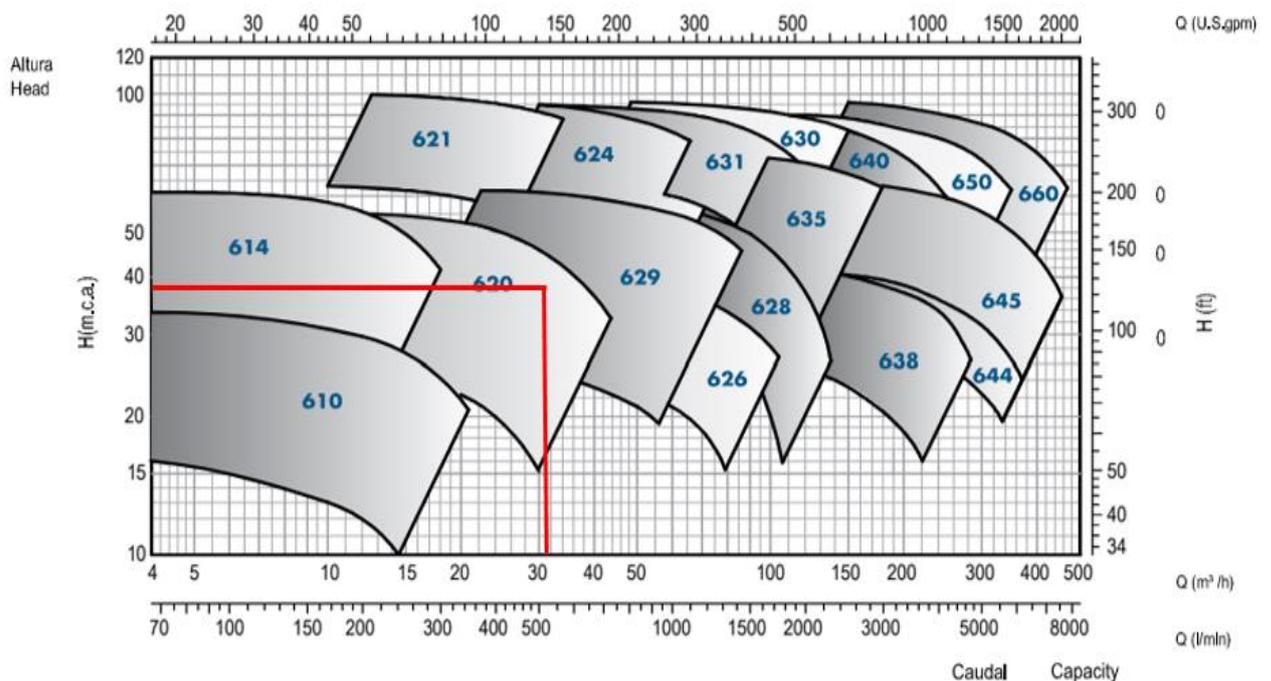


la posibilidad de bloqueo de aire o vapor que puede ocurrir. Un impulsor de succión especial reduce el NPSH requisito para esta bomba.

Otro dato importante es que la bomba funciona las 24 horas del día, los 7 días de la semana, entonces requiere un motor de 4 polos en lugar de un motor de 2 polos. Hacer funcionar el motor más lento y sobredimensionar la bomba reducirá el desgaste del motor y de la bomba y, por lo tanto, reducirá los costos de mantenimiento durante su vida útil.

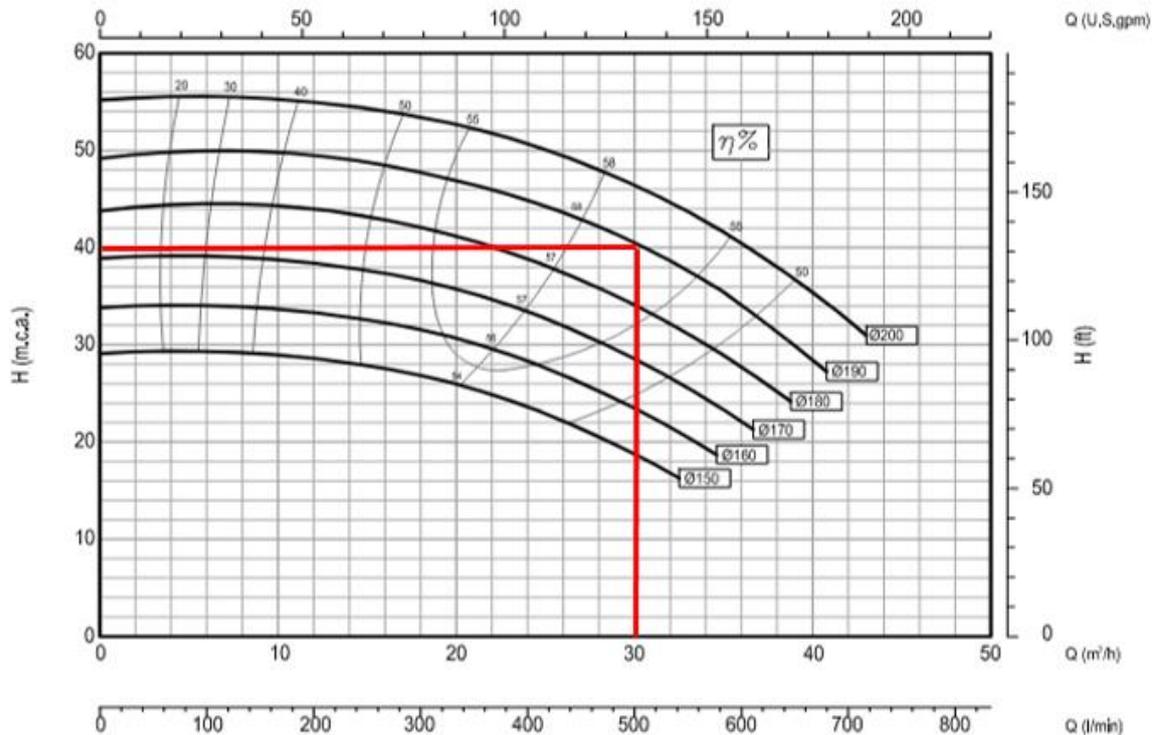
Elección del modelo de la bomba

**n=2900 1/min**



Por consiguiente, según el grafico, el modelo correspondiente es 620 de 2900 rpm.

Otro dato importante que nos aporta la empresa es el diametro del impulsor y el rendimiento de la bomba.



Por lo tanto, el diámetro del impulsor es de 190mm con un rendimiento aproximado 58%

→ Altura neta positiva de aspiración (ANPA) ó Net Positive Suction Head (NPSH).

Hay dos formas principales en que NPSH se expresa en un sistema de bomba:

- NPSH disponible (NPSHd): esta es la cantidad de cabezal de succión positivo neto disponible en la entrada de la bomba. NPSH demuestra la cantidad de presión que actúa sobre un fluido cuando ingresa a la bomba. Esto mide la cantidad de presión entre el líquido que permanece en su estado actual y la formación de burbujas de vapor.
- NPSH requerido (NPSHr): esta es la cantidad de altura de succión neta positiva que la bomba requiere para operar sin experimentar el efecto dañino de la cavitación, lo que provoca una reducción drástica en el



rendimiento de la bomba. El NPSH requerido es una característica de la bomba y es proporcionado por el proveedor

Es importante que se cumpla:

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

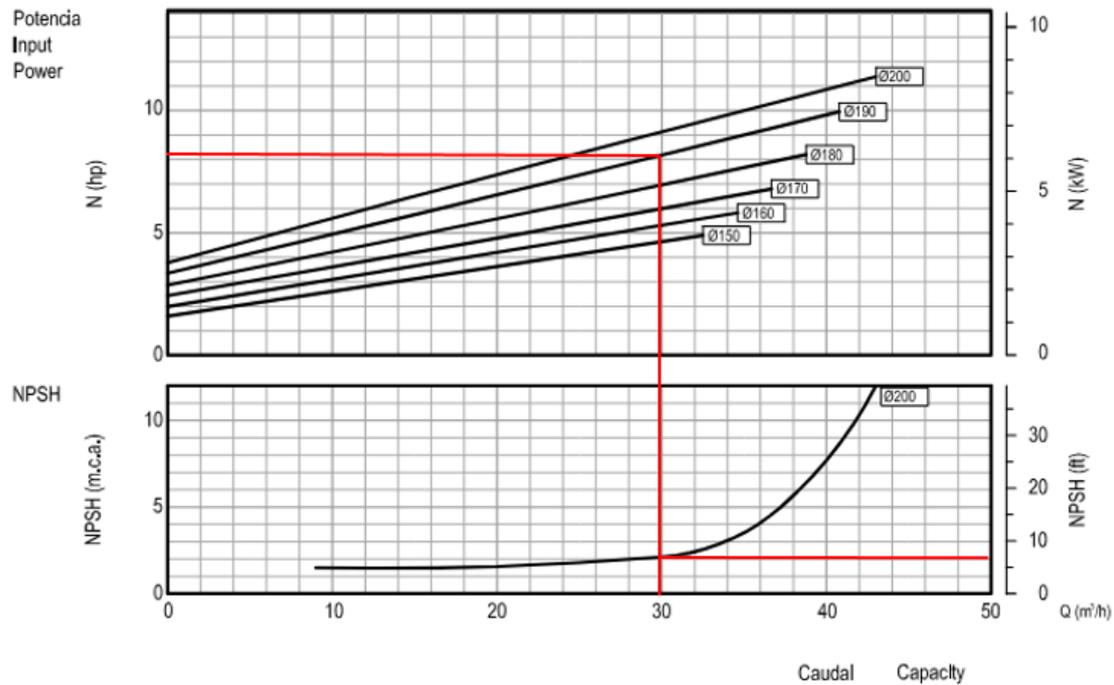
En caso contrario el sistema causará daños rápidos y duraderos a la bomba y, por lo tanto, incurrirá en grandes costos de reparación y tiempo de inactividad

$$NPSH_{disp} = \Delta H + \frac{\Delta P}{\rho g} - \frac{\hat{E}_v}{g} - \frac{P_{vap}}{\rho g}$$

$$NPSH_{disp} = (18 - 16)m + \frac{231.224,16 \frac{N}{m^2}}{628,9 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} - \frac{3,72 \frac{j}{kg}}{9,8 \frac{m}{s^2}} - \frac{124106 \frac{N}{m^2}}{628,9 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}}$$

$$NPSH_{disp} = 3,52m$$

El NPSH requerido es una característica de la bomba y es proporcionado por el proveedor



Por lo cual el  $NPSH_r$  es de 2,5m. Y, por lo tanto:

$$NPSH_{disp} = 3,52 \text{ m} \geq NPSH_{req} = 2,5 \text{ m}$$

El cual cumple con el requerimiento; y la potencia de la misma de es 8HP que cumple con la condición requerida.

En las próximas páginas se puede observar un extracto del folleto del fabricante con las características del equipo seleccionado.



<b>Caudal Máximo</b>	Hasta 1000 m <sup>3</sup> /h
<b>Altura Máxima</b>	Hasta 150 m.c.a.
<b>Tamaño de Descarga</b>	DN 32 hasta DN 150
<b>Presión Máxima</b>	Hasta 16 Bar
<b>Presión de Succión</b>	Hasta 1 Bar
<b>Velocidades de Giro</b>	Hasta 2900 rpm
<b>Temperatura Hasta</b>	120° C
<b>Densidad</b>	983.2 kg/m <sup>3</sup>



N, descarga axial centrada

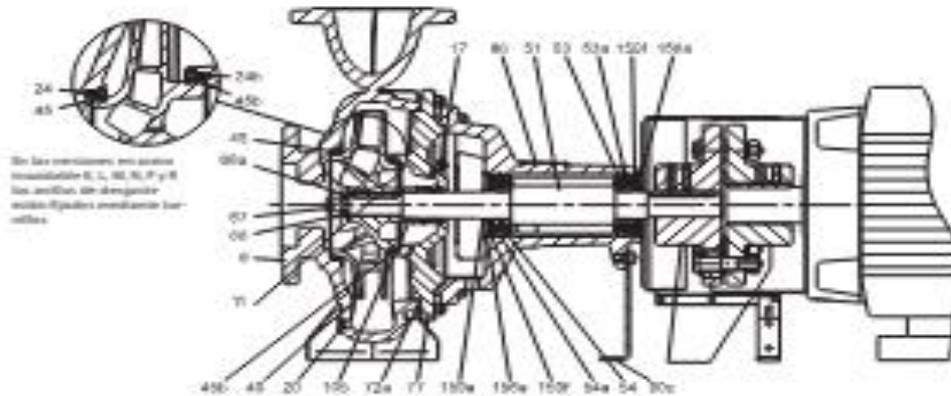


Fig. 7 Plano seccionado, descarga axial centrada

Número Pieza	Descripción	Material
8	Cuerpo bomba	EN-GL-250
11	Chaveta	AISI 304
11a	Chaveta	AISI 304
17	Conector para purga	CuZn48Pb2
20	Tapón de purga	ISO 898 8.8
24	Tornillo de cabeza hexagonal	AISI 316
24b	Tornillo de cabeza hexagonal	AISI 316
45	Anillo de desgaste	CuSn10
45b	Anillo de desgaste	CuSn10
48	Impulsor	EN-GL-200
51	Eje	AISI 420
53	Rodamientos de bolas	ZZRC3
53a	Oring	EPDM
54	Rodamientos de bolas	ZZRC3
54a	Oring	EPDM
66	Arandela	AISI 304
66a	Arandela Flexible	AISI 304
67	Tuerca impulsor	AISI 304
72a	Oring	EPDM
77	Carcasa	EN-GL-250
86	Soporte rodamiento	EN-GL-250
90c	Pie	EN-GL-250
105	Sello mecánico	SI-SI-EPDM
156a	Tapá rodamiento	1.8338
159f	Anillo de seguridad (Circlip)	DIN 472 (C75 DIN 17222)
159a	Dispensador	EPDM



Hoja de especificacion de bomba J-108			
	Cliente: YPF SA	Fecha:	Hoja N°:
	Ubicación: CIE		De:
Informacion general			
Unidad:	J-108	Constructor:	VOGT
Modelo/marca:	N	Serie: 620	API 610
Condiciones de operación			
Líquido bombeado	Nafta de reflujo de la columna.	Caudal(ft3/s):	0.36
Presión de descarga(psi)	186.29	Presión de aspiracion(psi):	152.9
T° bombeo(°C)	112.88	Densidad (kg/m3)	628.9
Viscosidad (cp)	0.19	Presión de vapor (N/m2)	124106
NPSHd(m):	3.5	NPSHr(m):	2.5
Altura de la bomba(m):	39.40		
Materiales			
Parte	Material		
Carcasa	Acero al carbono (GSC25N)		
Partes int. Carcaza	Acero al carbono (GSC25N)		
Sello mecanico	SIC-SIC- Kalrez		
Alojamiento cojinete	Acero al carbono (GSC25N)		
Impulsor	Acero inoxidable (AISI 316)		
Sellado del Eje	Prensaestopas		
Cuerpo	Acero al carbono (GSC25N)		
Construccion			
Montaje carcasa	Centrada		
Partida	Axial		
Tipo	Voluta simple		
Orificios	Venteo, drenaje e instrumentos		
Impulsor tipo	Impulsor cerrado de una etapa y succión sencilla	Diám. Impulsor(mm)	190
		Diám. Máximo(mm)	
Datos de fabricacion			
Diferencia de rango de altura(m)	10-350		
Temperatura mínima(°C)	40		
Temperatura máxima (°C)	430		
Normas de conexiones	ANSI bridas 150&300/Brida plana - EN-1092-1-DIN2503-PN-40		
Accesorios	Sensor liquido	Acumulador	
	Reductor	Valvula de by-pass	
	Acoplamiento antiflagrante		
Funcionamiento			
N° etapas	1	RPM	2900
Auxiliar	SI	HP	8
Tipo refrigeración	Agua	Calefaccionado	no

### ❖ Cálculo de la columna T-2203

Desde el separador de alta presión, el CC es derivado hacia la columna de rectificación.

En esta parte del sistema se produce la eliminación de la totalidad de los contaminantes, H<sub>2</sub>S y NH<sub>3</sub>. El agua residual que contiene estos contaminantes sale por la parte superior de la columna, el agua es recolectada en los acumuladores que luego es enviada a plantas de tratamiento de aguas acidas para eliminarle el H<sub>2</sub>S y NH<sub>3</sub>.



Se define primero tanto la entrada a la columna como las especificaciones de los productos, para ello se realiza un balance de masas.

El producto debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Destilación: 120/130°C al 5% y 165/175°C al 95%

Azufre <0.5 ppm

Nitrógeno <0.5 ppm

Estas fracciones de petróleo debido a la gran cantidad de componentes discretos que contienen, no son fáciles de definir mediante un análisis de composición, pero si son más fáciles de especificar y definir mediante, por ejemplo, la destilación de laboratorio D-86 o la TBP. Este tipo de mezclas se denominan Mezclas Complejas.

- Condiciones de Operación:

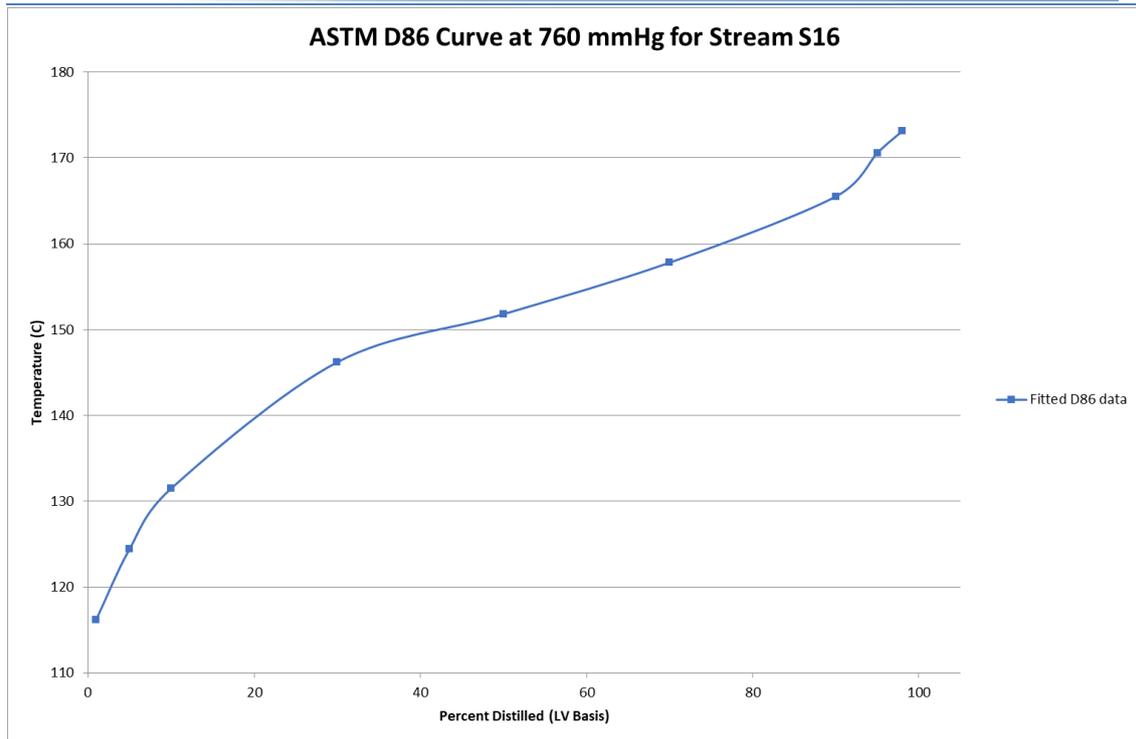
Stream Name		CGA STRIPPER	CORRIENTE DE DESTILADO	PRODUCTO A PTF
		F	D	B
Temperature	C	167	113.0	263.2
Pressure	KG/CM2	18.5	9.8	10.4

Para el cálculo de la columna utilizamos la curva de destilación del PROII ASTM D86 a 760 mmHg, de esta obtenemos los siguientes datos de la carga, del destilado y del fondo.



Los componentes livianos, que no son parte de la curva de destilación de la corriente destilada, que salen por tope no se tendrán en cuenta a la hora de los cálculos ya que complican la metodología a emplear.

Stream Name		CGA STRIPPER	CORRIENTE DE DESTILADO	PRODUCTO A PTF
		F	D	B
Temperature	C	167	112,96	263,23861
Pressure	KG/CM2	18,5	9,8	11,2
Flowrate	KG-MOL/HR	660,960021	19,4846	641,475439
Phase		Liquid	Liquid	Liquid
Thermodynamic system		GS01	GS01	GS01
<b>ASTM D86 at 760 MM HG (LV)</b>	<b>°C</b>	<b>F</b>	<b>D</b>	<b>B</b>
IBP		116,2	12,8	121,4
5%		124,4	50,2	126,6
10%		131,5	64,3	132,8
30%		146,2	81,4	146,5
50%		151,8	87,0	152,0
70%		157,8	91,1	158,0
90%		165,5	93,3	165,6
95%		170,6	94,3	170,7
EBP		173,1	102,0	173,2
<b>ASTM D86 at 760 MM HG (LV)</b>	<b>°F</b>	<b>F</b>	<b>D</b>	<b>B</b>
IBP		241,1	55,1	250,5
5%		255,9	122,4	259,9
10%		268,6	147,8	271,1
30%		295,2	178,4	295,7
50%		305,2	188,5	305,6
70%		316,1	195,9	316,3
90%		329,9	200,0	330,1
95%		339,1	201,8	339,2
EBP		343,6	215,6	343,7



Para la carga el rango de destilación (IBP – EBP) = 102.5 °F

La calidad de fraccionamiento es caracterizada en los puntos de 5 y 95% de porcentaje de destilado y no en los puntos iniciales y finales de ebullición debido a que estos últimos tienen un porcentaje de error:

$$(5 - 95)GAP = (T_{5\%corte\ pesado} - T_{95\%corte\ liviano})_{astm\ D86}$$



Criterios de separación de los productos de la torre de destilación atmosférica<sup>[2] y[3]</sup>.

Separación	Watkins (5-95)gap °C	Handbook (5-95)gap °C
Nafta Ligera a Nafta Pesada	+11 a +17	+14
Nafta Pesada a Destilado Ligero	+14 a +28	-6
Destilado Ligero a Destilado Pesado	0 a +6	-19
Destilado Pesado a Aceite Pesado	0 a +6	

Referencia: *Criterios de diseño para la Simulación de una Torre de Destilación atmosférica para Procesar Crudo Istmo y Maya, año 2013.*

Se considera un GAP de 10 °C

La relación de reflujo óptima es el cociente entre el reflujo operativo óptimo y el reflujo mínimo necesario

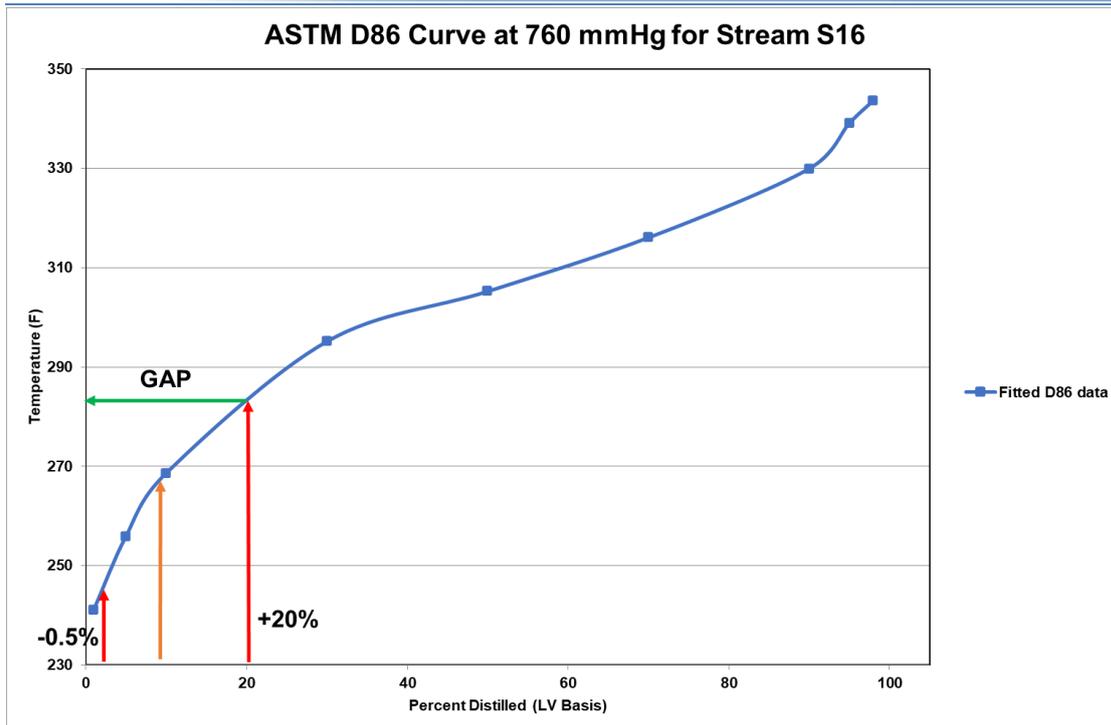
$$Fop = Rop/Rmin$$

Se estimará un  $Fop=1.2$  ya que la columna opera con un condensador con agua.

La relación entre la carga y el destilado está dado por:

$$D/F = 0.008$$

$$D/F = 0.88\% v/v$$



Para un splitter que prácticamente estabiliza se suele usar un valor muy cercano al PI y un GAP de 20-25° y un OVERLAP inferior al 1%. Los límites de Temperatura tomados serán:

$$LI = 0.88\% + (-0.5\%) = 0.38\%$$

$$LS = 0.88\% + 20\% = 21\%$$

$$PC = 0.88\%$$

T°L. inferior	0.38%	241.1
T°Pto de corte	0.88%	241.5
T°L. Superior	21%	281.9

- Cálculo de NTS



### 1. Calculamos Sb

$$S_b = \frac{(T(^{\circ}) LS - T(^{\circ}) PC)}{(LS - PC)} = 2.02$$

### 2. Calculamos Sd

$$S_d = \frac{(T(^{\circ}) PC - T(^{\circ}) LI)}{(PC - LI)} = 0.8$$

Se ingresa en la siguiente tabla con Sb y D/F = 0 y se obtiene de tabla el gap máximo

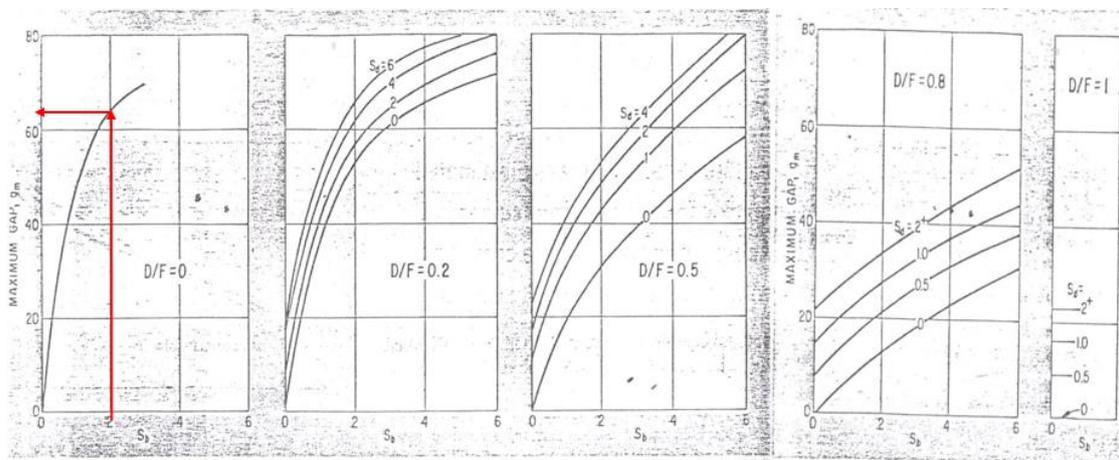


Fig. 2—Maximum gap depends on three variables.

Gráfico obtenido de la Catedra de Operaciones Unitarias II, UTN FRLP.

Se puede observar que el GAP máximo permitido es de 63°F

### 3. Calculamos So



$$S_a = \frac{S_b + S_d}{2} = 1,41$$

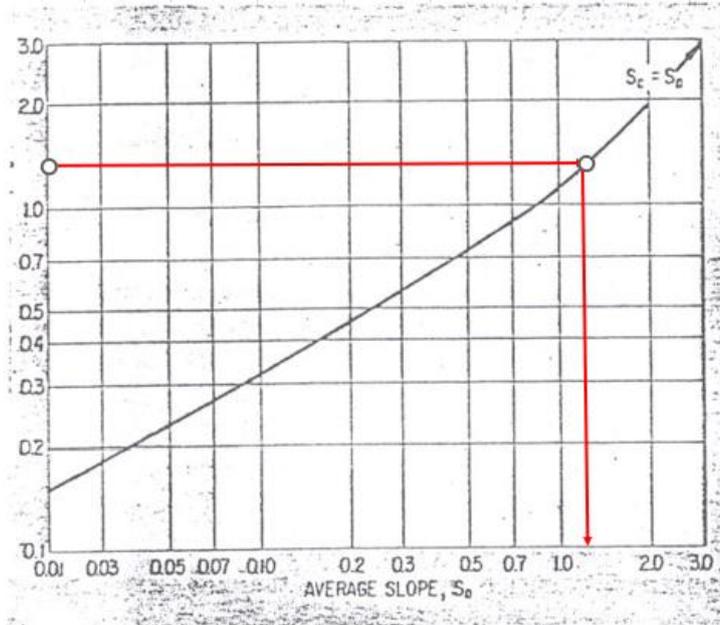


Fig. 3—To account for narrow boiling feeds.

Gráfico obtenido de la Catedra de Operaciones Unitarias II, UTN FRLP.

$$S_o = 1.45$$

4. Se calcula el factor A para posteriormente calcular el factor de aproximación 1-A.

$$A = \frac{(r - Gap_{recomendado})}{(r + GAP_{max})} = \frac{(102.5^\circ F - 10^\circ F)}{(102.5 + 63)} = 0,68$$

$$1 - A = 0.32$$

5. Con 1-A y  $S_o$  obtenemos nm/B (NTSM/B) con la siguiente tabla

Para ingresar a la curvan, entramos con  $1-A = 0,68$  y con  $S_o = 1,45$

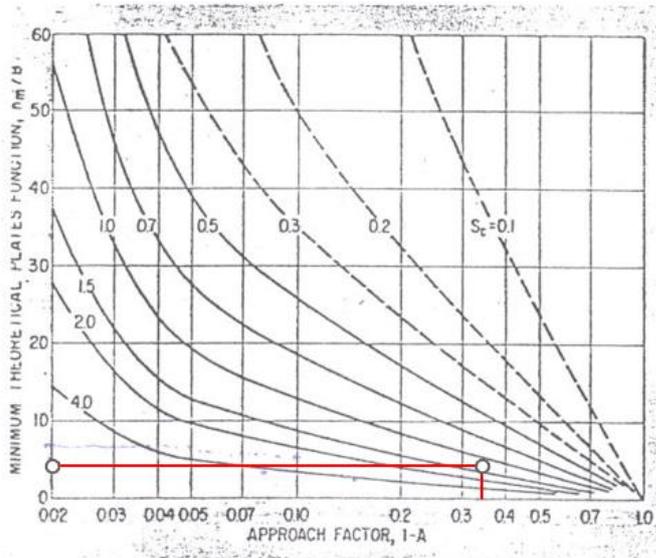


Fig. 4—Generalized curve includes function B.

Gráfico obtenido de la Catedra de Operaciones Unitarias II, UTN FRLP.

$$\frac{n_m}{B} = 4$$

6. Con una presión en la torre de 10 Kgf/cm<sup>2</sup> equivalentes a 142,2 psia, se obtiene el valor de B:

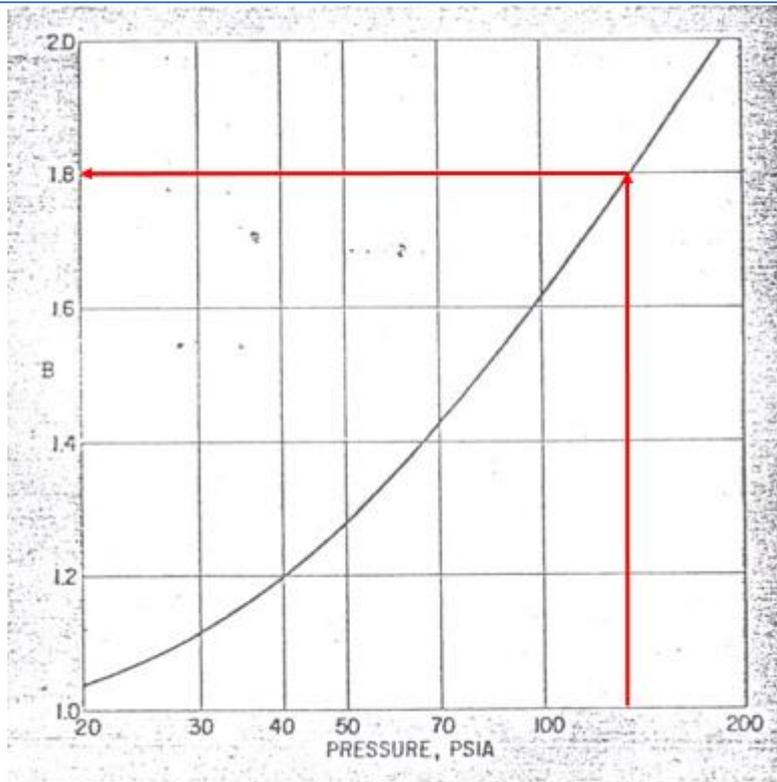


Fig. 5—Function B is related to pressure.

Gráfico obtenido de la Catedra de Operaciones Unitarias II, UTN FRLP.

Por lo tanto,  $B = 1.8$

y

NTSM (Nº de etapas teóricas mínimas) = 7.2. Redondeando: NSTM=8 (Son todas etapas de columna ya que el tipo de condensador y de reboiler no son etapas)

7. Para calcular la relación mínima de reflujo interno, entramos con NTSM y So

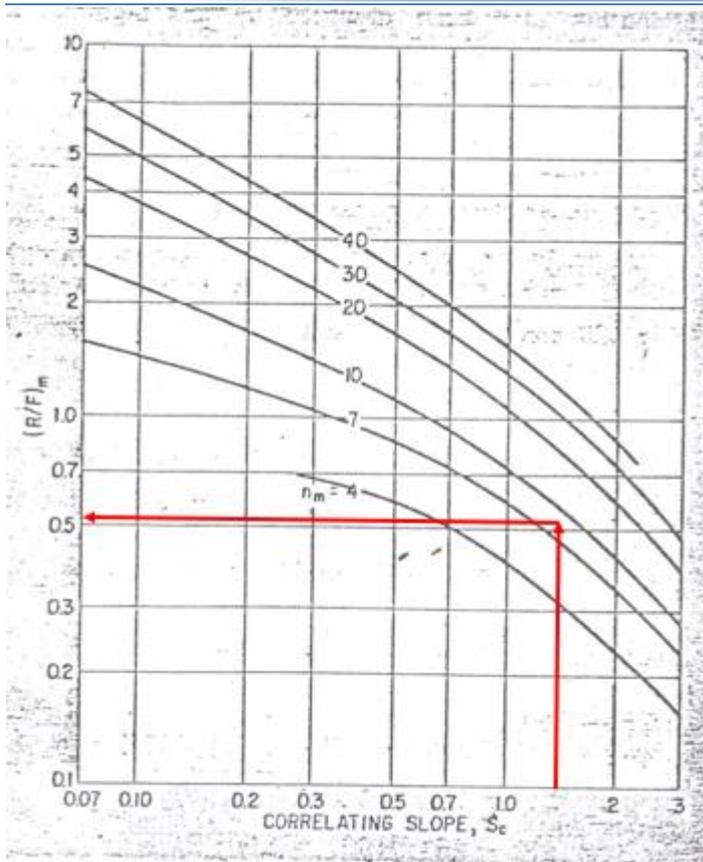


Fig. 6—Minimum internal volumetric reflux ratio.

Gráfico obtenido de la Catedra de Operaciones Unitarias II, UTN FRLP.

$$\left(\frac{R}{F}\right)_{min} = 0.55$$

Por lo tanto:

$$\left(\frac{R}{F}\right)_{op} = R_{op} = R_{min} * F_{op} = 0.55 * 1.2 = 0.66$$

8. Para calcular el número de etapas de equilibrio se debe calcular el valor  $X$  que depende de la relación  $(R/F)_{op}$  y mínima y la relación  $D/F$ .



$$x = \frac{(R|F)_{op} - (R|F)_{min}}{(R|F)_{op} + \frac{D}{F}} = 0.164$$

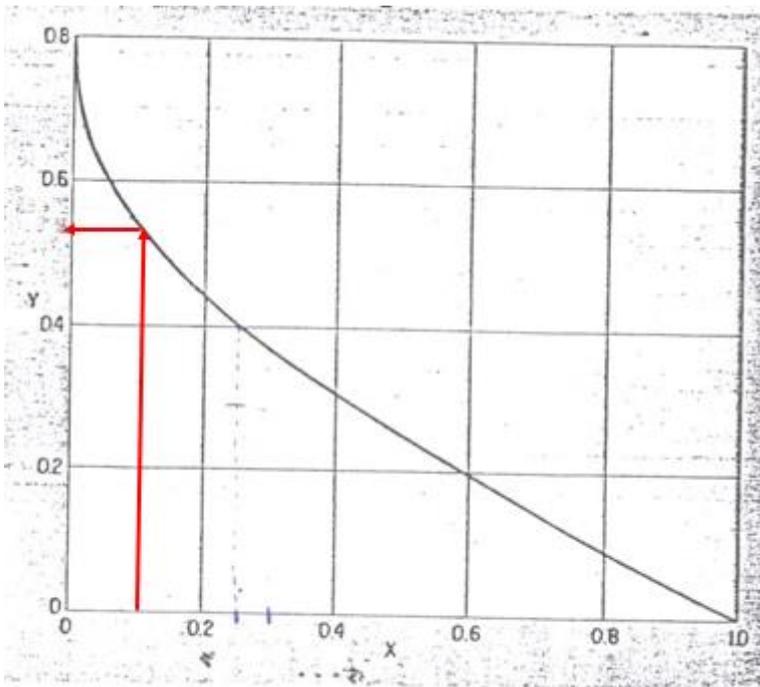


Fig. 7—Theoretical trays related to reflux ratios.

Gráfico obtenido de la Catedra de Operaciones Unitarias II, UTN FRLP.

Se puede observar el valor de  $Y=0.53$ .

El número de etapas teóricas será:

$$NTS = \frac{NTSM + y}{1 - y} = 18.15 = 18$$

La eficiencia teórica está dada por la siguiente ecuación:



$$\eta_t = \frac{NTSM}{NTS} * 100 = 0.44 \%$$

La eficiencia típica para este tipo de columna es:

$$\eta_r = 66\%$$

*(Recomendación apuntes de Operaciones Unitarias II, UTN FRLP)*

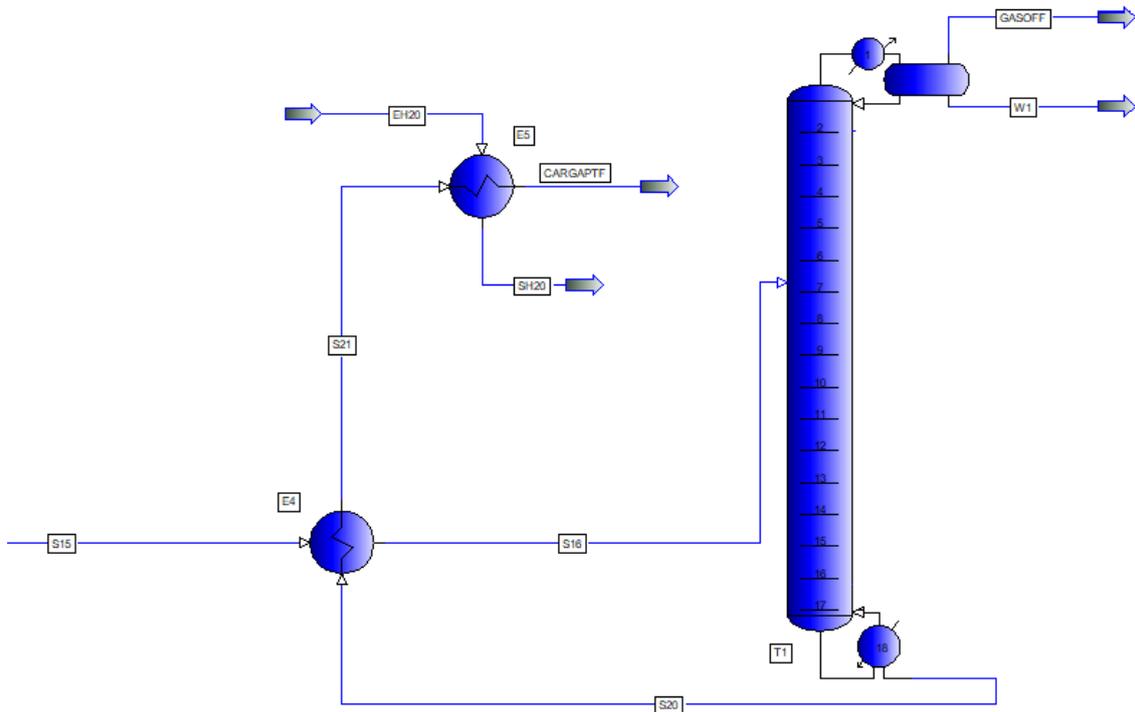
El número de etapas reales será:

$$NRS = \frac{NTS}{\eta_r} = 27$$

Resumiendo:

NTS (numero de etapas teoricas)	18
NRS (n° de etapas reales)	27
Rop (el reflujo Operativo de la columna)	13.6

A continuación, se realiza la simulación de la unidad para verificar que cumple con lo especificado, realizando también el análisis de la hidráulica de la columna. Cabe aclarar que los cálculos hidráulicos no se realizan para el condensador y el horno reboiler.



Resumen		
Diámetro de Columna	3353	mm
N° de Pasos	2	-
Largo del DC, vertedero lateral	542	mm
Largo del DC, vertedero central	554	mm
N° de Válvulas por plato	662	-
N° de Platos	27	-
Factor de inundación (FF) (20-80)	79	-
Espaciado entre Platos	609.6	mm
Altura total	16	m
Perdida de Carga	0.08	kg/cm <sup>2</sup>
L/D	5	-





# Universidad Tecnológica Nacional

## Facultad Regional La Plata



**INTEGRACION V**

**HOJA DE ESPECIFICACION DE COLUMNA DE PLATOS**

**DENOMINACIÓN:** RECTIFICACION DE NAFTA HIDROTRATADA

**FECHA:**

**UNIDAD:** T-2203

**REVISION:**

**SERVICIO:** ELIMINACION DE GASES INCONDENSABLES

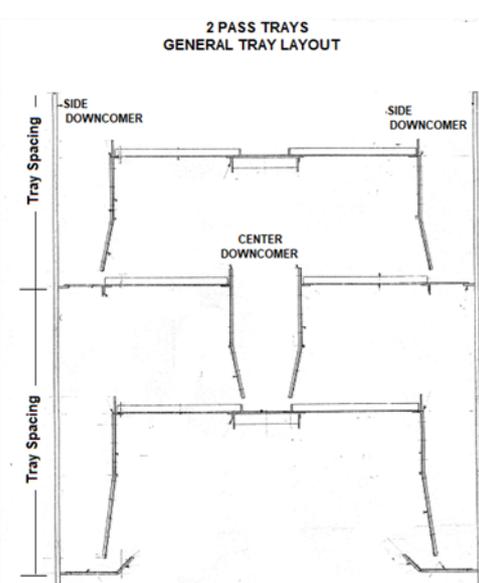
**LOCACIÓN:** CIE

**DATOS GENERALES**

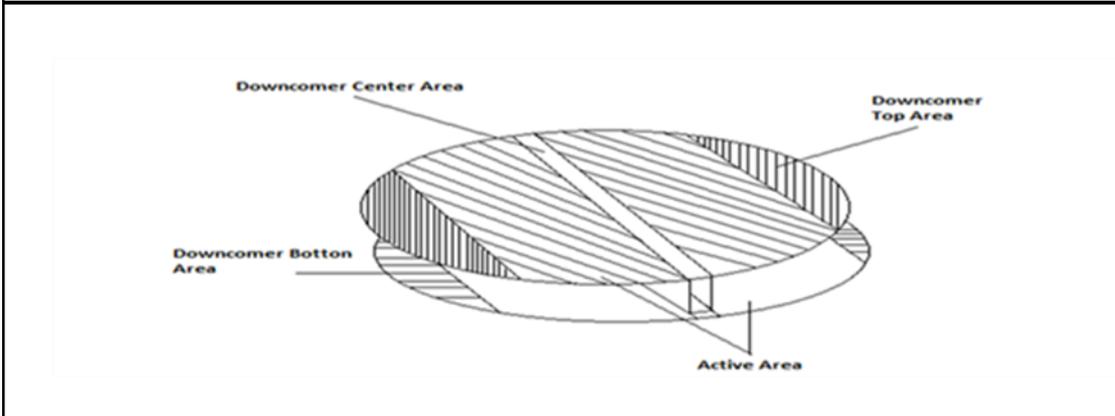
DENOMINACION DEL EQUIPO	COLUMNA DE PLATOS	Hoja:	2 de 2
-------------------------	-------------------	-------	--------

FUNCION	Separacion de liquidos volatiles y enriquecimiento de Nafta Hidrotratada para su posterior alimentacion a Platforming II
---------	--

**DISEÑO DISPOSITIVO DE CONTACTO (INTERNOS)**

Nº PLATOS	27		<div style="text-align: center;"> <p>ESQUEMA DEL DISPOSITIVO</p> <p>2 PASS TRAYS GENERAL TRAY LAYOUT</p>  </div>
TIPO DE PLATO	<b>Platos con Válvulas</b>		
ESPESOR	pulgadas	0.07	
AREA TOTAL	m2	18	
AREA DE BURBUJEO	m2	17.3	
DIAMETRO DE VALVULAS	m	0.047	
AREA VERTEDEROS LATERALES	m2	0.46	
AREA VERTEDERO CENTRAL	m2	0.24	
ESPACIADO ENTRE PLATOS	m	0.6	
PASOS	2		
FACTOR DE INUNDACIÓN (FF)	%	78	
TIPO DE VALVULAS	<b>Válvulas Flexitray Serie A</b>		
Nº DE VALVULAS POR PLATO	662		
DIAMETRO DEL ORIFICIO	m	0.043	
% DE APERTURA	%	25	
ALTURA ESTIMADA DE APERTURA	m	0.01	
PROVEEDOR	<b>Koch-Glitsch Inc.</b>		
MATERIAL DE CONSTRUCCION	<b>Acero al Carbono</b>		
Eficiencia	%	85	

**ESQUEMA DE PASO**



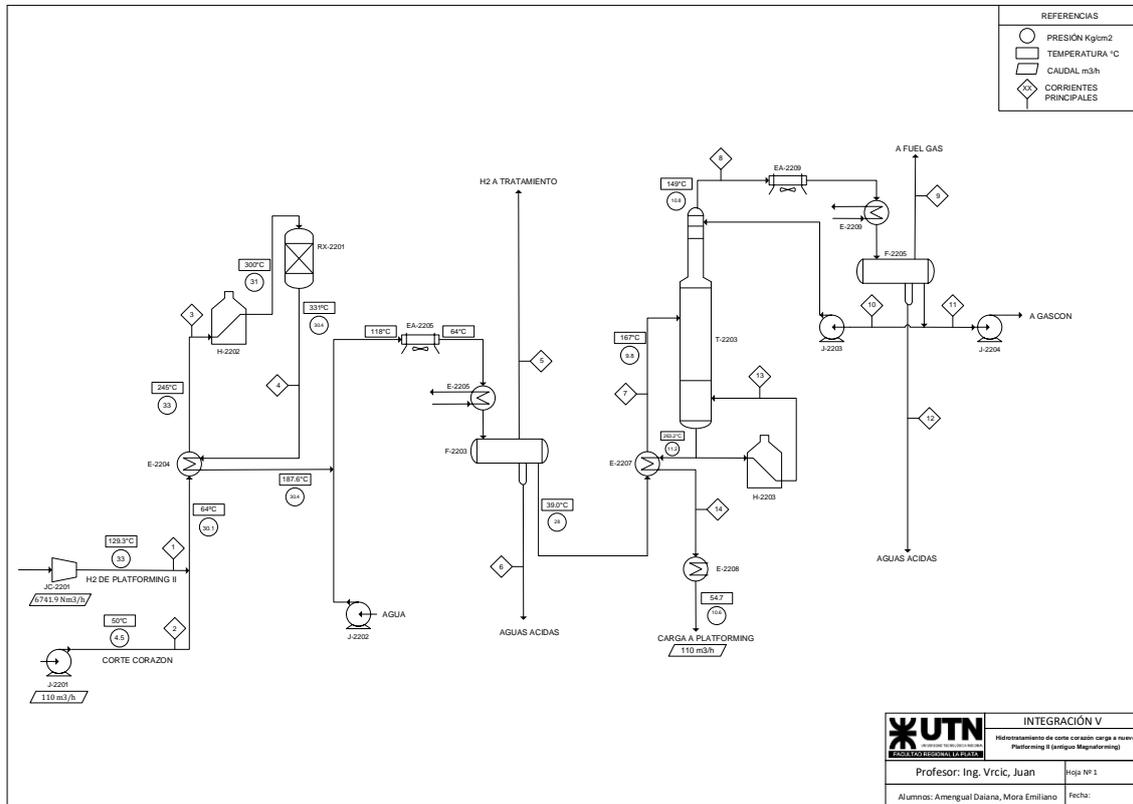
**ACCESORIOS**

--	--

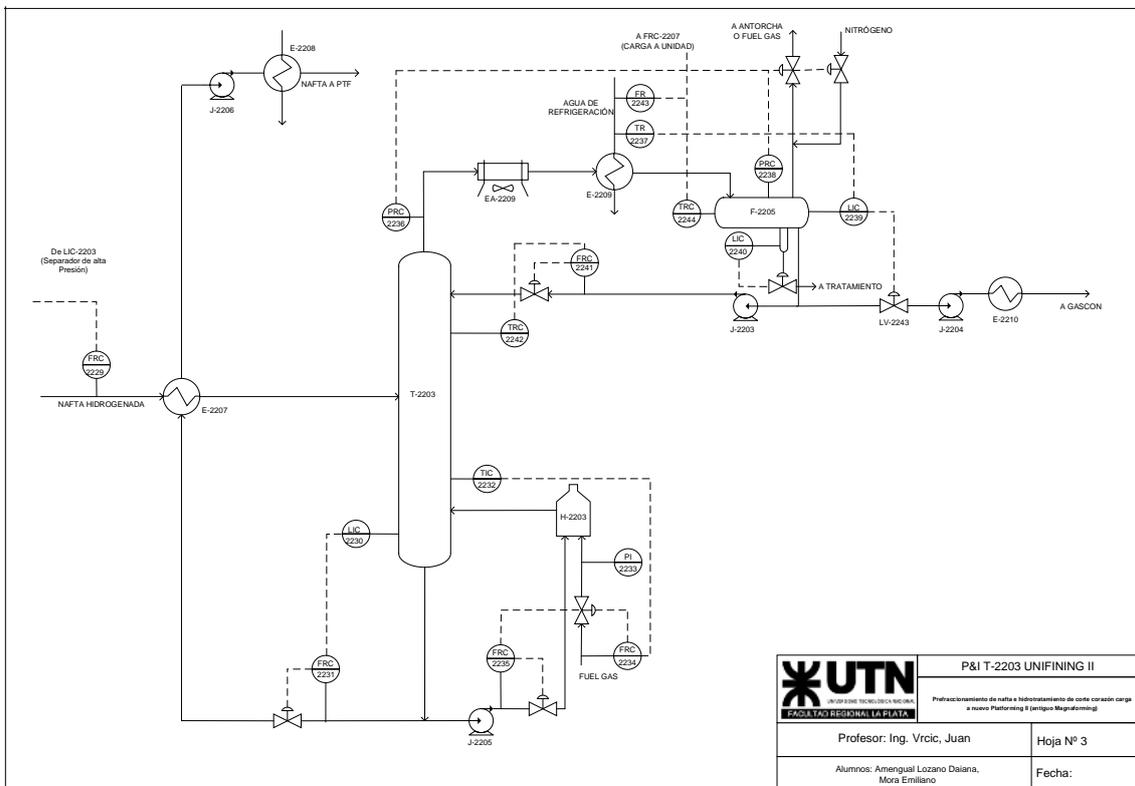
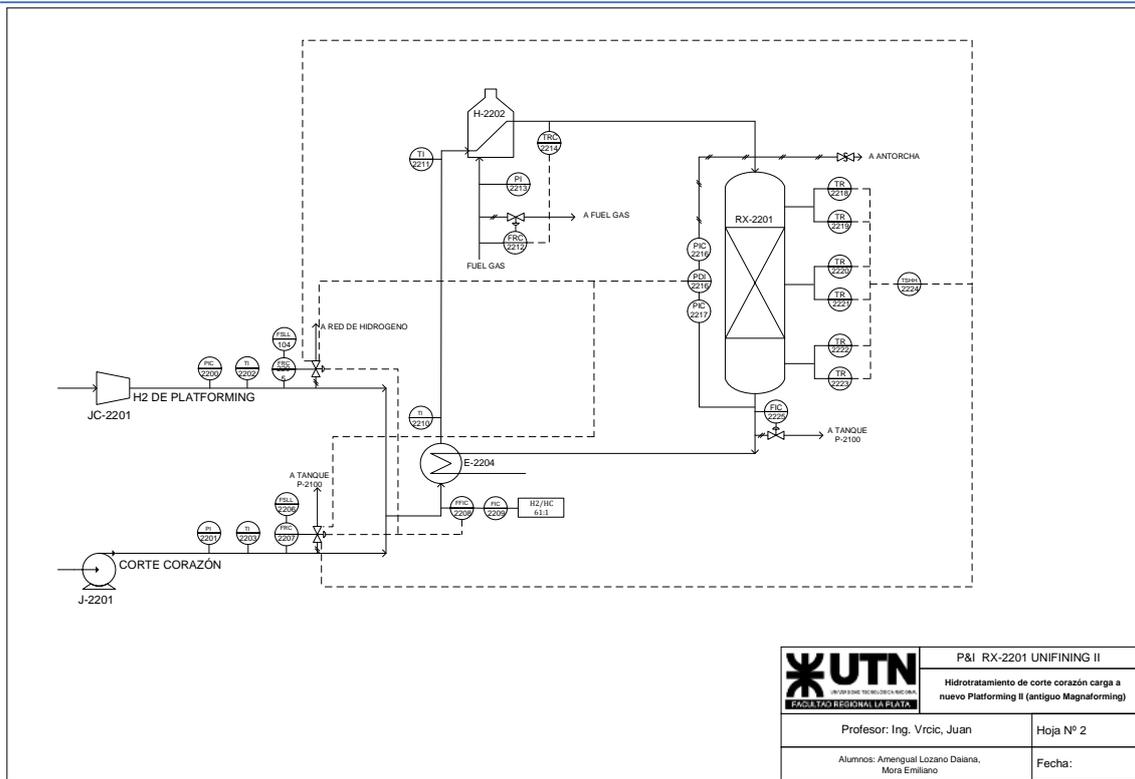


## 7. DIAGRAMAS Y PLANOS

### 7.1. PFD de proceso



### 7.2. P&I. Análisis de fallas. Sistemas de parada de emergencia.





Las emergencias operativas ocurren cuando por cualquier razón incontrolada, es imprescindible discontinuar la operación normal. Estas pueden causar graves inconvenientes a la Unidad si no se procede correctamente, además de arruinar el catalizador.

Algunas de las situaciones que pueden generarse son:

La falta de energía eléctrica, si no se dispone de una fuente de energía para emergencia, fallarán todos los sistemas de control e indicadores. Por lo tanto, los controles tendrán que ser operados manualmente.

Primero se parará la bomba de carga y también se parará el compresor que transporta el hidrogeno de platforming.

Si hay falta de vapor se parará el compresor de hidrogeno proveniente de platforming ya que es accionado con turbina de vapor.

En ambos casos, se deberán apagar los quemadores de los hornos H-2202 y H-2203 (cortando el caudal de gas sobre los controladores FRC-2212 y FRC-2234) y en el caso de la falta de vapor también las bombas de carga. Si no se pone en marcha rápidamente, la presión del Reactor deberá descargarse por la línea a antorcha y la nafta del Reactor deberá descargarse por el fondo a tanque para evitar la formación de carbón.

Cuando el compresor vuelve a funcionar por un paro de emergencia controlar la temperatura de entrada a reactor TRC-2214. Al no enviar carga al horno, el producto en los tubos puede calentarse demasiado y si se manda en esas condiciones al reactor se producirá la desactivación del catalizador.

### *REACTOR (RX-2202)*

En el reactor lo más importante es cuidar de la vida útil del catalizador. Estos van perdiendo actividad gradualmente y su desactivación es debido a la formación de coque en la superficie del catalizador. Las variables de proceso más importantes que influyen en la formación de coque son:



La relación hidrógeno/hidrocarburo: FFIC-2208 actúa sobre FRC-2205 y sobre el FRC-2207, regulando el caudal de carga de alimentación al reactor y el caudal del hidrogeno de Platforming para mantener una relación H<sub>2</sub>/HC 61 molH<sub>2</sub>/mol HC

La temperatura del reactor: En este caso es importante controlar la Temperatura de entrada al reactor TRC-2214, el cual actúa en cascada con el FRC-2212, regulando la entrada de fuel gas al horno.

En cuanto al lecho, se cuenta con un registro en la temperatura y sistema de alarma TSHH-2224, la cual se activará cuando el delta entre la entrada y la salida supere los 15°C (la temperatura de salida es mayor). La activación de la alarma TSHH-2224 actúa sobre el FRC-2205 y sobre el FRC-2207, disminuyendo el caudal de carga de alimentación al reactor y el caudal del hidrógeno de Platforming. El parámetro que controla el operador es el WABT.

El lecho también cuenta con un PDI-2216, esta indicación nos da un indicio del nivel de agotamiento del catalizador por taponamiento de éste por carbonización. En el caso se superar el diferencial, se actúa sobre el FRC-2205 y sobre el FRC-2207, disminuyendo el caudal de carga de alimentación al reactor y el caudal del hidrogeno de Platforming.

### *COLUMNA (T-2203)*

Los gases que salen por la cabeza se condensaran en el Aero enfriador EA-2209 y luego en el enfriador E-2209, para luego ser separados en el F-2205. Si hay falta parcial de agua de enfriamiento se van a ver afectados los enfriadores en este caso solo será necesario reducir el caudal de carga a la Unidad, a tal punto que se puedan mantener temperaturas razonables del producto en los acumuladores. TRC-2244 actúa sobre FRC-2207(Carga a Unidad)

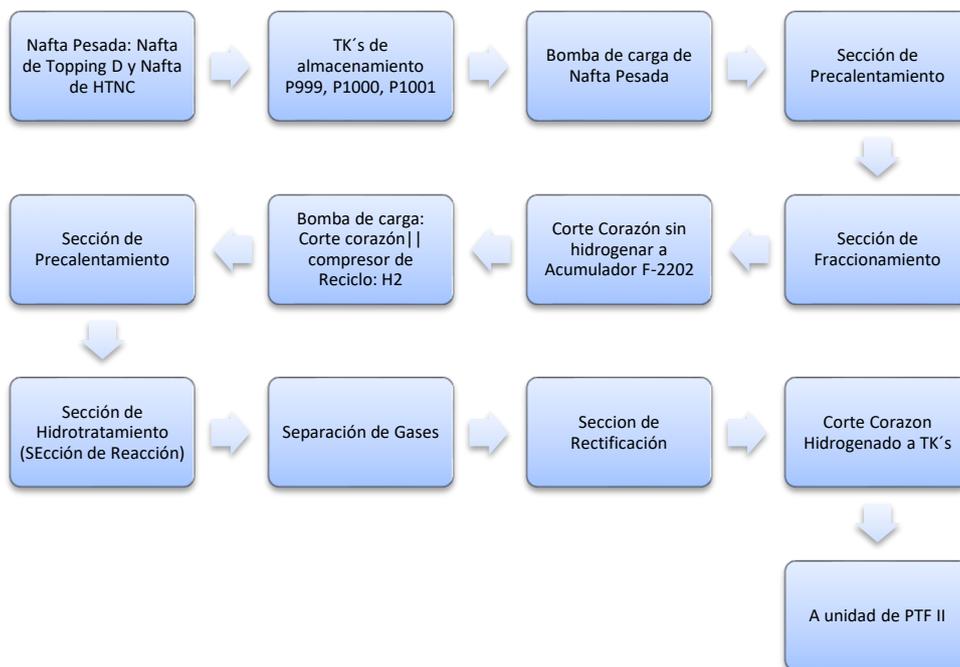
Cambios de temperatura del agua de enfriamiento debido a condiciones climáticas, pueden generar mayor condensado, esto aumentaría el nivel de líquido del acumulador. LV-2243(controlador de nivel del F-2205) enviara los



hidrocarburos livianos generados en exceso a GASCON según disponibilidad junto con la bomba J-2204.

La presión de la Torre T-2203 se controla desde el acumulador F-2205 con el PRC-2238, enviado el excedente de gases a fuel gas o a antorcha, según necesidad

### 7.3. Diagrama de producción (diagrama de bloque)



### 7.4. Plot- Plan

Vista del Complejo Industrial Ensenada

S-100: Platfoming II

S-200: Extracción de Aromáticos

S-300: Hidrodealquilación de tolueno

S-400: Cristalización de para-xileno

S-500: Isomerización de xilenos



S-600: Ciclohexano

S-700: Fraccionamiento de Aromáticos

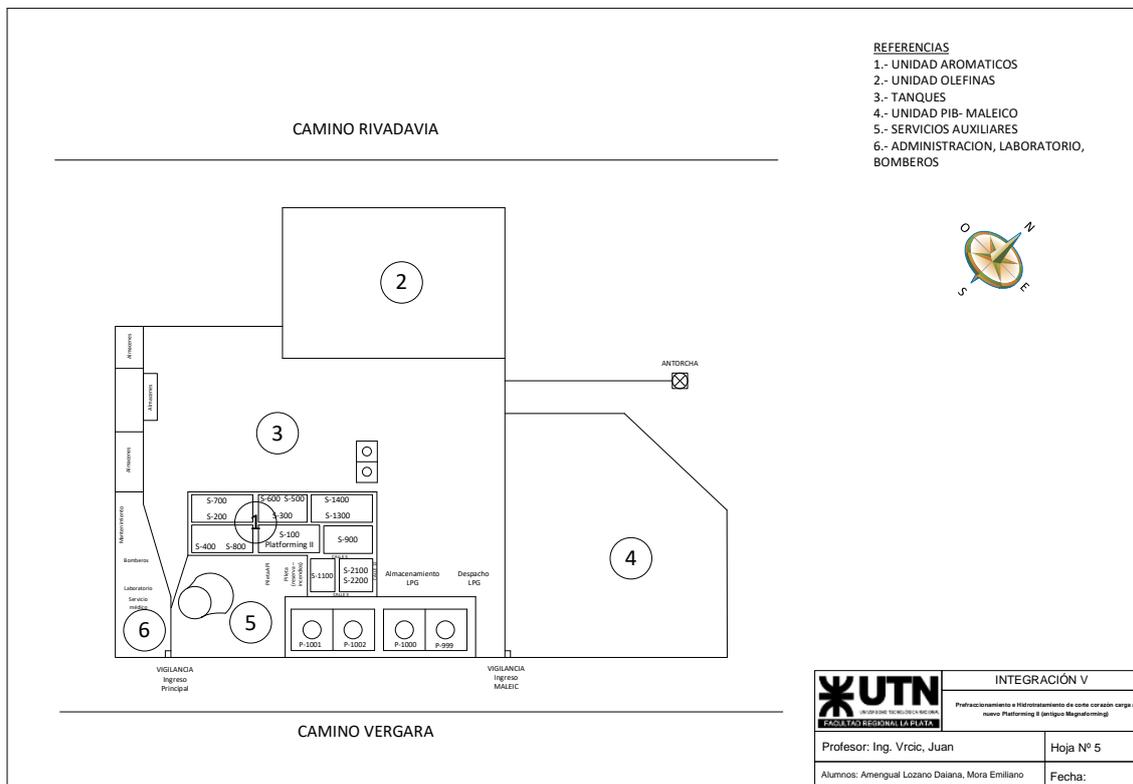
S-800: Compresión y purificación de Hidrógeno

S-900: CCR- Platforming

S-1100: LPG

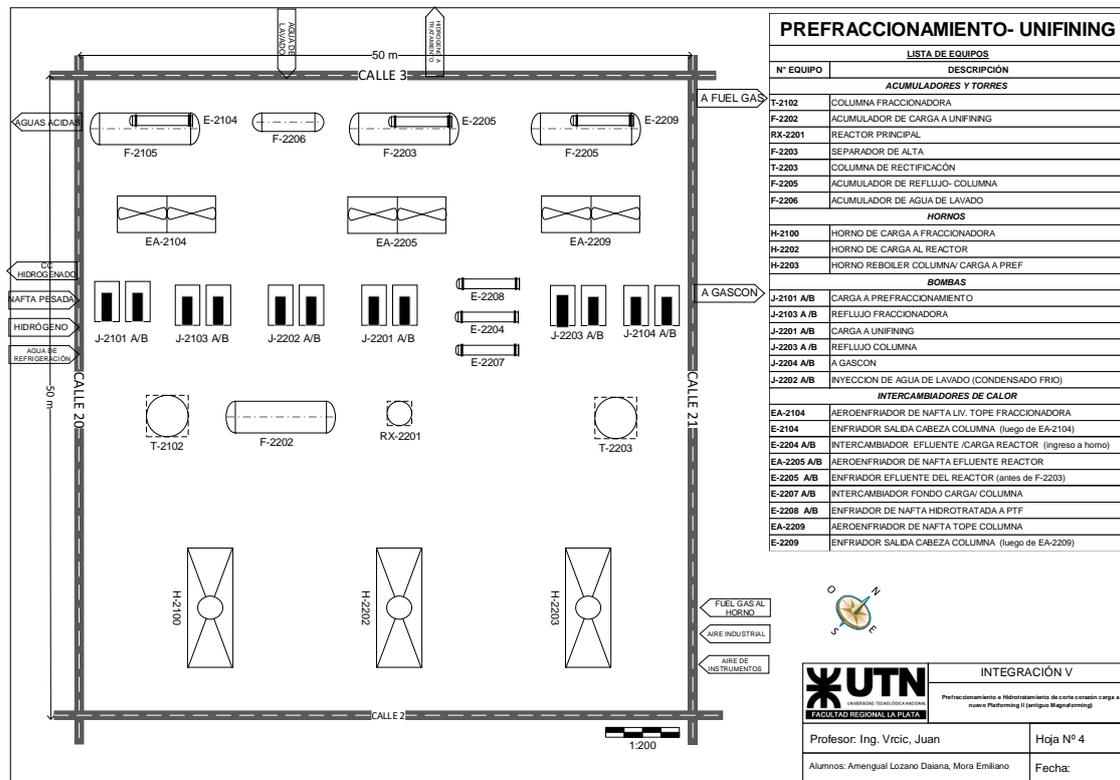
S-1300: Aguarrás

S-1400: N-Parafinas y Solventes parafínicos





Unidades S-2100 y S-2200



Prefraccionamiento y Unifining II tendrá ubicación dentro del CIE, el cual otorga una posición geográfica competitiva para desarrollar el producto. Debido a:

- **Área de producción:** El área de producción es el área en la que se lleva a cabo el proceso de prefraccionamiento e hidrotreamiento de nafta. El área propuesta cuenta con los m<sup>2</sup> necesarios para la instalación de esta. El área total es de 2500 m<sup>2</sup>, ocupados casi en su totalidad.
- **Sala de control:** En la sala de control los operadores realizan funciones de seguimiento, monitorización, control, análisis y toma de decisiones críticas, entre otras, 24 horas al día, 7 días a la semana y durante todo el año. La sala por utilizar es la misma de la Unidad nueva de Platfoming II.
- **Sala de operadores de campo:** Los operadores de campo cumplen diferentes funciones como monitorear y supervisar el proceso realizando



recorridas dentro de la unidad. La sala por utilizar es la misma de la Unidad nueva de Platforming II.

El arreglo total de la instalación está separado del resto de las unidades mediante calles, calle 12 entre 3 y 5, en toda su periferia para facilitar las labores de combate de incendios, mantenimiento y reparaciones para cada equipo.

Algunas consideraciones:

En el caso de equipos con fuego como los hornos, se ubican en la periferia junto con las vías de acceso, con una separación mayor en comparación del resto de los equipos, reduciendo así el riesgo de ignición de los equipos adyacentes.

En el caso de los aeroventiladores, debido a su extensa superficie de intercambio de calor, son vulnerables a la exposición de un incendio, por esta razón no se ubica por encima de bombas o intercambiadores de calor.

Las bombas, equipos que frecuentemente producen fugas, deben colocarse lo más alejado posible de las fuentes permanentes de ignición. Tampoco deben ubicarse debajo de otros equipos de procesos.

Columnas y reactores deben tener una separación tal que permita la operación y mantenimiento, como también acceso por combate de incendios

Se permite la superposición de equipos permitiendo la utilización razonable del espacio ocupado en la instalación



## 8. Aspectos medio ambientales

### 8.1. Definiciones

**Estudio de Impacto Ambiental, Social y de Salud (ESHIS):** documento recopilatorio de los detalles del proyecto, aspectos identificados, impactos posibles y medidas de mitigación diseñadas.

**Evaluación de Impacto Ambiental, Social y de Salud (ESHIA):** Análisis de los cambios potenciales en el medio ambiente y la salud y vida de las personas como consecuencia de un nuevo proyecto.

**Impacto ambiental:** cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

**Impacto en los derechos humanos:** interferencia con el nivel de disfrute de los derechos humanos del que goce una persona, o en su caso, un colectivo, resultantes de acciones de la Compañía o de las relaciones de la Compañía con su cadena de valor, socios, agencias del gobierno u otros.

**Impacto social:** a los efectos de esta norma, sinónimo de impacto en los derechos humanos.

**Impacto de salud:** cambios en la salud de las personas como resultado de los efectos ocasionados por una actividad realizada por el hombre.

### 8.2. Introducción.

El objetivo del proyecto es producir nafta con bajo contenido de azufre proveniente de unidades de destilación atmosféricas del CILP. El mismo se logra mediante el proceso de hidrotatamiento de la nafta, en el cual se hidrogenan para eliminar el azufre en forma de sulfhídrico.

Durante la construcción y posterior puesta en marcha del proyecto, se darán a lugar una serie de factores que afectaran al entorno en el que se desarrollará el



proyecto, que va desde residuos sólidos, líquidos y gaseosos (productos del proceso), como también materiales de descarte hasta inclusive el movimiento del suelo (estos últimos generados durante la etapa de construcción).

El proyecto que presentar encuadra como agrupamiento industrial según la Ley provincial 13744. Predio habilitado para el asentamiento de actividades manufactureras y de servicios, dotado de infraestructura, servicios comunes y equipamiento apropiado para el desarrollo de tales actividades. Con categoría, conforme se establece en el Capítulo I del Título III como: Parque Industrial.

Se evaluará la radicalización de una unidad Prefraccionamiento de nafta e hidrotratamiento de corte corazón carga a nuevo Platforming II (antiguo Magnaforming) en el partido de Ensenada, con el objetivo de cumplir los requisitos solicitados por la Ley Provincial N° 11.459 (Ley de Radicación Industrial) para la obtención del Certificado de Aptitud Ambiental del establecimiento industrial.

### 8.3. Radicación y habilitación industrial

⊗ **Ley 11459: NORMAS SOBRE INSTALACIÓN DE INDUSTRIAS.ART. 33º DEROGA DEC-LEY 7229/66.**

Dispone que todos aquellos establecimientos industriales que deseen instalarse en el territorio de la Provincia de Buenos Aires "deberán contar con el pertinente Certificado de Aptitud Ambiental como requisito obligatorio indispensable para que las autoridades municipales puedan conceder en uso de sus atribuciones legales las correspondientes habilitaciones industriales". Dicho instrumento jurídico es requisito obligatorio, previo al inicio de las obras o de cualquier tipo de actividad tendiente a la puesta en marcha del emprendimiento.

El Certificado de Aptitud Ambiental será expedido por la Autoridad de Aplicación que corresponda, previa Evaluación de Impacto Ambiental. En el caso de establecimientos de tercera categoría, la autoridad pertinente es el Organismo Provincial de Desarrollo Sostenible (OPDS), mientras que, para las instalaciones



de primera y segunda categoría, el certificado será otorgado por el mismo municipio.

El EIA deberá estar confeccionado y firmado por profesionales con incumbencia en las áreas específicas e inscripción actualizada en el Registro de Profesionales de la OPDS.

La reglamentación precisa las normas con exigencias y procedimientos de trámite teniendo en cuenta las categorías que en esta ley se desarrollan; fija también pautas para la ubicación de los establecimientos en dichas categorías en base al nivel de complejidad y a las consecuencias ambientales y sanitarias posibles, y entre las normas de procedimiento establece los requisitos de las solicitudes para su rápida ubicación por categorías y para la recepción completa de la documentación.

⊗ **Ley 15107 MODIFICA LA LEY Nº 11459 EL ARTÍCULO 11, DE CERTIFICADO DE APTITUD AMBIENTAL**

"Artículo 11: El Certificado de Aptitud Ambiental, tendrá una vigencia de cuatro (4) años.

El proceso de emisión del Certificado de Aptitud Ambiental comprenderá tres (3) fases integradas, conforme a la reglamentación que establezca la Autoridad de Aplicación:

- *(Fase 1) la clasificación del nivel de complejidad ambiental (CNCA) que determina la categoría del establecimiento industrial*
- *(fase 2) la autorización de construcción de las obras, que otorga la aptitud ambiental del proyecto de establecimiento.*

En la fase 2 de Evaluación, las categorías 1 y 2 deben continuar el trámite con el municipio y los establecimientos de categoría 3 en OPDS. Como requisitos en esta fase de evaluación ambiental, el municipio puede requerir a las empresas la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental y, en caso de que



corresponda, una serie de trámites en otros organismos, como ser en la ADA o el OPDS.

Luego de haber evaluado toda la documentación se otorga el Certificado de Aptitud Ambiental del Proyecto (CAAP), por el cual se autoriza la ejecución de obras y a través del cual se deja establecido en el caso de ser necesario, un Programa de Adecuaciones, Medidas para gestionar impactos ambientales negativos, entre otros requerimientos

- *(Fase 3) la autorización de funcionamiento de las actividades productivas del establecimiento, que verifica en el inicio de la puesta en marcha que se hayan cumplido las obras aprobadas o los condicionamientos establecidos. Asimismo, la autoridad de aplicación establecerá el proceso de reclasificación del nivel de complejidad ambiental que deberá cumplirse ante el supuesto de los cambios establecidos en el artículo 10, y, por otra parte, cómo se debe renovar el certificado de aptitud ambiental, antes de que caduque la vigencia del mismo.*

Se verifica el cumplimiento de lo declarado por la industria en la fase 2 y los requerimientos establecidos en el CAAP por la autoridad evaluadora. Esta fase concluye con la emisión del Certificado de Aptitud Ambiental (CAA), que tiene una vigencia de 4 años.

Los responsables de los establecimientos deberán cumplir con los permisos municipales y/o de otros organismos públicos requeridos conforme lo dispuesto por la normativa aplicable. Los establecimientos industriales en funcionamiento que no posean Certificado de Aptitud Ambiental, o bien ya haya caducado la vigencia de éste, tendrán un plazo máximo de doce (12) meses, a partir de la publicación de la presente para iniciar la gestión de su obtención. En caso de no cumplimiento, se considerará que el establecimiento opera de hecho en forma irregular, y será pasivo que se le apliquen las medidas establecidas por la presente ley."



FASE UNO: NIVEL DE COMPLEJIDAD AMBIENTAL (NCA)

El **NCA** tiene como objetivo categorizar al proyecto de acuerdo con el grado de potencialidad de producir un daño ambiental.

El Nivel de Complejidad Ambiental de un establecimiento industrial o de servicios deberá definirse por medio de La siguiente ecuación polinómica de cinco términos:

$$(NCA) = Ru + ER + RI + DI + LO$$

Donde:

N.C.A: Nivel de complejidad ambiental

ER: Efluentes y Residuos

Ru: Rubro

Ri: Riesgo

Di: Dimensionamiento

Lo: Localización

Según el valor que calculado del N.C.A el establecimiento será:

Hasta 11: Establecimientos de Primera Categoría

De 12 a 25: Establecimientos de Segunda Categoría

Mayor de 25: Establecimientos de Tercera Categoría

Ru: Rubro o Actividad

De acuerdo con la clasificación internacional de actividades (CIIU Revisión 3, apertura a 6 dígitos) y según se establece en el ANEXO I, se dividen en tres grupos con la siguiente escala de valores:



- Grupo 1 = valor 1

- Grupo 2 = valor 5

- Grupo 3 = valor 10

Ítem	Familia	Rubros comprendidos (Ru)		Grupo
		CIU	Descripción	
11	(CIU 23)	FABRICACION DE COQUE, PRODUCTOS DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO Y COMBUSTIBLE NUCLEAR		
11.1		231000	Fabricación de productos de hornos de coque	3
11.2		232000	Fabricación de productos de la refinación del petróleo	3

Por lo cual, dicha actividad corresponde al Grupo 3, el término rubro (Ru) posee un valor de 10 unidades para este grupo

#### ER: Efluentes y Residuos

La calidad (y en algún caso cantidad) de los efluentes y residuos que genere el establecimiento se clasifican como de tipo 0, 1, 2, 3 ó 4.

Esta se clasifica como tipo 3.

Tipo 3 = valor 4

- Gaseosos: gases de combustión como monóxido, dióxido de carbono, NOx y SOx que abandonan la chimenea del horno de calentamiento

- Líquidos: con residuos peligrosos, o que pudiesen generar residuos peligrosos. Que posean o deban poseer más de un tratamiento. Soluciones acuosas denominadas aguas ácidas que se generan como consecuencia de la inyección de agua en el proceso para disolver el ácido sulfhídrico y el amoníaco



- Sólidos y Semisólidos: que puedan contener sustancias peligrosas o pudiesen generar residuos peligrosos, con una generación mayor o igual a 100 (cien) kg pero menor a 500 (quinientos) kg de masa de residuos peligrosos por mes — promedio anual—. En este caso, el catalizador agotado.

#### Di: Dimensionamiento

La dimensión del establecimiento tendrá en cuenta la dotación de personal, la potencia instalada y la superficie.

- Cantidad de personal: hasta 15 personas = valor 0; entre 16 y 50 personas = valor 1; entre 51 y 150 personas = valor 2; entre 151 y 500 personas = valor 3; más de 500 personas = valor 4.

La cantidad de personal que trabajará será de hasta 15 personas en total (lo que se corresponde con un valor igual a 0 en el presente término).

- Potencia instalada (en HP): Hasta 25: adopta el valor 0; De 26 a 100: adopta el valor 1; De 101 a 500: adopta el valor 2; Mayor de 500: adopta el valor 3.

En este caso la potencia consumida será mayor de 500 HP, ya que se cuenta con el compresor de reciclado que tiene una potencia consumida de 500 HP aproximadamente, más las diferentes bombas utilizadas en el proceso como la bomba de carga, bomba de reflujo, bomba reboiler, bombas booster, etc. Por lo tanto, el valor es 3

- Relación entre Superficie cubierta y Superficie total: Hasta 0,2: adopta el valor 0; De 0,21 hasta 0,5 adopta el valor 1; De 0,51 a 0,81 adopta el valor 2; De 0,81 a 1,0 adopta el valor 3.

En este caso la relación entre Superficie cubierta y Superficie total, posee un valor entre 0.51-0.81, el valor será de 2 punto.

Finalmente, el término dimensionamiento (Di) será de 5 unidades.



Ri: Riesgo.

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

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

Una vez instalada la unidad, se pueden dar todos los riesgos mencionados anteriormente por lo que el término riesgo (Ri) tendrá un valor de 5 unidades.

Lo: Localización.

La localización del establecimiento tendrá en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura de servicios que posee.

- Zona: Parque industrial = valor 0; Industrial Exclusiva y Rural = valor 1; el resto de las zonas = valor 2.
- Infraestructura de servicios: Agua, Cloaca, Luz, Gas. Por la carencia de cada uno de ellos se asigna 0,5.

Como la unidad se encuentra dentro del Complejo Industrial Ensenada, y esta se encuentra dentro de un parque industrial se le sumará 1 unidad al término



localización y según lo analizado se contaría con los siguientes servicios: agua, luz y gas, no así cloaca.

Por lo tanto, el término será igual a 1,5.

De acuerdo con los valores del NCA que arrojen las combinaciones de variables establecidas, las industrias y actividades de servicio se clasificarán, con respecto a su riesgo ambiental, en:

1. PRIMERA CATEGORIA (hasta 11 puntos inclusive)
2. SEGUNDA CATEGORIA (12 a 25 puntos inclusive)
3. TERCERA CATEGORIA (mayor de 25)

Conociendo los puntajes:

$$NCA = Ru + ER + RI + Di + Lo$$

$$NCA = 10 + 4 + 5 + 5 + 1.5$$

$$NCA = 25.5$$

Como el valor del NCA es mayor de 25, el proyecto encuadra en establecimientos de **Tercera Categoría**

Acorde a lo establecido por Art. 40 y concordantes del Decreto N°1741/96 Reglamentario de la Ley N° 11.459, surge que la ZONA resulta APTA para el emplazamiento del proyecto.

### FASE DOS: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Es un procedimiento técnico- administrativo previsto de la Ley N° 25675 General del Ambiente con carácter preventivo, permitiendo una toma de decisión informada por parte de la autoridad ambiental competente respecto de la viabilidad ambiental de un proyecto y su gestión ambiental.



Se expide a través del **Certificado de Aptitud Ambiental (CAA)**.

El documento técnico central de la EIA es el **Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)**, el cual se realizará sobre todas las actividades que ejecutará la planta, en sus instalaciones desde el inicio del proyecto al abandono de las instalaciones. Sus principales objetivos son:

- I. Determinar la viabilidad ambiental de un proyecto a través de una toma de decisión informada.
- II. Promover la transparencia y la participación pública en el proceso de planificación y toma de decisiones.
- III. Propiciar la prevención y adecuada gestión de los potenciales impactos ambientales y sociales asociados a determinados proyectos.

El EsIA contiene:

**a- Descripción del Proyecto y de su ámbito de influencia.**

Alcance: Apartado 2

Localización: Apartado 4.1 y 4.3

Tecnología: Apartado 5

Estudio del clima: Apartado 4.4

Estudio del suelo: Apartado 4.5

**b- Identificación y evaluación de impactos:**

Derivado de la evaluación de impactos se deben proponer medidas, desarrolladas en un Plan de Mitigación (también llamado Plan de Manejo) destinadas a:

- Promover aspectos positivos



---

- Atenuar los aspectos negativos y evitarlos siempre que sea posible.

Descripción de impactos por tipologías



EMISIONES GASEOSAS

	VENTEOS DE EMERGENCIA	FUENTES DE COMBUSTION Y ANTORCHA	EMISIONES FUGITIVAS	TANQUES DE ALMACENAMIENTO
<p>Producto de la operación de la refinería se pueden identificar cuatro grandes grupos de emisiones gaseosas a la atmósfera:</p>	<p>Durante venteos de emergencia y descargas de válvulas de seguridad se emiten inevitablemente hidrocarburos de petróleo. Durante el normal funcionamiento de la planta estos gases son colectados e inyectados en la red de antorcha y no a la atmósfera. Sin embargo, puede ser necesario la realización de venteos de emergencia descargado el gas directamente a la atmósfera. En este sentido, el Banco Mundial (2007) establece que el venteo de emergencia solo está permitido en situaciones específicas donde la quema de la corriente de gas no sea posible, basado en un análisis de riesgo y con el objetivo de asegurar la integridad del sistema.</p>	<p>Incluye los gases provenientes de los hornos de proceso, calderas, incineradores y de la antorcha. - Óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>), genéricamente llamados SOX - Óxidos de nitrógeno (NO, NO<sub>2</sub>) llamados NOX - Óxidos de carbono (CO<sub>2</sub>, CO) - Productos de combustión incompleta, humo, hollín, hidrocarburos parcialmente oxidados y material particulado. Se considera que la combustión será completa. Al respecto, es importante mencionar que las unidades de proceso fueron diseñadas para que todos los contaminantes en los efluentes gaseosos de chimeneas de hornos, calderas e incinerados, inclusive la antorcha, estén por debajo de las recomendaciones del Banco Mundial</p>	<p>Se denominan así a aquellas emisiones mínimas que se originan en pérdidas debido a falta de estanqueidad en equipos y sistemas de transporte de fluidos, tales como bombas y compresores, y componentes asociados a las cañerías, como válvulas, bridas o acoples, drenajes de procesos, torres de enfriamiento y separadores de agua e hidrocarburos. Las pérdidas por falta de estanqueidad a través de válvulas de seguridad también caen dentro de esta clasificación. El Banco Mundial (2007) establece que dependiendo del esquema de la refinería, las emisiones fugitivas pueden incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrógeno</li> <li>- Metano</li> <li>- Compuesto Orgánicos Volátiles (VOC's)</li> <li>- Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH) y otros compuestos orgánicos semivolátiles</li> <li>- Gases Inorgánicos, incluidos sulfuro de hidrógeno, amoníaco, CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, entre otros.</li> </ul>	<p>Salvo los gases de petróleo, los combustibles almacenados se encuentran en estado líquido a presión atmosférica y temperatura ambiente. Sin embargo, una proporción de dichos líquidos pasa a la fase gaseosa durante el almacenamiento a temperatura ambiente, hasta alcanzar el equilibrio dinámico entre la fase líquida y la fase vapor. Cuanto menor es el punto de ebullición y mayor la presión de vapor (mayor volatilidad) del líquido almacenado más fácilmente pasa el mismo a la fase gaseosa, el cual eventualmente puede pasar a la atmósfera.</p>



EFLUENTES LIQUIDOS	
Una Planta de Tratamiento de Efluentes líquidos que tratara las siguientes corrientes:	<i>Agua strippeada</i>
	proveniente de la Unidad de Tratamiento de Agua Agria
	<i>Agua de lavado y agua de lluvia contaminada con hidrocarburo</i>
	este efluente proviene de los drenajes de sectores donde el agua de lluvia pueda arrastrar restos de hidrocarburos (playa de tanques, zona de cargadero de camiones, área de procesos, entre otras) y el agua general de lavado de planta.
	<i>Agua de proceso</i>
	Líquido proveniente de los sistemas de purgas en las unidades de proceso y tanques
	<i>Efluentes Sanitarios</i>
estos efluentes refieren al propio de la ocupación de personal para la etapa de operación y se caracterizan especialmente por su carga orgánica.	
<i>Purgas de calderas y torre de enfriamiento</i>	
Gran porcentaje del total de agua utilizado es reusado, así, el condensado de vapor se trata y recicla para producirlo nuevamente. Del mismo modo el agua de enfriamiento recircula a través de torres. No obstante esto una pequeña porción de agua se pierde como purga y debe ser debidamente tratada. Esta se caracteriza por su carga orgánica.	

RESIDUOS SOLIDOS Y SEMISOLIDOS
Los residuos considerados peligrosos incluyen:
Los <i>BARROS</i> producidos en el Tratamiento de líquidos serán enviados a Disposición final por terceros. La cantidad de barros será:
* Barros con hidrocarburos
* Barros biológicos
<i>CATALIZADORES</i> utilizados en los diferentes procesos catalíticos. Estos deben ser reemplazados después de un periodo de agotamiento de la actividad
<i>OTROS RESIDUOS</i> : Estos pueden incluir solventes, filtros, aminos usadas, desechos con sulfuro de hidrogeno y sulfuro de carbonilo, filtros de carbón activado, entre otros. Estos se van a enviar a disposición final por empresas registradas.
<i>RESIDUOS ASIMILABLES A DOMICILIARIOS</i> : Estos serán retirados por camión municipal colector de residuos domiciliarios
<i>CÁUSTICOS AGOTADOS</i> : se vende a las fábricas de papel



## RUIDO

La generación de ruido está asociada principalmente a maquinarias de porte (compresores y turbinas, bombas, motores eléctricos, refrigeradores por aire, etc.) y flujo de gases y vapores a través de conductos. En ciertos casos son conductos cerrados que transportan fluidos dentro de la planta y, en otros, se trata de conductos abiertos a la atmósfera como chimeneas, venteos y antorchas de combustión.

### c- Mitigación

DE FORMA PREVENTIVA:

*Efluentes líquidos:* La Refinería como Química cuenta con un punto de vuelco autorizado por el ADA sobre el canal Oeste. El punto de vuelco de la Refinería se encuentra en Mayor Conversión en la calle Perimetral Oeste y calle 65 donde se vuelca la salida del tratamiento de MC.

La resolución 336 del año 2003 de la Provincia de Buenos Aires establece parámetros legales para monitorear esta corriente. El Laboratorio realiza análisis cada 12 hs (08:00-20:00) todos los días y en caso de estar purgando alguna balsa se realiza cada 4 hs.

El departamento de Medio Ambiente CIE realiza seguimientos por medio de laboratorios externos.



Propiedades	Método	Target operativo	Rango o valor (máx. o mín.)
HC	ASTM D 3921	< 15 ppm	<30 ppm
Sulfuros	SM 4500 S D*	< 0,5 ppm	<1 ppm
Fenoles	ASTM D 1783	< 0,3 ppm	<0,5 ppm
NH3	SM 4500 NH3-D*	< 5 ppm	<25 ppm
DQO	SM 5220 D *	< 200 ppm	<250 ppm
DBO	SM 4500 B *	< 30 ppm	<50 ppm
Cl libre	SM 4500 Cl- G *		<0,5 ppm
PH	ASTM D 1293		> 6,5 - a < 10
Sólidos Sedimentación	SM 2540 F *		10 minutos Ausentes **
Sólidos Sedimentación	SM 2540 F *		2 Horas <1 mg/l
Temp.	SM 2550 B		< 45C

*Efluentes gaseosos:* Se realiza el monitoreo de las emisiones gaseosas originadas en los hornos y calderas, la información se visualiza a través de: Analizadores continuos y en Campaña que realiza el Laboratorio Central en CILP en aquellos hornos que no tienen analizadores continuos se muestrean 2 veces por mes y se cuantifica: O<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>.

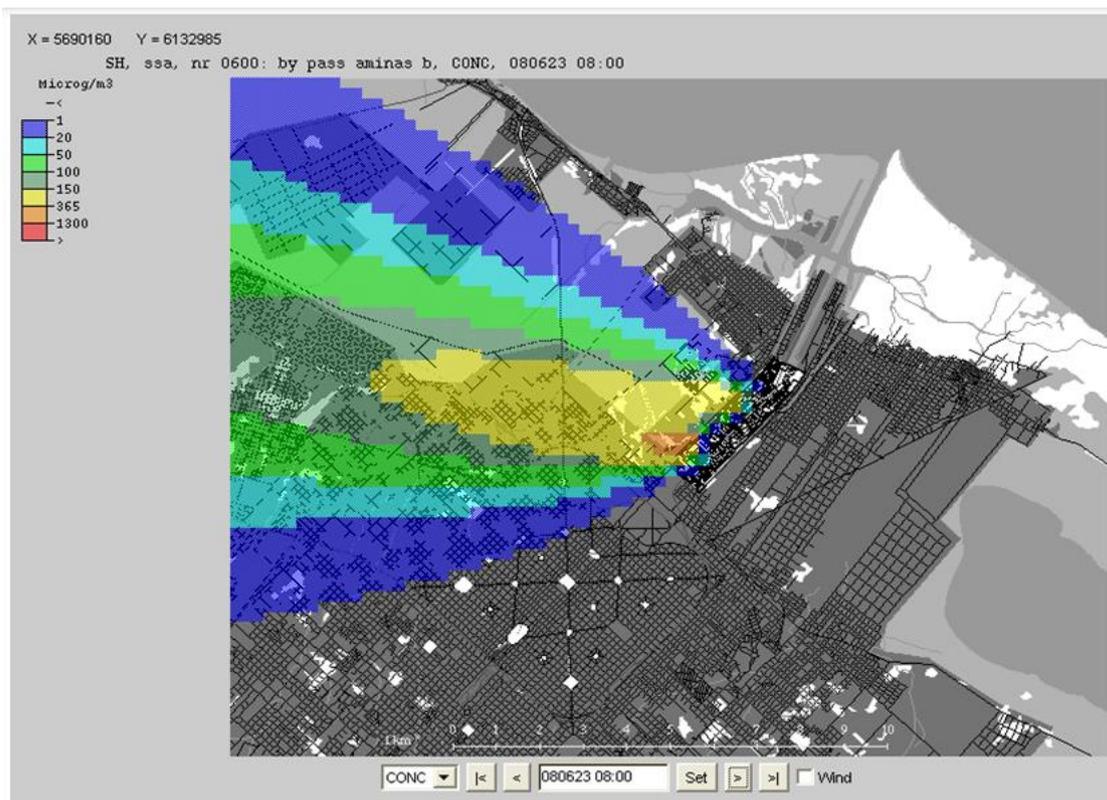
Campaña realizada por laboratorio externo (protocolizada) según CAA y CEG. Se cuantifica: MP10 (mg/Nm<sup>3</sup>), SO<sub>2</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>), CO (mg/Nm<sup>3</sup>), CO<sub>2</sub> (%), NO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>) y O<sub>2</sub> (%).

El decreto 3395/96 de la Provincia de Buenos Aires. Anexo III y IV establece los niveles guía de los contaminantes.

Contaminante	Valores promedio en 1 hs (mg/m <sup>3</sup> )	
	Fuel oil	Gas Residual
MONOXIDO DE CARBONO (CO)	175	100
OXIDOS DE NITROGENO (NO <sub>x</sub> )	450	450
DIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> )	500	500
MATERIAL PARTICULADO TOTAL	250	250



Para el seguimiento de las emisiones se utiliza, a parte de los analizadores On-line, el programa AIRVIRO que representa la pluma de dispersión de los gases de combustión de todos los ductos de la refinería, incluyendo las antorchas.



#### d- Monitoreo

Deben tenerse en cuenta temas como: el Marco político, legal e institucional; la Participación ciudadana y de otras agencias.

#### 8.4. Plan de Contingencia- Plan de respuesta a Emergencias (PRE)

El estudio de impacto ambiental es una herramienta para la toma de decisiones enfocada a prevenir, mitigar y/o compensar los impactos significativos negativos, o riesgos altos o inaceptables.

Se detallará también un Plan de respuesta a Emergencias (PRE); el cual en cumplimiento con la Ley 13.660/49, Ley 19.857 y la Res. 342/93 delimita tanto



los procedimientos, estrategias y organización del personal como la asignación de responsabilidades y recursos ante la situación de una emergencia con el fin de:

- Identificar los riesgos de ocurrencia de emergencias.
- Brindar elementos necesarios para la toma de decisiones.
- Controlar, combatir y responder eficazmente ante cualquier emergencia.
- Evitar o reducir los impactos adversos sobre las personas y entidades involucradas.
- Minimizar los daños y pérdidas materiales.
- Comunicar rápida y efectivamente los eventos a personas y entidades involucradas.
- Generar conciencia y crear compromisos de cooperación de todos los que forman parte del equipo de trabajo, tanto del personal de la empresa, como contratistas.

Este PRE deberá ser puesto en funcionamiento cada vez que un incidente o evento pueda poner en peligro la identidad de las personas, los recursos naturales o las instalaciones.

El plan aplica para todo el personal involucrado en las operaciones de la empresa y las actividades relacionadas con la misma, así como también a supervisores, contratistas y subcontratistas que tenga relación con las operaciones referidas al área operativa.

a) Etapa de actuación del PAE

Se identifican al menos tres etapas ordenadas de manera consecutiva:

- 1- Actuación Preliminar.
- 2- Actuación en la Emergencia.
- 3- Actuación para la Recuperación.



1- Actuación preliminar

<b>Actuación Preliminar:</b> Acciones previas a la emergencia se pueden dividir en:		
<b>Determinar escenarios</b>	Para su planificación	Utilizando como base la información provista por el área de Seguridad de Procesos, Seguridad Operativa, propia u otras áreas de interés.
<b>Programas de prevención</b>	Permite reducir las Consecuencias, la Exposición y/o Probabilidad de ocurrencia de incidentes y/o emergencias	Fichas de Riesgo, Procedimientos Generales de emergencia (PRODONES), Procedimientos de Pre y Post Puesta en Marcha, Preplanning, Permisos de Trabajo, Planes de Formación del Personal.
<b>Recopilación de documentación</b>	Para la elaboración del Plan de Actuación	Fichas de datos de seguridad de productos e insumos, Resultados de análisis de Riesgos( Seguridad Operativa), planos del sistema de agua contra incendio
<b>Disponibilidad de las instalaciones, equipos, defensas, personal y demás recursos necesarios</b>	Para asegurar la respuesta adecuada ante las emergencias	Sistemas automatizados de detección, alarma y respuesta ante la emergencia, Sistemas de guardias pasivas del personal para cubrir las emergencias en horarios y días inhábiles (Guardia Semanal), Capacidad, funcionamiento y cantidad de equipos fijos y móviles para combate y extinción de incendios distribuidos en puntos estratégicos
<b>Cadenas de mando</b>	Cada uno realiza diferentes tareas ya sea en situación de emergencia como en situación de crisis	

YPF cuenta con 2 Salas equipadas para el funcionamiento del Comité de Crisis (Refinería y Química). Estas contienen equipos útiles para actuar ante un eventual incidente que trascienda los límites del Complejo

**Roles química:**



ROLES QUIMICA		
1°	<b>JEFE DE TURNO (ZONA COMANDO)</b>	Tiene la misión de administrar la situación de emergencia, asistiendo en la coordinación de la estrategia de intervención para neutralizar el peligro existente
2°	<b>BRIGADAS DE EMERGENCIA</b>	constituye la primera línea de defensa activa durante el desarrollo de una emergencia. Integrantes: 1° intervención: Guardia de Emergencias CIE / 2° Intervención: Brigadista de Planta / 3° Intervención: Guardia de Emergencia CILP
3°	<b>SUPERVISOR GUARDIA DE EMERGENCIAS</b>	Tiene la misión de comandar la táctica operativa de control y ataque del siniestro, dentro de la estrategia establecida en los preplanning y prodones del complejo.
4°	<b>SALUD OCUPACIONAL</b>	Es responsable de brindar el apoyo logístico y operativo necesario, para la atención de heridos, dedicándose al suministro de medicamentos, agua y vehículos de transporte de emergencia necesarios. En la emergencia depende del Jefe de la Zona de comando (Jefe de Turno CIE).
5°	<b>SERVICIOS GENERALES</b>	Este grupo tiene la función de proveer los recursos necesarios (sistemas de iluminación, maquinaria, alimentos, ropa, etc) como así también Coordinar la administración de los servicios de planta (vapor, aire, energía eléctrica, etc) durante el desarrollo de una emergencia
6°	<b>SEGURIDAD FISICA</b>	Será el grupo encargado de controlar el ingreso y egreso, tanto de personas como vehículos, a la planta restringiendo el paso a todos aquellos que no cumplan una misión específica durante la emergencia
7°	<b>COMITÉ NIVEL AMARILLO</b>	El Comité de Crisis es la instancia máxima en la tarea de coordinar y gestionar el desarrollo de una emergencia, para retomar la iniciativa del negocio lo más pronto posible, con un mínimo de pérdidas y daños
8°	<b>EQUIPOS DE EVACUACIÓN</b>	Tiene una de las funciones más importantes para la salvaguarda de vidas dentro de la planta industrial. Su misión es la de dirigir a los ocupantes (estables y transitorios) de la planta a un lugar suficientemente seguro indicado como LUGAR DE REUNION en caso de evacuación
9°	<b>CONTRATISTAS</b>	No cumplen funciones en la emergencia, excepto las que asignen a través de la coordinación de Mantenimiento en Servicios Generales.
10°	<b>OPERADOR DE COMUNICACIONES</b>	Tiene la función de poner en marcha el programa de comunicaciones para emergencias, como así también de brindar toda la asistencia que le sea requerida, en materia de comunicaciones.
11°	<b>RECURSOS HUMANOS</b>	Tiene la función de poner en marcha la asistencia de todos los recursos necesarios requeridos desde la zona de la emergencia y el Comité.
12°	<b>SUPERVISOR AREA AFECTADA</b>	Tiene la misión de comandar la táctica operativa de la unidad en emergencia para neutralizar el siniestro. Dentro de la estrategia establecida por el Jefe de la zona de comando es el supervisor del Departamento del Área afectada o su inmediato superior (relevo natural)
13°	<b>GERENCIA DE ASUNTOS EXTERNOS</b>	Tiene la función de administrar la comunicación de la situación y la relación institucional con autoridades, medios o instituciones.
14°	<b>JEFE DE GRUPO DE ATAQUE</b>	En caso de siniestro y, en función de los sistemas de comunicación y organización de cada lugar, tomar el mando para el control de la emergencia, concurrir al lugar donde se produjo y tomar el mando activamente en el combate de la emergencia, actuando como coordinador del equipo a cargo del Supervisor o los Líderes de los equipos de ayuda externa. Se comunica e interactúa con la Jefatura a cargo para administrar la logística y los recursos para el control de la emergencia
15°	<b>JEFE DE EMERGENCIAS EN LA ESCENA</b>	Tiene la misión de administrar las actuaciones en la situación de emergencia. Actúa en la Zona de Apoyo



❖ PREPLANING:

De acuerdo con lo mencionado en el Análisis Preliminar del PAE, se cuenta con el Preplanning, el cual da información de referencia sobre el Platforming en el CILP

N°	PREPLANING REFINERIA
82	PLATFORMING: Fuga de producto, derrame e incendio en envío de la bomba de reboiler J-1911
83	PLATFORMING: Fuga de producto en brida de intercambiador E-1911
84	PLATFORMING: Fuga en brida del envío del compresor Hitachi JC-1913 T
85	PLATFORMING: Fuga de producto, derrame e incendio en interior del horno B-1903
86	PLATFORMING: Fuga de producto, derrame e incendio en aéreo JV-1906
87	PLATFORMING: Dispersión de nube tóxica de sulfuro de hidrógeno (gas sulfhídrico) en separador F-1903
88	PLATFORMING: Fisura en el envío del compresor JC-1914
89	PLATFORMING: Fuga de producto, derrame e incendio en el tanque TK-6109

Ejemplo: Dispersión de nube tóxica de sulfuro de hidrógeno

Tal procedimiento está asociado al preplanning N° 87 del procedimiento PAE\_ - 00x00x (plan de actuación ante emergencias) que se aplicará para mitigar el posible escenario



Item	Equipos a utilizar	Ubicación	Acción a tomar	Caudal (l/min)
0	<b>EVACUACIÓN</b> Dar aviso a personal propio (Platforming Unifining) y de unidades vecinas (Isomerización, HTNC,) del riesgo de presencia de nube tóxica, para proceder a la evacuación de acuerdo a los siguientes pasos (solicitar el corte de las calles 17, 18 y 10). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislar el área de derrame, a la redonda, por lo menos 215 metros</li> <li>• Proteger a las personas en la dirección del viento durante 45 m (día) ó 120 m (noche)</li> <li>• Permanecer en la dirección del viento</li> <li>• Mantenerse alejado de las zonas bajas</li> <li>• Ventilar los espacios cerrados antes de entrar</li> <li>• 1ros. Auxilios: NO USAR el método de respiración boca a boca; proporcionar respiración artificial con ayuda de máscara de bolsillo.</li> </ul> <b>CONTROL DE LA NUBE</b> Para grandes fugas como la planteada en esta hipótesis, utilizar niebla para mitigar la nube. Seguir los pasos indicados a continuación:			
0	La primera acción a tomar será, en lo posible, bloquear el equipo siniestrado con los elementos de seguridad correspondientes para dicho incidente. Si no se puede, proceder conforme a los pasos siguientes.			
1	Dos monitores de piso	Pasillo central de bombas, frente a J-1910 y J-1902	Direccionar hacia punto de fuga. Mitigar	4.800
2	Monitor de piso	Sobre calle 17	Direccionar hacia punto de fuga. Mitigar	2.400
3	Autobomba Ford Cargo 6 mangueras 2½" 4 mangueras 1½" 4 lanzas niebla 1½" 2 lanzas pantalla 2½" Equipos autónomos protección nivel A	Estacionar sobre calle 17, detrás de los intercambiadores.	Armar dos tronqueras desde toma hidrante ubicado sobre calle 17 e ingresar a zona de fuga con 4 líneas de 1½" para mitigar la nube (con protección Nivel A). Proceder a maniobra de bloqueo. Coordinar con otro grupo el armado de 2 lanzas pantalla desde tomas hidrantes ubicadas bajo patio de bombas. Desde el lugar de la pérdida establecer la zona caliente para el armado de la descontaminación y la necesidad de equipo de apoyo.	3.800
4	Autobomba Internacional 2 mangueras 2½" 2 mangueras 1½" 2 lanzas niebla 1½" Pileta descontaminación Equipos autónomos	Estacionar en calle 10 y acceso a planta (calle 17)	Armar desde hidrantes patio de bombas una tronquera para reforzar la mitigación, con dos líneas de 1½". Pedir equipos de protección nivel A ( e la guardia de Emergencia) para apoyo del personal interviniente en el punto anterior. Armar pileta y ducha de descontaminación sobre calle 10 esquina calle 17 con trajes de protección Nivel B. Prever el suministro de tubos de aire, de ser cesario.	3.400
5	Una vez controlado el evento se deberá mantener refrigerada la zona siniestrada.			



<i>Índice</i>	<i>Efectos a personas</i>
<b>ERPG2</b>	Concentración máxima en el aire por debajo de la cual casi todos los individuos podrían estar expuestos hasta una hora sin experimentar o desarrollar efectos o síntomas graves que pudiesen imposibilitarlas a que tomen medidas de protección.
<b>ERPG1</b>	Concentración máxima en el aire por debajo de la cual casi todos los individuos podrían estar expuestos hasta una hora experimentando sólo efectos adversos leves y transitorios o percibiendo un olor claramente definido.

- ❖ PRODON (Procedimiento General de Emergencia)



DARDO DE FUEGO (Jet Fire)	QUIMICA
COMUNICACIÓN DURANTE LA EMERGENCIA	<p>La Situación de Emergencia se comunica por Canal Supervisor, luego pasar a Canal Jefe de Turno</p> <p>Evaluar la necesidad de convocar al Comité Nivel Amarillo</p>
RESCATE DE PERSONAS	<p>Usar trajes de protección térmica</p> <p>No afrontar riesgos indebidos</p> <p>Cuando sea necesario usar agua pulverizada como protección para efectuar rescates</p> <p>No prestar los primeros auxilios en el área de peligro</p> <p>Dar intervención al Servicio Médico</p>
POSICIONAMIENTO	<p>Identificar la dirección y magnitud de la llama para determinar la distancia de posicionamiento de los Grupos de Acción en la Zonas Caliente, Tibia y Fría. Se debe acceder desde "aguas arriba" de la fuga a favor del viento, respetando las distancias establecidas para la zonificación de la emergencia</p> <p>Delimitar las zonas con conos o vallas</p> <p><b>ZONA CALIENTE</b></p> <p>Sólo personal experimentado protegido con traje de penetración al fuego y con lanza de agua y por periodos cortos de exposición</p> <p><b>ZONA TIBIA</b></p> <p>Personal con equipo protegido con traje de aproximación al fuego</p> <p><b>ZONA FRÍA</b></p> <p>Lugar de ubicación del JEFE DE BRIGADA debidamente protegido y demás grupos de Acción</p>
REFRIGERACIÓN DE EQUIPOS	<p>Habilitar los monitores e hidrantes ubicados en zonas seguras</p> <p>Disponer de los equipos móviles de ataque (autobombas- monitores móviles) en forma lateral a la llama respetando la zona caliente de planificación</p> <p>Refrigerar el equipo involucrado con chorros de agua hasta después de que el fuego se haya extinguido</p> <p>Refrigerar los equipos más cercanos al fuego, priorizando los que estén a alta presión y los que contengan sustancias inflamables</p> <p>Abrir los rociadores de los equipos adyacentes para producir su enfriamiento preventivo</p>
DETENER LA FUGA	<p>Por cierre de válvula del equipo</p> <p>Por taponamiento de la fuga</p> <p>Desvío de flujo o parada de emergencia de la(s) unidad(es) afectada(s)</p>
AYUDA EXTERNA	<p>Desde el Sistema de Comando de Incidentes se evalúa si se dispone de los medios suficientes para controlar el siniestro, y en caso contrario el Jefe de Turno CIE solicitar ayuda Externa</p> <p>Por medio del trunking 28525.</p> <p>Por medio de Bomberos de Refinería por la frecuencia de IAPG-PREIC.</p>
PLAN DE EVACUACIÓN	<p>En caso necesario activar el Plan de Evacuación a través del Canal Jefe de turno indicando la ruta de evacuación y punto de reunión fijo y/o aleatorio según el incidente. Teniendo en cuenta la cantidad de personas y vehículos a evacuar.</p>
MEDIO AMBIENTE	<p>Evaluar la afectación al medio ambiente (suelo, subsuelo, napas de agua) y reacondicionar la superficie del terreno afectado a fin de evitar futuras acumulaciones de agua o producto como consecuencia de emergencias, lográndose así que la zona afectada vuelva a su estado de conservación inicial</p>
FIN DE LA EMERGENCIA	<p>Determinar la finalización de la situación de Emergencia, tras comprobar que ya no existe:</p> <p>Incendios, Explosiones y Consecuencias en los procesos productivos, teniendo en cuenta la continuidad del negocio.</p> <p>Comunicar por la frecuencia Jefe de Turno CIE el fin de la emergencia, reforzando el mensaje mediante el Trunking al resto del complejo.</p>



❖ Esquema de PUESTA EN MARCHA.

La unidad de Prefraccionamiento y Unifining, son unidades que preparan la carga a Platforming, mientras que ésta última aporta el Hidrógeno necesario para el funcionamiento de la Unidad de Unifining, por lo tanto la PEM se evaluará en conjunto.

Las instrucciones siguientes corresponden a un paro completo, como el que originaría el cambio de catalizador y la inspección total de la Planta

Como el poner en marcha simultáneamente las secciones de Unifining y Platforming requeriría una gran cantidad de hidrógeno, es conveniente demorar la puesta en marcha de la sección Unifining hasta que pase carga por el Platforming y comience en esta sección la producción de hidrógeno. Debe hacerse todo lo posible para hacer mínimo el lapso entre la entrada de la carga a la Planta y la puesta en marcha de Unifining.

Se cuenta con Corte Corazón sin hidrogenar proveniente del acumulador F-2202 suficiente para alimentar a la sección Platforming hasta que se tenga producto proveniente de Unifining.

Las instrucciones detalladas se dividen en etapas o secciones. La oportunidad para efectuar algunas maniobras es un asunto de conveniencia, mientras unas deben seguir una secuencia fija, ciertas maniobras pueden o deben ser realizadas simultáneamente.

1. Preparar la Unidad para la carga.
2. Poner en marcha Unidad de Platforming
3. Evacuar el sistema del reactor de Unifining y purgar con hidrógeno.
4. Presurizar el sistema del reactor de Unifining con hidrógeno y establecer circulación de gas por la sección.
5. Calentar el sistema del reactor de Unifining y hacer entrar la carga al reactor.
6. Poner en operación el separador y el stripper de Unifining.



7. Presulfurizar el catalizador del reactor de Unifining.
8. Aumentar la carga hasta el valor establecido

❖ Esquema Paro Normal

Hay que informar al encargado de Turno y a las otras Plantas (y Usina) que están relacionadas con la de Unifining - Platforming. Los cambios en la composición del gas, en el consumo de vapor, etc., pueden afectar a las otras plantas.

Los bomberos y otras personas que por sus tareas están vinculadas con el movimiento de productos, también deberán ser informadas del paro que se va a hacer.

Las instrucciones que se dan a continuación se han dividido en secciones siguiendo la secuencia de las maniobras.

1. Informar al encargado de Turno y a las otras Plantas que se va a efectuar el paro.
2. Bajar las temperaturas y las cargas de los hornos.
3. Parar la sección de Unifining.
4. Cortar la carga a los reactores de Platforming.
5. Sacar de servicio el separador de Platforming y el compresor booster JC-1914 A/B de Unifining.
6. Apagar todos los quemadores de los hornos de carga a Platforming.
7. Recircular para enfriamiento de los equipos fijando el régimen.
8. Sacar de circuito el equipo de fraccionamiento.
9. Parar el compresor de gas de reciclo de Platforming.
10. Depresionar y purgar los sistemas de reactores de la Unidad.



---

## 2- Actuación en la emergencia

Es la respuesta ante la emergencia y comprende tanto aspectos organizacionales como operativos para realizar acciones de contención, evacuación, control, etc.

Se definen tres niveles de actuación con diferentes grados de respuesta y de grupos de actuación (Clasificación de Severidad de Incidentes):



NIVEL DE ACTUACIÓN	DESCRIPCION	ACTÚA
<b>VERDE</b>	Incidentes MASS de Nivel Menor y relevante. No generan interés en periodistas, vecinos, asociaciones o autoridades locales, mas allá de lo rutinario de estos casos como por ejemplo notificaciones regulares de incidentes	Grupo de Ataque
<b>AMARILLO</b>	Incidentes MASS de Nivel Mayor/Relevante. Generan interés en periodistas, vecinos, asociaciones o autoridades locales, mas allá de lo rutinario de estos casos. Incluye interrupción del negocio por escenarios tales como sabotaje, perdida de una instalación de proceso clave, falta de insumos críticos, acciones gremiales locales u otras de que se entiendan como de importancia o relevantes para el negocio. Este comité puede ser convocado por el director del negocio sin que los puntos anteriores se hayan cumplido	Grupo de Ataque, Grupo de Respuesta, Comité Nivel Amarillo
<b>ROJO</b>	Incidentes MASS de Nivel Crítico. Generan interés en periodistas, vecinos, asociaciones o autoridades nacionales. Incluye interrupción del negocio por escenarios tales como sabotaje, perdida de una instalación de proceso clave, falta de insumos críticos, acciones gremiales locales u otras de que se entiendan como de importancia o relevantes para la compañía. Este comité puede ser convocado por el director ejecutivo del negocio sin que los puntos anteriores se hayan cumplido	Grupo de Ataque, Grupo de Respuesta, Comité Nivel Amarillo, Comité Nivel Rojo

En todo momento deben estar claramente identificados los actores



Puesto	Titular	Suplente
<b>Jefe de Grupo de Ataque</b>	Coordinador de Emergencias	Supervisor de Guardia de Emergencias
<b>Jefe de Grupo de Respuesta</b>	Jefe de Emergencias	Coordinador de Emergencias
<b>Grupo de Apoyo</b>	Jefe de Turno	Supervisor de Operaciones / Coordinador o Jefe de Planta
<b>Director de Comité Amarillo</b>	Gerente CILP	Gerente Producción

#### ❖ DESARROLLO DE UNA EMERGENCIA

Desde que se produce la interrupción de la actividad normal debido a la existencia de un hecho eventual e inesperado, que pueda causar daños futuros (o ya concretados), hasta que se restablece la situación normal, el evento, puede atravesar diferentes *Estados de Situación*, los cuales se detallan en el siguiente Cuadro:



ESTADO DE SITUACION	DESCRIPCION	ACCIONES
<b>ALERTA</b>	Alteración de la actividad normal como consecuencia de un evento inesperado no evaluado, que puede dar origen a una emergencia.	Se inicia el ciclo de pre-intervención y se activan los mecanismos para confirmar los datos y evaluar la gravedad de la Alerta.
		Puede llegar a desencadenar en dos situaciones:
		<b>-Falsa alarma:</b> toda la actividad vuelve a su situación normal.
		<b>-Emergencia</b>
<b>EMERGENCIA</b>	Alteración de la actividad normal como consecuencia de un evento inesperado, que puede resultar en un daño futuro o ya concretado.	Se inicia el ciclo de pre-intervención y se activan los mecanismos para confirmar los datos y evaluar la gravedad de la emergencia.
		Requiere:
		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Convocar a los grupos para emergencia</li> <li>✓ Avisar e informar</li> </ul>
	Es imprescindible la evaluación rápida de las características del evento y sus consecuencias inmediatas, para activar el o los procedimientos que permitan neutralizar el riesgo y/o minimizar los daños resultantes, tanto a personas, bienes como así también al medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluar situación para determinar las acciones a seguir.</li> <li>✓ Coordinación de acciones conjuntas con referentes del sitio de la emergencia.</li> <li>✓ Establecer la <b>zona de intervención</b> (toda <b>maniobra u acción</b> en dicha zona debe ser <b>coordinada con el Jefe del grupo de ataque</b>)</li> <li>✓ Decidir si existe una situación de crisis</li> </ul>
		Conforme la velocidad de desarrollo, complejidad y consecuencias conocidas o previsibles, se establece el nivel de respuesta adecuado.
		Requiere:
		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Controlar y neutralizar el peligro existente o potencial (con o sin ayuda externa)</li> <li>✓ Brindar Asistencia Médica</li> <li>✓ Evacuar personas.</li> <li>✓ Informar (Comunidad, medio de difusión, etc.).</li> </ul>
<b>CRISIS</b>	Ha ocurrido una situación irreversible que crea peligro común. Conforme a los procedimientos, se evalúa la magnitud del evento y deciden acciones para retomar la iniciativa y actuar en la minimización de los daños resultantes.	
<b>CONDICIONAL (Recuperación)</b>	El evento está neutralizado. Debe confirmarse que no tiene derivaciones posteriores. Se abre el período de informes y análisis posterior a toda emergencia.	Evaluación de daños, y reparación de equipos dañados. De la evaluación resulta la conclusión del origen de la emergencia.



❖ COMITÉ DE CRISIS NIVEL AMARILLO

Función: El Comité de Crisis Nivel Amarillo es la instancia máxima local en la tarea de Controlar y tomar la iniciativa lo más pronto posible, con un mínimo de pérdidas y daños. Ante la magnitud de la situación de emergencia comunicará para que se decida si corresponde convocar al comité nivel rojo. El objetivo del Comité es el de asistir al Director Nivel Rojo para liderar las acciones del evento que haya provocado su convocatoria; por lo tanto, debe aportar todo el asesoramiento en cada disciplina específica en todo el ciclo de la emergencia para la toma de decisiones.

El Comité de Crisis Nivel Amarillo se restringe a un número limitado de personas, seleccionadas bajo el criterio de la posibilidad concreta.

Integración:



Función	Ubicación	Puestos
<b>Gerente (ESENCIAL)</b>	Sala de Crisis	<b>Titular:</b> Gerente CILP
		<b>Suplente 1°:</b> Gerente de Producción Refinería
		<b>Suplente 2°:</b> Guardia por la dirección del Complejo
<b>Asistente de Operaciones (ESENCIAL)</b>	Sala de Crisis	<b>Titular:</b> Gerente de Producción Refinería
		<b>Suplente 1°:</b> Refinería Gerente de Energía
		<b>Suplente 2°:</b> Guardia por la dirección del Complejo
<b>Mantenimiento (ESENCIAL)</b>	Sala de Crisis	<b>Titular:</b> Gerente Dpto. de Ing. y Mantenimiento
		<b>Suplente 1°:</b> Gerente de Mantenimiento
		<b>Suplente 2°:</b> Coordinador de Guardia Semanal
<b>Seguridad Y Medio Ambiente (ESENCIAL)</b>	Sala de Crisis	<b>Titular:</b> Gerente de Seguridad y Medio Ambiente
		<b>Suplente 1°:</b> Jefe de Seguridad. Operativa.
		<b>Suplente 2°:</b> Personal de Guardia Semanal por Seguridad.
<b>Gerencia De Asuntos Externos (ESENCIAL)</b>	Sala de Crisis	<b>Titular:</b> Gerente de Asuntos Externos La Plata
		<b>Suplente 1°:</b> Analista de RRLL y con la Comunidad
		<b>Suplente 2°:</b> Analista de RRLL y con la Comunidad
<b>Seguridad Física (ESENCIAL)</b>	Sala de Crisis	<b>Titular:</b> Analista de Seguridad Física
		<b>Suplente 1°:</b> Jefe de Servicio
<b>Comunicaciones y Soporte (ESENCIAL)</b>	Sala de Crisis	<b>Titular:</b> Jefe Redes y comunicaciones
		<b>Suplente 1°:</b> Jefe de Servicio de Infraestructuras
		<b>Suplente 2°:</b> Personal de Guardia por Soporte La Plata
<b>Asistente de Planificación (ESENCIAL)</b>	Virtual/Sala de Crisis	<b>Titular:</b> Gerente de Planificación y Abastecimiento
		<b>Suplente 1°:</b> Gerente de Planificación
<b>Asistente de Procesos</b>	Virtual/Sala de Crisis	<b>Titular:</b> Gerente de Servicios Técnicos CILP
		<b>Suplente 1°:</b> Gerente de Procesos
<b>Jefatura De Turno</b>	Virtual / Oficina JDT	<b>Titular:</b> Analista de Planificación de Refinería:
		<b>Suplente 1°:</b> Refinería, Guardia Semanal por Planificación
<b>Recursos Humanos</b>	Virtual / Sala de Crisis	<b>Titular:</b> BP de RRHH.
		<b>Suplente 1°:</b> Jefe de Servicios al Personal
		<b>Suplente 2°:</b> Personal de Guardia Semanal por RRHH
<b>Salud Ocupacional</b>	Virtual / Sala de Crisis	<b>Titular:</b> Coordinador de Salud Ocupacional La Plata
		<b>Suplente 1°:</b> Médica S.O. Refinería
		<b>Suplente 2°:</b> Médica S.O. Química
<b>YPF LUZ (Solo si es requerido por Emergencia en la zona)</b>		<b>Titular:</b> Gerente:
		<b>Suplente 1°:</b> Jefe de Mantenimiento
		<b>Suplente 2°:</b> Jefe de Operaciones
<b>CILE (Solo si es requerido por Emergencia en la zona)</b>		<b>Titulares:</b> Gerente Operaciones L&E
		<b>Suplente 1°:</b> Coordinador General de Guardia
		<b>Suplente 2°:</b> Coordinador de Guardia MAS



### 3- Actuación para la Recuperación

Comprende las acciones que deben desarrollarse para retornar las condiciones operativas a los niveles preincidentes y/o las medidas para reacondicionar las áreas afectadas por la emergencia o las medidas utilizadas para mitigarlas.

Debe considerarse que algunas actividades posiblemente deban comenzar durante la propia emergencia y ello debe estar expresamente indicado y programado.

Deben considerarse las medidas de corto y mediano plazo que permitan la restauración de las funciones, servicios, recursos, instalaciones, programas e infraestructura.

- ✓ Programa de disposición de efluentes y residuos generados durante la emergencia y su control.
- ✓ Programa de atenuación de las afectaciones ambientales a partir de la planificación de las respuestas.
- ✓ Procedimiento de revisión crítica de los planes de emergencia considerando la experiencia adquirida.
- ✓ Programa de asistencia directa o indirecta a los damnificados.
- ✓ Desmovilización del personal afectado y acondicionamiento o reposición de los equipos y elementos utilizados.
- ✓ Programa de reemplazo o recuperación y puesta en condiciones de las instalaciones afectadas de acuerdo con las planificaciones.
- ✓ Evaluación de riesgos para adoptar las medidas de control correspondientes para la puesta en marcha o reinicio de operación en la post emergencia.
- ✓ Programa para el reemplazo o la recuperación de la infraestructura crítica de servicios y comunicaciones.



**b) Capacitación y Entrenamiento**

La totalidad del personal con funciones dentro del plan de emergencias deberá estar capacitado y entrenado en su función específica. En YPF se incorpora en el Programa Anual de Capacitación, actividades de formación (gabinete y campo) y simulacros.

Además, se implementa un programa de difusión del Plan de Emergencia a nivel de toda la organización local.

Para el desarrollo de la capacitación y entrenamiento se da participación a entidades u organismos de asistencia externa que forman parte del Plan y pueden ser convocados en una emergencia, asimismo se materializa a través del PREIC.

En el CIE se establecen Planes anuales de ejecución de Simulacros (Generales y parciales). Los escenarios se establecen de acuerdo con la criticidad y periodicidad.

**8.4.1 Análisis de Riesgo**

Se deben evaluar los riesgos que las fases de construcción, operación y abandono de la Planta, impactos generados por la implementación del proyecto, puedan tener sobre el ambiente natural y social.

La evaluación de riesgos dará las pautas para el diseño del Plan de Contingencias, que forma parte del PMA.

Para ello, se toma en cuenta tanto para las consecuencias potenciales de un peligro, como la probabilidad de que la misma se materialice.

El objetivo principal de la evaluación de riesgos es determinar los peligros naturales o antrópicos que podrían afectar al medio ambiente mediante la ejecución de las actividades del presente Proyecto.

La Identificación de peligros y evaluación de riesgo debe completarse teniendo en cuenta la tabla de *Categorías del Peligro* y las matrices de *Probabilidad, Consecuencia y Exposición*.



Por cada paso de la tarea que se vaya a realizar se deben identificar los peligros asociados.

i. Cálculo del Riesgo:

*Cálculo del Riesgo Base:*

Con valores obtenidos de Consecuencia, Exposición y Probabilidad de las matrices, se calcula el valor del riesgo asociado a un determinado peligro sin tener en cuenta el tipo de control que está realizando la organización sobre el mismo, de la siguiente forma:

**Riesgo Base (IRB): Consecuencias (C) x Probabilidad (P) x Exposición (E)**

Los escenarios por evaluar deben ser creíbles y en caso de duda, se deberá considerar la peor situación.

Una vez obtenidos los valores del riesgo Base, se aplican las medidas de Control y se vuelve a Recalcular para obtener el valor del índice de Riesgo

**(IR): Consecuencias (C) x Probabilidad (P) x Exposición (E)**

***Tipo de control:***

Se deben identificar cuáles son los controles que se han realizado sobre los riesgos evaluados.

Los criterios para reducir el riesgo según **Ley 19587** y **Normas OHSAS 18001** son:

- Eliminación
- Sustitución
- Control de Ingeniería



- Señalización, Advertencias, Procedimientos, Inspecciones, Planes de Mantenimiento Preventivo
- Elementos de protección personal
- Otros

Tabla de actuación en función del riesgo obtenido:



Tipo	RB= $\frac{ExPx}{C}$	Actuaciones necesarias
Riesgo menor	$RB < 14$	Controlar el normal desarrollo de las tareas Nivel de autorización hasta Jefe de planta /TSO e inspectores de las especialidades
Riesgo moderado	$14 < RB \leq 35$	Tareas con medidas de control de riesgos adicionales a las normales, las que deben ser supervisadas especialmente. Nivel de autorización con asesoramiento del supervisor de Seguridad del turno
Riesgo Alto	$35 < RB \leq 82$	Deben tomarse medidas especiales con controles permanentes, para reducir el riesgo. Nivel de autorización con asesoramiento de la Jefatura de Seguridad
Riesgo Urgente	$82 < RB \leq 350$	Debe reevaluarse las medidas de control y duplicarse con asesoramiento de especialistas. La tarea no se puede realizar hasta tanto no se baje el IR, hasta niveles moderados. Nivel de Autorización con participación Gerencial.
Riesgo Extremo	$RB > 350$	Suspender la actividad. Se requiere autorización del Comité de la Dirección.



ii. Circuito de revisión y Aprobación

La revisión y aprobación del procedimiento con Análisis de Riesgo, será en primera instancia, firmado por el Jefe de Planta, T.S.O, Jefe de Especialidad (Inspector). Los cuales, si no aceptan el procedimiento con AR, este vuelve para revisión a su autor; en caso de aceptarlo, analizan: si el riesgo es menor a 14 se procede a trabajar; si el riesgo es mayor de 14 y menor o igual a 35 el procedimiento debe ser visado por el supervisor de turno de seguridad quien hará las recomendaciones pertinentes y luego se procede al trabajo.

Si el riesgo es mayor a 35 el procedimiento debe ser revisado por la Jefatura de Seguridad del YPF, la que evaluará en un lapso de 48 horas que se hayan considerado todas las opciones inherentes al análisis de riesgo, si esto no es así, el procedimiento vuelve a la instancia inicial, si se han considerado de forma correcta todas las opciones, el procedimiento debe ser aceptado por Seguridad.

En el caso de cumplirse todos los pasos del circuito por segunda vez y el Departamento de Seguridad no lo acepta, el mismo debe pasar para revisión y evaluación del nivel Gerencial.

## 8.5. Marco Legal

### 8.5.1 Ámbito Nacional

- CONSTITUCION NACIONAL. ART. 41: Todos habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las actividades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.
- CONSTITUCION NACIONAL. ART. 43: Dispone que la acción de amparo podrá ser ejercida en lo relativo a los derechos que protegen al ambiente, por tres categorías de sujetos: los particulares afectados, el defensor del pueblo y las asociaciones constituidas para la defensa de aquellos



derechos, siempre que su organización y registro se adecuen a la legislación reglamentaria.

- LEY 25675/02: LEY GENERAL DEL AMBIENTE: Presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Principios de política ambiental. Ley marco que debe ajustarse a normas específicas.
- LEY 20284: CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA: Consagra la facultad y responsabilidad de la autoridad sanitaria nacional de estructurar y ejecutar un programa de carácter nacional que involucre todos los aspectos relacionados con las causas, efectos, alcances y métodos de prevención y control de la contaminación atmosférica. Según la gravedad, autorizan a limitar o prohibir las operaciones y actividades en la zona
- LEY 22421: CONSERVACIÓN DE LA FAUNA: Interés público con respecto a la fauna silvestre, temporal o permanentemente que habita el Territorio de la República, asimismo su protección, conservación, propagación, repoblación y aprovechamiento racional.
- LEY 25688: REGIMEN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE AGUAS: Esta ley establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Conceptúa el agua a los efectos de la ley. Crea los comités de cuencas hídricas define utilización del agua. Establece la necesidad de permiso de la autoridad competente para utilizar las aguas objeto de la ley y las obligaciones de la autoridad nacional.
- LEY 25612: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS INDUSTRIALES Y DE ACTIVIDADES DE SERVICIOS: Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicios. Niveles de riesgo. Generadores. Tecnologías. Registros. Manifiesto. Transportistas. Plantas de tratamiento y disposición final. Responsabilidad administrativa. Jurisdicción Autoridad complementaria.



- LEY 25831: REGIMEN DE LIBRE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA AMBIENTAL: Garantiza el derecho de acceso a la información ambiental que se encontrare en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional como provincial, municipal y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas.
- LEY 25916: GESTION DE RESIDUOS DOMICILIARIOS: Las disposiciones de la presente ley establecen los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas.

#### 8.5.2 **Ámbito Provincial**

- RESOLUCIÓN 519/12: PERFORACIÓN Y EXPLOTACION DEL RECURSO HIDRICO SUBTERRANEO: La presente resolución, tiene como objetivo la fijación de tasa para la aprobación de la documentación técnica e inspección para la ejecución de perforaciones destinadas a la explotación y/o monitoreo del recurso hídrico subterráneo. Establecer que el presupuesto de obra actualizado deberá contener los requisitos mínimos que se detallan, según se trate de perforación para explotación del recurso hídrico subterráneo o para monitoreo.
- LEY 11723: LEY INTEGRAL DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES: Tiene por objeto la protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, a fin de preservar la vida en su sentido más amplio; asegurando a las generaciones presentes y futuras la conservación de la calidad ambiental y la diversidad biológica.
- LEY 5965: LEY DE PROTECCION A LAS FUENTES DE PROVOCION Y A LOS CURSOS Y CUERPOS RECEPTORES DE AGUA Y A LA ATMOSFERA: Entre otros art, expone -Ningún establecimiento industrial podrá ser habilitado o iniciar sus actividades, ni aún en forma provisoria,



sin la previa obtención de la habilitación correspondiente y la aprobación de las instalaciones de provisión de agua y de los efluentes residuales industriales respectivos.

- LEY 11720: RESIDUOS ESPECIALES: La presente Ley tiene por objeto la generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos especiales en el territorio de la Provincia de Buenos Aires, con los siguientes fines: (a) reducir la cantidad de residuos especiales generados; (b) minimizar los potenciales riesgos del tratamiento, transporte y disposición de los mismos; (c) promover la utilización de las tecnologías más adecuadas desde el punto de vista ambiental.
- LEY 11347: TRATAMIENTO MANIPULEO, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS: La presente ley rige el tratamiento, manipuleo, transporte y disposición final de residuos peligrosos. La misma es importante, dada la gran peligrosidad que los mismos representan en la actualidad para la población.
- LEY 13592: GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS: La presente Ley tiene como objeto fijar los procedimientos de gestión de los residuos sólidos urbanos, de acuerdo con las normas establecidas en la Ley Nacional N° 25.916 de “presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios”
- LEY 12677: ARTICULOS 16 Y 18: Modificación de la Ley 11.459 sobre EIA.

Art. 16.- Los establecimientos pertenecientes a la primera categoría que sean considerados microempresas, estarán exceptuados de obtener la previa aptitud ambiental y podrán solicitar la habilitación industrial con sólo brindar un informe bajo declaración jurada de condiciones de su ubicación y características de su funcionamiento en orden a no afectar al medio ambiente, al personal y a la población.



Art. 18- el decreto reglamentario realizará una clasificación de infracciones y fijará pautas para la graduación de las sanciones en función de la culpa, dolo, tamaño del establecimiento e importancia del daño causado.

Conclusión: Considerando la información procesada como parte del Estudio de Impacto Ambiental, se concluye que la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto 'Prefraccionamiento e Hidrotratamiento de Nafta de Topping', que enfoca tanto el punto de vista ambiental como el socioeconómico, presenta una matriz de valoración de efectos con impactos negativos, pero de intensidades muy leves o moderadas, duración temporal, dimensión localizada y reversibles o mitigables.

La implementación del Plan de Gestión Ambiental planteado en este estudio servirá para la gestión adecuada de las actividades.

Habiéndose presentado en este apartado los estudios requeridos por la Entidad Ambiental Competente (OPDS), se queda a espera de la aprobación del Certificado de Aptitud Ambiental, previa visita de Auditoria.

## 9. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL PERSONAL

La unidad operará en proceso continuo las 24 hs del día durante todo el año, descontando paradas por mantenimiento y por decisiones operativas específicas.

La instalación consta de una unidad de prefraccionamiento e hidrotratamiento y para ello cuenta con un sistema de bombeo y sistema de reacción, los cuales, junto a cañerías, y equipos que forman parte de la unidad, requieren de la



presencia de personal operativo de forma permanente. Por lo cual se necesitará dicho capital humano las 24hs, todo el año para el funcionamiento de la planta.

### 9.1. Organigrama

La unidad se verá incluida en la estructura operacional de YPF S.A, en el Complejo Industrial Ensenada (CIE). La unidad estará dentro del complejo aromáticos, formando parte del nuevo Platforming II. Por lo tanto, en este caso solo se tendrá en cuenta el personal referente a la unidad de Prefraccionamiento-Unifining, ya que complementan con el resto del personal correspondiente a la Unidad de Platforming II.

Cada guardia está compuesta por un supervisor (en este caso será el de Platforming II), un operador de consola y dos operadores de campo. Se adiciona dos relevantes para las 4 guardias (un relevante para dos guardias). La ejecución de las tareas diarias de ambos puestos de trabajo será verificada por el Supervisor del área de Platforming II.

#### - Jefe Platforming-Unifining-Fraccionamiento

Es el encargado de establecer la estrategia de desarrollo y operativa de la planta, de acuerdo con los requerimientos de producción y estándares de calidad internos de la compañía. Además, se ocupa del manejo del personal de manera óptima en función de los requerimientos de trabajo de la unidad. Las funciones más importantes, incluyen y no se limitan a:

- Garantizar la máxima eficiencia de los procesos de la empresa. Tiene la responsabilidad de potenciar los resultados de la empresa, sin alterar los costos que cada proceso implique. De hecho, debe ser capaz de reducir costos en los procesos cada vez que esto sea posible.
- Administrar los recursos de la empresa eficazmente, principalmente el recurso físico. No obstante, también debe tener la capacidad de trabajar colaborativamente con el área encargada de recursos humanos de la compañía, ya que sus funciones implican el trato directo con el personal de la empresa.



- Garantizar la viabilidad y sostenibilidad de los procesos internos, para ello está obligado a conocer en profundidad todos los aspectos relacionados a la operación, atendiendo a características económicas, legales, medioambientales, etc. Integrar todos los procesos internos del negocio, sin exceptuar ninguno.
- Gestionar los recursos internos de los procesos, debe velar por una buena distribución y empleo de los recursos en cada caso.
- Debe planificar, administrar, implementar y supervisar nuevos procesos, que consideren las expansiones en las capacidades instaladas, mejora de productos, nuevos mercados, adecuación a nuevas regulaciones, etc.
- Debe velar por una máxima eficiencia de la operación con mínimos costos.

Esta labor involucra un rol determinante en la toma de decisiones, un control riguroso de los procesos y la capacidad de resolución de problemas. De esta manera, se exige la presencia de una persona con cualidades y conocimientos bien definidos.

- Técnico en operaciones

- Es el encargado de la planificación, dirección y manejo de los recursos de la unidad, se encuentra permanentemente en contacto con las variables operativas del proceso, y se ocupa de la coordinación en la ejecución de las decisiones tomadas día a día en la unidad, de acuerdo a las necesidades operativas y organizacionales, articulando sus funciones con el jefe de unidad y el personal operativo.
- Administrar, planificar, implementar y supervisar el desarrollo óptimo y la ejecución de todas las actividades y procesos diarios.
- Asegurar el buen desarrollo de las operaciones que llevan a cabo diferentes grupos de trabajo. Tiene la función de asegurar que cada equipo de trabajo está cumpliendo sus metas de manera oportuna. Por ello, es indispensable que sea altamente organizado y tenga la capacidad de dar



seguimiento estratégico a múltiples equipos de personal al mismo tiempo, considerando los equipos que trabajan dentro de la operación, como a los contratistas externos.

- Se encarga de la coordinación de las tareas diarias especiales, diagrama tareas en los paros de planta por mantenimiento y supervisa los resultados de las mismas
- Mantiene contacto directo con el supervisor de guardia formando parte de las decisiones tomadas en la unidad en caso de surgir algún evento en particular que exceda la operativa habitual de la unidad.

- Supervisor:

Es quien realiza la tarea de verificar la ejecución de las tareas diarias realizadas tanto por el operador de consola como con el operador de campo. Trabaja en coordinación con el jefe de unidad y el analista de operaciones para llevar adelante las tareas diarias y la toma de decisiones operativas referidas a los requerimientos de la unidad.

- Se encarga de la apertura y cierre de permisos de trabajo a realizarse durante su turno dentro de la unidad, coordinando la realización de los mismos de acuerdo a las necesidades operativas.
- Organiza las tareas diarias y da órdenes a operadores de campo y consola de acuerdo con las tareas o maniobras a realizarse.
- Mantiene contacto permanente con el Jefe de unidad y Coordinador de operaciones para llevar a cabo aquellas actividades que le sean pedidas por los mismos.
- Verifica la realización correcta de las tareas llevadas adelante en el turno mediante trabajo en equipo junto a sus operadores.



- Es a quien tanto operadores de campo como de consola, recurren al momento de la toma de decisiones en términos de operación y tareas a realizar dentro de la unidad.
- Realiza los balances de materia y energía de la unidad, mediante un sistema específico provisto por la compañía en cada cierre de jornada.

- Operador de Consola

Es quien se encuentra en la sala de control de la unidad, monitoreando permanentemente las variables del proceso y mediante el conocimiento de la planta y del proceso productivo de la misma, toma decisiones de corrección de dichas variables en búsqueda del cumplimiento de las pautas operativas vigentes en el complejo industrial aplicadas a la unidad. Además, es quien articula las tareas operativas en forma directa con el personal de operación en planta.

- Operar el panel de control electrónico o informático de una sala de control central para supervisar y optimizar los procesos físicos y químicos para varias unidades de procesamiento
- Realizar los ajustes a las variables del proceso según se requiera.
- Dar seguimiento a las tareas de mantenimiento de equipos en la unidad.
- Mantener con precisión los registros con la información de las operaciones diarias que se realicen en las instalaciones.
- Llevar a cabo la operación general de las instalaciones
- Llevar registro del muestreo de control de calidad de la planta, sus resultados y de acuerdo a ellos realizar las correcciones necesarias al proceso.
- Mantener comunicación directa con el Coordinador de operaciones y Jefe de Unidad, poniéndolos en conocimiento de las novedades diarias.



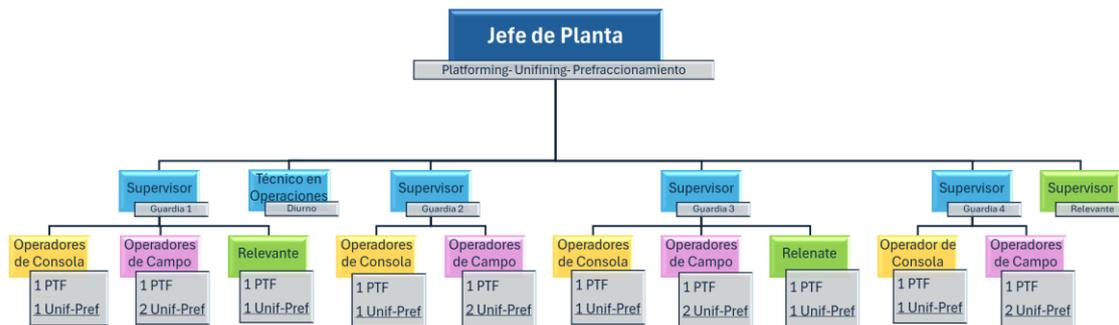
- Indicar acciones a realizar en la unidad al personal de operación en planta de acuerdo con las necesidades operativas momentáneas.
- Operador de Campo

El operador de planta es quien se encarga, en la unidad de proceso, del monitoreo diario de la planta, verificando el correcto funcionamiento de los equipos que la componen y realiza las maniobras que correspondan en función a tareas habituales o a las órdenes del operador de consola o supervisor de la unidad.

- Operar y relevar información de campo (instrumento, equipos, procesos).
- Llevar a cabo la operación general de las instalaciones
- Realizar la extracción de muestras para control de calidad, de acuerdo al diagrama de muestreo diario.
- Controlar el estado y funcionamiento de los equipos de la planta poniendo atención a posibles fallos o condiciones fuera de lo normal en los mismos.
- Realizar inspección ocular del estado de las cañerías buscando posibles fugas o daños en las mismas que deban ser informados.
- Asistencia de mantenimiento, montaje y desmontaje de equipos en campo
- Verificar el inventario de insumos en planta como aceites de lubricación de equipos o aditivos del proceso.
- Manejo de equipos en maniobras de rotación de los mismos o puesta en marcha y parada de planta.
- Realizar maniobras necesarias en planta mediante la apertura o cierre de válvulas, según requerimiento operativo



- Realizar relevamiento del estado de equipos que fueron intervenidos recientemente y verificar el estado mecánico, eléctrico y señalizaciones mediante tarjetas de indicación en los mismos



## 9.2 Horarios y turnos

El proceso productivo, por tratarse de funcionamiento continuo, requiere de la presencia del personal las 24 hs, por lo cual se establecen los siguientes horarios y turnos siguientes:

- Operador de consola: 4 guardias, que se alternan entre 4 días de trabajo y luego 4 días de descanso, los días de trabajo van alternando entre los turnos de mañana y noche. Se establecerán turnos de 12hs que se compondrán de dos diurnos de 07:00 hs a 19:00 hs seguidos de dos nocturnos de 19:00 hs a 07:00hs.
- Operador de campo: 4 guardias, que se alternan entre 4 días de trabajo y luego 4 días de descanso, los días de trabajo van alternando entre los turnos de mañana y noche. Se establecerán turnos de 12hs que se compondrán de dos diurnos de 07:00 hs a 19:00 hs seguidos de dos nocturnos de 19:00 hs a 07:00hs.



- **Relevante:** Cumple el rol de relevar tanto al operador de consola como al operador de campo en caso de ausencia

Prefraccionamiento - Unifining								
	1 relevante (4 mañanas)				1 relevante (4 mañanas)			
DIA	Guardia 1	Guardia 1	Guardia 2	Guardia 2	Guardia 3	Guardia 3	Guardia 4	Guardia 4
	1° mañana	2° mañana						
	1 Operador de consola + 2 operadores de campo		1 Operador de consola + 2 operadores de campo		1 Operador de consola + 2 operadores de campo		1 Operador de consola + 2 operadores de campo	
NOCHE	Guardia 4	Guardia 4	Guardia 1	Guardia 1	Guardia 2	Guardia 2	Guardia 3	Guardia 3
	1° noche	2° noche						
	1 Operador de consola + 2 operadores de campo		1 Operador de consola + 2 operadores de campo		1 Operador de consola + 2 operadores de campo		1 Operador de consola + 2 operadores de campo	

La ejecución de las tareas diarias de ambos puestos de trabajo será verificada por el Supervisor del área de Platforming II.

- **Supervisores:** Será el de Platforming. 4 guardias, que se alternan entre 4 días de trabajo y luego 4 días de descanso, los días de trabajo van alternando entre los turnos de mañana y noche. Se establecerán turnos de 12hs que se compondrán de dos diurnos de 07:00 hs a 19:00 hs seguidos de dos nocturnos de 19:00 hs a 07:00hs.

El supervisor Trabaja en coordinación con el jefe de unidad y el analista de operaciones para llevar adelante las tareas diarias y la toma de decisiones operativas referidas a los requerimientos de la unidad

- **Jefe de planta (JP):** Será el de Platfoming. Horario diurno, lunes a viernes de 8 a 16 hs.



- Coordinador de operaciones (CO): Será el de Platfoming. Horario diurno, lunes a viernes de 8 a 16 hs

## 9.2 Seguridad industrial Ley N.º 19587

### LEY DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

**Artículo 1º** — Las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo se ajustarán, en todo el territorio de la República, a las normas de la presente ley y de las reglamentaciones que en su consecuencia se dicten.

Sus disposiciones se aplicarán a todos los establecimientos y explotaciones, persigan o no fines de lucro, cualesquiera sean la naturaleza económica de las actividades, el medio donde ellas se ejecuten, el carácter de los centros y puestos de trabajo y la índole de las maquinarias, elementos, dispositivos o procedimientos que se utilicen o adopten.

**Art. 2º** — A los efectos de la presente ley los términos 'establecimiento', 'explotación', 'centro de trabajo' o 'puesto de trabajo' designan todo lugar destinado a la realización o donde se realicen tareas de cualquier índole o naturaleza con la presencia permanente, circunstancial, transitoria o eventual de personas físicas y a los depósitos y dependencias anexas de todo tipo en que las mismas deban permanecer o a los que asistan o concurran por el hecho o en ocasión del trabajo o con el consentimiento expreso o tácito del principal. El término empleador designa a la persona, física o jurídica, privada o pública, que utiliza la actividad de una o más personas en virtud de un contrato o relación de trabajo.

**Art. 3º** — Cuando la prestación de trabajo se ejecute por terceros, en establecimientos, centros o puestos de trabajo del dador principal o con maquinarias, elementos o dispositivos por él suministrados, éste será solidariamente responsable del cumplimiento de las disposiciones de esta ley.



**Art. 4º** — La higiene y seguridad en el trabajo comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto:

- a) proteger la vida, preservar y mantener la integridad sicofísica de los trabajadores;
- b) prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo;
- c) estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

**Art. 5º** — A los fines de la aplicación de esta ley considerarse como básicos los siguientes principios y métodos de ejecución:

- a) creación de servicios de higiene y seguridad en el trabajo, y de medicina del trabajo de carácter preventivo y asistencial;
- b) institucionalización gradual de un sistema de reglamentaciones, generales o particulares, atendiendo a condiciones ambientales o factores ecológicos y a la incidencia de las áreas o factores de riesgo;
- c) sectorialización de los reglamentos en función de ramas de actividad, especialidades profesionales y dimensión de las empresas;
- d) distinción a todos los efectos de esta ley entre actividades normales, penosas, riesgosas o determinantes de vejez o agotamiento prematuros y/o las desarrolladas en lugares o ambientes insalubres;
- e) normalización de los términos utilizados en higiene y seguridad, estableciéndose definiciones concretas y uniformes para la clasificación de los accidentes, lesiones y enfermedades del trabajo;
- f) investigación de los factores determinantes de los accidentes y enfermedades del trabajo, especialmente de los físicos, fisiológicos y psicológicos;



- g)** realización y centralización de estadísticas normalizadas sobre accidentes y enfermedades del trabajo como antecedentes para el estudio de las causas determinantes y los modos de prevención;
- h)** estudio y adopción de medidas para proteger la salud y la vida del trabajador en el ámbito de sus ocupaciones, especialmente en lo que atañe a los servicios prestados en tareas penosas, riesgosas o determinantes de vejez o agotamiento prematuros y/o las desarrolladas en lugares o ambientes insalubres;
- i)** aplicación de técnicas de corrección de los ambientes de trabajo en los casos en que los niveles de los elementos agresores, nocivos para la salud, sean permanentes durante la jornada de labor;
- j)** fijación de principios orientadores en materia de selección e ingreso de personal en función de los riesgos a que den lugar las respectivas tareas, operaciones y manualidades profesionales;
- k)** determinación de condiciones mínimas de higiene y seguridad para autorizar el funcionamiento de las empresas o establecimientos;
- l)** adopción y aplicación, por intermedio de la autoridad competente, de los medios científicos y técnicos adecuados y actualizados que hagan a los objetivos de esta ley;
- m)** participación en todos los programas de higiene y seguridad de las instituciones especializadas, públicas y privadas, y de las asociaciones profesionales de empleadores, y de trabajadores con personería gremial;
- n)** observancia de las recomendaciones internacionales en cuanto se adapten a las características propias del país y ratificación, en las condiciones previstas precedentemente, de los convenios internacionales en la materia;
- ñ)** difusión y publicidad de las recomendaciones y técnicas de prevención que resulten universalmente aconsejables o adecuadas;



**o)** realización de exámenes médicos pre-ocupacionales y periódicos, de acuerdo a las normas que se establezcan en las respectivas reglamentaciones.

**Art. 6º** — Las reglamentaciones de las condiciones de higiene de los ambientes de trabajo deberán considerar primordialmente:

**a)** características de diseño de plantas industriales, establecimientos, locales, centros y puestos de trabajo, maquinarias, equipos y procedimientos seguidos en el trabajo;

**b)** factores físicos: cubaje, ventilación, temperatura, carga térmica, presión, humedad, iluminación, ruidos, vibraciones y radiaciones ionizantes;

**c)** contaminación ambiental: agentes físicos y/o químicos y biológicos;

**d)** efluentes industriales.

**Art. 7º** — Las reglamentaciones de las condiciones de seguridad en el trabajo deberán considerar primordialmente:

**a)** instalaciones, artefactos y accesorios; útiles y herramientas: ubicación y conservación;

**b)** protección de máquinas, instalaciones y artefactos;

**c)** instalaciones eléctricas;

**d)** equipos de protección individual de los trabajadores;

**e)** prevención de accidentes del trabajo y enfermedades del trabajo;

**f)** identificación y rotulado de sustancias nocivas y señalamiento de lugares peligrosos y singularmente peligrosos;

**g)** prevención y protección contra incendios y cualquier clase de siniestros.



**Art. 8º** — Todo empleador debe adoptar y poner en práctica las medidas adecuadas de higiene y seguridad para proteger la vida y la integridad de los trabajadores, especialmente en lo relativo:

- a) a la construcción, adaptación, instalación y equipamiento de los edificios y lugares de trabajo en condiciones ambientales y sanitarias adecuadas;
- b) a la colocación y mantenimiento de resguardos y protectores de maquinarias y de todo género de instalaciones, con los dispositivos de higiene y seguridad que la mejor técnica aconseje;
- c) al suministro y mantenimiento de los equipos de protección personal;
- d) a las operaciones y procesos de trabajo.

**Art. 9º** — Sin perjuicio de lo que determinen especialmente los reglamentos, son también obligaciones del empleador;

- a) disponer el examen pre-ocupacional y revisión periódica del personal, registrando sus resultados en el respectivo legajo de salud;
- b) mantener en buen estado de conservación, utilización y funcionamiento, las maquinarias, instalaciones y útiles de trabajo;
- c) instalar los equipos necesarios para la renovación del aire y eliminación de gases, vapores y demás impurezas producidas en el curso del trabajo;
- d) mantener en buen estado de conservación, uso y funcionamiento las instalaciones eléctricas y servicios de aguas potables;
- e) evitar la acumulación de desechos y residuos que constituyan un riesgo para la salud, efectuando la limpieza y desinfecciones periódicas pertinentes;
- f) eliminar, aislar o reducir los ruidos y/o vibraciones perjudiciales para la salud de los trabajadores;



- g)** instalar los equipos necesarios para afrontar los riesgos en caso de incendio o cualquier otro siniestro;
- h)** depositar con el resguardo consiguiente y en condiciones de seguridad las sustancias peligrosas;
- i)** disponer de medios adecuados para la inmediata prestación de primeros auxilios;
- j)** colocar y mantener en lugares visibles avisos o carteles que indiquen medidas de higiene y seguridad o adviertan peligrosidad en las maquinarias e instalaciones;
- k)** promover la capacitación del personal en materia de higiene y seguridad en el trabajo, particularmente en lo relativo a la prevención de los riesgos específicos de las tareas asignadas;
- l)** denunciar accidentes y enfermedades del trabajo.

**Art. 10.** — Sin perjuicio de lo que determinen especialmente los reglamentos, el trabajador estará obligado a:

- a)** cumplir con las normas de higiene y seguridad y con las recomendaciones que se le formulen referentes a las obligaciones de uso, conservación y cuidado del equipo de protección personal y de los propios de las maquinarias, operaciones y procesos de trabajo;
- b)** someterse a los exámenes médicos preventivos o periódicos y cumplir con las prescripciones e indicaciones que a tal efecto se le formulen;
- c)** cuidar los avisos y carteles que indiquen medidas de higiene y seguridad y observar sus prescripciones;
- d)** colaborar en la organización de programas de formación y educación en materia de higiene y seguridad y asistir a los cursos que se dictaren durante las horas de labor.



**Art. 11. —** EL PODER EJECUTIVO NACIONAL dictará los reglamentos necesarios para la aplicación de esta ley y establecerá las condiciones y recaudos según los cuales la autoridad nacional de aplicación podrá adoptar las calificaciones que correspondan, con respecto a las actividades comprendidas en la presente, en relación con las normas que rigen la duración de la jornada de trabajo. Hasta tanto continuarán rigiendo las normas reglamentarias vigentes en la materia.

**Art. 12. —** Las infracciones a las disposiciones de la presente ley y sus reglamentaciones serán sancionadas por la autoridad nacional o provincial que corresponda, según la ley 18.608, de conformidad con el régimen establecido por la ley 18.694.

**Art. 13. —** Comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese.

### 9.3 Vinculación con sindicatos (CCT)

Los trabajadores se dividirán en Jerárquicos (jefe de planta y coordinador de operaciones) y no jerárquicos (operador de consola y operador de campo). Los trabajadores no jerárquicos se adhieren al sindicato de “SUPEH Ensenada”, cuya actividad está enmarcada dentro del Convenio Colectivo de Trabajo.

El objeto del Convenio Colectivo se encuentra plasmado en el ARTICULO 9° del mismo:

ARTÍCULO 9°: El objeto de este Convenio se funda en el establecimiento de un digesto normativo que asegure el ordenamiento institucional de las relaciones individuales y colectivas de trabajo, con alcance al orden laboral y socio-asistencial entre los suscriptores, según los siguientes principios:

- Promover el acceso a un empleo productivo que genere una justa retribución, salvaguarde la integridad psíquica y física del trabajador,



otorgue los beneficios de la seguridad social al empleado y su familia, brinde mayores posibilidades de desarrollo personal e inclusión social; garantizando la igualdad de oportunidades para las personas que quedan alcanzados por el presente Convenio Colectivo de Trabajo. Todo ello en concordancia con los cuatro pilares fundamentales de la agenda de Trabajo Decente de la Organización Internacional del Trabajo.

- Asegurar la constitución de una comunidad de trabajo fundada en la justicia social, animada en una auténtica vocación de servicio y concientizada en asumir la permanente defensa de LAS EMPRESAS y de sus intereses, en forma constante y responsable.
- Asegurar la adecuada protección del personal y de los derechos del trabajador, considerado como persona individual e integrante de la organización sindical suscriptora de este acuerdo.
- Asegurar el ejercicio armónico y razonable de los derechos de que es titular cada trabajador en relación directa con los derechos de LAS EMPRESAS, entendida como unidad de producción.
- Asegurar a los trabajadores comprendidos en este convenio un sistema de remuneraciones dignas y actualizadas, que compensen el esfuerzo realizado, estimulen su eficiencia, premien su dedicación y promuevan su capacitación laboral técnica-profesional.
- Asegurar a los trabajadores comprendidos en este convenio un sistema de cobertura médica asistencial, regulado por la significación de los recursos económicos provenientes de los aportes personales y contribuciones patronales prescriptas legalmente.
- Asegurar la participación de Federación SUPeH en su calidad de único órgano de representación de todos los trabajadores comprendidos en



este convenio colectivo, en la formación de actos que creen, modifiquen o extingan derechos de los trabajadores.

#### 9.4 Riesgos laborales – ART

El empleador está obligado por ley a contratar una aseguradora de Riesgos del Trabajo (ART) o a auto asegurarse para cubrir a todos sus empleados en caso de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales. Además, debe contar con un seguro de vida obligatorio que cubra el fallecimiento del trabajador. Puesto que la actividad va a depender de la estructura organizacional de YPF S.A., la ART utilizada será MAPFRE Argentina seguros S.A.

Las ART son empresas privadas que tienen como objetivo brindar las prestaciones dispuestas por la Ley de Riesgo de Trabajo. Todo trabajador tiene el derecho de gozar de una ART.

Los objetivos de la Ley de Riesgos del Trabajo son:

- Resarcir los daños causados por enfermedades profesionales o accidentes de trabajo, incluyendo la rehabilitación del trabajador perjudicado.
- Disminuir las enfermedades y accidentes de trabajo a través de la prevención.
- Impulsar la recalificación y reubicación profesional del trabajador damnificado.
- Promover la negociación colectiva laboral para las mejoras de las medidas de prevención y de las prestaciones reparadoras.

Los sujetos que quedan comprendidos dentro de esta ley son los trabajadores en relación de dependencia correspondientes al sector privado, los funcionarios y empleados del sector público nacional, provincial y municipal, y en general toda persona obligada a prestar un servicio de carga pública



### 9.5 Seguro de vida obligatorio

La falta de contratación de la cobertura del seguro constituirá una infracción, y el empleador será directamente responsable, debiendo abonar el beneficio del seguro en caso de fallecimiento del trabajador.

Este seguro de vida no cubre los riesgos por invalidez total, absoluta, permanente irreversible, sino que cubre solamente los riesgos por muerte del trabajador.

El empleador tiene 30 días de plazo para tomar el seguro; pero tendrá cubiertos los siniestros que se produzcan desde el comienzo de la vigencia de la póliza, que será coincidente con la fecha de inicio de actividades de la empresa.

### 9.6 Accidente Laboral.

Se considera accidente a todo acontecimiento ocurrido por el hecho o en ocasión del trabajo, o en el trayecto entre el domicilio del trabajador y el lugar de trabajo, siempre y cuando el damnificado no hubiere interrumpido o alterado dicho trayecto por causas ajenas al trabajo.

El trabajador podrá declarar por escrito ante el empleador, y éste dentro de las 72 horas ante el asegurador, que el "itinere" se modifica por razones de estudio, concurrencia a otro empleo o atención de familiar directo enfermo y no conviviente, debiendo presentar el pertinente certificado a requerimiento del empleador dentro de los 3 días hábiles de requerido.

Se consideran enfermedades profesionales aquellas que están incluidas en el listado de enfermedades profesionales elaborado y revisado anualmente por el Poder Ejecutivo.

### 9.7 Enfermedad Inculpable.

Cada accidente o enfermedad inculpable que impida la prestación del servicio no afectará el derecho del trabajador a percibir su remuneración durante un período de tres (3) meses, si su antigüedad en el servicio fuere menor de cinco



(5) años, y de seis (6) meses si fuera mayor. En los casos que el trabajador tuviera carga de familia y, por las mismas circunstancias, se encontrara impedido de concurrir al trabajo, los períodos durante los cuales tendrá derecho a percibir su remuneración se extenderán a seis (6) y doce (12) meses respectivamente, según si su antigüedad fuese inferior o superior a cinco (5) años.

## 10 ESTUDIO Y EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO

Pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica.

Se proyectan los costos e ingresos por ventas en el tiempo de evaluación del proyecto, para el proyecto en estudio se toman 10 años.

En el año cero se realiza la inversión inicial, Inversión de capital fijo más la inversión de capital de trabajo.

Este es un proyecto financiado 100% por accionistas propios de la empresa.

El préstamo corresponde a un Sistema de Amortización Americano, el cual se caracteriza por tener cuotas periódicas constantes equivalentes al pago de intereses sobre capital, durante toda la vigencia del préstamo.

La devolución del capital se realizará juntamente con el pago de la última cuota. Por lo cual, las cuotas son todas iguales y equivalentes al interés. No hay amortización de capital, salvo en el último pago.



Prestamos			
Tipo	Bancario		Accionistas
Prestamo %			100%
Prestamo	\$	-	\$ -151
Tasa		5%	7%
Años		3	10
Cuota	\$	-	\$ 15.11
Interes	\$	-	\$ 1.06
Pago Accionistas			\$ 16.17

Erogacion			
	1	2	3
Bancario	0%	0%	100%
	\$ -	\$ -	\$ -
Accionario	8%	70%	22%
	\$ -12	\$ -106	\$ -33

## 10.6 Determinación del CAPEX

El CAPEX es la inversión necesaria para mantener o expandir los bienes de capital (fábricas, maquinaria, vehículos, etc).

La suma de la inversión en equipos más accesorios y el capital de trabajo (Costo para poner en marcha una planta) se conoce normalmente como CAPEX.

$$\text{CAPEX} = \text{FCI} + \text{WC}$$

FCI = Inversión de capital fijo.

WC = Capital de trabajo.

Sabemos que el futuro de una compañía, su crecimiento, y los flujos de caja que genere dependerá de las inversiones realizadas. Por tanto, el Capex es un elemento de elevada relevancia en el negocio de una compañía. Además, nos facilita la información acerca de si la empresa está invirtiendo para continuar creciendo o simplemente para mantenerse.



### 10.1.1 Inversión del Capital Fijo (FCI)

#### DETERMINACION DE COSTOS

Es un desembolso en efectivo el cual se presenta en el presente como una inversión y en el futuro como costos futuros

#### COTIZACION DE EQUIPOS

La cotización siguiente es en base a los equipos principales.

Se utilizo la Ecuación de Williams para el escalado de equipos y asi obtener un coste aproximado de los mismos. El factor de escalado cambia según sea el tipo de equipo y se toma un atributo del equipo como volumen, duty, potencia. Una vez se tenga el costo del equipo deseado se debe afectar por un factor de instalación, este factor representa el costo que deriva de la instalación y puesta en marcha de cada equipo.

Equipo a comparar	Atributo	Unidad	Exponente	Costo
Horno catedral	125520	MJ/h	0.49	\$ 4,913,400
Reactor de lecho fijo	150	m3	0.55	\$ 10,350,000
Separador Trifasico	70	m3	0.5	\$ 846,200
Columna con platos	30	m3	0.62	\$ 250,000
Intercambiador de tubo y coraza con cabezal flotante	0.55	Mkcal/h	0.6	\$ 400,000
Bomba reciprocante	10	KW	0.33	\$ 250,000

Los precios de los principales equipos son del año 2012. Para considerar la variación a través del tiempo de estos, se debe utilizar la ecuación de índices de "MARSHALL & SWIFT".

Para el año 2012 el índice de costo fue de 1536.5. Considerando que el valor del índice más actualizado obtenido es el del año 2017, cuyo valor es 1593.7. Los costos de los equipos es el siguiente:



**Listado de Equipos**

Tipo de Equipo a cotizar	Capacidad	Unidad	(U\$D)	(MMU\$D)
Horno catedral	27663	MJ/h	\$ 4,043	\$ 4.04
Reactor de lecho fijo	30	m3	\$ 7,395	\$ 7.40
Separador Trifasico	29	m3	\$ 1,001	\$ 1.00
Columna con platos	145	m3	\$ 1,093	\$ 1.09
Bomba reciprocante	6	KW	\$ 333,393	\$ 0.33
Intercambiador de tubo y coraza con cabezal flotante	4.76	Mkcal/h	\$ 2,476,805	\$ 2.48

También es necesario costear el catalizador:

Catalizador	Tipo de Proceso	Costo Unitario U\$D	Toneladas	Factor	KU\$D	MMU\$D
Ni/Wo/Alumina	HDS	\$ 20,000	19.28	2.4	\$ 925.44	\$ 0.93

Como estrategia de cotización se tomará el equipo seleccionado, ya cotizado y se multiplicará su valor como unitario por la cantidad de equipos existentes

Equipo	Cantidad	Costo Escalado MM U\$D	% Instalacion	Costo Real Unitario MM U\$D	Costo Estimado MM U\$D
Catalizadores	1	0.00093	45%	\$ 0	\$ 0
Reactores	1	7.4	45%	\$ 11	\$ 11
Hornos	2	4.04	60%	\$ 6	\$ 13
Intercambiadores T+C	5	2.48	49%	\$ 4	\$ 18
Columnas	1	1.09	78%	\$ 2	\$ 2
Bombas	4	0.33	47%	\$ 0	\$ 2
Separador	2	1	60%	\$ 2	\$ 3
<b>Total Equipo MMU\$D</b>					<b>\$ 49</b>

El resto de la inversión está dada por:

Nivel de Precision	Descripcion	%	Nota	MM U\$D
Medio	Localizacion	10%		\$ 4.92
Alto	Ingenieria	8%	-	\$ 3.94
Alto	Obra Civil	25%	-	\$ 12.30
Alto	Piping (Cañerías y Accesorios)	30%	-	\$ 14.77
Medio	Intrumentacion y Control	10%	-	\$ 4.92
Medio	Instalacion Electrica	8%	-	\$ 3.94
Medio	Combra de equipos + Instalacion	15%	-	\$ 7.38
Alto	OSBL	15%		\$ 7.38
Bajo	Paro	3%		\$ 1.48
Bajo	Extra-Equipo	1%		\$ 0.49
Medio	Contratos	2%	-	\$ 0.98
N/A	Contingencias	8%	-	\$ 3.94
<b>Total</b>				<b>\$ 66</b>
<b>CAPEX MMU\$D</b>				<b>\$ 116</b>



### 10.1.2 Capital de Trabajo (WC)

El capital de trabajo es la inversión líquida adicional que debe aportarse para que la empresa comience a elaborar el producto. Se define como la diferencia aritmética entre el *activo circulante* y el *pasivo circulante*.

#### Activo circulante

se compone básicamente de tres rubros: valores e inversiones, inventarios y cuentas por cobrar

$$\text{Activo circulante} = \text{inventarios} + \text{cuentas por cobrar} + \text{caja y bancos}$$

Inventarios: se computa como el costo de la máxima cantidad de materia prima, insumos y producto que pueden almacenarse en la planta. Es muy difícil, si no imposible, establecer una fórmula general para calcular el inventario del producto en proceso y del producto terminado, por lo que sólo se hablará del inventario de materia prima y stock de catalizador

Cuentas por cobrar: inversión necesaria como consecuencia de vender a crédito, lo cual depende de las condiciones de crédito, es decir, el período promedio de tiempo (p.p.r.) en que la empresa recupera el crédito. La fórmula contable es la siguiente:

$$\text{Cx} = \text{cuentas por cobrar} = \left( \frac{\text{ventas anuales}}{365} \right) * \text{p.p.r.}$$

- Caja y bancos: se considera entre un 10% y un 20% del monto total invertido en inventarios y cuentas por cobrar.

$$\text{Caja y bancos} = 0,15(\text{Inventarios} + \text{Cx})$$



*Pasivo circulante*

El pasivo circulante se define como los créditos a corto plazo en conceptos como impuestos y algunos servicios y proveedores.

Un criterio apropiado para el cálculo es tomar como base el valor de la tasa circulante:

$$T_c = \left( \frac{\text{activo circulante}}{\text{pasivo circulante}} \right)$$

Para la evaluación de proyectos es aconsejable utilizar una  $T_c$  mayor a 3.

$$\text{Tasa Circulante} = TC = \frac{AC}{PC} \geq 3$$

$$PC = AC/3$$

<b>CAPITAL DE TRABAJO (MMU\$D)</b>	
<i>ACTIVO CIRCULANTE</i>	<b>53.22</b>
INVENTARIOS	
	Cantidad, t 19.28
CATALIZADOR	Costo Unitario, U\$D/t \$ 20,000.00
	<b>COSTO TOTAL, MMU\$D \$ 0.93</b>
CUENTAS POR COBRAR	
	Producción Anual, t/año 655019
	Ventas Anuales, MMU\$D/ año \$ 498.93
	<b>TOTAL, MMU\$D \$ 45.36</b>
CAJAS Y BANCOS	
	Inventario, MMU\$D \$ 0.93
	Cuentas por Cobrar, MMU\$D \$ 45.36
	<b>TOTAL, MMU\$D \$ 6.94</b>
<i>PASIVO CIRCULANTE</i>	17.74
Activo Ciculante, MMU\$D	\$ 53.22
Tasa Circulante	3.00
<b>CAPITAL DE TRABAJO (MMU\$D)</b>	<b>35.48</b>



## 10.2 EVALUACION ECONÓMICA

Se calcula la rentabilidad de la inversión en términos de los dos índices más utilizados, que son el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de rendimiento (TIR).

Las cifras para calcular estos índices de rentabilidad son la inversión inicial (sólo en activo fijo y diferido), la depreciación, los flujos netos de efectivo y algunos datos del financiamiento.

El cálculo de la rentabilidad económica de la inversión en un proyecto es vital para realizar o rechazar la inversión.

Para la evaluación del proyecto es necesario tener en cuenta el Margen Operativo y el OPEX

### 10.2.1 Cálculo del Margen Operativo

Margen Operativo = Ingresos - Egresos	
<b>Ingresos</b>	
+ Producto	Nafta Reformada
<b>Egresos</b>	
- Compra MP	Hidrógeno Nafta Corte Corazón

Para la proyección de los años posteriores se considera un crecimiento en el precio de un 2%

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas	\$ -			527,14	537,71	548,47	559,43	570,64	582,06	593,66	605,53
Nafta Reformada				527,14	537,71	548,47	559,43	570,64	582,06	593,66	605,53
Compras	\$ -	\$ -	\$ -	-364	-367	-371	-375	-379	-382	-386	-390
Nafta Corte Corazón			\$	-362,40	-366,03	-369,69	-373,38	-377,12	-380,89	-384,70	-388,55
Hidrogeno			\$	-1,30	-1,33	-1,36	-1,38	-1,41	-1,44	-1,47	-1,50
Margen Bruto	\$ -	\$ -	\$ -	163	170	177	185	192	200	207	215

Se observa que el Margen Operativo es positivo indicando ganancias.



## 10.2.2 Cálculo del OPEX (Costos Operativos)

**OPEX = Variables + Fijos + Comerciales + Otros**

### **Variables**

- Electricidad
- Agua
- Químicos
- Vapor
- Logísticos

### **Fijos**

- Personal Operaciones
- Mtto (sin paros) - Suele ser 2% CAPEX
- Contratos - Si no se tiene se considera 1% Ingresos
- Gastos Overhead - Es todo el gasto de personal que no son operaciones (solo si se tiene)
- Seguros - Suele ser 0,5% CAPEX
- Otros - Cualquier impuesto o gasto que sea fijo aunque la planta no opere

**Comerciales - Si no se conocen suele ser 2% Margen Opera**

**Imp. Y otros egresos - 1% Margen Operativo**

- *Costos Variables: son los que varían directamente con el volumen de producción*



<b>COSTOS VARIABLES</b>			
<b>MATERIA PRIMA, NAFTA CORTE CORAZON</b>			
Consumo (TM/año)	655019		
Precio (U\$/TM)	537.0		
Costo (U\$/año)	<b>351745006.5</b>		
Costo (MM U\$/año)	<b>352</b>		
<b>ELECTRICIDAD</b>			
Motor de Bomba	kW	Unidades	-
	6	4	24
Alumbrado	4	1	4
Subtotal	-	-	28
Imprevistos (5%)	-	-	1.4
Total (kW)	-	-	29.4
Total (kW-h/mes)	-	-	21168
Precio de energía (U\$/kW-h)	-	-	0.015
Costo (U\$/mes)	-	-	<b>318</b>
Costo (U\$/año)	-	-	<b>3810</b>
Costo (MM U\$/año)	-	-	<b>0.004</b>
<b>GAS</b>			
Consumo (Mmbtu/mes)	18865		
Unidades	2		
Precio gas (U\$/Mmbtu)	3.6		
Costo (U\$/mes)	<b>135827</b>		
Costo (U\$/año)	<b>1629923</b>		
Costo (MM U\$/año)	<b>1.630</b>		
<b>AGUA DE ENFRIAMIENTO</b>			
Consumo (m <sup>3</sup> /mes)	687904		
Consumo (Kg/mes)	229301280		
Precio agua enfr.(U\$/m3)	2.00		
Costo agua (U\$/mes)	<b>1375808</b>		
Costo (U\$/año)	<b>16509692</b>		
Costo (MM U\$/año)	<b>17</b>		
<b>HIDROGENO</b>			
Consumo (Nm3/mes)	4854168		
Precio (U\$/Nm3)	0.2538		
Costo (U\$/mes)	<b>1231988</b>		
Costo (U\$/año)	<b>14783854</b>		
Costo (MM U\$/año)	<b>15</b>		
<b>COSTOS VARIABLES TOTALES (U\$/año)</b>			<b>384668476</b>
<b>COSTOS VARIABLES TOTALES ( MM U\$/año)</b>			<b>385</b>

Variables	\$	-19 \$	-19 \$	-20 \$	-21 \$	-22 \$	-23 \$	-24 \$	-25
Químicos	\$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	-
Catalizador	\$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	-
Gas	\$	-2 \$	-2 \$	-2 \$	-2 \$	-2 \$	-2 \$	-2 \$	-2
Agua	\$	-17 \$	-18 \$	-18 \$	-19 \$	-20 \$	-21 \$	-22 \$	-22
Electricidad	\$	-0.004 \$	-0 \$	-0 \$	-0 \$	-0 \$	-0 \$	-0 \$	-0
Logísticos	\$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	-
Comerciales	\$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	-
Impuestos	\$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	-



- *Costos Fijos: son aquellos independientes del volumen de producción.*

Solo para Unifining se consideran los operarios de consola y operarios de campo ya que supervisor como jefe de operación y analista, serán los de Platforming II. Para el año 2022:

Tipo de personal	Personal	Sueldo Mensual (\$)	Sueldo Mensual (USD)	Sueldo anual total (USD)
Operarios de consola	5	241915	2050	133258
Operarios de campo	10	206731	1752	227754
<b>TOTAL MANO DE OBRA ANUAL</b>				<b>361013</b>

Fijos	\$	-23	\$	-23	\$	-23	\$	-22	\$	-22	\$	-22	\$	-22
Personal	\$	-0.361	\$	-0.361	\$	-0.361	\$	-0.361	\$	-0.361	\$	-0.361	\$	-0.361
Over Head	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
Mtto	\$	-5	\$	-5	\$	-5	\$	-5	\$	-5	\$	-5	\$	-5
Contratos	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16
Seguros	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2
Varios/Otros	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
OPEX	\$	-41	\$	-42	\$	-43	\$	-44	\$	-44	\$	-45	\$	-46

### 10.2.3 Indicadores Financieros EBITDA, EBIT, EBT

- El EBITDA hace referencia a los beneficios antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización. Permite conocer la capacidad de una empresa para proporcionar beneficios de determinada actividad sin incluir en los cálculos todos los gastos.

Se calcula a partir de:

$$EBITDA = \text{MARGEN OPERATIVO} - OPEX$$

- EBIT es el beneficio antes de impuestos e intereses.

$$EBIT = EBITDA - \text{Amortizaciones}$$

Las amortizaciones dispuestas en nuestro país son de un 100%, según la Ley Tributaria



- El EBT es la utilidad antes de los impuestos. Es el dinero con el que cuenta una empresa antes de abonar los impuestos correspondientes al gobierno.

$$EBT = EBITDA - IG$$

El impuesto a las ganancias dispuesto en nuestro país es de un 30%

EBITDA	\$	-	\$	-	\$	159	\$	171	\$	183	\$	194	\$	206	\$	219	\$	230	\$	241
EBIT	\$	-	\$	-	\$	144	\$	156	\$	168	\$	179	\$	191	\$	204	\$	214	\$	226
EBT	\$	-	\$	-	\$	116	\$	124	\$	132	\$	141	\$	149	\$	158	\$	165	\$	173

### 10.2.4 Erogaciones de CAPEX

Son las salidas de dinero debido a la construcción de la planta en los primeros años, después de este periodo (cuando la planta comience a producir) se tendrán en cuenta varios CAPEX que se deben reponer a lo largo de la vida del proyecto:

CAPEX	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-8	\$	-8	\$	-11	\$	-8	\$	-8	\$	-11	\$	-8	\$	-8
Erogaciones	\$	-12	\$	-106	\$	-33																
Prestamos Bancarios	\$	-	\$	-	\$	-																
Accionistas	\$	12	\$	106	\$	33																
Paro					\$		-	\$	-	\$	-2	\$	-	\$	-	\$	-2	\$	-	\$	-	
Catalizador					\$		-0	\$	-0	\$	-1	\$	-	\$	-	\$	-1	\$	-	\$	-	
Continuidad					\$		-5	\$	-5	\$	-5	\$	-5	\$	-5	\$	-5	\$	-5	\$	-5	
SMASS					\$		-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	
Integridad					\$		-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	\$	-2	
VS (si se evalúa)																						

### 10.2.5 Flujo de Fondos (FF)

$$FF = NI - CAPEX$$

Donde:

NI o resultado neto es el EBT (earnings before interest) menos los intereses bancarios de préstamos y los pagos (totales) a accionistas.

$$NI = EBT - Intereses y Pagos$$

Concepto	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
EBT	\$	-	\$	-	\$	116	\$	124	\$	132	\$	141	\$	149	\$	158	\$	165	\$	173
Intereses Bancarios	\$	-	\$	-	\$	-														
Pago Accionistas	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16	\$	-16
NI	\$	-	\$	-16	\$	100	\$	108	\$	116	\$	124	\$	133	\$	141	\$	149	\$	157

El FF se plasma en un cuadro que no es más que un conjunto de sumas donde los valores de ingreso son positivos y los valores de egresos son negativos.



Concepto	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas	\$ -	-	-	527,14	537,71	548,47	559,43	570,64	582,06	593,66	605,53
Nafta Reformada				527,14	537,71	548,47	559,43	570,64	582,06	593,66	605,53
Compras	\$ -	\$ -	\$ -	-364	-367	-371	-375	-379	-382	-386	-390
Nafta Corte Corazón				-362,40	-366,03	-369,69	-373,38	-377,12	-380,89	-384,70	-388,55
Hidrogeno				-1,30	-1,33	-1,36	-1,38	-1,41	-1,44	-1,47	-1,50
<b>Margen Bruto</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>163</b>	<b>170</b>	<b>177</b>	<b>185</b>	<b>192</b>	<b>200</b>	<b>207</b>	<b>215</b>
<b>OPEX</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>-43</b>	<b>-44</b>	<b>-45</b>	<b>-46</b>	<b>-47</b>	<b>-48</b>	<b>-49</b>	<b>-51</b>
Fijos				-25	-25	-25	-25	-25	-25	-26	-26
Personal				-0,361	-0,361	-0,361	-0,361	-0,361	-0,361	-0,361	-0,361
Over Head				-	-	-	-	-	-	-	-
Mtto				-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Contratos				-18	-18	-19	-19	-19	-19	-19	-20
Seguros				-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Varios/Otros				-	-	-	-	-	-	-	-
Variables				-19	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25
Químicos				-	-	-	-	-	-	-	-
Catalizador				-	-	-	-	-	-	-	-
Gas				-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Agua				-17	-18	-18	-19	-20	-21	-22	-22
Electricidad				-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005
Logísticos				-	-	-	-	-	-	-	-
Comerciales				-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos				-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EBITDA</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>120</b>	<b>126</b>	<b>132</b>	<b>138</b>	<b>145</b>	<b>151</b>	<b>158</b>	<b>165</b>
Amortizaciones				-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15
<b>EBIT</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>105</b>	<b>111</b>	<b>117</b>	<b>123</b>	<b>130</b>	<b>136</b>	<b>143</b>	<b>150</b>
IG				-32	-33	-35	-37	-39	-41	-43	-45
<b>EBT</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>89</b>	<b>93</b>	<b>97</b>	<b>101</b>	<b>106</b>	<b>111</b>	<b>115</b>	<b>120</b>
Intereses Bancarios				-	-	-	-	-	-	-	-
Pago Accionistas				-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16
<b>NI</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -16</b>	<b>\$ -16</b>	<b>72</b>	<b>77</b>	<b>81</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>94</b>	<b>99</b>	<b>104</b>
<b>CAPEX</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>	<b>-11</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>	<b>-11</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>
Erogaciones	\$ -12	\$ -106	\$ -33								
Prestamos Bancarios	\$ -	\$ -	\$ -								
Accionistas	\$ 12	\$ 106	\$ 33								
Paro				-	-	-2	-	-	-2	-	-
Catalizador				-0	-0	-1	-	-	-1	-	-
Continuidad				-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
SMASS				-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Integridad				-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
VS (si se evalua)											
<b>Flujo de Fondo</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -16</b>	<b>\$ -16</b>	<b>65</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>78</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>91</b>	<b>96</b>
<b>Flujo Acumulado</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -16</b>	<b>\$ -32</b>	<b>32</b>	<b>101</b>	<b>171</b>	<b>249</b>	<b>331</b>	<b>414</b>	<b>506</b>	<b>602</b>

### 10.2.6 Indicadores Económicos

Una vez realizado el cuadro de flujos de fondo, se calculó los siguientes indicadores económicos para la toma de decisiones.

VAN	\$ 429.35
TIR	164%
Pay Back	2

Conociendo el valor del VPN (o VAN) se puede evaluar desde el inicio y con proyección a futuro la viabilidad del proyecto y los resultados de la inversión. Para conocer el valor del VAN se utilizan los valores de los flujos de caja (ingresos y egresos de efectivo) actualizados a la fecha presente, descontándolos a una tasa de corte en este caso del 12%.



Los criterios de evaluación son: si  $VPN \geq 0$ , acepte la inversión; si  $VPN < 0$ , recházela.

Que el resultado será positivo nos da la pauta de aceptar la inversión.

El resultado del VAN expresados en términos de unidades de valor monetario es de \$429, esto nos indica que la rentabilidad del proyecto es muy elevada, se recupera muy pronto la inversión

El TIR es el porcentaje de beneficio de una inversión. También es definido como el valor de la tasa de descuento que iguala el VAN a cero, para un determinado proyecto de inversión. Su resultado viene expresado en valor porcentual, en este caso del 164%, superior a la tasa de corte del 12%, por lo cual se acepta el proyecto

Con respecto al Periodo de Repago (Payback Period) del proyecto, se concluye que el periodo en el cual el cálculo arroja un flujo de fondos acumulado positivo es a los 2 años del comienzo de operación de este. Esto demuestra la capacidad de recuperación económica que posee el proyecto.

### 10.3 Análisis de sensibilidad

Un análisis de sensibilidad de este proyecto no es necesario ya que la materia prima proviene del mismo complejo y el producto final va a una unidad del mismo complejo.

Una variación en CAPEX no interferiría en la realización del proyecto, ya que se trata de un proyecto defensivo. De no ser rentable, el mismo se realizaría de igual manera, ya que es una unidad de pretratamiento para la Unidad de Platforming, la cual tiene una alta rentabilidad.



## 11 Bibliografía

- Convenio colectivo de trabajo de los trabajadores petroleros – Gremio SUPeH
- “Handbook of Petroleum Processing” - J. Gary Handwerk, Petroleum Refining
- Tablas para cálculo de torres de destilación, cátedra Operaciones Unitarias 2 UTN FRLP
- Tablas provistas por cátedra de tecnología del calor (extracto de Standards of tubular Exchanger Manufacturers Association 2ª ed, New York 1949)
- Artículo: *Estado del conocimiento del proceso de hidrotratamiento de nafta de coquización retardada y su aplicabilidad en la refinería de Cartagena.* [content \(usb.edu.co\)](http://content.usb.edu.co)

### 11.1 Páginas WEB

<https://www.smn.gob.ar/estadisticas>

<https://perio.unlp.edu.ar/sistemas/biblioteca/files/Inundacion-la-plata-1-Informe-unlp.pdf>

<https://perio.unlp.edu.ar/sistemas/biblioteca/files/Inundacion-la-plata-1-Informe-unlp.pdf>

<https://www.axens.net/>

<http://www.criba.edu.ar/cinetica/reactores/Capitulo%2011.pdf>



---

<https://www.argentina.gob.ar/economia/energia>

<https://normas.gba.gob.ar/>