

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL**



**“SELECCION DE EQUIPOS PARA UN SISTEMA DE  
TRANSFERENCIA, RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE  
ALCOHOL CARBURANTE EN PLANTA DE VENTAS DE UNA  
REFINERIA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR:**

**JESUS OMAR CHAVARRY BURGA**

**LIMA – PERÚ**

**2010**

**Dedicatoria:**

**A mi hijo Renato que llevo el curso de titulación  
conmigo, en el vientre de su madre.**

**Agradecimiento:**

**A mis Padres, a mi Hermano Carlos y a mi  
Esposa por el apoyo incondicional.**

## RESUMEN

Una de las políticas del Sector Energía es promover la diversificación de la Matriz Energética, en ese sentido se promueve el ingreso al mercado energético de energías alternativas amigables con el medio ambiente teniendo entre ellos el biocombustible, que se basa en el Reglamento de la Ley N°28054, “Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles” donde estipula:

“Comercializar el Gasohol (que consiste en la mezcla de 7.8% Alcohol Carburante con 92.2% de Gasolina Motor) de modo obligatorio a partir del año 2010, según cronograma establecido por el Ministerio de Energía y Minas.

Una Refinería de petróleo requiere adecuar sus instalaciones para poder obtener el Gasohol, en donde lo nuevo sería el alcohol carburante. Este alcohol provendrá de terceros para ser mezclado en línea con la gasolina.

El objetivo principal de este informe consiste en seleccionar equipos, tuberías y el tanque de almacenamiento que se necesitara para la adecuación de recepción y almacenamiento del alcohol carburante, siendo estos elementos:

- 1.- Un tanque de almacenamiento
- 2.- Una bomba.
- 3.- Tuberías.

Comenzaremos por presentar un panorama general de los procesos y componentes del gasohol como es la gasolina y el alcohol carburante, en donde se incluye la situación actual.

Luego procederemos a establecer los criterios de diseño de los elementos antes mencionados.

Finalmente se mostrara la memoria de cálculos así como sus respectivas hojas de especificaciones.

## **INDICE**

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>5</b>
1.1. Antecedentes	5
1.2. Objetivo	6
<b>2. TERMINOS RELACIONADOS AL TEMA</b>	<b>7</b>
<b>3. PROCESOS DE LOS COMPONENTES DEL GASOHOL</b>	<b>8</b>
<b>3.1. GASOLINAS</b>	<b>8</b>
a) Esquema básico de refinación.	8
b) Gasolinas	12
c) Producción y preparación de las gasolinas.	13
d) Sistema actual de despacho en la planta de ventas.	14
e) Camión Cisterna y sus elementos funcionales.	15
<b>3.2. ETANOL CARBURANTE</b>	<b>17</b>
a) Producción de etanol en el Perú	17
b) Comercialización del Alcohol Carburante	18
c) Ventajas y desventajas de utilizar el etanol como combustible.	21
<b>3.3. GASOHOL</b>	<b>19</b>
a) Impacto del biocombustible en el medio ambiente	20
b) Demanda Proyectada de Biocombustible	21

<b>4. LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN LA IMPLANTACIÓN DEL</b>	
<b>ALCOHOL CARBURANTE</b>	<b>22</b>
a) LEY N°28054: Ley de promoción del mercado de biocombustible.	22
b) LEY No 26221: Ley orgánica de hidrocarburos.	22
c) DS-051-93-EM: Reglamento de Normas para la Refinación de Hidrocarburos	22
d) DS-052-93-EM: Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos.	23
e) API 650: Tanques de Acero Soldado para el almacenamiento de combustible.	23
f) API 2000: Venteo atmosférico y tanques de almacenamiento de baja presión.	24
g) ASME B73.1: Bomba para servicios de hidrocarburos y no hidrocarburos.	24
h) ASME B31.3: Diseño de los sistemas de tuberías de procesos.	24
i) ASTM D-4806-03: Especificaciones estándar para combustible etanol desnaturalizado para mezclas con gasolinas.	25
<b>5. DESCRIPCION DEL CASO.</b>	<b>26</b>
<b>6. BASES DE DISEÑO.</b>	<b>28</b>
<b>7. CRITERIOS PARA ESPECIFICACIONES DE</b>	
<b>EQUIPOS/INSTRUMENTOS.</b>	<b>32</b>

8. MEMORIA DE CÁLCULO.	45
8.1. Diseño y selección del tanque de almacenamiento.	45
8.2. Diseño y selección de la línea de tubería y sus accesorios.	53
8.3. Diseño y selección de la bomba.	58
9. HOJA DE ESPECIFICACIONES	63
9.1. Hoja de Especificación del Tanque de almacenamiento.	63
9.2. Hoja de Especificación del la Bomba.	64
9.3. Hoja de Especificación del la línea.	65
10. COSTOS ECONOMICOS	66
10.1. Estimado de inversion para la recepcion y almacenamiento.	66
10.2. Estimado de costo operativo.	67
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
12. BIBLIOGRAFIA	69
13. APENDICE	70

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1. Antecedentes**

En la actualidad los biocombustibles cumplen un papel importante en la conservación del medio ambiente ya que es usado para disminuir la emisión de partículas y gases contaminantes producidos por la combustión de gasolina u otro combustible derivado del petróleo para uso de motor. Lo cual ha llevado al uso de la gasolina combinado con alcohol carburante (llamado biocombustible) en diferentes proporciones, logrando oxigenar al combustible, disminuyendo su impacto ambiental.

En el Perú, el Ministerio de Energía y Minas se ha constituido en un ente coordinador de la plataforma Multisectorial de Planificación Concertada en Energía renovables como es el Biocombustible y dado por la Ley N°28054 “Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles” y su Reglamento, donde se describe comercializar el gasohol (gasolina mas alcohol) de modo obligatorio en las Plantas de ventas.

Como respuesta a esta ley, las Plantas de ventas necesitan realizar las adecuaciones necesarias para la recepción y almacenamiento del alcohol carburante en sus instalaciones para su posterior despacho, cubriendo así las necesidades del mercado.

Es por ello que para dar solución a la necesidad planteada por la Refinería se desarrollará la selección de equipos, tuberías y el tanque necesarios para la implementación.



## **1.2. Objetivos**

1. Seleccionar equipos, tuberías, bomba y tanque que en nuestro caso serán utilizados para la recepción y almacenamiento del alcohol carburante, necesarios para la adecuación de la planta de ventas de la refinería.
2. Revisión de la situación actual del alcohol carburante y la gasolina, así como su ingreso y demanda en nuestro mercado nacional.

## **2. TERMINOS RELACIONADOS AL TEMA**

**ETANOL.-** Es el alcohol etílico cuya fórmula química es  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  y se caracteriza por ser un compuesto líquido, incoloro, volátil, inflamable y soluble en agua. Este puede ser obtenido a partir de caña de azúcar, maíz, papa, arroz y otros cultivos agrícolas.

**ETANOL ANHIDRO.-** Tipo de alcohol etílico que se caracteriza por tener como máximo 0.5% de humedad y por ser compatible con las gasolinas con las cuales se puede mezclar para producir un combustible oxigenado para uso de motor.

**ALCOHOL CARBURANTE.-** Es el Etanol Anhidro Desnaturalizado, obtenido de la mezcla de Etanol Anhidro con la sustancia desnaturalizante en una proporción volumétrica no inferior a 2%(dos por ciento) ni superior a 3%(tres por ciento) en el caso de ser gasolina motor sin contenido de plomo.

**BASES DE MEZCLA.-** Son las gasolinas de 97, 95, 90, 84 octanos.

**BIOCOMBUSTIBLE.-** Productos químicos que se obtienen a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o de otra forma de biomasa y que cumplen con las normas de calidad establecidas por las autoridades competentes para su uso como combustible. Estos pueden ser sólidos (biomasa), gaseoso (biogás, gas de gasificador u otro tipo de gas manufacturados a partir de residuos, carbón, etc.) o líquidos, como el alcohol carburante.

**GASOHOL.-** Es la mezcla que contiene gasolina (de 97, 95, 90, 84 octanos) y alcohol carburante.

**SUSTANCIA DESNATURALIZANTE.-** Gasolina natural, componentes de gasolina, gasolina sin plomo u otras sustancias añadidas al etanol anhidro, en una concentración volumétrica no inferior a 2%(dos por ciento) ni superior a 3%(tres por ciento) para convertirlo en no potable y evitar que sea destinado a usos diferentes al de componente oxigenante de combustibles para uso de motor.

### 3. PROCESOS DE LOS COMPONENTES DEL GASOHOL

#### 3.1. GASOLINA

##### a) Esquema Básico de Refino

Las refinerías de petróleo tienen la función de transformar los crudos de petróleo en productos comercializables, como gasolinas, diesel y otros, de una forma económica.

Una refinería de petróleo está constituida por una serie de procesos en los que, mediante separaciones físicas o transformaciones químicas, se modifican las características de las materias primas hasta obtener los productos deseados.

Las unidades de un esquema típico de una refinería de conversión son:

**Unidad de destilación atmosférica:** Es la primera operación de procesamiento del crudo. Los objetivos en esta unidad son:

- Reducir el contenido de sales disueltas (cloruro y magnesio fundamentalmente)- Desalado.
- Principalmente, separar, mediante destilación, distintas fracciones en función de su rango de ebullición. Estos productos son: GLP, Gasolina, nafta, kerosene, diesel, gasóleo atmosférico (AGO) y crudo residuo.

El proceso de destilación se realiza, a presión ligeramente superior a la atmosférica, en una torre o columna de destilación en la que se obtienen distintas fracciones o cortes laterales con el rango de ebullición requerido.

**Unidad de destilación al vacío:** La función de la unidad de destilación a vacío es la de producir destilados de alto punto de ebullición, libres de contaminación de metales y asfáltenos que permitan su procesamiento posterior en unidades de conversión. Para poder efectuar esta operación es necesario operar a presión por

debajo de la atmosférica para evitar la descomposición de los productos a elevada temperatura.

La alimentación es el crudo reducido y se obtienen los cortes laterales, gasóleo ligero (LVGO), gasóleo pesado(HVGO) y residuo de vacío.

**Unidad de craqueo catalítico y recuperación de gases:** La unidad de FCC (craqueo catalítico en lecho fluido), es un proceso que transforma, mediante reacciones químicas, moléculas de elevado peso molecular en hidrocarburos más ligeros en ausencia de hidrogeno.

Los objetivos que cumple dentro del esquema de una refinería son:

- Transformar gasóleo de vacío en productos ligeros, fundamentalmente gasolina.
- Reducir la producción de fuelóleos
- Incrementar la producción de gasolina sin aumentar la destilación del crudo.

La unidad puede dividirse en tres secciones bien diferenciadas:

1. Reactor / regenerador. Tiene lugar las reacciones de cracking y combustión del coque formado.
2. Fraccionador principal. Se separan los productos obtenidos de acuerdo con su posterior utilización.
3. Concentración de gases. Se separan y purifican los procesos.

**Unidad de desulfuración(Unifining-UF) y reformado catalítica(Platforming-PT):** Se encarga de la desulfurización y reformado de la gasolina primaria, elevando el octanaje de la gasolina la cual constituye un 60 a 80% en composición de la mezcla(o “blending”).

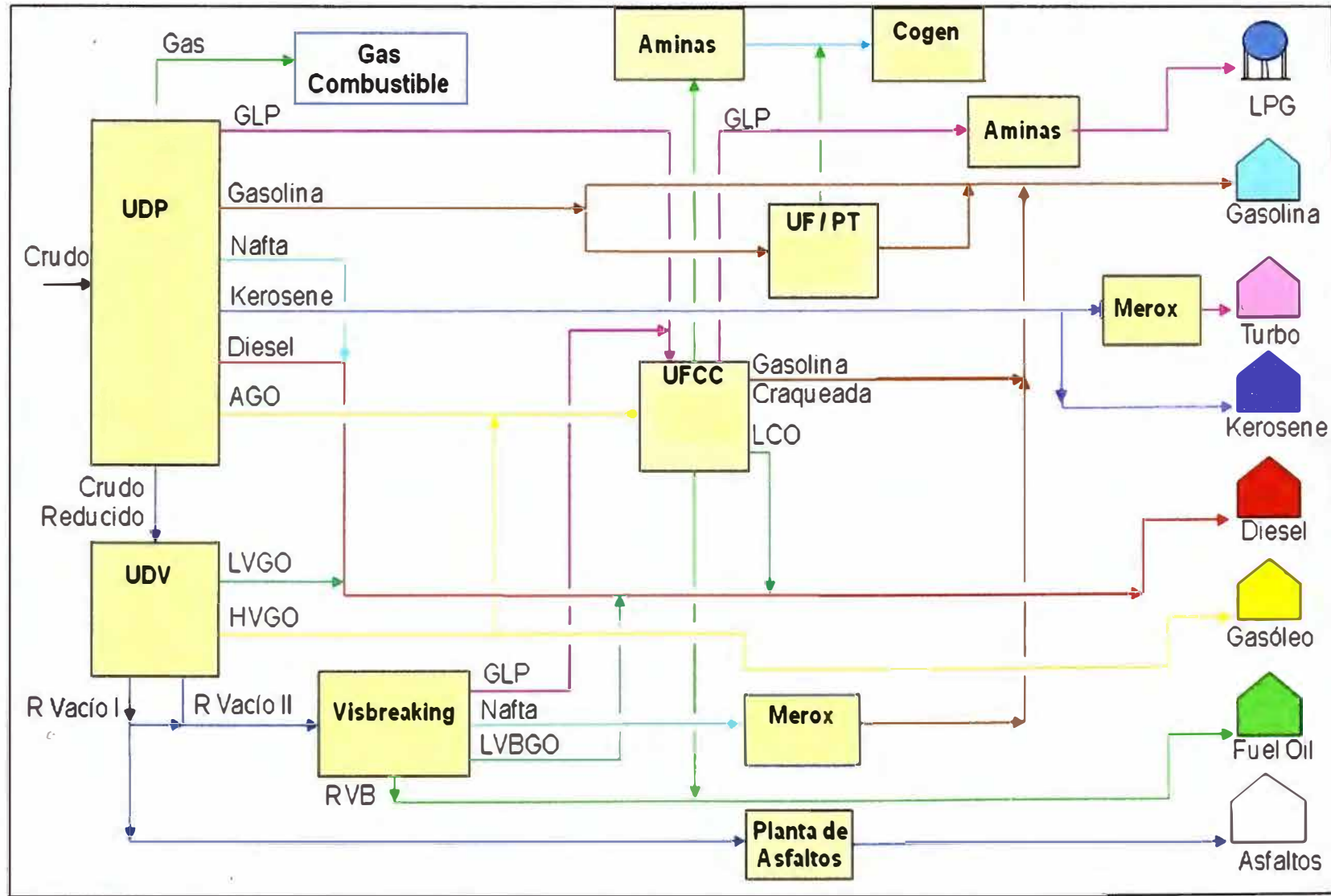
**Tratamiento del kerosene (Merox):** En este proceso se efectúa un lavado caustico del kerosene para eliminar el gas sulfhídrico, así como la conversión de mercaptanos a disulfuros a través de un reactor de lecho fijo, que permite obtener el turbo A1 (combustible para aeronaves).

**Planta de tratamiento de aguas residuales y deslastre:** Las aguas residuales procedentes de los procesos y deslastres tienen un tratamiento de desaceitado por decantación física. Las aguas desaceitadas reciben luego un tratamiento basado en homogeneización, coagulación, floculación y flotación (DAF). Asimismo para los efluentes sanitarios cuenta con un sistema de tratamiento de lodos activados.

**Otras instalaciones auxiliares**

- Sistema de fuel oil, con almacenamiento, calefacción y distribución a los calderos y hornos de las unidades.
- Tratamiento de agua de calderas a base de intercambio iónico.
- generación de vapor de agua, el mismo que se utiliza para accionar turbinas, en traceado de tuberías de petróleos residuales, agotamiento con vapor, etc.

Figura 1: Diagrama de bloques del proceso de refinación de petróleo.



## b) Gasolinas

Las gasolinas son una mezcla compleja de hidrocarburos con puntos de ebullición desde 100°F (37.8°C) a 400°F (204.4°C). Los componentes son mezclados para proporcionar un producto final con las siguientes características: Alta calidad antidetonante, facilidad de arranque, rápido calentamiento, baja tendencia a bloqueo por vapor, baja formación de depósitos en los motores.

Las gasolinas en el Perú se elaboran de acuerdo a las especificaciones aprobadas por el Ministerio de Energía y Minas, y tienen las siguientes características<sup>1</sup>.

**Tabla 1: Especificaciones de gasolinas producidas en el Perú.**

Características		Método INTEC	Método ASTM
Aspecto	Transparente		
Presión de Vapor Reid, <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup> (lb/pulg <sup>2</sup> ) máx	83 (12)	321.088	D-323
Destilación			
.-10% evaporado, °C (°F) máx	70 (158)	321.023	D-86
.-50% evaporado, °C (°F) máx	140 (284)		
.-90% evaporado, °C (°F) máx	200 (392)		
Punto Final, °C (°F) máx	221 (430)		
Residuo % en volumen máx	2		
Azufre, % en masa máx	0.2		D-1266
Plomo <sup>3</sup> (elemento) g/l máx	0.013		D-526
Corrosión al cobre 3h a 50 °C (122 °F) máx	lámina 1	321.021	D-130
Estabilidad a la oxidación, minutos mín	240		D-525
Contenido de gomas mg/100 cm <sup>3</sup> máx	5		D-381

<sup>1</sup> La CT considera que el DS 019-98-MTC entrará en plena vigencia a partir del 01-01-2005 y por consiguiente el retiro de plomo de las gasolinas peruana será un hecho consumado

<sup>2</sup> Este valor debería ser revisado para la mezcla con etanol

<sup>3</sup> Contenido máx de plomo propio del producto, no añadido intencionalmente

**Tabla 2: Requisitos particulares de gasolinas producidas en el Perú**

Tipo	Número de Octano Research Mínimo	Método ASTM
Gasolina motor 84	84	D-2699
Gasolina motor 90	90	
Gasolina motor 95	95	
Gasolina motor 97	97	

**c) Producción y preparación de las gasolinas.**

La producción de gasolinas en una refinería proviene principalmente de la destilación primaria, parte de esta gasolina primaria, que tiene en promedio de 65 RON pasa hacia la planta de UF/PT donde se eleva el octanaje mayor a 98 RON. Otra fuente de gasolina en la planta es la FCC, donde a partir de gasóleo pesado de vacío (HVGO) y una parte de gasóleo atmosférico (AGO), se obtiene gasolina FCC de 92 RON en promedio.

En el mercado nacional se comercializan actualmente las gasolinas de 84, 90, 95 y 98 RON. En la refinería para obtener las gasolinas comercializables se realiza la mezcla en tanques, en proporciones adecuadas, de los tres tipos de gasolinas: gasolina primaria, gasolina reformada de UF/PT y gasolina craqueada de FCC.

El perfil de la producción de derivados del petróleo se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3: Producción de derivados del Petróleo crudo ( $10^3 \text{ m}^3$ )**

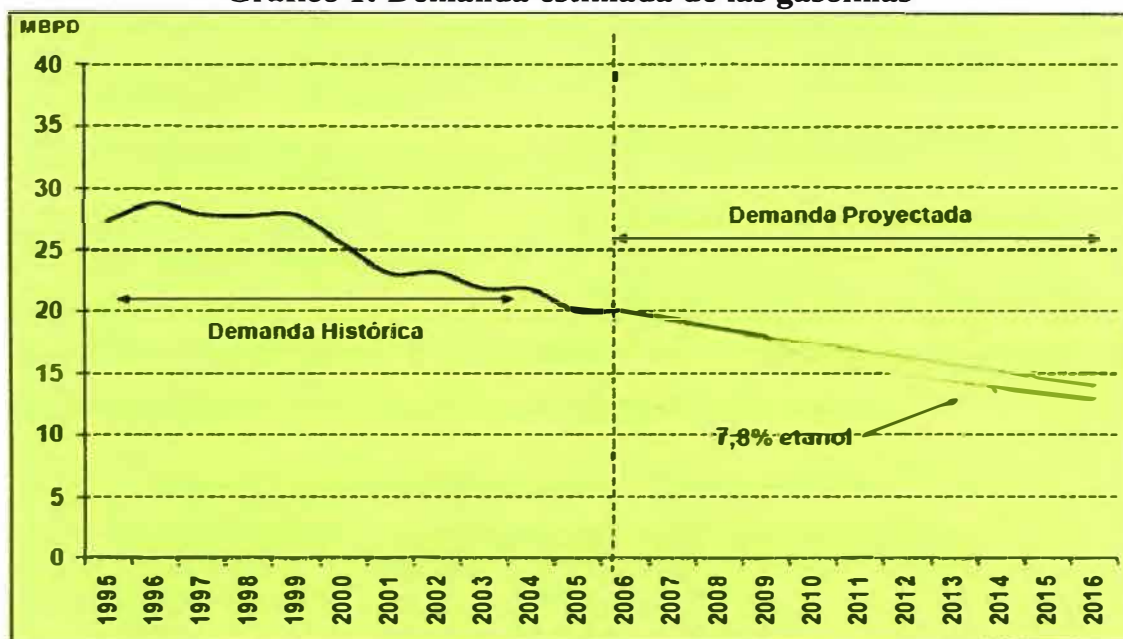
Producto	2007	2008	Variación (%)
GLP	376	392	4.4
Gasolina	2248	2159	-3.9
Kerosene	130	95	-26.9
Turbo	659	703	6.6
Diesel	3426	3409	-0.5
Petróleo Industrial	2889	2932	1.5
Gas de Refinería	89	151	70.3
No Energético	198	205	3.3
<b>Total</b>	<b>10015</b>	<b>10047</b>	<b>0.3</b>

Fuente: DGH-MEN



La producción de gasolina en el Perú es mayor a los requerimientos del mercado y su consumo viene disminuyendo por que tiene dos competidores importantes: EL gas natural vehicular (GNV) y el gas licuado de petróleo (GLP) que lo vienen desplazando.

**Gráfico 1: Demanda estimada de las gasolinas**



#### **d) Sistema actual de despacho en una Planta de ventas.**

En la Planta de ventas (o también llamado planta de abastecimiento) de la refinería se despachan los productos derivados del petróleo como gasolinas, diesel, kerosene, turbo, residuales y asfaltos.

El despacho se realiza a camiones cisternas, adecuados para tal fin, según la normativa vigente. Los camiones cisternas ingresan al cargadero, que consta de un sistema de carga en automático por el fondo (bottom loading), para el caso de productos como las gasolinas, diesel, kerosene y turbo y por el domo (top loading), para el caso de residuales y asfaltos.

En el Perú se tienen 17 planta de ventas, donde se despachan gasolinas según la Dirección General de Hidrocarburos (DGH), de las cuales 4 se ubican el departamento de Lima:

**Tabla 4: Plantas de ventas de gasolinas en Lima**

N°	RAZON SOCIAL	ESTABLECIMIENTO QUE OPERA
1	HERCO COMBUSTIBLES S.A.	PLANTA DE VENTAS HERCO
2	PETROLEOS DEL PERU - PETROPERU S.A.	PLANTA DE VENTAS CONCHAN
3	PLANTA DE HIDROCARBUROS DEL CENTRO S.A.C.	PLANTA DE VENTAS PLUS SERVICE
4	REFINERIA LA PAMPILLA S.A. - RELAPASA	PLANTA DE VENTAS LA PAMPILLA

Las ventas de los derivados de hidrocarburos en el Perú, durante los últimos años han tenido la siguiente distribución que se muestra en la Tabla 5:

**Tabla 5: Venta de Derivados de Hidrocarburos (10<sup>3</sup> m3)**

Producto	2007	2008	Variación (%)
Total Energéticos	7946	8659	9.0
GLP	1535	1766	15.1
Gasolina	1223	1263	3.3
Kerosne	71	53	-25.3
Turbo	208	215	3.1
Diesel	3766	4242	12.6
Petróleo Industrial	1143	1120	-2.0
Total No Energéticos	132	292	121.6
Total	8078	8951	10.8

Fuente: DGH-MEM

#### e) Camión Cisterna y sus elementos funcionales

El camión cisterna esta formado por un tractor que lleva acoplada consigo un tanque (o cisterna). La cisterna es un depósito especial dedicado al transporte,

normalmente de sección cilíndrica o más o menos elipsoidal, de eje horizontal, provisto de válvulas, líneas y dispositivos de carga y descarga.

Los elementos funcionales en las cisternas son:

- Bocas de hombre (manhold), ubicadas en la parte superior, compuesta por un cuello fijado al cuerpo de la cisterna y una tapa o elemento de cierre, el cual tiene un sistema de seguridad en caso de sobrepresión.
- Las bocas de carga/descarga, son como su nombre lo indica, el número de estas será tantos como compartimientos tenga la cisterna, y están ubicados en la parte lateral de esta, aquí se encuentran las válvulas API de 4" de diámetro.
- Recuperador de vapores, sistema de recolección de vapores que se activa al acoplar las válvulas de cada brazo de carga, recuperándose los vapores orgánicos generados durante la carga.
- Sensor de sobrellenado, dispositivo de seguridad que actúa frente a un exceso de carga, paralizando el proceso de carga. El conector se encuentra en la isla de carga y este actúa como un permisivo de carga.
- Puesta a tierra, tienen un electrodo donde se conecta la línea a tierra que tienen las Islas de carga, el cual actúa como un permisivo de carga.
- En la parte interna tienen deflectores los cuales ayudan a minimizar la generación de carga estática durante la carga.

### 3.2. ETANOL CARBURANTE

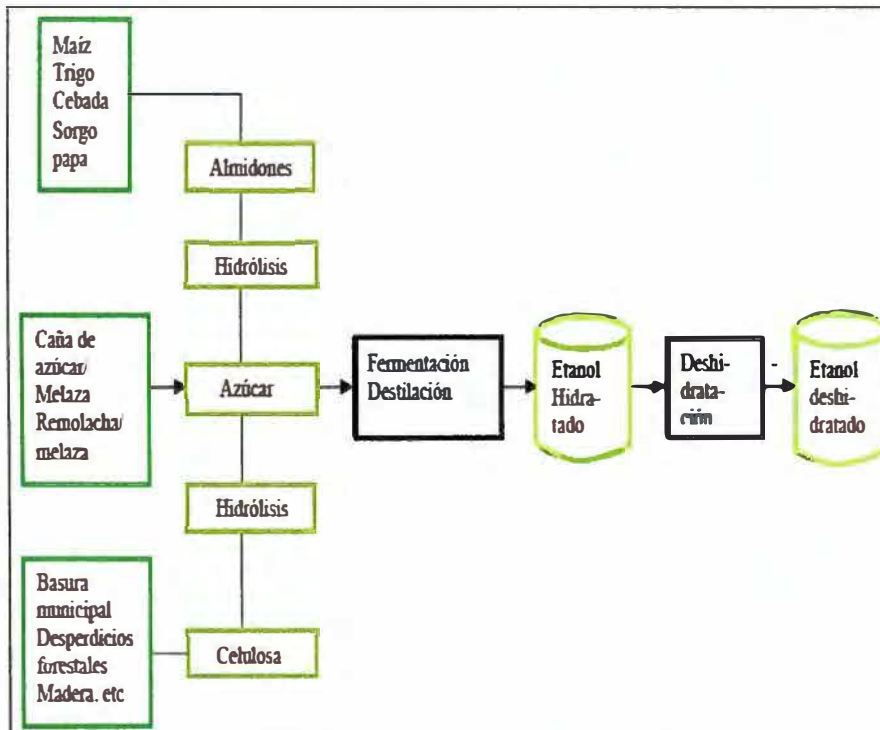
#### a) Producción de etanol en el Perú

La producción de etanol en el Perú tiene como fuente principal la caña de azúcar y en proceso de desarrollo el sorgo dulce y el Piñón o Jatropha.

Además se puede elaborar a partir de una gran variedad de materias primas, las cuales pueden clasificarse según las tres fuentes de azúcares que contienen:

- Sacarosas (caña de azúcar, melaza, sorgo dulce, entre otras)
- Almidones en cereales (maíz, trigo o cebada, por ejemplo), tubérculos y raíces (yuca, camote, papa, etc.)
- Celulosa (madera y residuos agrícolas)

**Figura 2: Proceso de producción del etanol**



**Tabla 6: Ventajas del etanol a partir de la caña de azúcar**

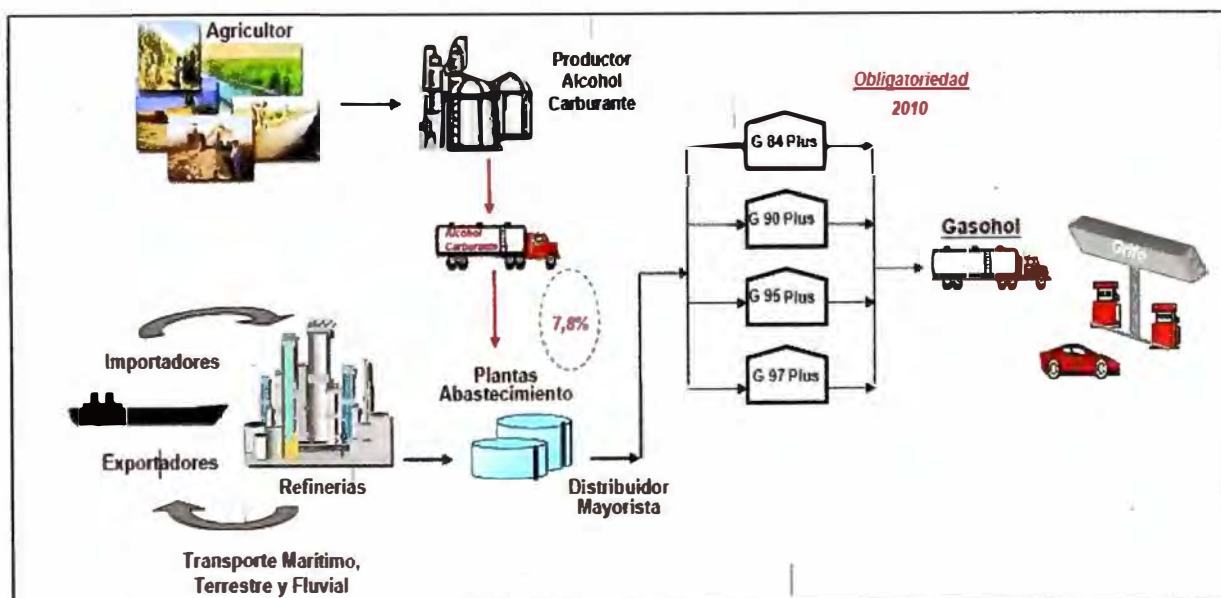
	Maíz	Caña
Reducción emisiones CO2	28%	92%
Contenido energético	01:01.2	01:08.3
Rendimiento (l/Ha)	3100	9000
Impacto en cadena alimenticia	Alto	Poco relevante

Fuente: MEM/Diciembre 2007

### b) Comercialización del Etanol Carburante

La cadena de comercialización del etanol abarca desde el cultivo de la caña de azúcar, producción de etanol carburante, transporte del etanol hacia las plantas de abastecimiento, donde se recepciona y almacena para luego ser mezclado con la gasolina y luego se traslada hacia los grifos como gasohol.

**Figura 3: Cadena de comercialización del etanol**



FUENTE: Ministerio de Energía y Minas, Diciembre 2007.

**c) Ventajas y desventajas de utilizar el etanol como combustible.**

**Tabla 7: Ventajas y Desventajas de utilizar etanol combustible.**

Ventajas	Desventajas
Se produce a partir de fuentes renovables	Presenta menor poder calorífico que la gasolina, lo que requiere un mayor consumo
Presenta un elevado índice de octanaje (105), favoreciendo la combustión y evitando el golpeteo	Contiene 2/3 de la energía en el mismo volumen
Produce menos dióxido de carbono que la gasolina, aunque el impacto total depende de los procesos de destilación y la eficiencia de los cultivos	La elaboración de etanol a partir de granos es más caro que la gasolina. Aproximadamente 1.5 veces.
Genera menos monóxidos de carbono al utilizarse como aditivo en la gasolina. Con el uso de 7.8% de etanol en la mezcla que puede lograr una reducción de 25% a 30% en las emisiones de CO.	Presenta problemas de corrosión en partes mecánicas y sellos
Es menos inflamable que la gasolina y el diesel	Genera emisiones de óxidos de nitrógeno y aldehídos (contaminantes menores)
Baja toxicidad	Para el uso de una mezcla de 85% etanol y 15% gasolina se requiere de una adecuada modificación en los motores
No emite compuestos de azufre	
La combinación de 92.2% de gasolina y 7.8% etanol puede ser usado en los vehículos sin ninguna modificación	

### 3.3. GASOHOL

El gasohol consiste en la mezcla de 7.8% alcohol carburante con 92.2% de gasolina motor.

Las tecnologías de mezcla de etanol con gasolina en los terminales de distribución, pueden tener 2 filosofías de operación, mezcla en tanque y/o mezcla en línea.

**Tabla 8: Ventajas y desventajas de la mezcla en línea y tanque.**

Mezcla en tanque	Mezcla en línea
Se necesita 3 grupos de tanques: gasolina, etanol y gasohol	Solo se necesita dos grupos de tanques: gasolinas, etanol
Mayor costo en almacenamiento	Menor costo en almacenamiento
El tanque de la mezcla no puede ser usado mientras se realiza la preparación	No hay tanque de mezcla
Menor costo en instrumentacion	Mayor costo en isntrumentación

**a) Impacto del biocombustible en el medio ambiente**

En el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco sobre el cambio climático de las Naciones Unidas se reconoció la creciente preocupación mundial acerca del ‘Efecto Invernadero’ tras las mayores emisiones de CO<sub>2</sub> y plomo, ante ello se inició la búsqueda de nuevas alternativas energéticas que sustituyan a los productos químicos y a los combustibles líquidos para el transporte. En este contexto, el etanol surge como la alternativa más promisoría a corto, mediano y largo plazo. (Fuente: [ww.mincetur.gob.pe/comercio/otros/penx/pdfs/Etanol.pdf](http://ww.mincetur.gob.pe/comercio/otros/penx/pdfs/Etanol.pdf))

**Figura 4: Ciclo de vida de las emisiones de los biocombustible.**



Fuente: RFA, 2010 ETHANOL INDUSTRY OUTLOOK

**b) Demanda proyectada de biocombustible**

**Tabla 9: Demanda Proyectada de Biocombustible**

MBPD	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
BIODIESEL	1.3	1.3	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
ETANOL		1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1

**Volumenes requeridos:**

**Biodiesel: de 206 mil litros por día hasta 600 mil litros por día.**

**Etanol: de 220 mil litros por día hasta 170 mil litros por día**

Fuente: Plan Referencial de Hidrocarburos 2007-2016



#### **4. LEGISLACION AMBIENTAL EN LA IMPLANTACION DEL ALCOHOL CARBURANTE.**

##### **a) LEY N°28054: Ley de promoción del mercado de biocombustible.**

La presente Ley establece el marco general para promover el desarrollo del mercado de los biocombustibles sobre la base de la libre competencia y el libre acceso a la actividad económica, con el objetivo de diversificar el mercado de combustibles, fomentar el desarrollo agropecuario y agroindustrial, generar empleo, disminuir la contaminación ambiental y ofrecer un mercado alternativo en la lucha contra las drogas.

Y menciona acerca del Gasohol: “Comercializar el gasohol (que consiste en la mezcla de 7.8% alcohol carburante con 92.2% de gasolina motor) de modo obligatorio en las Plantas de ventas y Terminales a partir del 2010.”

##### **b) Reglamento de la ley N° 28054: Ley de promoción del mercado de biocombustibles.**

El presente Reglamento promueve las inversiones para la producción y comercialización de biocombustibles, difundiendo las ventajas económicas, sociales y ambientales de su uso, y establece los requisitos técnicos de seguridad para su producción y distribución; de modo que salvaguarde la salud pública y el medio ambiente y coayude a la Estrategia Nacional de Lucha contra las Drogas promoviendo la inversión en cultivos alternativos en las zonas coccaleras del país.

##### **c) LEY No 26221: Ley orgánica de hidrocarburos.**

Dispone que cualquier persona natural o jurídica, nacional o extranjera, podrá constituir, operar y mantener instalaciones para el almacenamiento de hidrocarburos y de sus productos derivados con sujeción a los reglamentos que dicte el Ministerio de Energía y Minas.

**d) DS-052-93-EM: Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos.**

Tiene por objeto establecer las normas y disposiciones para que, de conformidad con lo establecido en el artículo 73o de la Ley No 26221, cualquier persona natural o jurídica, nacional o extranjera, pueda construir, operar y mantener instalaciones para almacenamiento de hidrocarburos, sea petróleo o derivados, en cualquiera de las diferentes etapas de la industria de los hidrocarburos.

El reglamento es de aplicación obligatoria, para las empresas o grupos de empresas públicas y privadas, concesionarios u otros, sea cual fuere su naturaleza jurídica, cuya actividad se encuentra sujeta a jurisdicción nacional y tenga a su cargo el proyecto.

**e) API 650: Tanques de acero soldado para el almacenamiento de combustible.**

Esta norma cubre especificaciones de material, diseño, fabricación, montaje, y requerimiento de prueba para cilindros verticales instalados sobre tierra, cerrados y de tapa superior abierta, tanques de acero soldado para almacenamiento en varios tamaños y capacidades para presiones internas aproximadamente igual a la presión atmosférica.

Estas especificaciones, han sido elaboradas para proveer a la industria petrolera con tanques de adecuada seguridad y razonable económica, para usarlo en el almacenamiento de petróleo y sus derivados, y también para otros productos líquidos comúnmente manipulados en las distintas ramas de la industria.

Esta norma no presenta, ni está destinado a establecer una serie fija de tamaños de tanques admisibles, más bien está orientado a permitir al comprador la selección de cualquier medida de tanque que pueda ser requerido para la mejor satisfacción de sus necesidades.

**f) API 2000: Venteo atmosférico y tanques de almacenamiento de baja presión.**

Esta norma contempla el cálculo de las capacidades requeridas del sistema de ventilación para tanques atmosféricos de almacenamiento los cuales deben ser provistos de un sistema de venteo tanto para condiciones normal de operación como de emergencia.

También aborda sobre los requisitos de ventilación, medios de ventilación, la selección, instalación y mantenimiento de dispositivos de ventilación.

**g) ASME B73.1: Bomba para la recepción del Alcohol carburante.**

Esta norma contempla el criterio de selección de bombas para los diferentes servicios según las características del fluido.

Esta norma cubre una amplia gama de tamaños estándares, e incluye las dimensiones externas de las bombas a fin de que las bombas fabricadas por los distintos proveedores son dimensionalmente intercambiables, permitiendo a los usuarios cambiar de proveedor sin cambiar las tuberías o placas base. Las especificaciones de diseño y materiales de construcción también están incluidos.

**h) ASME B31.3: Diseño de los sistemas de tuberías de procesos.**

Esta norma se ha desarrollado para tuberías que se encuentran típicamente en las refinerías de petróleo, química, farmacéutica, textil, papel, semiconductores, plantas de procesamiento, y de terminales.

Esta norma establece los requisitos para los materiales y componentes, el diseño, fabricación, montaje, instalación, inspección, y pruebas de tuberías.

**4.1. ASTM D-4806-03: Especificaciones estándar para combustible etanol desnaturalizado para mezclas con gasolinas.**

Esta norma muestra, como referencia, las características principales del alcohol carburante para mezcla con gasolina de uso automotor, para motores de combustión interna, incluye el desnaturalizante.

## **5. DESCRIPCION DEL CASO.**

De acuerdo a lo señalado en el Reglamento de la Ley N°28054, “Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles”, aprobado mediante el Decreto Supremo N°021-2007-EM (de fecha 20 de abril del 2007) y será de la siguiente manera:

(Gasolina)	+	(Alcohol Carburante)	-----	(Gasohol)
(92.2% vol.)		(7.8% vol.)		

En la Planta de ventas de la refinería se necesita hacer la adecuación para la recepción y almacenamiento del alcohol carburante, por lo que se deberá construir un tanque de Almacenamiento (TK1), una bomba (B1) y sus líneas de tuberías antes de la succión (LA) y después de la descarga de la bomba (LB).

### **Descarga de Camión Cisterna**

El alcohol carburante, suministrado por terceros, será cargado al tanque de almacenamiento TK1 desde el camión cisterna mediante la bomba B1.

Previamente el alcohol carburante debe haber sido analizado y aprobado por Laboratorio en cuanto al cumplimiento de las especificaciones ASTM D4806.

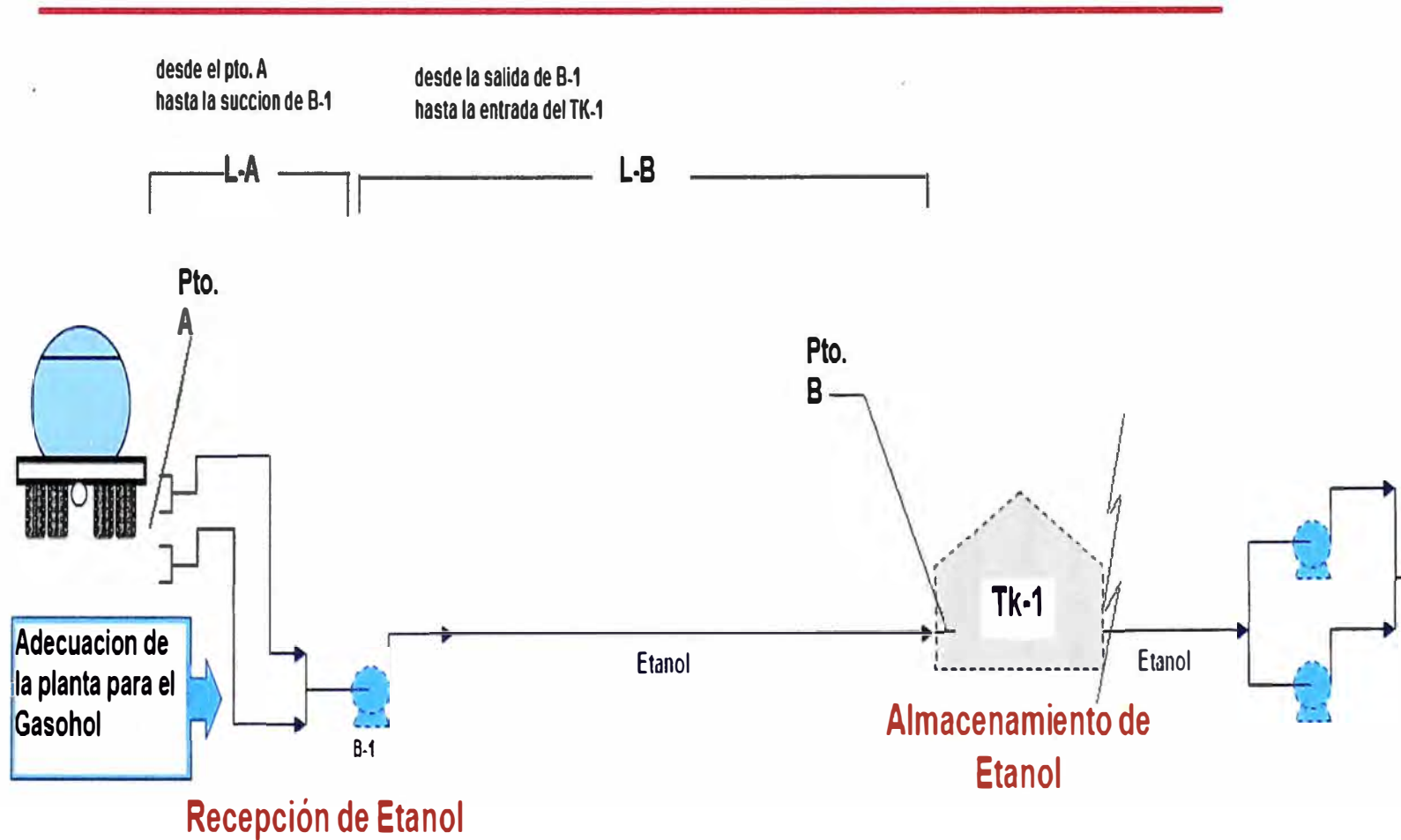
La descarga se inicia con la llegada de un camión cisterna se procederá de la siguiente manera: conectará la cisterna a tierra, conectará el brazo articulado correspondiente de descarga, abrir la tapa superior de la cisterna, abrirá la válvula del camión y la del circuito. El Operador de la planta abrirá la válvula de la línea de descarga de la bomba y el producto empieza a circular.

Al terminar la descarga, se sigue el proceso inverso. El Operador encargado de la descarga informara al Operador de panel el inicio y fin de cada descarga a fin de controlar el nivel en el tanque.

### **Almacenamiento**

El almacenamiento del alcohol carburante se realizará en el tanque TK1.

**Figura 5: Diagrama del proyecto de recepción y almacenamiento del alcohol carburante**



## 6. BASES DE DISEÑO

### 6.1. Caso de diseño

El porcentaje de alcohol carburante la gasolina que se comercializara será de 7.8% en volumen de acuerdo con la Ley N°28054, “Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles” y el Decreto Supremo N°021-2007-EM (de fecha 20 de abril del 2007).

### 6.2. Capacidad

- La capacidad de ventas de gasolina en Planta de Ventas a través de camiones cisterna será de 4700 BPD <> 31.1 m<sup>3</sup>/hr.
- El volumen de ventas de gasolina en la refinería a través de Planta de Despacho (camiones cisterna) en el 2009, se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 10: Ventas de Gasolinas en el 2009**

<b>Venta de Gasolinas en el 2009</b>	
<b>Gasolina</b>	<b>BPD</b>
Gasolina 84	914
Gasolina 90	2,492
Gasolina 95	536
Gasolina 97-98	759
<b>Total Gasolinas</b>	<b>4,702</b>

- Se propone un nuevo tanque para almacenamiento del alcohol carburante que permite mantener un inventario de producto de hasta 9 días.

### 6.3. Alimentación

- Alcohol Carburante: Los equipos serán diseñados para operar con alcohol carburante cuyas especificaciones se señalan en la norma ASTM D4806 (Etanol Combustible Desnaturalizado para Mezcla con Gasolina, a ser Utilizada como Combustible Automotor en Motores de Ignición por Chispa):

Tabla 11: Especificaciones del Alcohol Carburante

Análisis	Método	Límites		Unidades
		min	Máx.	
Etanol	D 5501	92.1		% Vol
Metanol	D 5501		0.5	% Vol
Gomas lavadas	D 381		5	mg/100ml
Agua	E 203/ E 1064		1	% Vol
Desnaturalizante		1.96	4.76	% Vol
Cloro inorgánico	D 7319		40	ppm masa
	D 7328		-32	(mg/L)
Cobre	D 1688 A		0.1	mg/Kg.
Acidez (como Acido Acético CH <sub>3</sub> COOH)	D 1613		0.007	% masa
			-56	(mg/L)
PHe	D 6423	6.5	9	
Azufre	D 2622/D 3120/			
	D 5453		30	ppm masa
Sulfato	D 7318/D 7319		4	ppm masa
Apariencia		Claro, brillante, libre de contaminantes suspendidos o precipitados		

#### 6.4. Criterios de diseño

- La recepción del alcohol carburante se efectuará a través de camiones cisterna en la Planta de ventas.
- La bomba de recepción de alcohol carburante se instalará la bomba B1 para la recepción.
- Tanque de almacenamiento se contemplará el nuevo tanque de almacenamiento TK1.



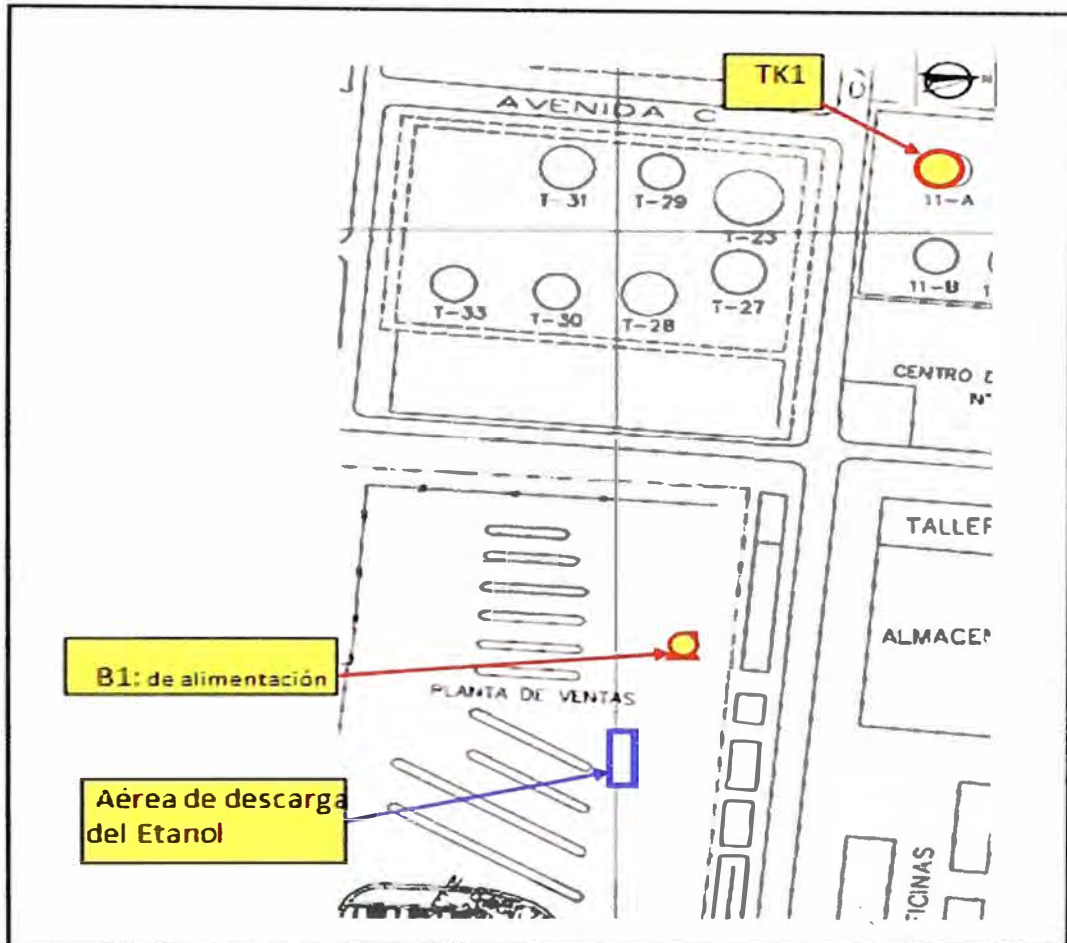
- Sobrediseño: Los equipos a utilizar se evaluaron considerando un 10%, excepto en aquellos equipos en donde se indique otro sobrediseño, como en el tanque que se usara 20%, según lo usado en la Refinería.
- Los balances de materia se realizarán con la temperatura promedio de 20°C y una gravedad específica del alcohol carburante desnaturalizado de 0.788.
- Factor de Servicio: 7512 hr/año
- Las condiciones ambientales están dadas en la Tabla 18, que nos brinda la Refinería (Dpto. Ambiental)

#### **Balance de materia y energía**

- Para Balances de materia y Energía La altura cero ( $Z=0$ ) será la línea horizontal que pase por la bomba B-1
- El Caudal ( $Q$ ) será considerado 100 m<sup>3</sup>/hr, dado por experiencia de la Refinería.

## 6.5. Plot Plan

Figura 6: Plano de plantas de despacho.



## 6.6. DATOS DE INGENIERIA BÁSICA

Tabla 12: Electricidad

Servicio	Kilowatt		Voltaje	Fase	Frecuencia- CPS
	desde	hasta			Hertz - HZ
Motores	0	2 KW máx	220	3	60
	2 KW	150 KW máx	480	3	60
	150 KW	hacias adelante	4160	3	60
Instrumentos			(*)		
Alumbrado			220	F+N	60

(\*) Solenoides: 110v (cc); transmisores: 24v; válvulas motorizadas: 220v (trifásico)

## 7. CRITERIOS PARA ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS/ INSTRUMENTOS

### 7.1. Sistema de Unidades

El sistema de unidades a utilizar será el que se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 13: Sistema de Unidades**

Variable	Unidad utilizada
Temperatura	°C
Presión	kg/cm <sup>2</sup> g
Vacío	mm Hg
Presión atmosférica	kg/cm <sup>2</sup> a
Presión de vapor @ T	kg/cm <sup>2</sup> a
Pérdida de carga admisible	kg/cm <sup>2</sup>
Pérdida de carga permitida	kg/cm <sup>2</sup> /km
Altura diferencial	m
NPSH disponible	m
Peso	kg
Densidad	kg/m <sup>3</sup>
Viscosidad (líquido)	cSt
Peso molecular	kg/kmol
Punto de inflamación	°C
Caudal líquido (cond. Estándar)	m <sup>3</sup> /h @ 15°C
Caudal líquido	m <sup>3</sup> /h @ T
Velocidad	m/s
Potencia	kW
Entalpía	Gcal/kg
Consumo eléctrico	kWh/h
Consumo de combustible	kcal/h

## **7.2. Tanque de Almacenamiento: TK1**

### **Normas de diseño.**

El tanque de almacenamiento serán conforme a:

- Tanques atmosféricos o presión inferior a 0,18 kg/cm<sup>2</sup>: API 650.
- Determinación de la capacidad de ventilación normal y de emergencia: API2000.

### **Tipo de Tanque.**

Tanque Atmosférico “Los tanques atmosféricos serán usados para líquidos que tienen hasta una máxima presión de vapor de 0.914 Kg/cm<sup>2</sup> abs (13 psia) a nivel del mar.”(Según el DS 052-93 EM.).

### **Material y espesores**

El tanque de almacenamiento será de acero al carbono e independientemente de los valores obtenidos por cálculo, se optaran unos espesores mínimos de 8 mm para los fondos y 5 mm para los techos flotantes.

Se deberá tener presente al dimensionar los espesores reales a adoptar, tanto el sobreespesor por corrosión como las tolerancias de fabricación.

### **Detalles de techo**

Los tanques de almacenamiento pueden clasificarse por el tipo de cubierta en: De techos fijos, de techos flotantes y sin techo. Dentro de los techos fijos se tienen tres tipos: cónicos, de domo y de sombrilla, los cuales pueden ser autoportados o soportados por una estructura (para el caso de techos cónicos de tanques de gran diámetro). En cualquiera de estos casos el espesor del techo no puede ser menor que 5mm. y en el caso de techos autoportados el espesor tampoco debe sobrepasar los 12 mm.

## Fondos

Como el tanque excederá los 8 m de diámetro, se dispondrá de una corona de chapa perimetral en el fondo de 10 mm de espesor mínimo, diseñada de acuerdo con los requisitos de la norma API 650.

El fondo tiene que estar anclado. Se encontrara soportado por una base de concreto, arena o asfalto, los cuales soportan el peso de la columna del producto (Según el DS\_052\_93\_EM).

## Conexiones

Todas las conexiones de la envolvente, incluyendo tubuladuras, accesos de hombre y bocas de limpieza cumplirán con los requisitos de la Norma API 650.

- Entrada y salida de producto, el tamaño mínimo de las conexiones de entrada y salida de producto será:

**Tabla 14: Diámetros de conexiones**

Diámetro (*)del TK1 (m)	Diámetro mínimo (pulg)
Hasta 10	4
Desde 10 hasta 25	6
Desde 25 hasta 40	8
Mayor de 40	10

(\*)El diámetro a tener en cuenta será el diámetro interior de la virola más baja

- Conexiones para acceso: Todos los tanques llevarán entradas de hombre de 24” de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 15: Diámetros y N° Entradas hombre**

Diámetro del TK1 (m)	No Entradas de hombre	
	En techo	En virola
Hasta 10	1	1
Desde 10 hasta 25	2	2(a 180o)
Desde 25 hasta 40	3	3(a 120o)
Mayor de 40	4	4(a 90o)

(\*)El diámetro a tener en cuenta será el diámetro interior de la virola más baja

En el techo, y cerca del indicador de nivel, se colocara un acceso de hombre para permitir el ajuste del flotador en caso de que no exista tubo tranquilizador.

- Boca de limpieza: Se instalara de acuerdo con lo indicado en la norma API 650.

### **Drenaje**

El tanque dispondrá de conexiones para drenajes de los fondos y se situaran cerca de los accesos de hombre para facilitar la limpieza de las arquetas.

### **Ventilaciones**

La capacidad de ventilación estará de acuerdo con la norma API 2000.

En el caso de tanques que almacenen líquidos con punto de ebullición igual o inferior a 38 °C, el venteo estará normalmente cerrado, excepto cuando se ventee a la atmosfera en condiciones de presión interna o vacío.

### **Plataformas y escaleras**

Los tanques llevaran una escalera de tipo helicoidal. Junto a las conexiones operativas (indicador de nivel, indicador de temperatura, acceso de hombre del techo, etc.) se instalaran plataformas de acceso para operación y mantenimiento.

### **Puesta a tierra**

La envolvente de cada tanque se conectara a tierra en puntos separados de acuerdo a su diámetro (menor a 30 m: en dos puntos diametralmente opuestos).

### **Prefabricación**

Se realizara en taller todas las operaciones de prefabricación necesarias para facilitar el montaje en campo, tales como predimensionado y corte de chapas, biselado de bordes, prefabricación de estructuras, soporte de techos, plataformas y escaleras, prefabricación de accesorios, etc.

El grado de prefabricación será el máximo compatible con su adecuado transporte.

### **Montaje y tolerancia**

El montaje del tanque se realiza de acuerdo con lo especificado en la norma API 650, sección 5 y sus apéndices aplicables.

### **Condiciones particulares de soldadura**

Todos los elementos soldados a envolverte serán con soldadura de sello continuo para evitar corrosión de intemperie.

### **Pruebas**

Se efectuarán las pruebas requeridas en la sección 5, apartado 5.3 de la Norma API 650 que sea aplicable al TK1.

### **Instrumentación.**

Indicadores de temperatura.

- Indicadores locales: Todos los tanques tendrán como mínimo un indicador de temperatura tipo termómetro.

Para que las lecturas sean lo más representativas posible, los termómetros se colocarán en zonas donde el movimiento de fluido sea relativamente grande, tales como las de los agitadores, las conexiones de succión, etc. Los termómetros deben ser accesibles a los Operarios.

- Indicadores remotos: Cada tanque dispondrá también de lectura de temperatura en sala de control.

En aquellos tanques en los que sea necesario disponer de temperatura media del fluido se instalará un tubo sonda de temperatura.

Instrumentos de nivel.

Transmisores: se dispondrá de los siguientes tipos de transmisores:

Transmisores de nivel tipo electrónico servooperado.

Transmisores de nivel tipo radar.

### **Sistema de protección contra incendios**

Habr  un sistema de espuma especial para alcoholes de acuerdo con NFPA 11, el diseño y ubicación de las camaras de espuma se realizara de forma que sean accesibles para su mantenimiento desde el propio techo de los tanques y /o desde plataforma que lo permitan, sin necesidad de tener que montar andamios u otros medios auxiliares.

### **Detalles de diseño adicionales**

- En los tanques atmosféricos, el máximo nivel de llenado deberá ser tal que permita la expansión por cambios de temperatura, también deberá tomarse en cuenta las limitaciones en altura por las dimensiones de los techos y/o sábanas flotantes.
- Los tanques adyacentes deben encontrarse a una distancia no menor de 1.5 m.
- Se construir  un cubeto con capacidad de 110% de la capacidad del tanque, que servirá como seguridad ante un posible derrame accidental, con una altura de 0.6m y la distancia entre la pared del tanque y el borde interno del muro perimetral del cubeto será igual a la altura del tanque, con un suelo que será impermeabilizado.
- El criterio para la ubicación del TK-1, según la tabla 25 del Apéndice: Los tanques adyacentes se encuentran a una distancia no menor de 1.5 m.
- El sobrediseño del TK-1: 20% más de su capacidad útil, es el volumen muerto que se le da a un tanque de almacenamiento, por experiencia de la refin ria.



### 7.3. Bomba: B1

- Se diseñara una bomba: B-1 para la recepción de alcohol carburante, en la zona de la Planta de ventas. Se instalara un manifold de succión y otra de descarga para la B-1. El manifold de succión será de una entrada donde llega alcohol carburante a través de una tubería proveniente de los nuevos brazos de descarga de camiones cisternas; y una salida con tubería hacia el tanque. La tubería de succión contendrá una válvula de compuerta y un filtro tipo T al ingreso de la bomba B-1.
- Designar una bomba y motor existente en el almacén como stock de repuesto y que tengan propiedades similares a B-1, que quedaran en caso de falla o mantenimiento (Bomba de reserva). Este es un servicio discontinuo en lo que el mantenimiento o falla es posible sin interrumpir la producción de la unidad.

#### Norma de diseño.

Las bombas serán conforme a :

- ASME B73.1 o ISO 5199. Bombas para servicios de hidrocarburos y no hidrocarburos que no excedan los siguientes límites:
  - Máxima presión impulsión: 16,32 kg/cm<sup>2</sup>g (16 barg)
  - Máxima presión aspiración: 6,12 kg/cm<sup>2</sup>g (6 barg)
  - Máxima temperatura bombeo: 175°C
  - Máxima altura diseño: 125 m
  - Máxima velocidad de rotación: 3600 rpm

## **Tipos de bombas**

### **Bomba centrífuga**

Para ciertos servicios (bajos caudales o alturas diferenciales elevadas) es aceptable el uso de bombas de una sola etapa a alta velocidad.

### **Sobrediseños**

El caudal de diseño en forma general será igual a  $1,1 \times Q_{\text{normal}}$  excepto para los siguientes servicios:

- $Q_{\text{diseño}} = 1,2 \times Q_{\text{normal}}$  para bombas de reflujo
- $Q_{\text{diseño}} = 1,05 \times Q_{\text{normal}}$  para bombas de gran tamaño ( $> 500 \text{ m}^3/\text{h}$ )

Para casos de bombas cuyo caudal por razones de proceso pueda estar sujeto a gran variabilidad, el sobrediseño a considerar será acordado con la Refinería.

### **NPSH disponible**

El NPSH disponible se calculará para el caudal de diseño sin margen adicional alguno y con una altura estática igual a la distancia entre la línea de tangencia inferior del recipiente de aspiración y la línea central estimado para la bomba.

### **Máxima presión diferencial**

Se asumirá que la máxima presión diferencial en condiciones de “cierre total” es igual a:

- 1,2 veces la presión diferencial especificada para el caudal de diseño cuando la bomba esté accionada por motor eléctrico.
- $1,2 * 1,1$  veces la presión diferencial especificada para el caudal de diseño cuando la bomba esté accionada por turbina.

### **Accionamientos**

En general se especificará motor eléctrico para accionamiento de las bombas salvo que se precise accionamiento por turbina por razones de proceso, seguridad (protección de equipo, personal o catalizador), o necesidades de disponibilidad de bombas para ciertos servicios.

### **Cierres**

Se especificará doble cierre mecánico no presurizado en los siguientes casos:

- La presión de vapor a 38°C sea superior a 4,08 kg/cm<sup>2</sup>a (4 bar a) o cuando al densidad relativa sea menos que 0,55.
- La temperatura de operación sea superior a 260°C.
- Bombeo de productos ligeros (fracciones C5-).

## **7.4. Tuberías**

### **Normas de Diseño**

Los sistemas de tuberías serán diseñados de acuerdo con el código ASME B31.3 “Process Piping”.

### **Presión y Temperatura de Diseño**

Las condiciones de operación y diseño se especificarán teniendo en cuenta que la temperatura diseño será la mayor temperatura de diseño de los equipos o líneas de las que procede teniendo en cuenta el sentido del flujo.

### **Diametro de la tubería**

Se utilizara las velocidades típicas de diseño para aplicaciones de sistemas de procesos.

Los calculos de espesores de la pared de tuberia estan basados en los requisitos exigidos por la norma ASME B 31.3 o ASME B 31.1.

### **Disposiciones generales de tuberias**

- Las tuberias se diseñaran con los recorridos mas cortos posibles y el menor número de accesorios, respetando las necesidades de flexibilidad que ellas requieran.
- Las tuberias que discurren dentro de la unidad se diseñaran agrupadas y apoyadas en soportes elevados o bandejas
- Nunca podran atravesar una unidad tuberias de procesos o servicios que vayan a otra unidad o instalacion. Todas las tuberias que entren o salgan de la unidad lo haran por el manifold de limite de unidad ya sea en el grupo de valvulas de procesos o de servicios
- No se colocaran bridas o cualquier elemento bridado en tramos de tuberias situadas encima de calles de libre circulación
- Cuando un conjunto de tuberias o alguna de ellas, en cualquier bandeja cambie de direccion, este debera cambiar tambien la elevación
- Las tuberias se diseñaran de forma que no obstaculicen el acceso de los Operadores a los equipos y previniendo los espacios requeridos para su mantenimineto, especialmente cuando estos equipos o elementos tengan partes desmontables como: columnas o recipientes; compresores, turbinas y bombas; intercambiador de calor; horno y calderos.
- Se prestara especial atención para situar venteos, drenajes, tomas de muestras y manifold de valvulas de limite de unidad, de forma que no obligue a establecer como zona clasificada calles de libre circulacion o equipos con fuego abierto.

**Accesorios de instrumentación son los siguientes:**

- Manómetros: Para medición de la presión en la línea.
- Válvulas de seguridad, para aliviar la sobre presión en las líneas de producto.
- Válvula de alivio.

## 7.5. DIAGRAMAS DE PROCESO Y PID

Figura 7: Diagrama de Flujo de Procesos (PFD)

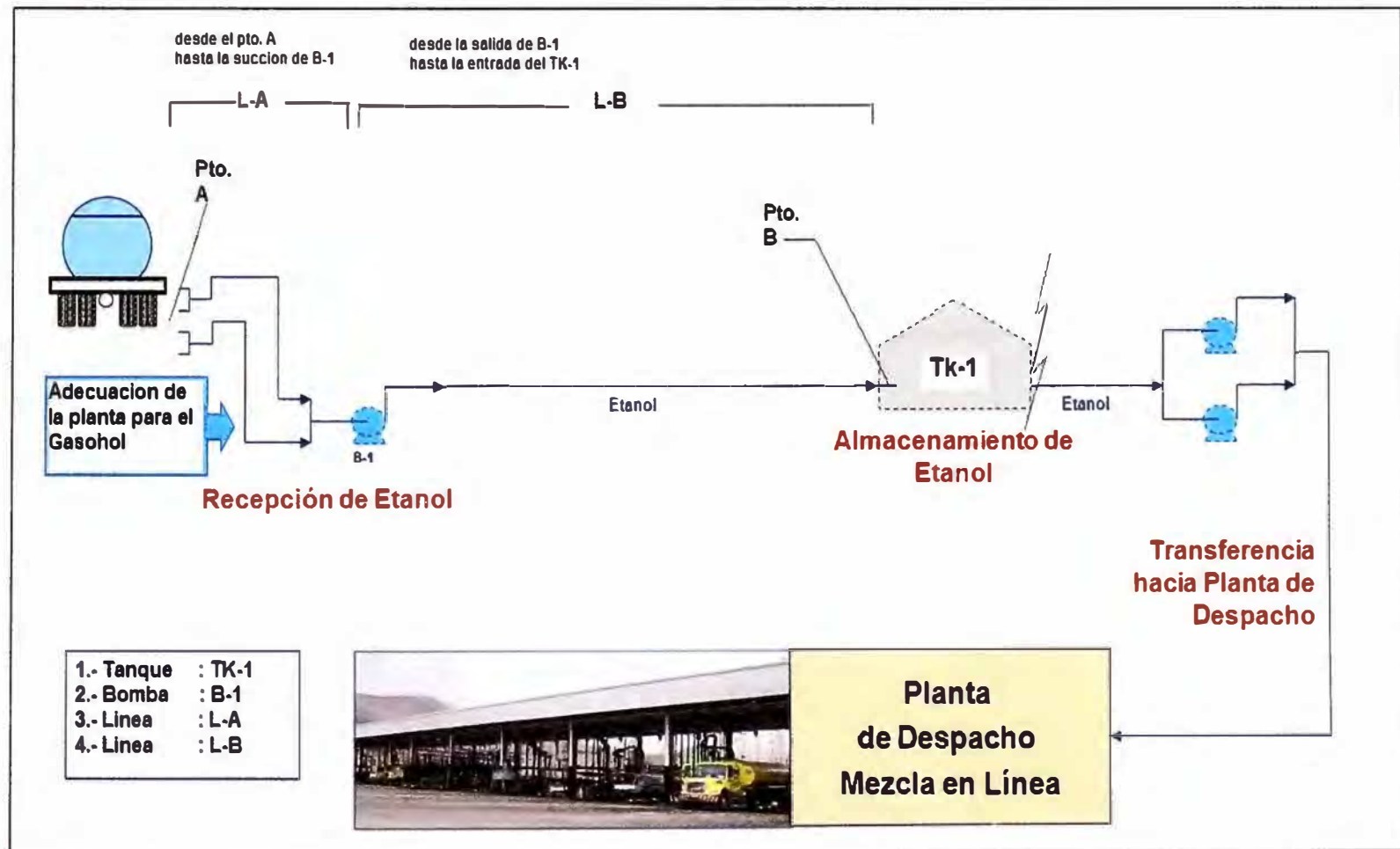
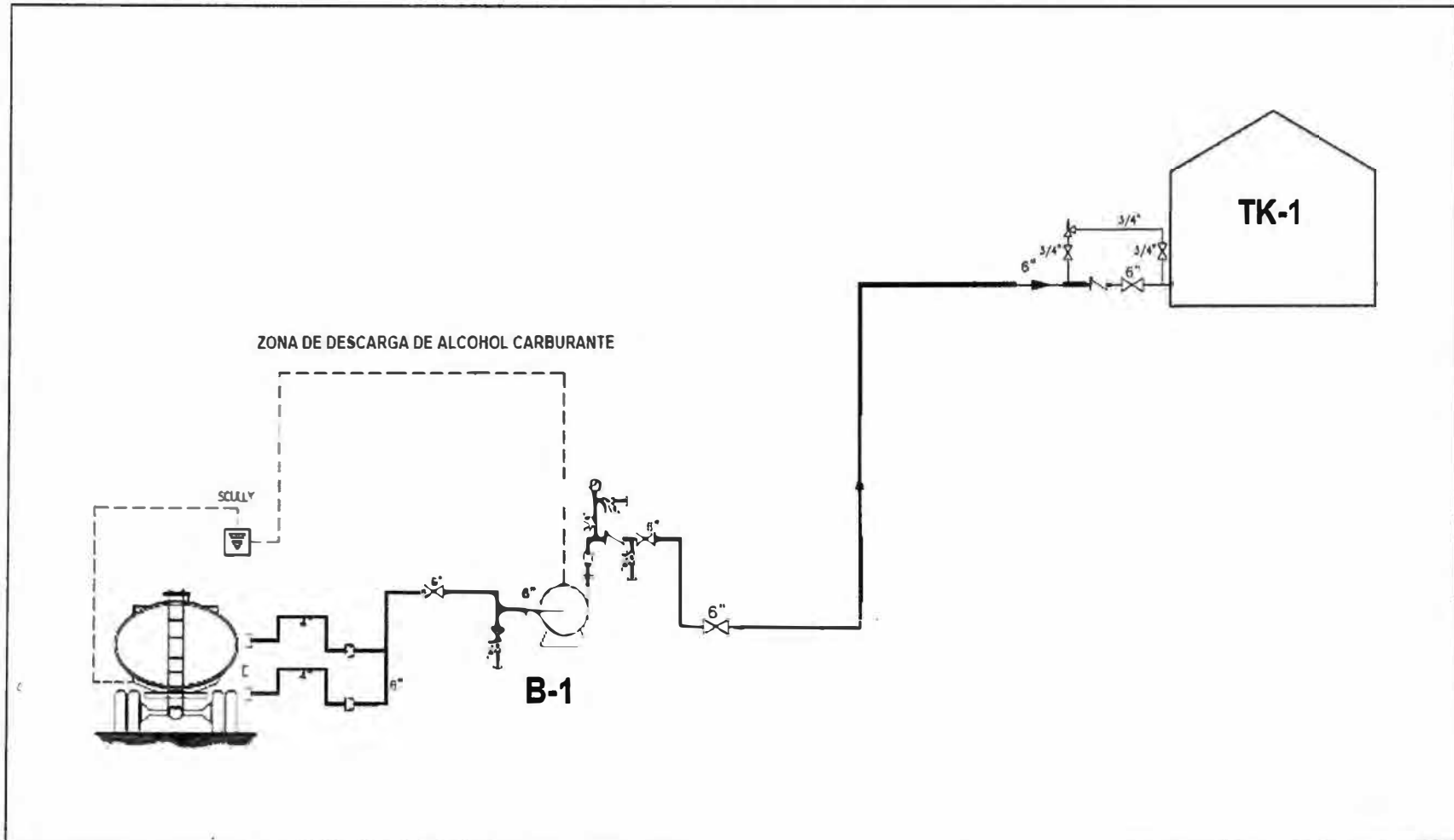


Figura 8: Diagrama de Tuberías e Instrumentos (P&amp;ID)



## 8. MEMORIA DE CALCULO

### 8.1. Diseño y selección del tanque de almacenamiento: TK1

#### 8.1.1. Material.

El tanque que sirve para almacenar alcohol carburante es construido con acero al carbono. (Lo más adecuado según Tabla 20 del apéndice).

#### 8.1.2. La capacidad nominal

Del TK1 será en base a su capacidad de venta actual de la gasolina.

Hallando la capacidad útil del TK1:

	Cantidad	Unidades	Cantidad	Unidades
Capacidad de venta de la Gasolina	4700	BPD	747.24	m3/día
% de Alcohol Carburante	7.8	%	-	-
Volumen Alcohol carburante (1 día)	366.6	Bbl	58.28	m3
Inventario	9	días	-	-
Capacidad Útil del TK-1	3299.4	Bbl	524.56	m3

Hallando el tipo de tanque: TK1

	Cantidad	Unidades	Cantidad	Unidades
Capacidad útil del Tk1	3299.4	Bbl	524.56	m3
% Capacidad de volumen no usado	20	%	-	-
Volumen no utilizado (volumen muerto)	659.88	Bbl	104.91	m3
Capacidad nominal	3959.28	Bbl	629.48	m3



Según Consideraciones de Diseño:

		Cantidad	Unidades	Referencias
Propiedades Físicas del Alcohol Carburante	Pto. De Inflamación	13	oC	Tabla 24
	Presión de Vapor (20oC)	0.059	Kg/cm2	
Tipo de tanque	Tanque atmosférico	-	-	DS052_93_EM Titulo 3o capítulo II artículo 17
Tipo de techo	Techo flotante	-	-	DS052_93_EM Titulo 3o capitulo II artículo 18
Alcohol carburante	Clase IB	-	-	DS052_93_EM anexo

Diseño del tanque TK-1 según API 650.

### 8.1.3. Diámetro/Altura

H/D = 1, lo más adecuado según el libro Ulrich tabla 4.27 Pág. 272: Tabla 19 del apéndice.

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4} \quad \text{..... Ecuacion 1}$$

	Unidades	Cantidad	Observaciones
Relación Diámetro (D)/Altura (H)	-	1	Tabla 19
Diámetro (D)	m	9.3	Ecuación 1
Altura (H)	m	9.3	-

#### 8.1.4. El diseño del TK1

Diseño del fondo del tanque TK-1 según API 650, depende de las siguientes condiciones

Cimientos usados para soportar TK-1	Resistencia Permisible mayor 143 MPa Parte Civil	API 650 apéndice B
Método que se utiliza para desalojar el alcohol carburante	Extracción por bomba	API 650
Grado de sedimentación de sólidos	Aprox cero	Tabla 11
Material	Acero al Carbono	Tabla 20

Lo que conduce al uso de un fondo plano, donde la resistencia permisible del suelo debe ser por lo menos de 143 MPa.

Los fondos de tanques de almacenamientos cilíndricos verticales son generalmente fabricados de placas de acero con un espesor menor al usado en el cuerpo. Esto es posible para el fondo, porque se encuentra soportado por una base de concreto, arena o asfalto, los cuales soportan el peso de la columna del producto; además, la función del fondo es lograr la hermeticidad para que el producto no se filtre por la base.

#### 8.1.5. El desarrollo del cuerpo

a) El espesor de la pared del cuerpo requerido para resistir la carga hidrostática es mayor que el calculado por condiciones de diseño o por condiciones de prueba hidrostática, pero en ningún caso es menor a lo que se muestra en la Tabla 16 (API 650)

Espesor calculado del envoltente (e)

$$e = \frac{p \cdot R}{0.9 \cdot S - 0.6 \cdot p} \quad \text{-----} \quad \begin{array}{l} \text{Ecuacion 2} \\ \text{Ulrich ec (4-114)} \end{array}$$

	Símbolo	Cantid	Unid	Cantidad	Unidades	Observación
Radio interior del Tanque TK-1	R	4.6	m			
Material	Mat	acero al carbono				Tabla 20
Esfuerzo permisible	S	975	bar	9770	m profundidad	Figura 1 (Ulrich)
Presión	P			9.5	m profundidad	
Espesor calculado del envolvente	e	0.0049	m	4.9	mm	Ecuación 2
Espesor requerido = (ecalculado+3mm)	$e_{req}$			7.9	mm	

b) Diseño estructural del techo: Se dan a conocer las ventajas y desventajas de utilizar un techo en forma de domo geodésico con membrana flotante

También se describen los componentes necesarios en el domo geodésico y membrana flotante para obtener una mayor eficiencia en almacenamiento de producto e incrementar su seguridad contra incendios.

	Observaciones
Techo Flotante interno	Evita la formación del espacio vapor Mínimas pérdidas por evaporación
Techo fijo con membrana	Membranas de contacto total (evita espacio como los pontones) Puede ser de Aluminio o Polímeros
Techo fijo: Domo Geodésico	Es autoportante: No necesita columna Puede ser de Aluminio: Mas liviano Ventaja q se construye en suelo y se monta por grúa
Techo fijo de Domo Geodésico con membrana flotante interna	

c) Estabilidad por Sismos: Los movimientos telúricos son un tema muy especial dentro del diseño de tanques verticales de almacenamiento, sobre todo con un alto grado de sismicidad. Estos movimientos telúricos provocan dos tipos de reacciones en el tanque:

- Los movimientos de alta frecuencia provocan un movimiento lateral del terreno donde está instalado el tanque.
- Los movimientos de baja frecuencia provocan un movimiento de masa del líquido contenido, provocando oleaje dentro del tanque.

El movimiento lateral de las masas, genera fuerzas que actúan en el centro de gravedad del tanque, ocasionando la inestabilidad del conjunto, que multiplicado por el brazo de palanca respecto al fondo, originan un momento de volcadura, produciendo una compresión longitudinal, provocando la deformación del cuerpo. Por lo que es diseñado para resistir este fenómeno.

d) Estabilidad por Viento: El viento es simplemente aire, con una componente horizontal de movimiento. El momento de volteo producido por el viento debe ser calculado y considerado para el diseño del tanque.

Los datos de condiciones ambientales son dado por la Tabla 18, que proviene del área de Medio ambiente de la Refinería, ya que ya ha sido estudiado.

e) Los accesorios : necesarios para el diseño del tanque son:

- Boquillas
- Escalera y Plataforma
- Conexión a tierra.

El tanque de almacenamiento TK-1 estará provisto de boquillas, las que a continuación se enlistan:

1. Entrada y salida de producto.
2. Entrada de hombre.
3. Drenaje (con sumidero).
4. Venteo.

El venteo que consistirá de una válvula de presión y vacío con suficiente capacidad de venteo, debe ser instalada a fin de prever cualquier incremento sobre la máxima presión de diseño del tanque; incremento que puede ocasionar la distorsión del techo o del cilindro. La capacidad de venteo es dimensionada para satisfacer todas las condiciones de llenado y descarga, así como las variaciones de temperatura que pueda experimentar el tanque en su servicio. El sistema de venteo se calculará y diseñara de acuerdo a la norma API 2000 (El diámetro para el sistema de venteo es 6”).

La escalera, plataforma y baranda tienen la finalidad de situar al personal que así lo requiera en una zona del tanque que necesite de mantenimiento o supervisión, Este será sobre el techo donde se localizan diversas boquillas y la entrada hombre es lateral, además de brindar protección y seguridad al personal.

La conexión a tierra como su nombre mismo lo indica es una conexión que se efectúa para proteger el tanque de las descargas eléctricas originadas por rayos, por campos electrostáticos producidos por formaciones nubosas densamente cargadas o por el fluido dentro del tanque, evitando de esta forma potenciales eléctricos que ocasionen chispas y lógicamente incendios del producto almacenado.

El sistema de tierra debe ser diseñado para la instalación de acuerdo a las características y requerimientos del proyecto para evitar la acumulación de cargas estáticas de acuerdo con la norma NFPA – 77.

### **8.1.6. Construcción del tanque.**

a) Soldadura: La información requerida acerca de las variables de soldadura que debe incluirse difiere de una norma a otra, y también varía la forma en que cada norma clasifica a estas variables que son:

- Uniones o juntas
- Metales base
- Metales de aporte y electrodos
- Posiciones
- Precalentamiento y temperatura entre pasos
- Tratamiento térmico - posterior a la soldadura
- Gases de combustión y de protección
- Características eléctricas
- Técnica.

b) Fabricación de las partes.

- Corte y biselado de planchas metálicas
- Rolado de planchas metálicas: En esta etapa se procede a dar la forma curva requerida por las características técnicas del tanque.
- Preparación superficial: El proceso de preparación de superficies es el requisito principal para pintar con éxito. Pretende eliminar la totalidad de suciedad, grasas, aceites, óxido visible (herrumbre), cascarilla de laminación, o cualquier materia. Los procesos de preparación de superficie están estandarizados y definen el acabado deseado.
- Pintado: El tanque es protegido de la siguiente manera:

- ✓ Sistema Interior: Para la protección interna, la superficie es pintada en taller con una pequeña capa de pintura anticorrosiva. En sitio, la capa de pintura es quitada y la superficie es pintada con un sistema epóxico fenólico amina.
- ✓ Sistema Exterior: El sistema a usar es epóxico acrílico. Para la protección externa, la superficie es pintada en taller con una primera capa de pintura (primer) y en sitio se completa la protección.
- Montaje.
  - ✓ Control de calidad de juntas soldadas. El proceso de control de calidad de las juntas soldadas en la construcción de tanques es realizado por medio de Técnicas Inspección por tintas penetrantes
  - ✓ Prueba Hidrostática Esta prueba se realiza con el fin de verificar que los asentamientos del tanque producidos por el producto a almacenar, no vayan a deformar, colapsar o tensionar el mismo o que conexiones de tuberías se vean afectadas y constatar que existe hermeticidad en todas las juntas tanto de fondo como del casco y accesorios.

#### **8.1.7. Selección de accesorios de instrumentación.**

Los accesorios de instrumentación son los siguientes:

- Medidor de nivel tipo electrónico servooperado: Para determinar volumen de producto almacenado.
- Sensor de temperatura tipo termómetro: para análisis del nivel de líquido almacenado en el tanque. Las lecturas serán lo más representativa posible, los termómetros se colocara en zona donde el movimiento del fluido es relativamente grande, tal como conexión de succión. El termómetro debe ser accesible al Operario.

## 8.2. Diseño y selección de la línea de tubería y sus accesorios del punto A-punto B (L-A + L-B)

Se diseñara las líneas de tuberías antes de la succión (L-A) y después de la descarga (L-B) con sus respectivos accesorios

**8.2.1. Material:** Acero al carbono, por lo tanto su rugosidad absoluta es: 0.05cm y su rugosidad relativa: 0.003 (De la Tabla 23).

### 8.2.2. Diámetro de la tubería:

Hallando la Velocidad de la Tabla del Libro Branan

<b>Velocidades típicas de diseño para sistemas de procesos</b>	
Service	Velocity, ft./sec.
Average liquid process	4-6.5
Pump suction (except boiling)	1-5
Pump suction (boiling)	0.5-3
Boiler feed water (disch., pressure)	4-8
Drain lines	1.5-4
Liquid to reboiler (no pump)	2-7
Vapor-liquid mixture out reboiler	15-30
Vapor to condenser	15-80
Gravity separator flows	0.5-1.5

Tomando la velocidad promedio:  $v = 5$  ft/seg, luego con la sgte. Ecuación se halla el diámetro.

$$\varnothing = \left( \frac{4 \cdot Q}{V \cdot \pi} \right)^{1/2} \quad \text{..... Ecuación 5}$$

Faust

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot \varnothing}{\mu} \quad \text{..... Ecuación 6}$$

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{e}{\varnothing} \quad \text{..... Ecuación 7}$$



La rugosidad (e) del material se saca de la tabla 23 o de la Fig. 11.

	Símbolo	Cantidad	Unidades	Cantidad	Unidades
Caudal	Q	440.335	GPM	100.00	m <sup>3</sup> /h
		0.981	ft <sup>3</sup> /seg	27.78	litros/seg
				27833.50	cm <sup>3</sup> /seg
Presión Atmosférica	Patm	14.700	psia	1.03	Kg/cm <sup>2</sup> abs.
Gravedad	g	32.200	ft/seg <sup>2</sup>	9.81	m/seg <sup>2</sup>
SP. GR.		0.786		0.79	
Densidad=	ρ	48.976	lb/ft <sup>3</sup>	0.79	gr/cm <sup>3</sup>
VISCOSIDAD	μ	1.010	Cp	0.01	gr/cm.seg
Rugosidad	e			0.005	cm
Velocidad	V	5	ft/s	150.00	cm/seg
Reynolds	Re	179425.954			
Diámetro calculado *	Øcal			15.37	cm
Diámetro de diseño	Ø	6	in		
Diámetro interno de entrada **	Øi 6" (Sch40)	6.065	Pulg.	154.05	mm
Rugosidad relativa		0.003			
Longitud L-A		16.15	m		
longitud L-B		100	m		
material		Acero al carbono clase B			

\*El Diámetro Calculado se hace mediante las ecuaciones 5, 6 y 7 e iteración en la parte b)

\*\*El Diámetro interno se saca de la Tabla 22.

### 8.2.3. Perdida de carga

#### a) Pérdida de Carga

##### a.1) Perdida de carga primaria (tubería recta)

$$h_{fp} = f \left( \frac{L}{\varnothing} \right) \left( \frac{V}{2 \cdot g} \right)^2 \dots\dots\dots \text{Ecuación 8}$$

Ø 6"	cedula	40	Tabla 22
Ø interno	Ø i	=	154.04 mm

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{0.05\text{mm}}{154.04\text{mm}} = 0.0003$$

$$\text{Re} = \frac{\rho * V * \text{Øi}}{\mu} = 179425.954$$

Con Reynolds y la Rugosidad relativa voy a la grafica de Moody (Fig. 11 de apéndice) y se obtiene:

$$f = 0.018$$

En la ecuación 8 se obtiene la perdida de carga primaria para L-A

$$hf_A = 0.018 \left( \frac{16.15\text{m}}{0.15404\text{m}} \right) \left( \frac{1.49\text{m/s}}{2*9.81} \right)^2 = 0.214\text{m} = 0.700 \text{ pies}$$

En la ecuación 8 se obtiene la perdida de carga primaria para L-B

$$hf_B = 0.018 \left( \frac{100.00\text{m}}{0.15404\text{m}} \right) \left( \frac{1.49\text{m/s}}{2*9.81} \right)^2 = 1.32\text{m} = 4.33 \text{ pies}$$

a.2) Pérdida de carga secundaria

$$hf_{sec} = K \left( \frac{V}{2*g} \right)^2 \dots\dots\dots \text{Ecuación 9}$$

De la Tabla 21 se obtiene los K

Calculo de la perdida de carga secundaria en L-A

$$h_{f_{reduccion}} = 2 * 0.308 \left( \frac{1.49 \text{m/s}}{2 * 9.81} \right)^2 = 0.0697 \text{m} = 0.229 \text{pies}$$

$$h_{f_{valvula\ de\ compuerta}} = 2 * 0.14 \left( \frac{1.49 \text{m/s}}{2 * 9.81} \right)^2 = 0.0158 \text{m} = 0.052 \text{pies}$$

$$h_{f_{codos}} = 5 * 0.21 \left( \frac{1.49 \text{m/s}}{2 * 9.81} \right)^2 = 0.1188 \text{m} = 0.39 \text{pies}$$

Calculo de la perdida de carga secundaria en L-B

$$h_{f_{valvula\ de\ compuerta}} = 3 * 0.14 \left( \frac{1.49 \text{m/s}}{2 * 9.81} \right)^2 = 0.0475 \text{m} = 0.156 \text{pies}$$

$$h_{f_{valvula\ Check}} = 2 * 1.7 \left( \frac{1.49 \text{m/s}}{2 * 9.81} \right)^2 = 0.385 \text{m} = 1.26 \text{pies}$$

$$h_{f_{reduccion}} = 0.308 \left( \frac{1.49 \text{m/s}}{2 * 9.81} \right)^2 = 0.0349 \text{m} = 0.114 \text{pies}$$

$$h_{f_{codos}} = 5 * 0.21 \left( \frac{1.49 \text{m/s}}{2 * 9.81} \right)^2 = 0.1188 \text{m} = 0.39 \text{pies}$$

## a.3) Resumen de pérdida de la carga en L-A

	f/K	Cantidad	Unidades	Cantidad	Unid	Ecuación
Pérdida en 53 pies de Tubería de Ø 6", desde la conexión con la brida inferior del brazo de carga hasta la conexión con la entrada a la bomba de etanol	0.018	0.2134	m	0.700	pies	Ec. 8
Pérdida en reducción 4" x 6"	0.308	0.0697	m	0.229	pies	Ec. 9
Pérdida en 05 codos de Ø 6" x 90°	0.21	0.1188	m	0.390	pies	Ec. 9
Pérdida en Válvula Compuerta de Ø 6"	0.14	0.0158	m	0.052	pies	Ec. 9
Pérdida en Brazo de Carga EMCO WHEATON E2033 Ø4" 07 codos, 9 pies de tubería de Ø4", acople API, más 20%		2.4100	m	7.905	pies	Ec. 9
<b>Pérdidas Totales en L-A</b>	<b>hfA</b>	<b>2.8277</b>	<b>m</b>	<b>9.275</b>	<b>pies</b>	

## a.4) Resumen de pérdida de la carga en L-B

	f/K	Cantidad	Unid	Cantidad	Unidades	Ecuación
Pérdida en 328 pies de de Ø 6", desde la conexión con la descarga de la bomba hasta la conexión con la entrada al tanque.	0.018	1.3215	m	4.335	pies	Ec. 8
Pérdida en 3 Válvula Compuerta de Ø 6"	0.14	0.0475	m	0.156	pies	Ec. 9
Pérdida de 2 válvula Check	1.7	0.3845	m	1.261	pies	Ec. 9
Pérdida en 05 codos de Ø 6" x 90°	0.21	0.1188	m	0.390	pies	Ec. 9
Pérdida en reducción 4" x 6"	0.308	0.0348	m	0.114	pies	Ec. 9
<b>Pérdidas Totales en L-B</b>	<b>hfB</b>	<b>1.9072</b>	<b>m</b>	<b>6.256</b>	<b>pies</b>	

## a.5) Pérdida de la carga Total (L-A + L-B)

	Cantidad	Unidades	Cantidad	Unidades
<b>Pérdidas de carga Total(L-A+L-B)</b>	<b>4.7349</b>	<b>m</b>	<b>15.530</b>	<b>pies</b>

**8.3. DISEÑO Y SELECCIÓN DE LA BOMBA: B-1**

## 8.3.1. BALANCE DE ENERGIA DEL Pto. A AL Pto.B:

El diseño de la bomba se hará desde el balance de energía

$$E_B = E_A + H_{B-1} - hf_{AB} \quad \dots \quad \text{Ecuación 10}$$

$$\frac{P_B}{\rho} + Z_B + \left[ \frac{V_B}{2g} \right] = \left[ \frac{P_A}{\rho} + Z_A + \left[ \frac{V_A}{2g} \right] \right] + H_{B-1} - hf_{AB}$$

## 8.3.2. HEAD DE LA BOMBA:

		Pto. A	Pto. B	
Letra de corriente	Símbolo	A	B	unidades
Descripción		Salida de cisterna del alcohol carburante	Alcohol carburante en el tanque TK-1	
Temperatura	T	20	20	oC
Presión	P	2.02 E-07	5.9	Kg/cm2 g
densidad (20oC)	$\rho$	786	786	Kg/m3
Altura	Z	-0.27	0.46	m
Velocidad	V	1.49	0	m/seg2
		9.81	9.81	m/seg2
Gravedad	g	48.976	48.976	lb/ft <sup>3</sup>
Presión	$P/\rho$	8.51362E-06	248.665	ft
Altura	Z	-0.8856	1.5088	ft
Velocidad	$V^2/2 * g$	0.3711	0	ft
Energía en el Pto.	$E = P/\rho + Z + V^2/2 * g$	-0.514	250.174	ft
Perdida de carga L-A+L-B	hfAB		15.530	ft
Head DE B-1	EB - EA + hfAB		266.219	ft

## 8.3.3. NPSHA DE LA BOMBA:

$$\text{NPSHA} = \frac{P_{\text{atm}}}{\rho} - \frac{P_{\text{vp(OH)}}}{\rho} + Z_A - h_{f_{AB}} \dots \quad \text{Ecuación 11}$$

	Símbolo	Cantidad	Unid	Cantidad	Unidades
Presión Atmosférica	Patm	14.7	lb/in2	2133.84	lb/ft2
Presión de vapor del etanol	Pvp	1.28	lb/in2	185.80	lb/ft2
Presión Atmosférica	Patm/ρ			43.57	ft
Presión de vapor del etanol	PvP/ρ			3.79	ft
NPSHA	Patm-Pvp+ZA-hfA			29.62	ft
				9.03	m

El valor de NPSH disponible, 29.62 ft, es varias veces mayor que el NPSH requerido por la bomba B-1 para servicio con etanol, 5 ft (ver selección de bomba). Al ser el NPSH disponible mayor que el NPSH requerido por la bomba en el servicio con etanol no debe producirse cavitación para la Pvp de 0.09 kg/cm<sup>2</sup> a 20°C.

## 8.3.4. SELECCION DE LA BOMBA

Para la selección de la bomba se realiza en base a las propiedades del líquido,  
Caudal = 440.335 GPM y Head = 266.219 ft (81.1m).

Se hace uso del software ePrism (Gould pumps), para la ayuda en la selección de la bomba y haciendo el uso de las curvas características (figuras 9 y 10) se tiene:

$$\text{NPSH}_r = 5 \text{ ft}$$

$$\text{Ef.} = 65\%$$

$$\text{Power} = 35.7 \text{ hp}$$

Bomba: Modelo 3700 Size = 4x6-16 LA.

Figura 9: Curva característica de la bomba

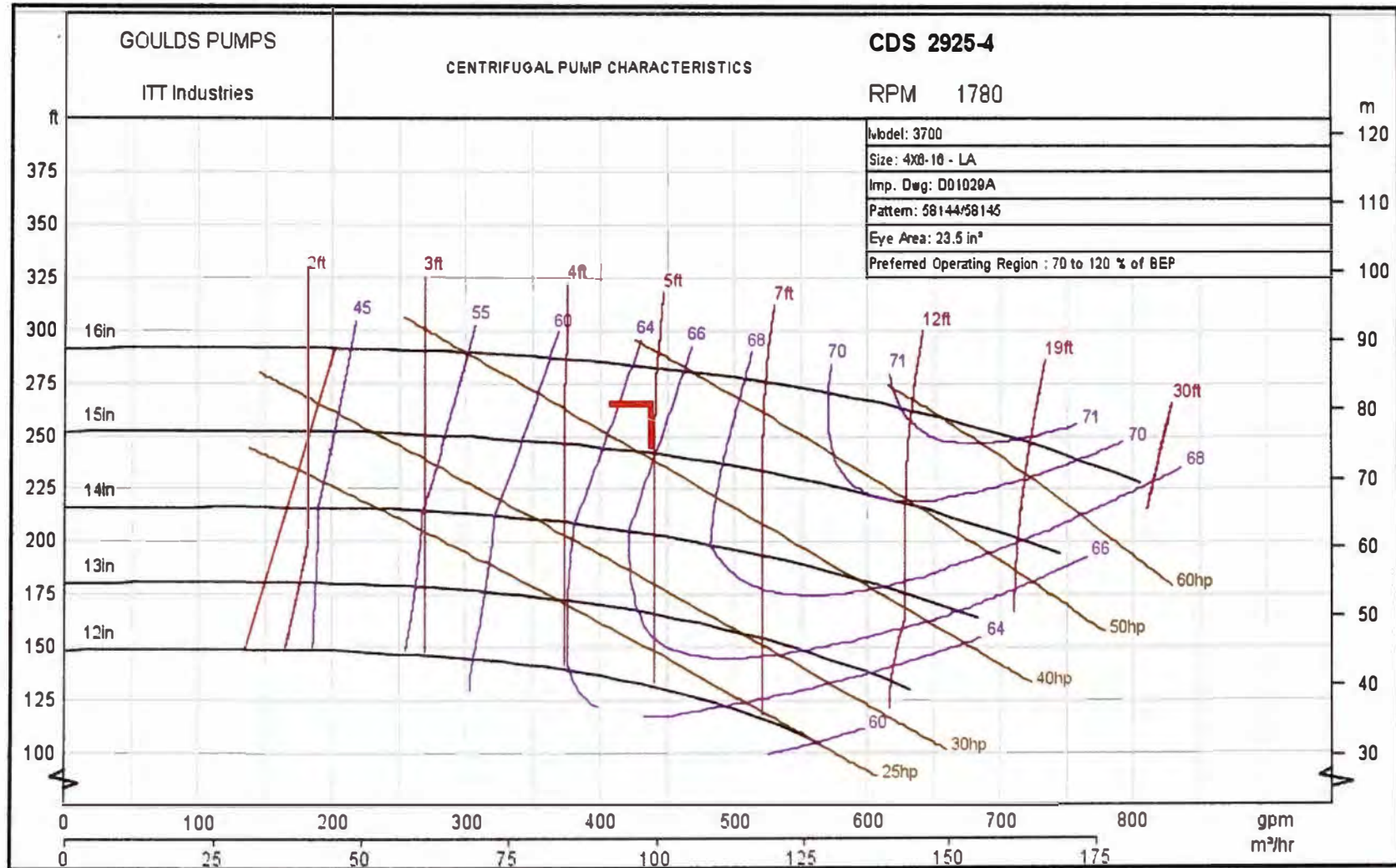
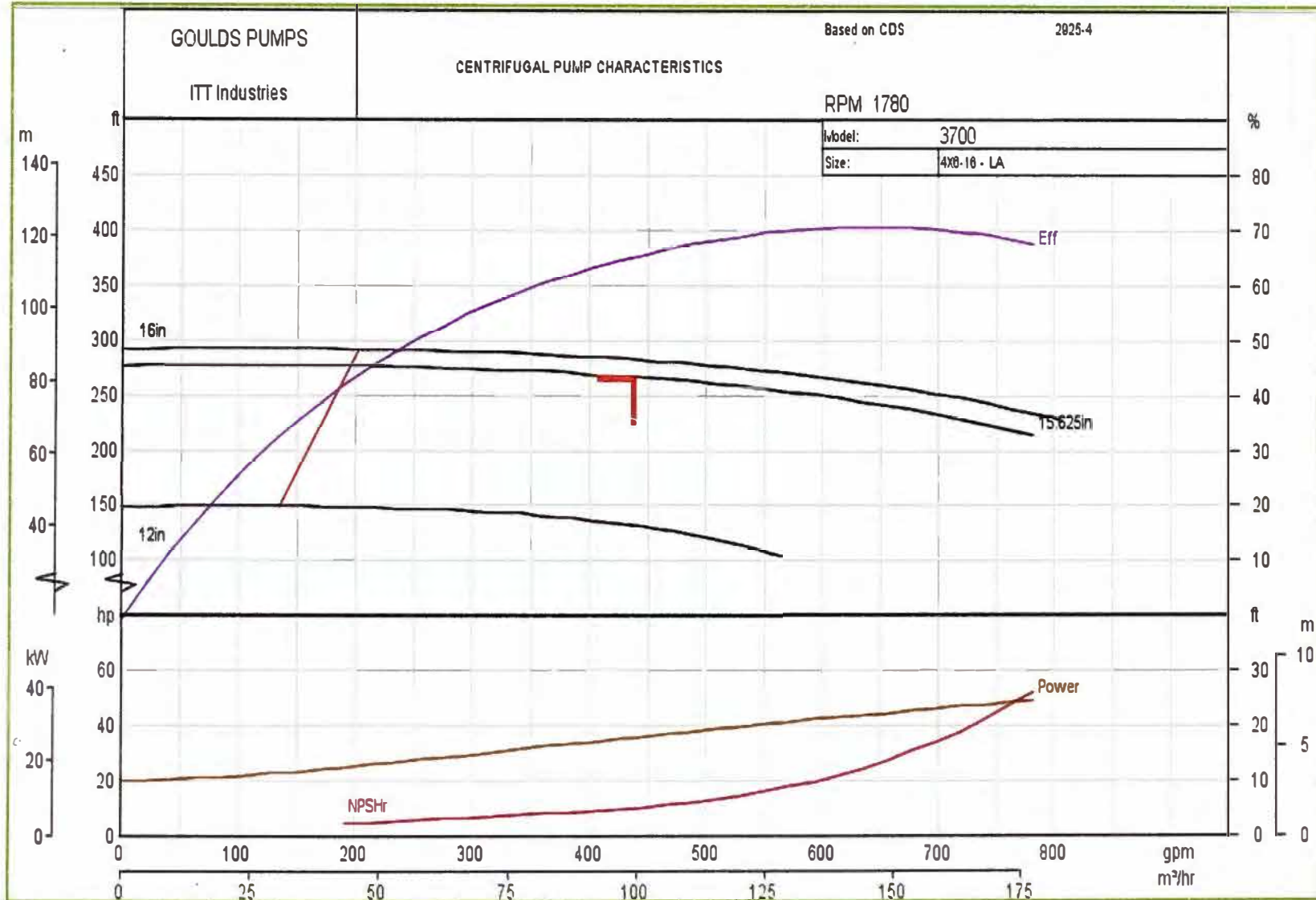




Figura 10: Curva característica de la bomba



## 9. HOJA DE ESPECIFICACIONES

### 9.1. Hojas de Especificación del Tanque

PROYECTO : ADECUACION DE LA UNIDAD PARA RECEPCIONAR ETANOL.						TANQUE		
UNIDAD : PLANTA DE VENTAS						Pág. 1 de 1		
<b>TANQUES</b>								
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>								
EQUIPO		TK 1						
SERVICIO		ALMACENAMIENTO DE ETANOL ANHIDRO DESNATURALIZADO						
CARACTERISTICAS DEL FLUIDO			CARACTERISTICAS DEL TANQUE			VENTILACION		
Compuestos Corrosivos ID			Tipo de Tanque	Atmosferico	Gas de Blanketing			
Compuestos Corrosivos	% p		Tipo de Techo	Finterno	Caudal Entrada Máximo	m <sup>3</sup> /h		
Sólidos en Suspensión	% p		Capacidad Total	m <sup>3</sup>	629.5	Caudal Salida Máximo	m <sup>3</sup> /h	
Temperatura Almacen., T	°C	20	Capacidad Util	m <sup>3</sup>	524.6	<b>ACCESORIOS</b>		
Densidad Líquido @ T	kg/m <sup>3</sup>	0.79	Diámetro Interno	m	9.1	Agitación	si / no	no
Viscosidad Líquido @ T	cSt	1.01	Altura	m	9.1	Serpentín	si / no	no
Temp. Máx. Almacen., Tmáx.	°C	25	Máximo Nivel	m	8.7	Medio Calefactor	<b>NO</b>	
Presión Vapor @ Tmáx.	kg/cm <sup>2</sup> a	0.098	Mínimo Nivel	m	0.9	Duty	Gcal/h	
Punto de Inflamación	°C	13	Presión Diseño	kg/cm <sup>2</sup> g	14.7	Presión Diseño	kg/cm <sup>2</sup> g	
Punto de Fluidez	°C		Temperatura Diseño	°C	20	Temperatura Diseño	°C	
<b>CLASIFICACION DEL FLUIDO SEGUN REGLAMENTO</b>								
TANQUE ATMOSFERICO			TANQUE A PRESION			RECIPIENTE A PRESION / ESFERA		
API 650			API 620			ASME VIII / API 2510 / API 2350		
Pres. Vapor @ Tmáx (kg/cm <sup>2</sup> a) < 1			1<Pres.Vapor @Tmáx (kg/cm <sup>2</sup> a)< 2			Pvap. @15°C (kg/cm <sup>2</sup> a) > 2		
Pvap @Tmáx: 0 <T. Fijo<0.05<T. Flotante < 1			Techo fijo			Recipiente / Esfera		
B1 <input checked="" type="checkbox"/>	Pto. Inflamación < 38 °C		B1 <input type="checkbox"/>	Pto. Inflamación < 38 °C		A1 <input type="checkbox"/>	Temp. Almacen. < 0°C	
B2 <input type="checkbox"/>	38°C<Pto. Inflamación<55 °C		B2 <input type="checkbox"/>	38°C<Pto. Inflamación<55 °C		A2 <input type="checkbox"/>	Temp. Almacen. > 0°C	
C <input type="checkbox"/>	55°C<Pto. Inflamación<100 °C							
D <input type="checkbox"/>	Pto. Inflamación > 100 °C							
<b>MATERIAL</b>				<b>CONEXIONES</b>				
	Material	Sob. Corrosión	Trat. Térmico	SIGLA	NP	DIA (")	BRIDA	SERVICIO
Envolv./Fondos	AC	Si	No	1	1	6	150	Ingreso
Techo	AC	Si	No	2	1	6	150	Salida
Internos	AC	Si	No	3	1	2	150	drenaje
Aislamiento	No							
NOTAS:								
1.- AC : Acero al carbono.								
Rev.0	Por	JOCHB						
may-10								

## 9.2. Hojas de Especificación de la Bomba.

PROYECTO :	ADECUACION DE LA UNIDAD PARA RECEPCIONAR ETANOL.		BOMBA	
UNIDAD	PLANTA DE VENTAS		Pág.	1 de 1
<b>BOMBAS</b>				
<b>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO</b>				
CASO DE DISEÑO			ETANOL ANHIDRO DESNATURALIZADO	
SERVICIO			BOMBEO DE ETANOL	
Equipo N° Operación / Reserva			B-1	
Número de Bombas Requeridas Operación / Reserva			1	0
Tipo de Bomba ( centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)			centrífuga	
Funcionamiento ( continuo / discontinuo ; serie / paralelo)			discontinuo	
<b>CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO</b>				
Naturaleza del Fluido			ALCOHOL	
Componentes Corrosivos / Tóxicos			si	no
Sólidos en Suspensión ( Cantidad / Diámetro Equivalente)			no	no
Punto de Fudez (Fbur Point)	°C			
Temperatura de Auto Inflamación / Inflamación	°C	363	13	
Temperatura de Bombeo	°C	20		
Densidad @ T bombeo	kg/m <sup>3</sup>	0.8		
Viscosidad @ T bombeo	cSt	1.285		
Presión de Vapor @ T bombeo	kg/cm <sup>2</sup> a	0.06		
<b>CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DE LA BOMBA</b>				
Caudal de Diseño Q (rated) (1)	m <sup>3</sup> /h	100		
Caudal Mínimo de Proceso (2)	m <sup>3</sup> /h	-		
Caudal Normal	m <sup>3</sup> /h	-		
Presión de Impulsión	kg/cm <sup>2</sup> g	1.66		
Presión de Aspiración	kg/cm <sup>2</sup> g	-		
Presión Diferencial	kg/cm <sup>2</sup>	1.89		
Altura Diferencial (1)	m	81.1		
NPSH Disponible (3)	m	9.03		
Máxima ΔP a Impulsión Cerrada (4)	kg/cm <sup>2</sup>	-		
Presión Máxima Aspiración	kg/cm <sup>2</sup> g	0.06		
Presión Máxima Impulsión	kg/cm <sup>2</sup> g	-		
Diámetro Tubería Aspiración / Impulsión	Pulgadas	6	6	
Impulsor / Cierre (5)			no	
Traceado / Aislamiento / Flushing (6)			no	
<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACCIONAMIENTO</b>				
Tipo Operación / Reserva		motor		
Consumo Eléctrico Estimado a Caudal de Diseño	Kw/h	8.2		
Consumo de Vapor Estimado a Caudal de Diseño	Kg/h	no	no	
<b>NOTAS :</b>				
(1) El punto de garantía debe ser para el caudal de diseño (rated) y la altura diferencial indicada.				
(2) Caudal de proceso en condiciones de "turn-down", puesta en marcha u otras operaciones. La l. de detalle / vendedor debe especificar el caudal mínimo requerido por la bomba y el sistema de protección / recirculación en su caso.				
(3) En la brida de aspiración de la bomba. Excluye cargas de aceleración para bombas volumétricas alternativas. Excluye contingencias / margen para todo tipo de bombas.				
(4) Este valor no puede ser excedido por la bomba con dens., viscos. normales y velocidad de operación continua máx.				
(5) Especificar tipo / particularidades del impulsor / cierre, si existen requerimientos de proceso.				
(6) Especificar traceado, aislamiento, flushing si existen requerimientos de proceso.				
Rev 0	Por	JOCHE		
may-10				

### 9.3. Hojas de Especificación de la línea.

PROYECTO : <b>ADECUACION DE LA UNIDAD PARA RECEPCIONAR ETANOL.</b>				Líneas de Proceso			
UNIDAD : <b>PLANTA DE VENTAS</b>				Pág. <b>1</b> de <b>1</b>			
<b>LÍNEAS DE PROCESO</b>							
LÍNEA Nº		L-A		L-B			
P&ID Nº							
DE		Camion cisterna		Bomba B1			
A		Bomba B1		Tanque TK1			
<b>NATURALEZA, FASE Y CAUDAL</b>							
Naturaleza del Fluido		HC		HC			
Compuestos Corrosivos / Tóxicos ( % peso / ppm p)							
Fase (1) / Vaporizado (% peso)		L	-	L	-		
Caudal Volumétrico Vapor @ P, T	m <sup>3</sup> /h	-		-			
Caudal Volumétrico Líquido @ P, T	m <sup>3</sup> /h	100		100			
<b>PROPIEDADES</b>							
Peso Molecular Gas							
Densidad Gas / Líquido @ P, T	kg/m <sup>3</sup>	-	784	-	784		
Viscosidad Gas / Líquido @ P, T	cP (G) / cSt (L)	-	1.29	-	1.29		
Punto de Fluidez (Pour Point)	°C	-		-			
<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN / DISEÑO</b>							
Temperatura Operación / Diseño	°C	20		20			
Presión Operación / Diseño	kg/cm <sup>2</sup> g	0					
Presión de vapor del líquido a Tª de operac. (2)	Kg/cm <sup>2</sup> g	0.09		0.09			
<b>DATOS TUBERÍA</b>							
Diámetro Nominal	Pulgadas	6		6			
ΔP Calculada / Permitida (3)	kg/cm <sup>2</sup> / km	-	-	-	-		
Velocidad Calculada / Permitida (3)	m/s	-	1.5	-	1.5		
Aislamiento, Traceado (4)							
NOTAS:							
(1) Especificar si es vapor (V), líquido (L), o fase mixta (M).							
(2) Solo para corrientes 100% líquido y presión de vapor mayores de 1,5 kg/cm <sup>2</sup> a.							
(3) Indicar Δp y velocidad máxima permitida sólo si son un requerimiento de proceso, corrosión-erosión, sólidos, fluidos especiales, etc.							
(4) Si se requiere especificar, P : Protección Personal, H : Conservación de Calor, C : Conservación frío, ST : Traceado con vapor, ET : Traceado eléctrico, SJ : Encamisado con vapor, etc.							
Rev.	Por						
Fecha	Aprobado						

## 10. COSTOS ECONOMICOS

### 10.1. Estimado de inversión para la recepción y almacenamiento de etanol

#### ESTIMADO DE INVERSION PARA LA RECEPCION DE ETANOL

Descripción de la Partida	Importe S/
<b>1. PLANIFICACIÓN PMI DEL PROYECTO</b>	<b>20,303.10</b>
<b>2.0 ACTIVIDADES PRELIMINARES</b>	<b>66,900.19</b>
<b>3.0 MÓDULO I: SISTEMA DE RECEPCIÓN DE ETANOL</b>	<b>112,499.98</b>
3.1 OBRAS CIVILES	29,555.05
SOPORTES DE TUBERIAS	4,409.69
CUBETO DE BOMBAS 1	15,154.56
RED DE TUBERIAS ENTERRADAS PARA DRENAJE	2,447.61
VEREDA EN AREA DE BOMBA	2,252.43
SARDINEL DE NUEVAS VEREDAS	5,290.76
3.2 OBRAS MECANICAS	62,499.59
SOPORTES DE TUBERIAS	4,243.83
PREPARACIÓN Y PINTADO DE SUPERFICIES	6,432.60
MONTAJE DE TUBERIAS Y TIE IN'S	47,333.26
<b>BOMBA 1</b>	<b>90,000.00</b>
3.3 OBRAS ELÉCTRICAS	2,445.34
<b>4.0 MÓDULO II: SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ETANOL A TANQUE Tk_1</b>	<b>123,860.11</b>
4.1 OBRAS CIVILES	8,506.74
CRUCE DE TUBERIAS EN CABALLERO (MURO DEL CUBETO DEL Tk 1)	1,428.59
SOPORTES DE TUBERIAS	7,078.15
4.2 OBRAS MECANICAS	115,353.37
SOPORTES DE TUBERIAS	4,358.61
PREPARACIÓN Y PINTADO DE SUPERFICIES	10,237.80
<b>MONTAJE DE TUBERIAS Y TIE IN'S</b>	<b>72,518.53</b>
LINEA DE CONTRAINCENDIO	28,238.43
<b>5.0 MÓDULO III: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ETANOL TK1</b>	<b>489,000.00</b>
5.1 OBRAS CIVILES	9,000.00
MOVIMIENTO DE TIERRAS	2,000.00
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	2,000.00
OBRAS DE CONCRETO ARMADO	3,500.00
OBRAS DE DRENAJE E IMPERMEABILIZACIÓN	1,500.00
ESTRUCTURAS METÁLICAS	1,000.00
5.2 OBRAS MECANICAS	470,000.00
PRUEBAS	60,962.67
5.3. OBRAS ELECTRICAS	2,500.00
<b>6. COMISIONADO, PUESTA EN MARCHA Y CIERRE DEL PROYECTO</b>	<b>52,320.75</b>
6.1 COMISIONADO Y PUESTA EN MARCHA	49,758.85
6.2 CIERRE DEL PROYECTO	2,561.90
<b>TOTAL DE LA INVERSION, SOLES</b>	<b>864,884.13</b>

## 10.2. Estimado de Costo Operativo

<b>OPERADOR DE RECEPCION, S. /dia</b>	<b>210.00</b>
Nº DE OPERADORES	4.00
HORAS DE TRABAJO EFECTIVAS	7.00
HORAS TOTALES, hr	28.00
Sueldo, S/. /mes	1,800.00
Sueldo, S/. /hr	7.50
<b>BOMBA B1, S./dia</b>	<b>3.43</b>
COSTO S./ Kw-h	0.40
Horas	6.00
hf, pies	15.53
HP = Q * 0.00025 * Gravedad esp. * hf	1.34
<b>MANTENIMIENTO S. / dia</b>	<b>20.00</b>
<b>Alumbrado S/. / dia</b>	<b>2.00</b>
<b>Total por dia</b>	<b>235.43</b>
<b>Otros 10%</b>	<b>23.54</b>
Numero de recepciones por mes	3.00
<b>COSTO TOTAL OPERATIVO POR MES, soles</b>	<b>776.91</b>

## **11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **11.1. CONCLUSIONES.**

- El uso de etanol en la gasolina disminuye la emisión de CO<sub>2</sub> y aumenta el octanaje de la gasolina.
- El tanque de etanol seleccionado es un tanque atmosférico de techo fijo con sabana flotante interna, con una capacidad nominal de 629.5 m<sup>3</sup>, el cual es de acero al carbono.
- Los domos geodésicos (Apéndice "G", API 650) y las cubiertas internas flotantes de aluminio (Apéndice "H", API 650) son la solución a los tradicionales problemas operacionales, de seguridad, ambientales y de mantenimiento en los tanques de almacenamiento atmosférico.
- El costo de la inversión aproximada es de 865 mil soles, con un costo operativo aproximado de 777 soles mensuales.

### **11.2. RECOMENDACIONES**

- Para la mezcla del etanol se tiene la opción de realizarla en línea y en tanque, debido al costo de almacenaje y a la propiedad del etanol, de afinidad con el agua, se recomienda la mezcla en línea.
- Para el criterio a utilizar en el diseño, se deberá tener en cuenta que tiene prioridad la legislación aplicable a cada caso.
- Se deberá establecer un régimen de inspecciones para prevenir algún daño que pueda ser ocasionado por la corrosión.
- Se recomienda el uso de geomembrana en la impermeabilización del cubeto, para minimizar el impacto al medio ambiente por situaciones de derrame.

## 12. BIBLIOGRAFIA

- NAVARRO CAUTI, Edith Maricela, IS 088 – Q : Selección de equipos para un equipo de transferencia, recepción y almacenamiento de asfaltos de una refinería de petróleo. Lima: UNI, 2003.
- Gael D. Ulrich, Diseño y Economía de los Procesos de Ingeniería Química, 1era Edición, Editorial Interamericana, México 1986.
- Especificaciones Estándar de UOP SEMINAR, Lima- Perú 2004.
- Kenneth J. Mc Naughton, Bombas : Selección, uso y mantenimiento. 1era edición, editorial Mc Graw Hill/ Interamericana, México 1992.
- Perry-Manual del Ingeniero Químico. Sexta Edición.
- CRANE, Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. Mac graw Hill. Apéndice: Características de Flujo en Válvulas, accesorios y tuberías.
- Curso del Instituto Superior de la Energía- ISE, Modulo de Ingeniería Básica- 3.2.4 Tanques paginas 103-112.
- INGLESA, Diseño y Cálculo de Tanques de Almacenamiento, México 2005, archivo PDF- internet.



### 13. APENDICE

**Tabla 16: Espesor mínimo de placas del cuerpo según el diámetro del tanque.**

Diámetro nominal en metros	Espesor mínimo en milímetros
D < 15	5
15 < D < 36	6
36 < D < 60	8
D > 60	10

Soldado con filete para casco (API 650 3.1.5.7.)

**Tabla 17: Espesor nominal de la plancha del casco**

espesor nominal de la plancha del casco		Tamaño min. del filete del soldado	
mm	in	mm	in
5	0.1875	5	3/16.
5-20.	0.1875-0.75	6	1/4.
20-32	0.75-1.25	8	5/16.
32-45	1.25-1.75	10	3/8.

**Tabla 18: Condiciones ambientales según el departamento ambiental de la refinería.**

Altitud sobre el nivel del mar	m	Inferior a 1000
Temperatura ambiente máxima	oC	25
Temperatura ambiente mínima	oC	14
Velocidad máxima del viento	Km/h	22
Humedad relativa máxima	%	99.10%
Humedad relativa mínima	%	51.30%
Zona sísmica	-	3

Atmósfera químicamente agresiva, polvorienta y/o corrosiva, propia de plantas químicas y refinerías, además de atmósfera salina por estar las instalaciones próximas al mar

Tabla 4-27. Criterios y datos para la especificación preliminar de los recipientes de almacenamiento

	Tipo de receptáculo				
	Almacenamiento a presión atmosférica				
	Techo fijo (cónico)	Techo flotante	Retenedor de gas	Embudo	A espesa libre (pila)
<b>Tamaño máximo típico</b>					
Volumen, V (m <sup>3</sup> )	100 000	100 000	20 000	4 000	200 000
Altura o longitud, L (m)	15	15	30	50	50
Diámetro o anchura, D (m)	90	90	30	10	120
Relación longitud-diámetro	<2	<2	1-2	2-5	0,4
<b>Medio almacenado</b>					
Sólido				✓	✓
Líquido	✓	✓			
Gas			✓		
<b>Orientación</b>					
Eje vertical	✓	✓	✓	✓	✓
Eje horizontal					
<b>Modificaciones usadas frecuentemente</b>					
Enterramiento					
Servicio criógeno					
Aislamiento					
<b>Mecanismo de descarga</b>					
Bomba, transportador de sólidos o soplador	✓	✓		✓	✓
Presión intrínseca			✓		
Gravedad				✓	
Tiempo de residencia o almacenamiento <sup>a</sup>	30 días	30 días	30 días	8 h	30 días
Presión máxima (barg)	0,2	0,2	0,2	— <sup>c</sup>	0
Intervalo de temperatura (°C)	-20 a 40	-20 a 40	-20 a 40	-20 a 40	-20 a 40
<b>Materiales comunes de construcción</b>					
Acero al carbón	✓	✓	✓	✓	
Concreto					✓
Plástico o fibra de vidrio	✓	✓		✓	
Aleaciones y recubrimientos o revestimiento de acero inoxidable	✓	✓	✓	✓	

<sup>a</sup> Los tiempos de almacenamiento corresponden a valores normales. Si la capacidad de la planta es pequeña o si el recipiente de entrega es grande, los recipientes de almacenamiento de materia prima serán mayores. Deben ser cuando menos 1,5 veces el tamaño del recipiente de entrega. Para camiones de carga esto típicamente es 25 m<sup>3</sup> o 20 000 kg (lo que sea menor). Para carros de ferrocarril, las capacidades son de 25 60 o 130 m<sup>3</sup> (20 000, 45 000 ó 100 000 kg) y para barcas o barcos es de 1600 m<sup>3</sup> (1 000 000 kg) o mayores.

<sup>b</sup> Véase la tabla 4-18, la tabla 4-25 y la discusión acerca de los recipientes de proceso y separadores

<sup>c</sup> Los límites de presión en estos recipientes son económicos. Véase la sección sobre recipientes de proceso.

<sup>d</sup> Para el acero, el intervalo es de -20 a 600°C; para el aluminio, -250 a 200°; para el acero inoxidable, -250 a 900°C para las aleaciones basadas en el níquel, -200 a 700°C.

DONACION

Almacenamiento a presión	Tipo de receptáculo				
	Almacenamiento en el proceso		Almacenamiento en el proceso		
	Tanque cilíndrico (bala) ✓	Tanque esférico	Tanque de día	Tanque de alimentación	Tambor separador
1600	15 000	1600	Diferentes	Diferentes	Diferentes
20	30	20	Diferentes	Diferentes	Diferentes
10	30	10	Diferentes	Diferentes	Diferentes
2-5	1	3-5	3-5	3-5	3-5
✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓
30 días	30 días	8 h	1800 s	600 s	— <sup>b</sup>
17	14	— <sup>c</sup>	— <sup>c</sup>	— <sup>c</sup>	— <sup>d</sup>
— <sup>d</sup>	— <sup>d</sup>	— <sup>d</sup>	— <sup>d</sup>	— <sup>d</sup>	— <sup>d</sup>
✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓

RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO

(Acumuladores, embudos, tambores, receptores, silos, tanques: Perry 6-85 a 6-105, 7-22 a 7-50; Treybal, 397)

Los tanques son receptáculos empleados para retener, transportar o almacenar líquidos o gases. Los embudos efectúan las mismas funciones para los sólidos. Los receptores se refieren a las salidas con forma de embudo típicas de la mayoría de los depósitos. Por esto, al recipiente completo se le conoce a menudo como embudo. Si el depósito es cilíndrico se puede llamar silo.

Tabla 19 Ulrich tabla 4.27 Pág. 272



**Tabla 21: K: para hallar las pérdidas de carga secundarias.**

accesorios	K
Válvula de Compuerta Ø 6"	0.14
Válvula Check	1.7
Codos de Ø 6" x 90°	0.21
Reducción 6" x 4"	0.308

**Tabla 22: Diámetro Interno de Tuberías**

Apéndice C-6a Dimensiones de tubo convencional de acero (normas ASA B36.10-1975):  $1 \text{ pie} = 25.4 \text{ mm}$ ;  $1 \text{ pie}^2 = 645.16 \text{ mm}^2$ ;  $1 \text{ pie} = 0.3048 \text{ m}$ ;  $1 \text{ pie}^2 = 0.0929 \text{ m}^2$

Tamaño nominal del tubo, pie	Diámetro externo, pie	Número de Cédula	Espesor de pared, pie	Diámetro interno, pie	Área de sección transversal de metal, pie <sup>2</sup>	Área seccional interna, pie <sup>2</sup>	Circunferencia pies o superficie	
							Externa	Interna
3/8	0.405	40	0.068	0.269	0.072	0.00040	0.106	0.0705
		80	0.095	0.215	0.093	0.00025	0.106	0.0563
1/2	0.540	40	0.085	0.364	0.125	0.00072	0.141	0.0954
		80	0.119	0.302	0.157	0.00050	0.141	0.0792
3/4	0.675	40	0.091	0.493	0.167	0.00133	0.177	0.1293
		80	0.126	0.423	0.217	0.00098	0.177	0.1110
1	0.840	40	0.109	0.622	0.250	0.00211	0.220	0.1630
		80	0.147	0.546	0.320	0.00163	0.220	0.1430
1 1/8	1.050	40	0.113	0.824	0.333	0.00371	0.275	0.2158
		80	0.154	0.742	0.433	0.00300	0.275	0.1942
1 1/2	1.215	40	0.133	1.049	0.494	0.00600	0.344	0.2745
		80	0.179	0.957	0.639	0.00499	0.344	0.2508
1 3/4	1.360	40	0.140	1.380	0.669	0.01040	0.438	0.368
		80	0.191	1.278	0.881	0.00891	0.438	0.335
2	1.500	40	0.145	1.610	0.799	0.01414	0.498	0.422
		80	0.200	1.500	1.068	0.01225	0.498	0.393
2 1/2	1.7375	40	0.154	2.067	1.075	0.02330	0.622	0.542
		80	0.218	1.939	1.477	0.02050	0.622	0.509
3	1.875	40	0.203	2.469	1.704	0.03322	0.753	0.647
		80	0.276	2.323	2.254	0.02942	0.753	0.609
3 1/2	2.000	40	0.216	3.068	2.228	0.05130	0.917	0.804
		80	0.300	2.900	3.016	0.04537	0.917	0.760
4	2.000	40	0.226	3.548	2.880	0.06870	1.047	0.930
		80	0.318	3.364	3.878	0.06170	1.047	0.882
4 1/2	2.450	40	0.237	4.026	3.173	0.08840	1.178	1.055
		80	0.337	3.825	4.407	0.07986	1.178	1.002
5	2.563	40	0.258	5.047	4.304	0.1290	1.456	1.322
		80	0.375	4.813	6.112	0.1253	1.456	1.263
6	2.625	40	0.290	6.065	5.584	0.2006	1.734	1.590
		80	0.432	5.761	8.405	0.1810	1.734	1.510
8	2.625	40	0.322	7.961	8.395	0.3474	2.256	2.090
		80	0.500	7.625	12.76	0.3171	2.256	2.000
10	2.75	40	0.365	10.020	11.90	0.5475	2.814	2.620
		80	0.593	9.564	18.92	0.4985	2.814	2.503
12	2.75	40	0.405	11.938	15.77	0.7773	3.338	3.13
		80	0.687	11.376	25.03	0.7058	3.338	2.98

**Tabla 23: Rugosidad absoluta de algunos materiales**

**PIPE ROUGHNESS VALUES**  
 Jacques Charette p. eng.  
 www.lightmypump.com  
 February 2003

Pipe absolute roughness values (RMS)		
Material	Absolute roughness (in $\times 10^{-3}$ )	Absolute roughness (micron or m $\times 10^{-6}$ )
Riveted steel <sup>1</sup>	36-360	915-9150
Concrete <sup>1</sup>	12-120	305-3050
Ductile iron <sup>2</sup>	102	2591
Wood stave <sup>1</sup>	3.6-7.2	91-183
Galvanized iron <sup>1</sup>	6	152
Cast iron – asphalt dipped <sup>1</sup>	4.8	122
Cast iron uncoated <sup>1</sup>	10	254
Carbon steel or wrought iron <sup>1</sup>	1.8	45
Stainless steel <sup>1</sup>	1.8	45
Fiberglass <sup>3</sup>	0.2	5
Drawn tubing – glass, brass, plastic <sup>1</sup>	0.06	1.5
Copper <sup>2</sup>	0.06	1.5
Aluminium <sup>2</sup>	0.06	1.5
PVC <sup>2</sup>	0.06	1.5
Red brass <sup>2</sup>	0.06	1.5

- Sources :
1. Cameron hydraulic data Book
  2. Engineered Software's PIPE-FLO software [www.engineered-software.com](http://www.engineered-software.com)
  3. Fiberglass Pipe Handbook. SPI Composites Institute

**Figura 11: Diagrama de MOODY**

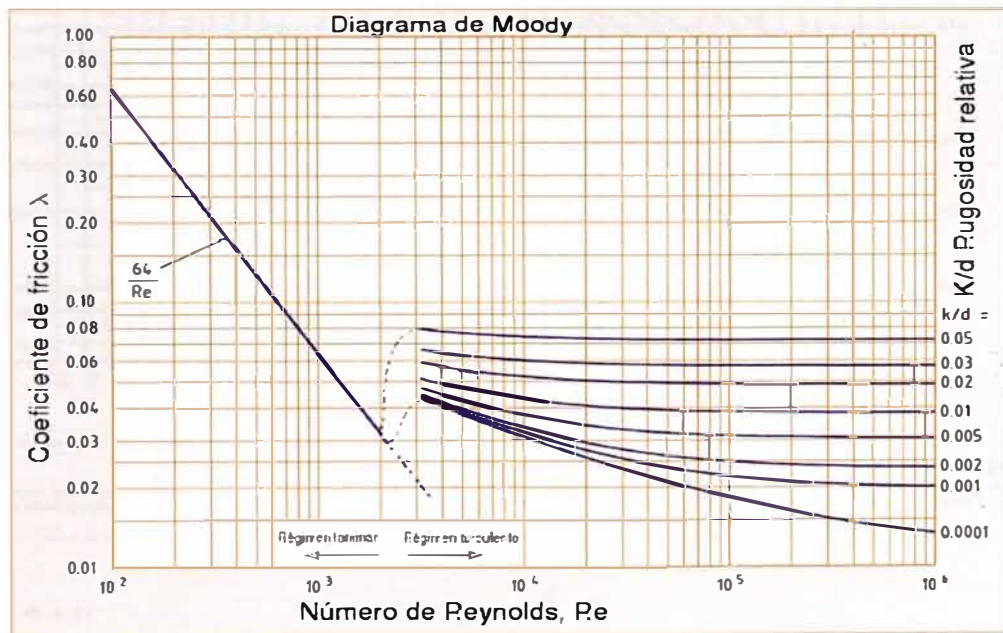
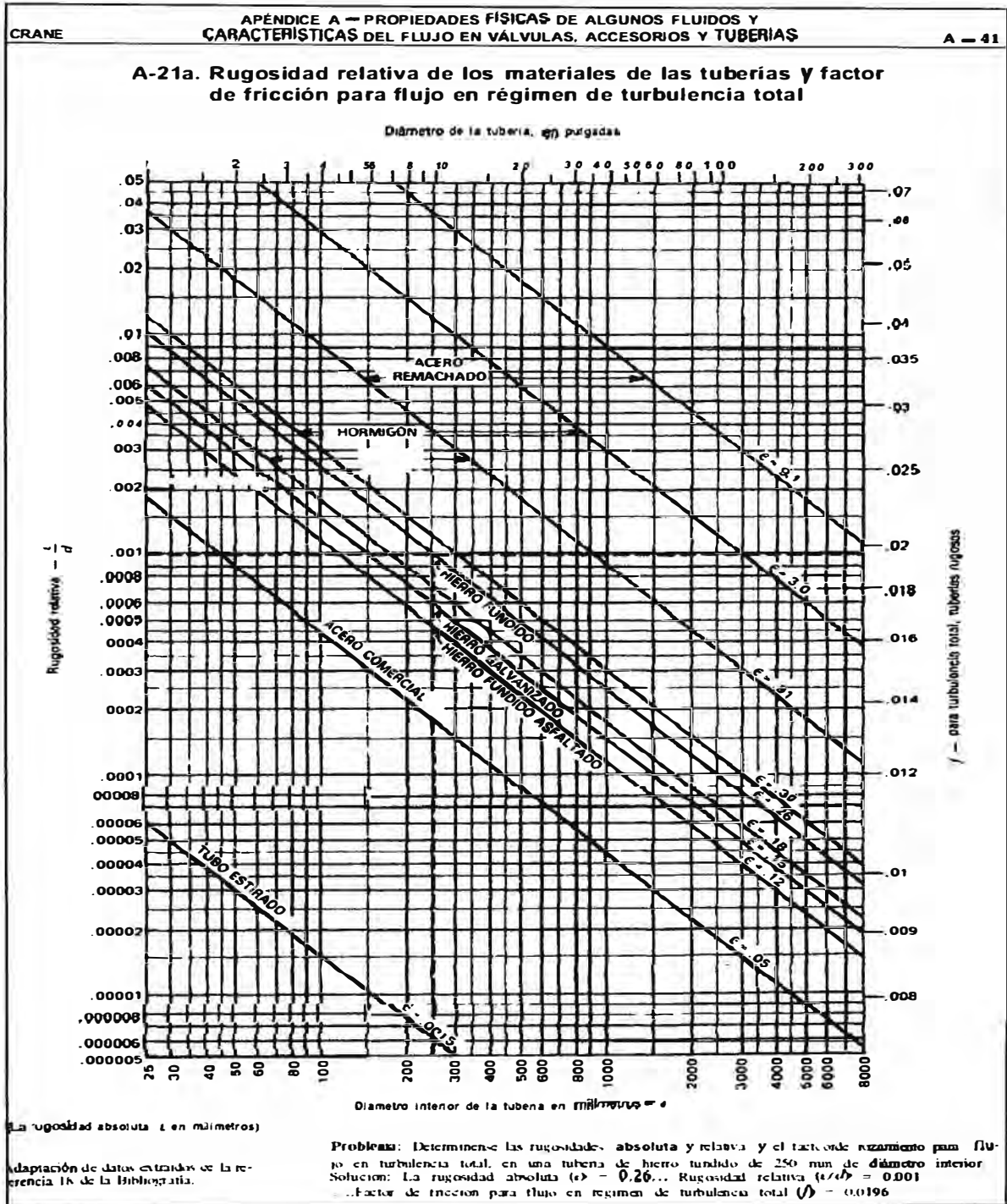


Figura 12: Rugosidad Absoluta: De diferentes Materiales



**Figura 13: Ulrich: Para hallar el Esfuerzo permisible (S)**

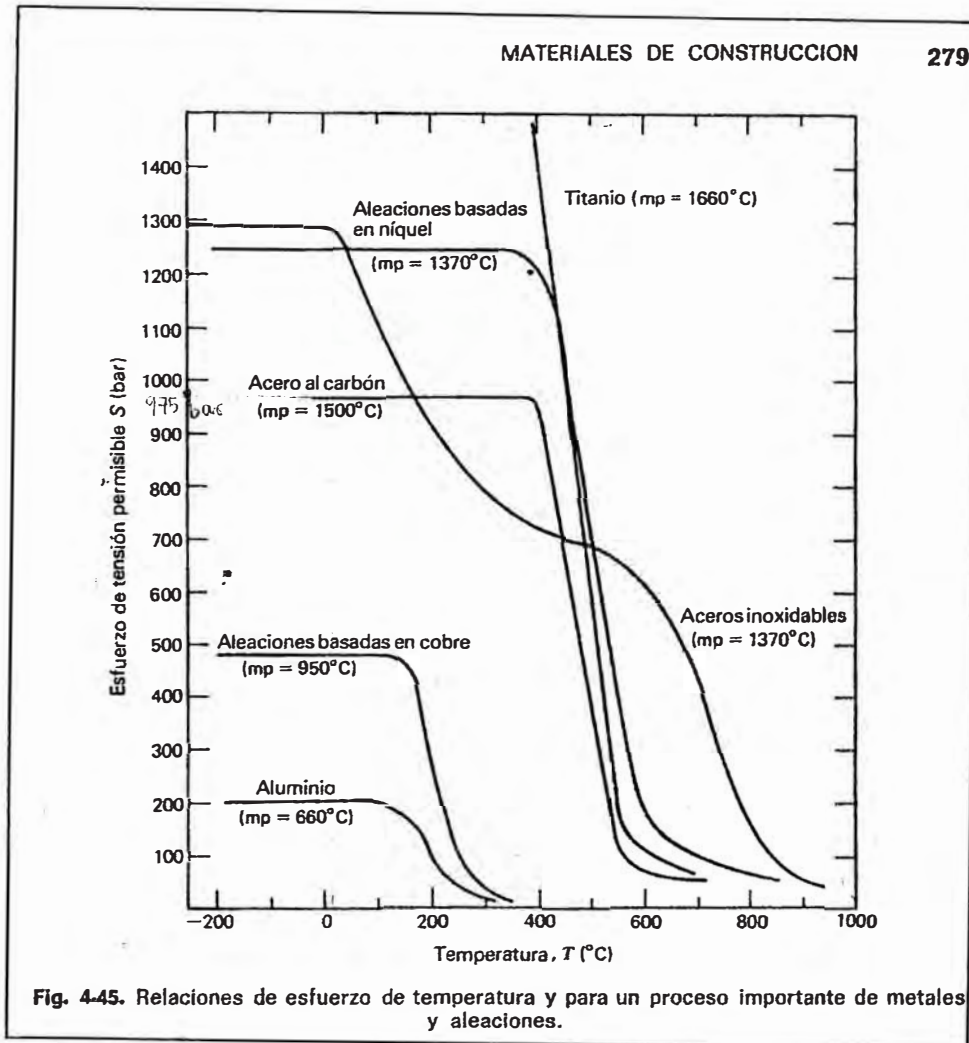




Tabla 24: Hoja de Seguridad del Alcohol Carburante

## Hoja de Seguridad Etanol Anhidro

**HOJA DE SEGURIDAD**

ETANOL (anhidro)

ICSC: 0044


ETANOL (anhidro) Alcohol etílico $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ Masa molecular: 46.1			
N°CAS:64-17-5 N°RTECS:KQ6300000 N°ICSC:0044 N°UN:1170 N°CE: 603-002-00-5			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. NO poner en contacto con oxidantes fuertes.	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua en grandes cantidades, dióxido de carbono.
<b>EXPLOSIÓN</b>	Las mezclas vapor/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
<b>EXPOSICIÓN</b>			
<b>• INHALACIÓN</b>	Tos, somnolencia, dolor de cabeza, fatiga	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
<b>• PIEL</b>	Piel seca.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
<b>• OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor, sensación de quemazón.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
<b>• INGESTIÓN</b>	Sensación de quemazón, confusión, vértigo, dolor de cabeza, pérdida del conocimiento.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca y proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes precintables, eliminar el residuo con agua abundante.	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes.	símbolo F R: 11 S: (2-)7-16 Clasificación de Peligros NU: 3 CE:	
			
<b>VEASE AL DORSO INFORMACIÓN IMPORTANTE</b>			



**HOJA DE SEGURIDAD**

ETANOL (anhidro)

ICSC: 0044

<b>D A T O S I M P O R T A N T E S</b>	<p><b>ESTADO FÍSICO: ASPECTO</b> Líquido incoloro, de olor característico.</p> <p><b>PELIGROS FÍSICOS</b> El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas.</p> <p><b>PELIGROS QUÍMICOS</b> Reacciona lentamente con hipoclorito cálcico, óxido de plata y amoníaco, originando peligro de incendio y explosión. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes tales como, ácido nítrico o perclorato magnésico, originando peligro de incendio y explosión.</p> <p><b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV (como TWA): 1000 ppm; 1880 mg/m<sup>3</sup> (ACGIH 1995-1996). MAK: 1000 ppm; 1900 mg/m<sup>3</sup> (1996).</p>	<p><b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y por ingestión.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> La sustancia irrita los ojos. La inhalación de altas concentraciones del vapor puede originar irritación de los ojos y del tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b> El líquido desengrasa la piel. La sustancia puede afectar al tracto respiratorio superior y al sistema nervioso central, dando lugar a irritación, dolor de cabeza, fatiga y falta de concentración. La ingesta crónica de etanol puede causar cirrosis hepática.</p>
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	<p>Punto de ebullición: 79°C Punto de fusión: -117°C Densidad relativa (agua = 1): 0.8 Solubilidad en agua: Miscible Presión de vapor, kPa a 20°C: 5.8 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.6</p>	<p>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.03 Punto de inflamación: 13°C (c.c.) Temperatura de autoignición: 363°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 3.3-19 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.32</p>
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
<b>NOTAS</b>		
<p>El consumo de etanol durante el embarazo puede afectar al feto.</p> <p style="text-align: right;">Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-32 Código NFPA: H 0; F 3; R 0;</p> <div style="text-align: right;">  </div>		
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>		
<p>FISQ: 4-108 ETANOL (anhidro)</p>		
<p>ICSC: 0044</p> <p>Fuente: Comisión de las Comunidades Europeas y el Programa Internacional de Seguridad Química © CCE, IPCS, 1994</p>		<p>ETANOL (anhidro)</p>

**Tabla 25: Mínimos espaciamentos entre tanques (Decreto Supremo N° 052-93-EM).**

	Tanque techo flotante
	Líquidos Clase I o Clase II
Todo Tanque con diámetro no mayor a 45 m	$\frac{1}{6}$ suma de diámetro de tanques adyacentes, pero no menor de 1.5 m
Tanques con diámetro mayor a 45 m	
a) Tanques en los cuales los posibles derrames se conducen a otra zona	$\frac{1}{6}$ suma de diámetro de tanques adyacentes
b) Tanques ubicados en zona estanca	$\frac{1}{4}$ suma de diámetro de tanques adyacentes