



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA

**Sistema de recuperación de vapores en los tanques de  
almacenamiento de gasolina para disminuir la contaminación del  
medio ambiente en planta - Eten**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Samillan Olivos, Víctor Rolando (ORCID: 0000-0002-8889-1746)

**ASESOR:**

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID: 0000-0001-6743-6915)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánico

CHICLAYO - PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la oportunidad de poder llegar a alcanzar una meta más en mi vida, por darme fuerzas y la inspiración durante el periodo de mis estudios.

A mis padres, por todos aquellos momentos que me han apoyado con el esfuerzo moral y ejemplar en cada circunstancia de mi vida

A mi prometida y a mi hija que han estado presente en todo momento por su apoyo incondicional amor y comprensión para lograr con éxito mis estudios universitarios.

**Samillan Olivos Victor Rolando**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su conocimiento, sabiduría y sobre todo por permitirme terminar mi carrera.

A mi familia que me ha estado apoyando constantemente.

A los Docentes y Asesores que me han brindado tiempo, consejos necesarios y guiado en el proceso de la elaboración de esta investigación

**Samillan Olivos Victor Rolando**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	11
3.2 Variables y Operacionalización.....	11
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo y unidad de análisis ....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.5 Procedimientos.....	14
3.6 Métodos de análisis de datos.....	15
3.7 Aspectos éticos .....	15
IV. RESULTADOS .....	16
V. DISCUSIÓN.....	55
VI. CONCLUSIONES.....	57
VII. RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tanques de almacenamiento de techo fijo con valores y parámetros por omisión en E.U.A.....	10
Tabla 2: Tipos de tanques de Combustible según su techo .....	16
Tabla 3: Tabla de coordenadas UTM Terminal Eten .....	20
Tabla 4: Condiciones Ambientales .....	20
Tabla 5: Identificación del producto e información .....	24
Tabla 6: Características de los tanques de Almacenamiento de Producto “Eten” .....	31
Tabla 7: Características de los tanques de Almacenamiento de Producto” Eten” .....	32
Tabla 8: Resumen de Pérdidas por recibo y despacho de gasolina 90 Octanos. ....	33
Tabla 9: Temperaturas y Densidad del producto.....	34
Tabla 10: Propiedades de Gasolina 90 Octanos .....	35
Tabla 11: Tabla de selección de Compresor .....	47
Tabla 12: Datos técnicos de RO-FLO COMPRESSORS .....	47
Tabla 13: Proyecto de investigación.....	51
Tabla 14: Montaje del sistema de recuperación de vapores: .....	51
Tabla 15: Lista de precios de combustibles con impuesto .....	52
Tabla 16: Periodo / Tiempo de reintegro de inversión .....	53

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1:Tanques de almacenamiento de Terminal Eten .....	5
Figura 2:Unidad de recuperación de vapores Convencionales .....	6
Figura 3:Recuperación de vapores con ejector .....	7
Figura 4:Volumen aproximado en los vapores del tanque de almacenamiento .	8
Figura 5:Tanque de almacenamiento estándar API 650 .....	18
Figura 6:Ubicación Geográfica terminal eten .....	19
Figura 7: Planos de Terminales del Perú Estanca 01 .....	21
Figura 8: Planos de Terminales del Perú Estanca 02 .....	22
Figura 9: Planos de Terminales del Perú Estanca 03 .....	23
Figura 10:Brinda los servicios de operación de Recepción, almacenamiento y despacho.....	26
Figura 11:Operador de planta realizando la medición de tanques – Planta Eten .....	27
Figura 12:Tanque de gasolina 90 Octanos en planta Eten.....	27
Figura 13:Wincha de medición .....	28
Figura 14:TP-7 .....	28
Figura 15:Verificación de posicionamiento de amarraderos.....	29
Figura 16:Verificacion de líneas de recepción de Buque Tanque hacia la Planta Eten.....	30
Figura 17:Islas de despacho - Terminal Eten.....	30
Figura 18:Islas de despacho PLANTA - ETEN.....	32
Figura 19:Análisis del Producto de Gasolina 90 Octanos.....	34
Figura 20: válvula de presión vacío de 8” de succión y una salida de 10” de recepción.....	45
Figura 21:Interruptor 0-10 bar .....	45
Figura 22:Depurador de succión .....	46
Figura 23:Compresor.....	46
Figura 24:Motobomba Shuiwang.....	48
Figura 25:Tubo de acero inoxidable de 8” y 10”al carbono Cedula 80 .....	48
Figura 26: Válvula de Compuerta con Bidas 8” ANSI Clase 150 .....	49
Figura 27:Sistema Recuperador de vapores .....	49
Figura 28:Condición I .....	50
Figura 29:Condicion II .....	50

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

API: American Institute of Petroleum.....	1
COV: Compuesto orgánicos volátiles.....	3
National Fire Protection Association) .....	30, 53
NFPA 30: National Fire Protection Association) .....	19, 30, 53
TIR: Tasa interna de Retorno .....	2, 15, 49, 51
URV: Unidades de recuperacion de vapores .....	6, 7
VAN: Valor actual Neto.....	2, 15, 49

## RESUMEN

En el presente informe de investigación, se determinó los parámetros principales de operación, que requiere un sistema de recuperación de vapores en los tanques de almacenamiento, para la empresa "Terminales del Perú", cuya necesidad es recuperar los vapores generados en los tanques de almacenamiento y depreciar las emisiones de hidrocarburos.

Donde, se detalló un sistema especial compuesto por un motor, un compresor, un separador de gas y líquido, con una bomba que va conectado directamente en la parte superior o la cúpula del tanque.

Los tanques de almacenamiento se encuentran propensos a los cambios climatológicos entre el día y la noche, lo cual propicia, que se generen vapores dentro del tanque. El gas dentro de los tanques, se expande y contrae, donde pone en riesgo las instalaciones del Terminal Eten y al personal que labora en él.

En la cúpula del tanque, donde por seguridad, existen los venteos libres o cuello de ganso, los cuales permiten las emisiones de vapores, logrando de esta manera que el interior del tanque se mantenga aproximadamente a la presión atmosférica. Para ello se realizó una evaluación, donde el presente informe, se planteó, montar una válvula de presión vacío, para eludir, el colapso de los tanques o una explosión. Seleccionando una válvula presión vacío, con un ajuste de presión y vacío del 10% de la presión calculada, siendo un valor de 56 psi y un vacío de 16.12 psi. Es así, como se escapan los gases existentes dentro del tanque, estos gases son hidrocarburos de alto valor energético y son venteados a un depurador de succión. Una vez rescatado el vapor del combustible, se incorporó nuevamente a las líneas de recepción del producto, a una presión de 60 psi, cuya finalidad es disminuir la contaminación hacia el medio ambiente, generada por la planta "Terminales del Perú", reduciendo así, las emisiones de hidrocarburos a la atmósfera.

Finalmente, se recuperó los vapores venteados, mejorando la factibilidad, la contaminación y los equipos intervinientes que generan una sencillez de uso e instalación.

**Palabras clave:** Recuperación de vapores, emisiones, afectación, factibilidad

## ABSTRACT

In this research report, determine the main operating parameters required by a vapor recovery system in the storage tanks for the company "Terminales del Perú", whose need is to recover the generating vapors in the storage tanks and depreciate hydrocarbon emissions.

Where, a special unconventional equipment comprising a motor, a compressor, a gas and liquid separator with a suction scrubber system, directly connected to the top or the tank dome, was detailed.

The tanks are found to the changes of temperature between the day and the night, as well as the changes of season which favors, that vapors are generated inside the tank. The gas inside the tanks expands and contracts, putting the facilities and the personnel who work in it at risk.

At the top of the tank, where for safety, there are free vents or goosenecks, which allow the emission of vapors, thus achieving that the interior of the tank is maintained at approximately atmospheric pressure. For this, an evaluation was carried out, where the present report was proposed, to mount an empty pressure valve, to avoid the collapse of the tanks or an explosion. selecting an empty pressure valve, with a pressure and vacuum adjustment of 10% of the calculated pressure, being a value of 56 psi and a vacuum of 16.12 psi. Thus, as dynamic gases are released into the tank, these gases are hydrocarbons of high energy value and are vented to a suction scrubber. Once the steam from the fuel had been recovered, a pressure of 60 psi was again incorporated into the product's reception lines, the determination of which is to reduce pollution to the environment, generated by the "Terminales del Perú" plant, thus reducing hydrocarbon emissions into the atmosphere.

Finally, the vented vapors were recovered, improving the feasibility, the contamination and the intervening equipment that controls a simplicity of use and installation.

**Keywords:** Vapor recovery, emissions, affectation, feasibility

## I. INTRODUCCIÓN

Terminales del Perú es operador de Terminales del Norte (Eten, Salaverry, Chimbote y Supe) y del Terminal del Centro (Callao). El terminal Eten se encuentra ubicada en playa los lobos Km 5, distrito Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. El Terminal Eten brinda el servicio de recibir, almacenar y despachar combustibles líquidos.

Se realiza la recepción del producto desde los Buques Tanques mediante dos líneas submarinas que llegan al Terminal ubicado cerca de la orilla. Actualmente se almacenan productos como Diésel B5S50, Turbo A1, Alcohol Carburante, Gasolina 84, Gasolina 90 y Slop, de los cuales sólo el Alcohol Carburante se realiza la recepción por medio de Camiones Cisterna.

El sistema para las operaciones de despacho, está conformado por líneas de transferencia desde los tanques hasta el patio de bombas y desde el patio de bombas hasta las islas de despacho (05 Islas de despacho) de camión cisternas.

El Terminal Eten cuenta con 14 Tanques con una capacidad instalada de 401,897 barriles. El producto de combustible se almacenan en tanques verticales, contruidos de plancha de acero de acuerdo al STANDARD API 650, ubicados en el patio de tanques. El patio en referencia cuenta con diques de contención para casos de posibles derrames

Antes las mermas ocurridas a lo largo del recorrido de los combustibles en los tanques de almacenamiento de Terminales del Perú propician la emancipación de los componentes de los gases más ligeros del combustible.

Esta emancipación de los gases, o conocido comúnmente como venteo, ocurren en los tanques de almacenamiento donde se agudizan los cambios de temperatura y presión ya indicados, que pueden llegar a ser más peligrosos.

En la cual se hace referencia que Terminales del Perú no cuenta con la de recuperación de vapores. De acuerdo a esto nació la necesidad de investigar como un sistema recuperador de vapores sea una buena alternativa para darle solución al problema de acumulación de gases en los tanques de almacenamiento e impedir ventilarlos al medio Ambiente.

Es conveniente, fácil manejo, con equipos moderados con un mínimo costo de mantenimiento que son precisos para cualquier tanque de almacenamiento.

A partir de lo investigado Terminales del Perú necesita actualizaciones y mejoras que beneficien a las políticas de medio ambiente y salud ocupacional. Se propone la siguiente pregunta para el desarrollo de la investigación:

¿Cómo reducir la contaminación en los tanques de almacenamiento de gasolina mediante un sistema de recuperación de vapores?

Este informe de investigación se justificó ya que nos benefició en los aspectos siguientes: En lo académico permite el progreso de la tecnología metal mecánica adecuada a nuestra realidad considerando la normatividad vigente con lo cual se optimizó el proceso de construcción evitando sobre costos en el proceso del sistema de recuperación de gases,

Ambientalmente además permitirá generar un ambiente de trabajo más saludable con lo cual será beneficiará el trabajador, además con este sistema de recuperación de vapores, ya no se liberará al medio ambiente los gases producidos en los tanques de diésel, teniendo un impacto muy positivo al medio ambiente.

Con ello se formuló la siguiente hipótesis, podemos reducir la emisión de gases de modo que no se escapen a la atmosfera y así poder cumplir con los parámetros de los límites permisibles para favorecer un monitoreo ambiental interno rutinario agradable. Con esta investigación se planteó el siguiente objetivo General:

Diseñar un sistema de recuperación de vapores en los tanques de almacenamiento de gasolina para disminuir la contaminación del medio ambiente en planta Eten.

Esto se logró con el desarrollo de los siguientes objetivos específicos.

Analizar la situación actual en los tanques de almacenamiento Planta – Eten

Determinar los parámetros de operación del sistema de Recuperación de Vapores

Seleccionar los equipos electromecánicos de diseño del sistema de Recuperación de Vapores.

Realizar una evaluación económica mediante los indicadores VAN y TIR.

## II. MARCO TEÓRICO

El constante crecimiento de contaminación es un gran problema en la actualidad, generando la preocupación de todos los sectores involucrados y público en general que ve como la calidad de aire se va disminuyendo día con día.

El origen principal de generación de COVS (Compuesto orgánicos volátiles) es el almacenamiento y transporte de combustibles líquidos orgánicos volátiles que colaboran completamente en diversas reacciones, en la troposfera y en la estratosfera contribuyendo a la formación de smog fotoquímico y el efecto invernadero.

Para lograr dicho sistema, se implicó realizar una variada revisión de documentos y artículos de los cuales se ha podido obtener trabajos de investigación que abordan directamente con el tema.

De los trabajos de investigación revisados tenemos a autores internacionales como Adrián Arteaga Puga en su tesis titulado “Análisis y estudio en el sistema e recuperación de vapores producidos durante el despacho de naftas en las islas de carga del terminal de productos limpio el beaterio(petrocomercial)” concluye lo siguiente:

[...] El sistema de recuperación de vapores en el terminal Beaterio, generará importantes ahorros a partir de la recuperación y comercialización de estos vapores, y simultáneamente se reducirá sustancialmente las emisiones de metano y de contaminación peligrosos al aire. (2010, pág. 125).

López Vera en su tesis titulada “Estudio de factibilidad de un sistema recuperador de vapores COVs para terminales y estaciones de servicio Guayaquil” concluye lo siguiente:

El equipo de recuperación de vapor o también conocido como uvr al disminuir la emisión Covs al ambiente es un beneficio para el entorno natural y una protección a la capa de ozono que se ve severamente afectada por los gases de hidrocarburos [...]. (2019, pág. 47).

Ruiz Pujalte en su tesis titulado “Diseño de un sistema para recuperación de vapores amoniacales de una corriente gaseosa procedente de una fábrica de fertilizantes químicos”, concluye lo siguiente:

El proceso de adquisición de nitrato amónico seguido en esta fábrica tiene la capacidad de utilizar todos los productos obtenidos (condensados, vapores, etc.) en varias partes del proceso logrando así crear un proceso casi autosuficiente. El objetivo de este TFG consiste en diseñar un proceso para la captación y limpieza de estos gases amoniacales para reducir la cantidad de amoníaco emitida y para aprovecharlos en el propio proceso productivo o en otras líneas de la fábrica. [...] (2015, pág. 55).

De igual modo se revisó investigaciones de autores nacionales como la de Suarez Cabellos Froylán en su tesis titulada “Determinación del ahorro energético a partir de la recuperación del vapor condensado en una fábrica de papel tissue”, concluye lo siguiente:

Una importante cantidad de vapor condensado fue liberado a la atmósfera: aproximadamente el 10,1 por ciento del retorno de condensado equivalente a  $2,36 \times 10^2$  kg de vapor, estos eran venteados a la atmósfera durante cada hora de producción de papel. Este valor en energía es igual a  $6,32 \times 10^5$  kJ de vapor flash liberado cada hora (QP1). Cabrera et al, 2012, dice que el vapor flash es importante porque guarda unidades de calor o energía que pueden ser aprovechados para una operación más económica en la fábrica; sino ésta energía es desperdiciada. (2015, pág. 556).

Para una efectiva elaboración del trabajo de investigación se indagó conceptos que involucran al sistema las cuales se detallan a continuación:

**Terminal de productos de hidrocarburos su funcionalidad**, es la recepción, almacenamiento y distribución de combustibles esto es gracias a que cuenta con varias líneas de transferencia a través de las cuales llega el combustible o derivados a los tanques de almacenamiento (Orozco, 2018, pág. 25).

**El tanque**, es un depósito diseñado con estructuras de distintos materiales para preservar o procesar fluidos líquidos. Estos tanques son fabricados de diferentes tipos, tamaños y materiales dependiendo del objetivo para el cual se tenga en cuenta el uso de dicho tanque ” (Parrales, 2011, pág. 5)



Figura 1: Tanques de almacenamiento de Terminal Eten

Fuente: <https://www.oiltanking.com/es/>

**Volatilidad del fluido almacenado y la presión**, se someterá al mismo, que se determinará el tipo de tanque que se usará. ” (Parrales, 2011, pág. 5)

“**El análisis en ingeniería** es la solución analítica de un problema de ingeniería utilizando las matemáticas, principios físicos y científicos” (Hagen, 2009)

**Compuestos Orgánicos Volátiles.** Se puede concluir que son compuestos orgánicos cuya raíz es carbono que con la temperatura y presión se evapora, generando así vapores de fácil convertimiento en vapores o gases, contiene los siguientes elementos: hidrogeno, oxigeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno (Evequoz, Sbarato, Koroch, Rivarola, Sbarato, Ortega, Salort, Campos, 2005).

**Dimensionamiento de la unidad de recuperación de vapor y cálculo de emisiones provenientes de los tanques de almacenamiento**, dichas emisiones representan el flujo a recobrar mediante la unidad de recuperación de vapores, el manual de diseño y las hojas de cálculo facilitan el proceso al momento de valorar las emisiones nacientes de un tanque de almacenamiento (Velásquez, 2016).

**Criterios para la Ubicación de las Unidades de Recuperación de Vapores** Tiene que tener un origen permanente y cantidad suficiente de pérdidas de vapores o gases .Tanque flash, Tanque de acopio de crudo, venteos de espumadera de agua, calentador/tratador, Venteo de las columnas de deshidratación, Trampa de purga de venteos (Markets, 2008)

Las Unidades de Recuperación de Vapores también conocidas por sus siglas en español (URV), son equipos que se encargan de extraer cualquier tipo de materia gaseosa de un flujo, ya sea bifásico (procedente del mismo generador) o de una mezcla gaseosa, con propósitos varios, ya sea para su almacenamiento o recirculación dentro de una planta mediante diferentes tipos de procesos unitarios (Puga, 2010).

### Unidad de Recuperación de Vapor Convencional (URV).

Utilizan un compresor rotatorio o un compresor de aletas deslizantes para succionar los vapores que emite la presión atmosférica del tanque, los compresores se quiere energía eléctrica o de un motor (Markets, 2008)

En la figura siguiente se muestra un gráfico de una VRU, con todos los elementos que lo integran, desde el tanque de almacenamiento hasta el ingreso de los vapores recuperadores a las líneas de flujo de operación.

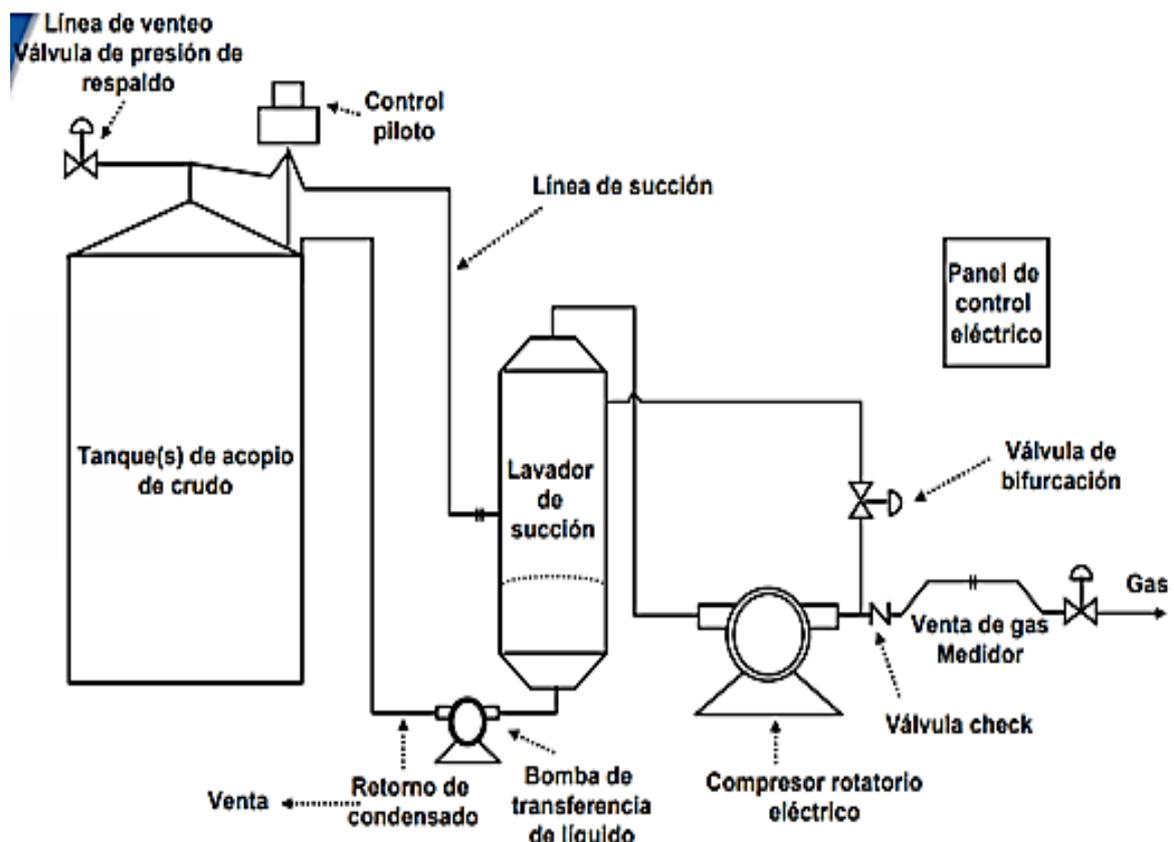


Figura 2: Unidad de recuperación de vapores Convencionales

Fuente: <https://www.epa.gov/>

## Unidades de recuperación de vapor con eyector venturi (EVRUTM) o Vapor Jet.

Utilizan los eyectores venturi en lugar de los compresores rotatorios. No tienen partes móviles. El EVRUTM necesita de una fuente de alta presión motriz de gas y un sistema de descarga de presión intermedia – El Vapor Jet necesita alta presión motriz de agua (Markets, 2008)

En la figura siguiente se presenta un gráfico de la EVRU. Elemento importante único es un sistema eyector que opera con el principio Venturi

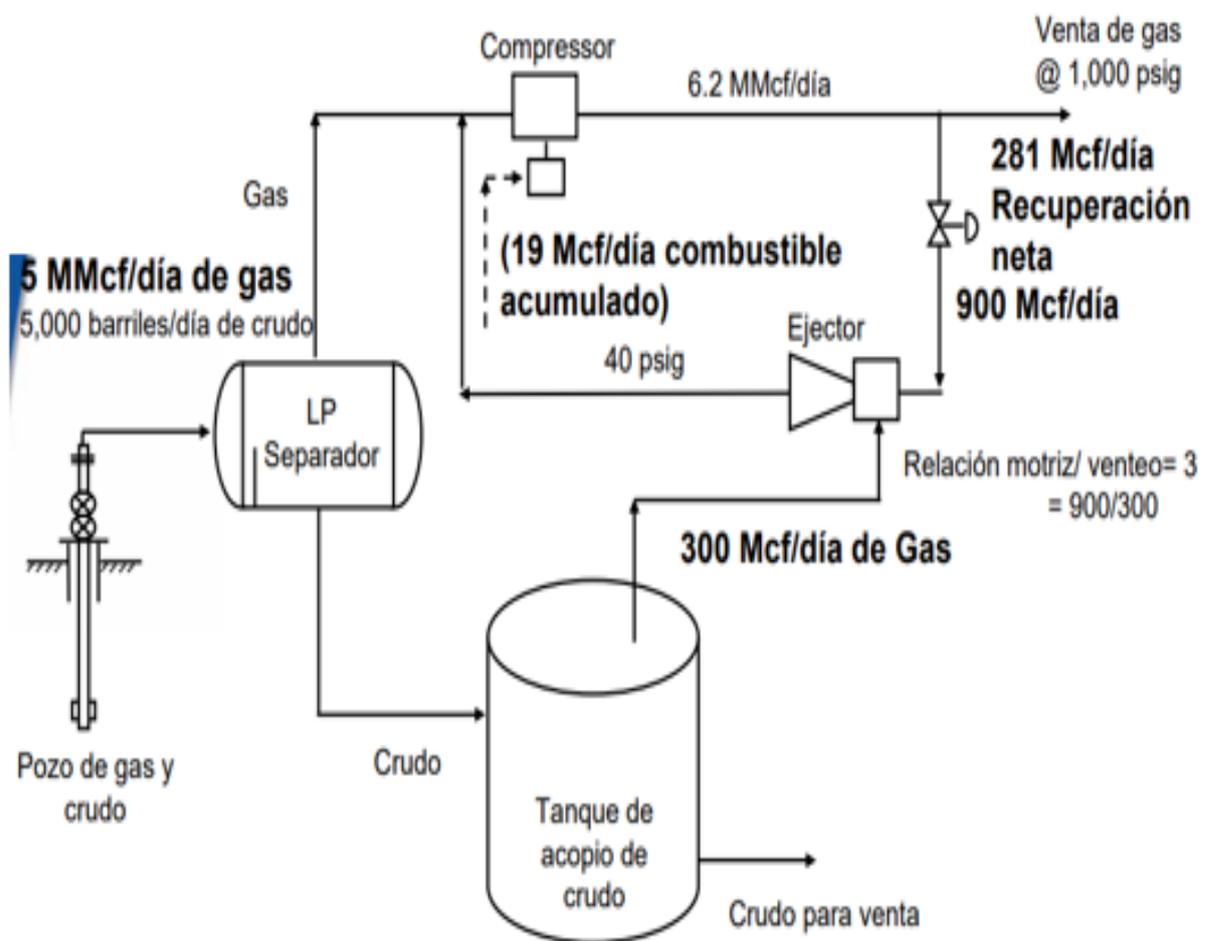


Figura 3: Recuperación de vapores con eyector

Fuente: <https://www.epa.gov/>

**Cuantificación del Volumen de las Pérdidas.** Evalúa pérdidas con el gráfico figurado en las características del crudo, la presión y la temperatura en cada sitio ( $\pm 50\%$ ). Utilice las emisiones usando el modelo de tanque E&P ( $\pm 20\%$ ). Ecuaciones de Ingeniería– Vasquez Beggs ( $\pm 20\%$ ). (Markets, 2008)

Este grafico es la mejor aproximación para el diseño de instalaciones:

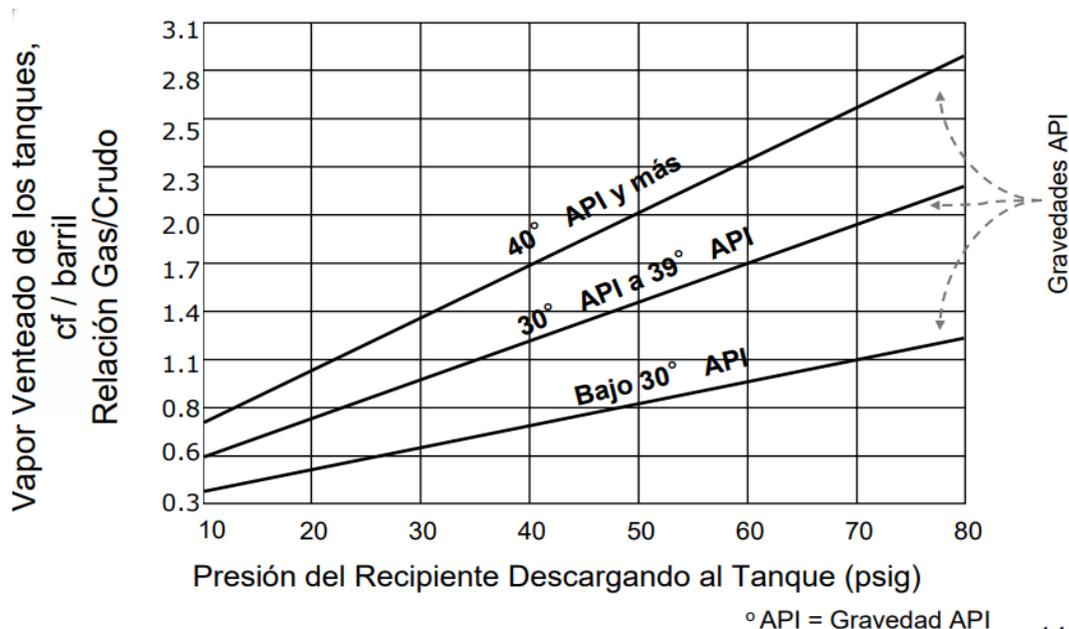


Figura 4: Volumen aproximado en los vapores del tanque de almacenamiento

Fuente: <https://nepis.epa.gov/>

**Calculo de pérdidas por evaporación, ecuaciones de modelos de emisión de la EPA (Agencia de Protección al Ambiente).**

Los modelos de emisiones de han desarrollado tanto para tanques de techo fijo como para tanques de techo flotante. Estos modelos de tanques de techo fijo se aplican entre otros, principios de transferencia de calor a las pérdidas por respiración en el modelo. AP42, Sección 7.1 (U.S.A. EPA, 2002)

**Las emisiones de los tanques de techo fijo,** varían en función de la capacidad del tanque, la tasa de utilización del tanque, la presión de vapor del líquido almacenado y las condiciones atmosféricas del lugar donde se encuentra el tanque. Se concluye a continuación las ecuaciones del modelo de emisión. Las ecuaciones detalladas pueden encontrarse en el documento. AP42, Sección 7.1 (U.S.A. EPA, 2002).

**Pérdidas totales de emisión de vapores en los tanques de techo fijo son definidas:**

$$LT = LS + LW$$

Dónde:

*LT: Pérdidas Totales ( $\frac{lb}{año}$ ).*

*LS: Pérdidas por Almacenaje ( $\frac{lb}{año}$ ).*

*LW: Pérdidas por Trabajo ( $\frac{lb}{año}$ ).*

**Pérdidas por Reposo (respiración):**

$$LS = 365VV * WV * KE * KS$$

Dónde:

*VV: Volumen del espacio de vapor  $ft^3$ .*

*WV: Densidad de vapor ( $\frac{lb}{ft^3}$ ).*

*KE: Factor de expansión de espacio del vapor, adimensional*

*KS: Factor saturación de vapor venteado, adimensional*

**Pérdidas por Trabajo:**

$$LW = 0.0010 MV * PVA * Q * KN * KP$$

Dónde:

*MV: Peso molecular de vapor  $\frac{lb}{in}$  – mol.*

*PVA: Presión a la temperatura promedio diaria de liquido  $\frac{lb}{pulg^2}$ .*

*Q: Flujo neto anual  $\frac{bbl}{año}$ .*

*KN: Factor de perdida por trabajos, adimensional*

*KP: Factor de perdida de producto en la operacion,*

*adimensional. (0.75 para crudos, 1.0 para los demas liquidos organicos).*

Tabla 1: Tanques de almacenamiento de techo fijo con valores y parámetros por omisión en E.U.A

DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO	VARIABLE	RADIO POR OMISION EN USA
Diametro del tanque	D	
Altura de la envolvente del tanque	H <sub>S</sub>	
Altura del liquido en el tanque	H <sub>L</sub>	
Pendiente del techo cónico en el tanque	S <sub>R</sub>	0.0625
Radio del techo del tanque	R <sub>R</sub>	Diámetro del Tanque (D)
Capacidad del tanque	V <sub>LX</sub>	
Color de la pintura del tanque	Se utiliza para determinar a	
Condición de la pintura del tanque	Se utiliza para determinar a	
Absorción solar de la pintura del tanque	a	0.17 (p.ej., pintura blanca en buenas condiciones)
Presión preestablecida en la valvula de alivio del tanque	P <sub>BP</sub>	0.03 psig
Presión de vacio preestablecida en la valvula de alivio del tanque	P <sub>BV</sub>	-0.03 psig
Gasto o flujo del material	Q	
Peso molecular del vapor del material	M <sub>v</sub>	Valores proporcionados de acuerdo a peso molecular de productos petroquímicos selectos
Presión de vapor del material a las temperaturas promedio máxima y mínima de la superficie del liquido	P <sub>VA</sub> , P <sub>VX</sub> , P <sub>VN</sub> , a T <sub>LA</sub> , T <sub>LX</sub> , T <sub>LN</sub>	Valores proporcionados de acuerdo a presión de vapor de productos petroquímicos selectos. Las correlaciones de la presión de vapor basadas en RVP (presión de vapor Reid) y S están disponibles para diversos petróleos crudos y productos refinados del petróleo
Presión de vapor Reid del material	RVP	Valores proporcionados para productos refinados de petróleo selecto
Presión de destilación del material	S	Valores proporcionados para productos refinados de petróleo selecto
Temperaturas ambiente locales diarias, máxima y mínima	T <sub>AX</sub> , T <sub>AN</sub>	Valores proporcionados para diversas localidades de EU
Factor de insolación total de la localidad	I	Valores proporcionados para diversas localidades de EU

Fuente: parámetros y valores por omisión en E.U.A

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

##### 3.1.1 Tipo de Investigación

###### **Aplicativa Tecnológico**

“Se define a la explicación precisa de la naturaleza o comunidad actual. Trabaja con estados del fenómeno u elemento de estudio” (Gomez Bastar, 2012)

El manejo de tecnología actual, es decir se trata de un diseño del sistema recuperación de vapores basado en los cálculos electromecánicos y el modelamiento con un software especializado que dan mucho aporte a la ingeniería

##### 3.1.2 Diseño de Investigación

###### **No experimental**

“Se define como la averiguación que se realiza sin emplear deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variantes individualmente para ver su efecto sobre otras variantes” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Análisis y la determinación de los parámetros de los vapores en los tanques de almacenamiento, ya que no se manipularon las variables, sino que se observó situaciones ya existentes en investigaciones ya realizadas.

#### 3.2 Variables y Operacionalización

##### 3.2.1 Variable independiente

Parámetros de diseño del Sistema de recuperación de vapores

##### 3.2.2 Variable dependiente

Emisión de vapor del tanque

(Cuadro de operacionalización de variables en el anexo 03)

### **3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo y unidad de análisis**

#### **3.3.1 Población (N)**

“Se interpreta a todos los individuos de un grupo y demandar mucho tiempo que fue definido en el análisis del problema de investigación. Es la totalidad del universo” (Cruz del Castillo, Olivares Orozco, & Gonzáles García, 2014)

Tanques de almacenamiento de techo fijo en la empresa Terminales del Perú

#### **3.3.2 Muestra**

“La muestra es una representación significativa de varios procedimientos que interpretan dos grandes grupos, el muestreo probabilístico y el no probabilístico” Es parte específica del universo de estudio (Baena Paz, Metodología de la Investigación, 2014)

Tanques de almacenamiento de techo fijo en la empresa Terminales del Perú

#### **3.3.3 Muestreo**

La técnica estadística para el logro de la muestra se realizó usando el muestreo no probabilístico asumiendo el muestreo por criterio del investigador por lo tanto no es una selección al azar.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1 Técnicas de recolección de datos**

##### **Observación:**

“Ocurre directamente a su sentido de observación, la observación directa es aquella donde el mismo investigador procede a la recopilación de información; sin dirigirse a los sujetos involucrados;” (Baena Paz, Metodología de la Investigación, 2017)

Se usó la observación donde se caracterizó los parámetros del sistema de recuperación de vapores, que permitió la evaluación de las diversas condiciones de trabajo a los que fue sometido el diseño, el flujo de los vapores que salen de los tanques, sus diversos elementos que lo componen, entre

otros. Además, se usó esta técnica el cual permitió la evaluación del diseño del sistema de recuperación de vapores.

#### **Análisis documental:**

“Mediante un análisis documental, se realiza fichas de trabajo teniendo como eje principal el concepto, las características y las generalidades de las hipótesis” (Gomez Bastar, 2012)

Esta técnica permitió indagar distintos parámetros de diseño del sistema de recuperación de vapores como la averiguación de los materiales adecuados para las diversas componentes del sistema de recuperación, selección de piezas estandarizadas de diversos manuales, etc.

### **3.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

#### **Ficha de registro de parámetros de operación**

Este instrumento nos permitió registrar las diversas condiciones de trabajo a las que condicionan el sistema de recuperación de vapores, tomando en cuenta el tipo de combustible que está emitiendo gases, tipo de material del tanque de almacenamiento, capacidad, clase de líquido, tipo de techo, altura, diámetro, etc. Lo hemos dividido en 02 grupos en el primer grupo los datos generales del operador para realizar el registro, también la fecha y hora del registro. En el siguiente grupo se detalló las diversas condiciones de operación del proceso de carga y descarga de los tanques de almacenamiento de combustible y la emisión de vapores producto de este proceso, caudal, densidad, temperatura.

#### **Ficha de evaluación de diseño**

La ficha de evaluación del diseño nos permitió analizar la capacidad, operatividad y funcionalidad del sistema de contenedores seguros de líquidos inflamables, permitiendo evaluar dimensiones, tolerancias, capacidad del sistema de recuperación de vapores. La ficha cuenta en dos grupos, en inicial se coloca los datos generales de la apreciación como la fecha, hora, nombre del evaluador; identificación del tanque de combustible donde está instalado. En el segundo grupo se detalló los parámetros de evaluación del diseño de

recuperación de vapores como dimensiones, material, capacidad, eficiencia de recuperación entre otros parámetros obtenidos durante las pruebas.

### **Ficha de Revisión Documentaria**

“La investigación documental y de campo son las técnicas básicas de la investigación que nos sirven para recopilar los datos de nuestra investigación” (Baena Paz, Metodología de la Investigación, 2017)

La ficha de revisión documental, nos permitió llevar una anotación de los numerosos documentos que estarán informados para diseñar el sistema de recuperación de vapores, así como manuales estandarizadas, información técnica de equipos verdaderas en el mercado, para su revisión y posterior selección. (Cuadro de técnicas e instrumentos en el anexo 4)

### **3.4.3 Validez**

“La validez de manera general, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 200).

El siguiente informe de investigación fue validado por conocedores representativos y por el jefe de planta de la empresa Terminales del Perú de Puerto Etén en el cual se realizó la investigación, cabe resaltar que se validó las técnicas e instrumentos de recolección de datos como el aspecto metodológico de la presente investigación para determinar los parámetros.

### **3.4.4 Confiabilidad**

Fue dada por especialistas que aprobaran las técnicas e instrumentos, si se requiere la rectificación de acuerdo a sus requerimientos se dará prioridad a sus opiniones. Este informe de investigación tuvo la decisión y la seguridad de la veracidad de las soluciones obtenidos

## **3.5 Procedimientos**

Después de haber detallado las técnicas e instrumentos de recolección de datos y teniendo en cuenta este informe de investigación la cual propone

recuperar los vapores de los tanques de almacenamiento con un equipo especial en la empresa Terminales del Perú.

La obtención de datos estuvo basada en la observación, en los trabajos de operación, las condiciones en los tanques de almacenamiento de la empresa Terminales del Perú, por lo cual se pudo demostrar las situaciones que son sometidos y el estado de los tanques de almacenamiento. Se realizó un amplio análisis documentaria en la cual se pudieron considerar datos importantes, como por ejemplo tipo de fabricación, material, normas, de lo cual sirvió mucho para este informe de investigación.

Por otro lado, utilizar los instrumentos de recolección de datos nos sirve para llevar un buen desempeño del informe ya que nos permite por medio de fichas técnicas saber sobre las temperaturas, capacidades, cantidades, densidad del producto, características, volumen despachados, volumen de recepción. Para implementar un procedimiento que se adiciona como una elección factible para optimizar las operaciones.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Los métodos de análisis de datos que se utilizaron en este informe de investigación sirvieron para definir si existe una relación a través de la estadística aplicada a las variables de estudio, análisis de tabulaciones de datos, evaluando factores comunes y la evaluación económica del proyecto se utilizó el Excel donde se utilizó formulas del VAN y TIR. Sirvieron para determinar los parámetros del sistema para este informe de investigación titulado “SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN PLANTA – ETEN” COMBUSTILE DE GASOLINA 90

### **3.7 Aspectos éticos**

Me comprometí como investigador a respetar los criterios que se utilizaron para garantizar la calidad ética de la investigación, así como la propiedad intelectual, la confiabilidad de la veracidad de los resultados de los datos recolectados.

## IV. RESULTADOS

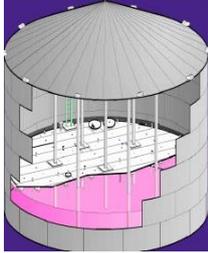
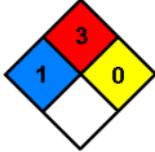
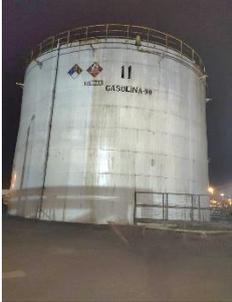
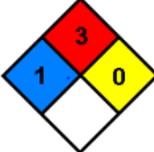
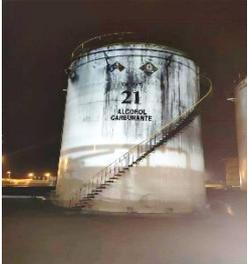
### 1. Analizar la situación actual en los tanques de almacenamiento en planta Eten.

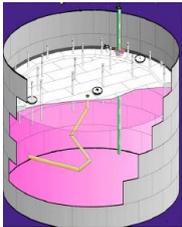
Se analizó la situación actual de los tanques de almacenamiento en el Terminal Eten, por medio de la técnica de recolección de datos “observación”, la cual cuenta con 14 Tanques con una capacidad instalada de 401,897 barriles. Los combustibles se almacenan en contenedores verticales, construidos de plancha de acero de acuerdo al STANDARD API 650, ubicados en el patio.

Los tanques de almacenamiento se utilizan como depósitos para contener una reserva suficiente de los diversos combustibles (Diésel, gasolina, Turbo A1 y etanol), para su uso posterior y/o comercialización. Es por ello que se encontró tanques verticales de almacenamiento, que son descritos a continuación:

*Tabla 2: Tipos de tanques de Combustible según su techo*

<b>Contenedores seguros de líquidos inflamables</b>		
<p><b>Tanque de Techo Fijo (TF)</b> 02,12,16,17,30,07,19 (Diesel)</p> 	<p>Señalización pictórica NTP 399.015.2014</p> 	<p>Rombo NFPA 704</p>  <p>Salud: 1 Inflamabilidad: 3 Reactividad: 0</p>
<p><b>Tanque de Techo Fijo (TF)</b> 18 (Turbo A1)</p> 	<p>Señalización pictórica NTP 399.015.2014</p> 	<p>Rombo NFPA 704</p>  <p>Salud: 0 Inflamabilidad: 2 Reactividad: 0</p>

<p><b>Tanque de Techo Flotante Interno(TFI)</b> 05 (Gasolina 84)</p> 	<p>Señalización pictórica NTP 399.015.2014</p> 	<p>Rombo NFPA 704</p>  <p>Salud: 1 Inflamabilidad:3 Reactividad:0</p>
<p><b>Tanque de Techo Flotante Interno(TFI)</b> 11 (Gasolina 90°)</p> 	<p>Señalización pictórica NTP 399.015.2014</p> 	<p>Rombo NFPA 704</p>  <p>Salud: 1 Inflamabilidad:3 Reactividad:0</p>
<p><b>Techo fijo con sabana flotante (TSI)</b> 08 (Gasolina 90°)</p> 	<p>Señalización pictórica NTP 399.015.2014</p> 	<p>Rombo NFPA 704</p>  <p>Salud: 1 Inflamabilidad:3 Reactividad:0</p>
<p><b>Techo fijo con sabana flotante (TSI)</b> 21 (Alcohol Carburante)</p> 	<p>Señalización pictórica NTP 399.015.2014</p> 	<p>Rombo NFPA 704</p>  <p>Salud: 1 Inflamabilidad:3 Reactividad:0</p>

<p><b>Techo flotante externo (TFE)</b> 10 (Gasolina 84)</p> 	<p>Señalización pictórica NTP 399.015.2014</p> 	<p>Rombo NFPA 704</p>  <p>Salud: 1 Inflamabilidad: 3 Reactividad: 0</p>
---	--	--

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se encontró 13 tanques con distintos tipos de techo. Donde, se determinó que el uso de tanques verticales, permite almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo, siendo la única limitante el empleo de una presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.

Luego de lo descrito líneas arriba, se aplicó una técnica de recolección de datos llamada “Análisis documentaria”, donde se encontró que la empresa Terminales del Perú hace uso de las normas API, para diversos proyectos de cualquier envergadura que hacen referencia a los materiales relacionadas con las normas ASTM, y también se siguen las normas de seguridad dadas por NFPA. Que serán descritas a continuación:

**API 650 (American Petroleum Institute):** Es una norma estándar que fija el diseño, fabricación, instalación e inspección de tanques para el almacenamiento de hidrocarburos. La presión interna atmosférica a la que pueden estar soportado es a una temperatura máxima de 90 °C y de 15 psi.

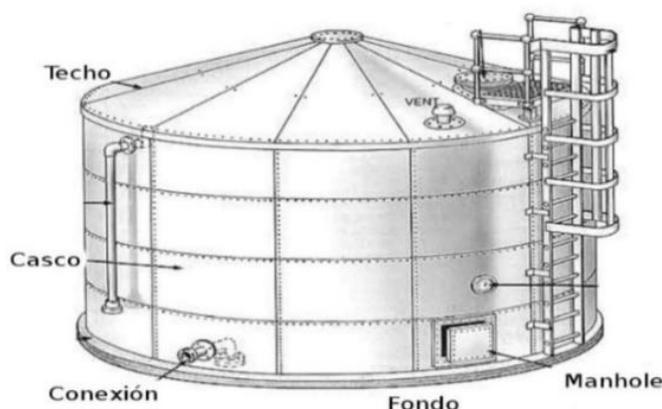


Figura 5: Tanque de almacenamiento estándar API 650

Fuente: <https://www.j2mech.com/>

**NFPA 30 (National Fire Protection Association, Asociación Estadounidense de Protección contra Incendios) (Código de Líquidos Inflamables y Combustibles)**

- Clase IA: Punto de ignición menor a 73°F (23°C); punto de ebullición menor a 100°F (38°C)
- Clase IB: Punto de ignición menor a 73°F (23°C); punto de ebullición igual o superior a 100°F (38°C)
- Clase IC: Punto de ignición igual o superior a 73°F (23°C); pero menor a 100°F (38°C)
- Clase II: Punto de ignición igual o superior a 100°F (38°C); pero menor a 140°F (60°C)
- Clase IIIA: Punto de ignición igual o superior a 140°F (60°C); pero menor a 200°F (93°C)

Bajo los criterios en ubicación de la planta Terminales del Perú detallo ubicación geográfica:



Figura 6:Ubicación Geográfica terminal eten

Fuente: Google Mapas

Las coordenadas referenciales de ubicación del Terminal Eten se indican en la siguiente tabla

*Tabla 3: Tabla de coordenadas UTM Terminal Eten*

<b>COORDENADAS UTM (WGS84)</b>		
<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
1	626881.00	9231210.00
2	627124.00	9231035.00
3	626884.00	9230700.00
4	626642.00	9230875.00

Fuente: Google Mapas

Las condiciones Ambientales Según el mapa de clasificación climática del SENAMHI, basado en el sistema de Thornthwaite (SENAMHI, 2004), el clima de la zona corresponde a uno de tipo árido y semi cálido – E (d) B'1H3, con deficiencia de lluvias a lo largo de las estaciones del año. Las condiciones ambientales generales de la zona son como sigue:

*Tabla 4: Condiciones Ambientales*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Altitud</b>	Msnm	15
<b>Humedad Relativa Media Anual</b>	%	82
<b>Precipitación media (característico en los meses de verano)</b>	mm/año	Menor a 12
<b>Velocidad y Dirección del viento</b>	km/h (m/s)	21.06 (5.85) – SO
<b>Temperatura Ambiente (promedio)</b>	°C	27
<b>Sismicidad</b>	Zona 4	

Fuente: SENAMHI / Reporte de ECOLAB

Siguiendo con el análisis de la ubicación interno en Terminales del Perú, en el interior de la planta eten los tanques están ubicados en tres zonas comúnmente llamados estancas y es necesario destacar que el patio en referencia cuenta con diques de contención para casos de posibles derrames las cuales detallo a continuación.

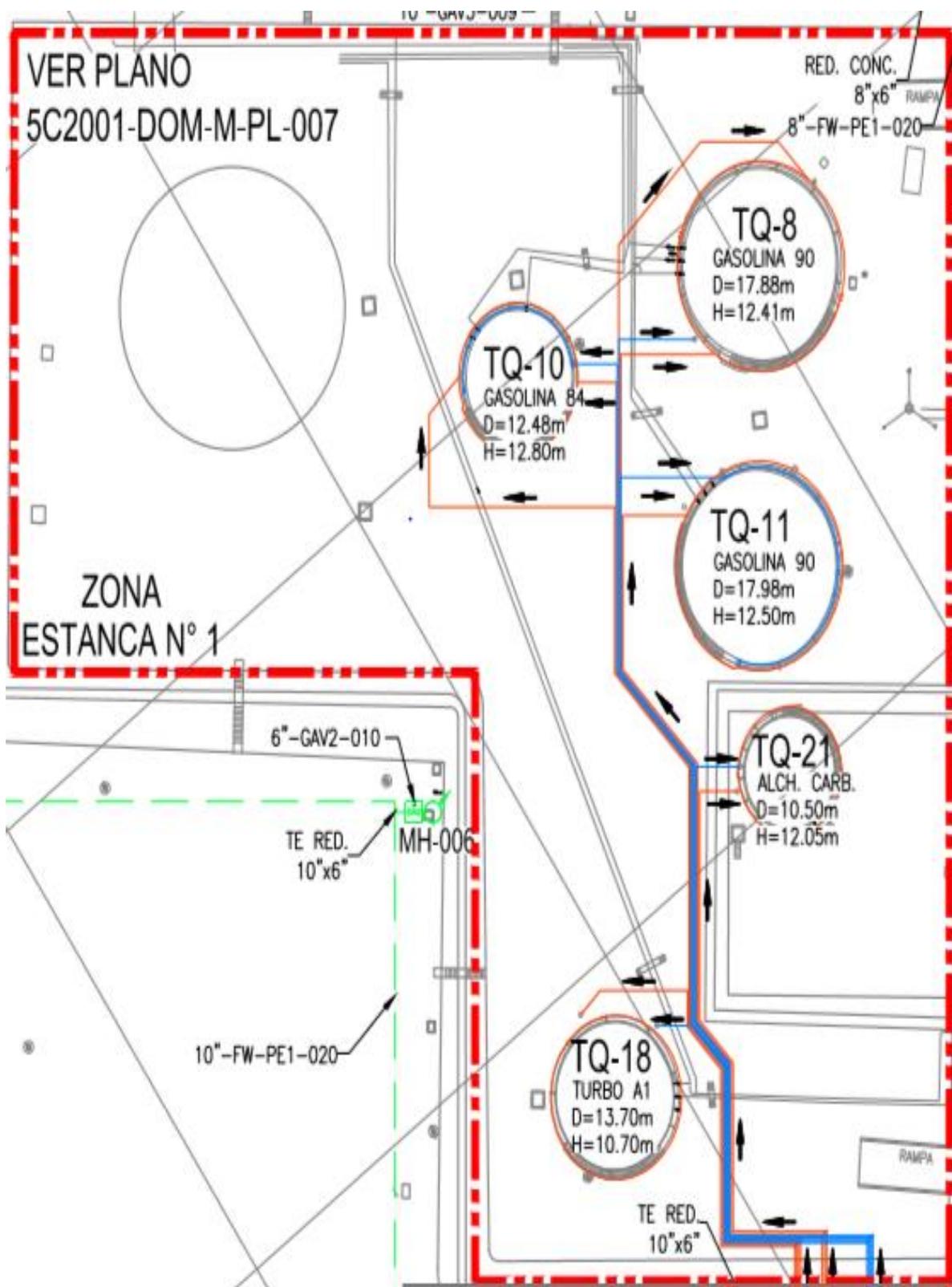


Figura 7: Planos de Terminales del Perú Estanca 01

Fuente: Documentos internos de Planta Eten

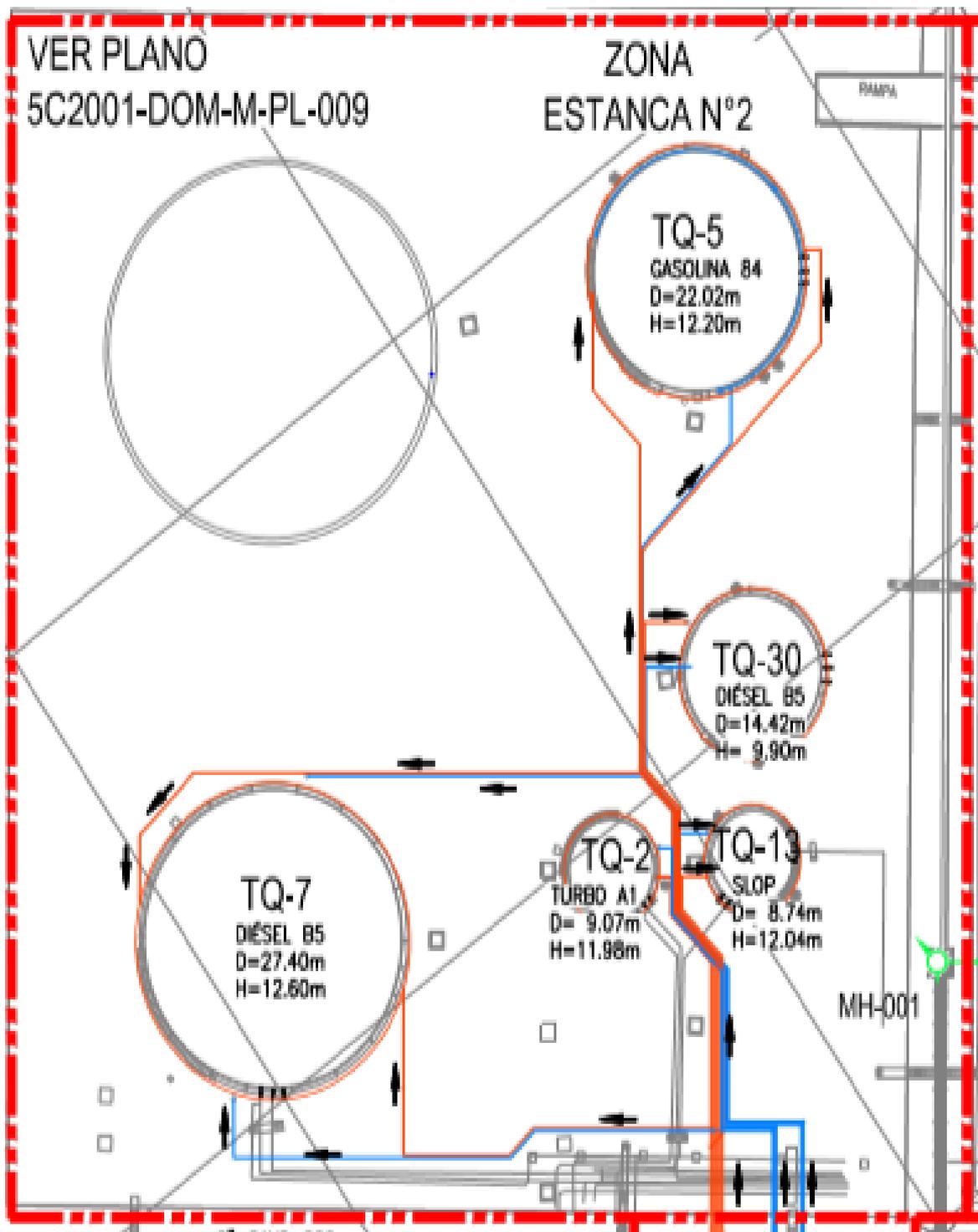


Figura 8: Planos de Terminales del Perú Estanca 02

Fuente: Documentos internos de Planta Eten

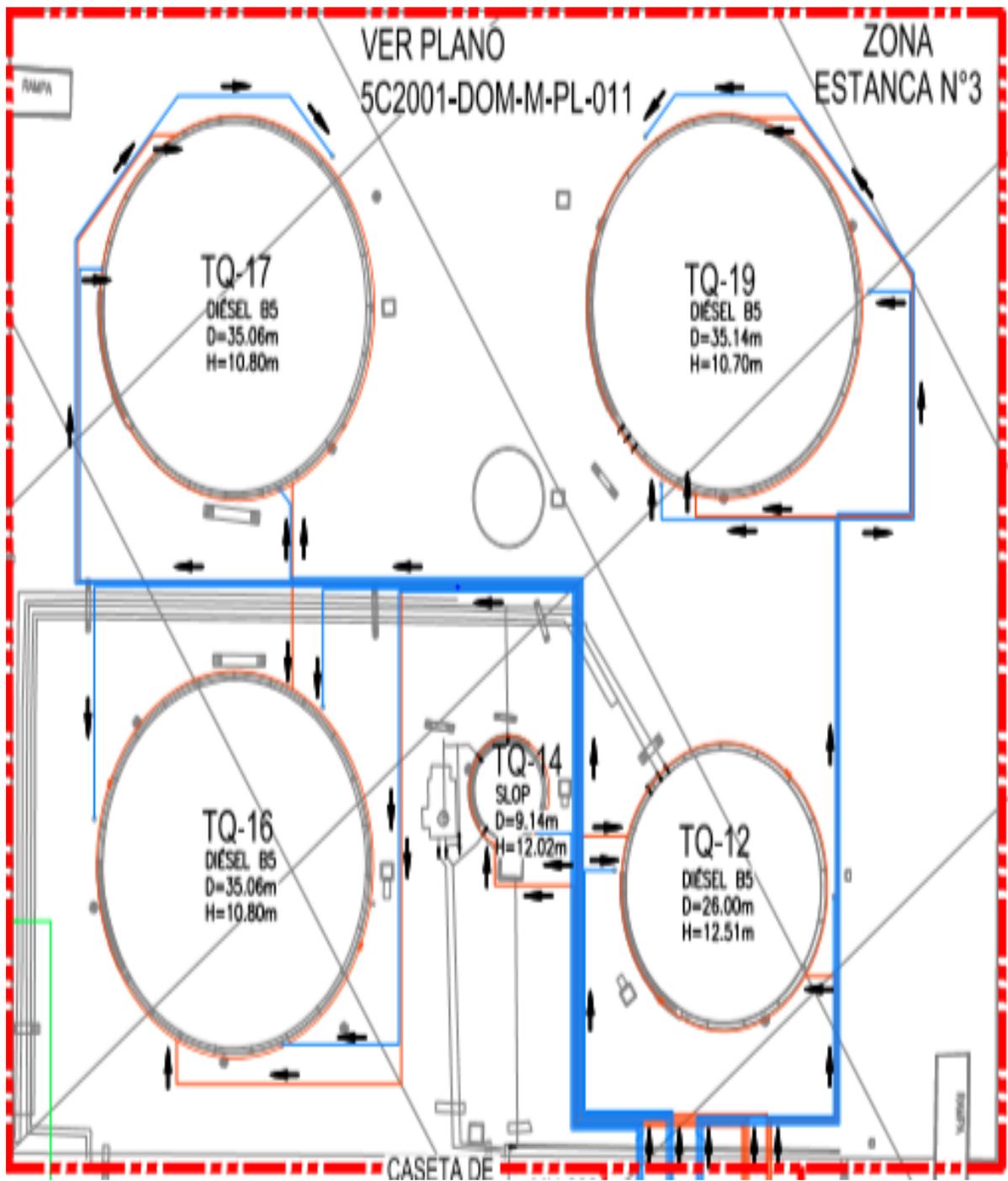


Figura 9: Planos de Terminales del Perú Estanca 03

Fuente: Documentos internos de Planta Eten

Finalmente, terminando con el análisis se puede concluir con una identificación de productos e información en TERMINALES DEL PERU - planta Eten:

Tabla 5: Identificación del producto e información

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO E INFORMACIÓN			
NOMBRE DEL PRODUCTO	COMPOSICIÓN	PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
GASOLINA 90 OCTANOS	Mezcla compleja de hidrocarburos, cuya composición consta de cadenas carbonadas que contienen entre 5 y 12 carbonos (C5-C12), un contenido de olefinas de hasta un 25% en volumen; y aromáticos, hasta un 45%.	Apariencia	Transparente
		color	Violeta
		Olor	Característico
		Punto inicial de ebullición °C	30 aprox.
		Punto final de ebullición °C	221 máx.
		Punto de inflamación °C	< -40
		Inflamabilidad	Extremadamente Inflamable
		Límites de inflamabilidad, % vol. en aire	Inferior: 0.8 Superior: 5.0
		Presión de vapor a 37.8°C	10 máx. PSI
		Gravedad específica a 15.6/15.6°C	0.73 – 0.76 aprox.
		Solubilidad en agua	Insoluble
		Coefficiente de reparto: n-octanol/agua	3.5
		Temperatura de autoinflamación, °C	280 aprox.
GASOLINA 84 OCTANOS	Mezcla compleja de hidrocarburos, cuya composición consta de cadenas carbonadas que contienen entre 5 y 12 carbonos (C5-C12), un contenido de olefinas de hasta un 25% en volumen; y aromáticos, hasta un 45%.	Apariencia	Transparente
		color	Amarillo
		Olor	Característico
		Punto inicial de ebullición °C	30 aprox.
		Punto final de ebullición °C	221 máx.
		Punto de inflamación, °C	< -40
		Inflamabilidad	extremadamente inflamables
		Límites de inflamabilidad, % vol. en aire	Inferior: 0.8 Superior: 5.0
		Presión de vapor a 37.8°C,	10 máx. PSI
		Gravedad específica a 15.6/15.6°C	0.73 – 0.76 aprox.
		Solubilidad en agua	insoluble
		Coefficiente de reparto: n-octanol/agua	3.5
		Temperatura de autoinflamación, °C	280 aprox.

DIESEL B5 S-50	Diésel N°2: Mezcla compleja de hidrocarburos, cuya composición consta de cadenas carbonadas que contienen entre 9 y 30 carbonos (C9-C30) aprox.  95 % VOL.  Biodiésel (B100): Se compone principalmente de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga (FAME: Mín. 96.5% Masa).  5% VOL	Apariencia	Claro y brillante
		color	Típico 1.0 Max3.0 (ASTM)
		Olor	Característico
		Punto inicial de ebullición, °C	160 aprox.
		Punto final de ebullición, °C	360 máx.
		Punto de inflamación, °C	52 Mínimo
		Inflamabilidad	inflamables
		Límites de inflamabilidad, % vol. en aire	Inferior: 1.3 Superior: 6
		Presión de vapor a 37.8°C,	0.004 PSI
		Gravedad específica a 15.6/15.6°C	0.81 – 0.85 aprox.
		Solubilidad en agua	Insignificante
		Temperatura de autoinflamación, °C	257 aprox.
		Viscosidad cinemática a 40°C, cSt	1.9 a 4.1
TURBO A-1	Mezcla compleja de hidrocarburos, cuya composición consta de cadenas carbonadas que contienen entre 9 y 16 carbonos (C9-C16), con contenido de aromáticos: Máx. 26.5% Vol.	Apariencia	Claro y brillante
		color	Amarillo pálido
		Olor	Característico
		Punto inicial de ebullición, °C	150 aprox.
		Punto final de ebullición, °C	300 máx.
		Punto de inflamación, °C	38 Mínimo
		Inflamabilidad	inflamables
		Límites de inflamabilidad, % vol. en aire	Inferior: 0.6 Superior:4.7
		Gravedad específica a 15.6/15.6°C	0.775 – 0.840 aprox.
		Solubilidad en agua	Insoluble
		Temperatura de autoinflamación, °C	228 aprox.
		Viscosidad cinemática a -20°C, cSt	8.5 Máx

ALCOHOL CARBURANTE ETANOL	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 motor	Apariencia	Transparente
		Color	Incoloro
		Olor	Característico
		Punto de ebullición, °C	78.5 aprox.
		Punto de inflamación, °C	13
		Inflamabilidad	extremadamente inflamables
		Presión de vapor a 37.8°C	10 máx. PSI
		Punto de fusión, °C	< -114.1
		Solubilidad en agua	Solubilidad en agua miscible
		Presion Critica	63 atm
		Temperatura Critica, °C	241
		Temperatura de autoinflamación, °C	363 aprox.

Fuente: Ficha Datos de seguridad Petro Perú

Para detectar los COVs, (Compuestos Orgánicos Volátiles), se realizó mediante una muestra, que está sometida a un análisis de cromatografía de gases. Así como, también existen equipos, manuales de campo como el detector de Fotoionización para detectar concentraciones al instante.

Se despachan diariamente alrededor de 17000 Barriles diarios de combustibles que comprenden Diésel, gasolinas, gasoholes, Turbo A1.

De estos 17000 Barriles diarios promedio el 50% corresponde a despachos de gasolinas y gasoholes.



Figura 10: Brinda los servicios de operación de Recepción, almacenamiento y despacho

Fuente: <http://www.gmp.com.pe/>

## 2. Determinar los parámetros de operación del sistema de Recuperación de Vapores

Para la determinación de los parámetros de diseño, se tuvo en cuenta los instrumentos de recolección de datos aplicados para la empresa Terminales del Perú, siendo representado por las siguientes fichas.

### 2.1.- Ficha de registro de parámetros de operación de Medición en tanques. (ver anexo N°05)



Figura 11: Operador de planta realizando la medición de tanques – Planta Eten

Fuente: <http://www.gmp.com.pe/>

El Operador de Campo, una vez terminada el despacho de Unidades locales procede a vestirse con su indumentaria de protección personal (casco de seguridad, máscara para los gases y vapores, tapones auditivos, lentes transparentes de seguridad, overol especial, zapatos de seguridad antideslizantes) y alista sus herramientas de medición.



Figura 12: Tanque de gasolina 90 Octanos en planta Eten

Fuente: Propia

Nuestro operador mediante escaleras metálicas sube hacia lo más alto del tanque en la cual contiene un punto de medición y utiliza una herramienta especial para medir el volumen del producto dentro del tanque el cual se llama Wincha o Cinta métrica de profundidad que es una herramienta muy útil para la medición manual que se basa en una cinta de acero inoxidable, equipado con un mango para su fácil manejo, y concluye con una plomada de medición de bronce que pesa aproximadamente de 650 gramos, que le da el peso necesario para que la cinta se tense en el fondo del tanque y mantenerla en posición vertical, mientras se realiza la operación.



Figura 13: Wincha de medición

Fuente: <http://davisco.com.pe/>

Después de la medición de tanques, sigue la medición o tomas de muestras de temperatura del producto dentro del tanque mediante el instrumento digital TP-7 que es un termómetro de medición digital intrínsecamente seguro para su uso en ubicaciones peligrosas con sensores RTD fiables con una sonda y longitudes permitidas de hasta 50 Metros (165 pies), permite tomar muestras en unidades Celsius (C°) o Fahrenheit (F) en la cual se puede seleccionar fácilmente.



Figura 14: TP-7

Fuente: <http://davisco.com.pe/>

## 2.2.- Ficha de registros de parámetros de operación de recepción y despacho de combustibles.

Como segunda parte, de la evaluación por medio de la ficha de registros de parámetros de operación se analizó el proceso de despacho y recepción. (ver anexo N°06)

Comenzamos con la recepción, existen diferentes modalidades que se realizan dentro de la planta como, por ejemplo: por cisternas, por buque tanques.

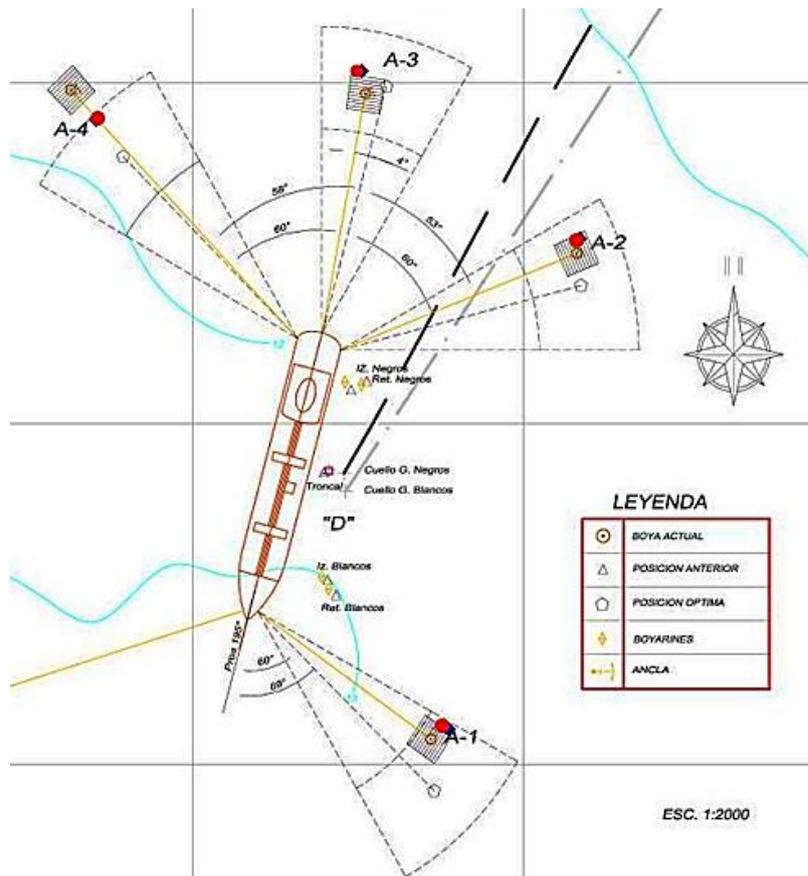


Figura 15: Verificación de posicionamiento de amarraderos

Fuente: Documentos internos de Planta Eten

La recepción de combustible inicia en el Muelle del puerto Eten que posteriormente se realiza a través de diversas tuberías en el cual descargan el producto de los buques tanques, de las refinerías locales o importados, cada combustible se descarga por varias tuberías individual para así descartar la posibilidad de mezcla o contaminación para conservar la calidad final del material a recepcionar. Para cada recepción de combustible se realiza una preparación en los tanques

intervinientes considerando: Temperatura, limpieza, así como presión, la estanqueidad y su funcionamiento adecuado de las entradas por los cuales llega el producto. Así también, se aplica un control en las mediciones de volumen y altura, para registrar mediciones previas del producto almacenado por lotes anteriores.



Figura 16: Verificación de líneas de recepción de Buque Tanque hacia la Planta Eten

Fuente: <http://www.gmp.com.pe/>

En el interior del Terminal, en un área, una zona llamada “Islas de Despacho”, se realiza el despacho de combustibles donde ingresan los camiones cisterna de forma carga ventral para cargar el combustible; el volumen despachado se determina por medio de un contómetro sujeto a calibraciones periódicas.

En las Islas de Despacho, cuentan con brazos organizados, construidos para esta faena y con tomas a tierra para la descarga de energía eléctrica. La zona de islas de despacho se encuentra con asfalto y alrededor con canales de drenaje.



Figura 17: Islas de despacho - Terminal Eten

Fuente: <http://www.gmp.com.pe/>

### 2.3.- Fichas técnicas de los tanques verticales

Por último, la empresa TERMINALES DEL PERÚ, cuenta con 13 tanques de almacenamiento y un tanque de SLOP, que serán descritos en las tablas 2 y 3:

Tabla 6: Características de los tanques de Almacenamiento de Producto “Eten”

Tanque	Producto	Clase de Líquido (*)	Tipo de Techo (**)	Altura (pie)	Diámetro (pie)	Capacidad (Barriles)
TQ-2	Diésel B5S50	Clase II	TF	39.49	29.91	4913
TQ-5	Gasolina 84	Clase IA	TFI	40.31	72.19	29291
TQ-7	Diésel B5S50	Clase II	TF	41.43	90.17	48907
<b>TQ-8</b>	<b>Gasolina 90</b>	<b>Clase IA</b>	<b>TSI</b>	<b>41.16</b>	<b>58.02</b>	<b>19747</b>
TQ-10	Gasolina 84	Clase IA	TFE	39.33	41.2	9228
<b>TQ-11</b>	<b>Gasolina 90</b>	<b>Clase IA</b>	<b>TFI</b>	<b>40.9</b>	<b>59.01</b>	<b>19947</b>
TQ-12	Diésel B5S50	Clase II	TF	41.36	86.23	41837
TQ-16	Diésel B5S50	Clase II	TF	35.52	115.06	65545
TQ-17	Diésel B5S50	Clase II	TF	35.49	115.13	54746
TQ-18	Turbo A1	Clase II	TF	35.46	45.03	10060
TQ-19	Diésel B5S50	Clase II	TF	35.56	115.19	65801
TQ-21	Alcohol Carburante	Clase IB	TSI	39.52	29.88	6560
TQ-30	Diésel B5S50	Clase II	TF	32.34	47.46	10211

Fuente: Elaboración propia

**Notas:**

(\*) La clasificación es de acuerdo a la NFPA 30. (National Fire Protection Association)

(\*\*) TF: Techo Fijo; TFI: Techo Flotante Interno; TFE: Techo Flotante Externo; TSI: Techo Fijo con Sábana Flotante.

*Tabla 7: Características de los tanques de Almacenamiento de Producto "Eten"*

Tanque	Producto	Clase de Líquido (*)	Tipo de Techo (**)	Altura (pie)	Diámetro (pie)
TQ-14	Slop	Clase II	Techo Fijo	39.30	29.20

Fuente: Elaboración propia.

**Nota:**

(\*) La clasificación es de acuerdo a lo indicado por el cliente.

(\*\*) TF: Techo Fijo.



Figura 18: Islas de despacho PLANTA - ETEN

Fuente: Propia

### 3. Seleccionar los equipos electromecánicos de diseño del sistema de Recuperación de Vapores.

Luego de haber descrito los parámetros de diseño, se realizó el análisis del consumo de combustible que nos remite, analizar las pérdidas en los últimos 4 meses del año 2020. A partir de ello se procedió a consolidar todos los datos.

Previo a lo descrito líneas arriba, para el presente proyecto se analizaron los 13 tanques por medio de un flujo de demanda de Recibidos y despachos de combustible (Rotación de producto), como se puede apreciar en el anexo 7.

Es así, como se aplicó una evaluación a los 13 tanques, presentando una mayor pérdida en los tanques 8 y 11 de combustible de 90 octanos.

Tabla 8: Resumen de Pérdidas por recibo y despacho de gasolina 90 Octanos.

<b>DESPACHOS E INGRESOS DE COMBUSTIBLES DE GASOLINA 90 OCTANOS EN TERMINAL ETEN</b>				
<b>TERMINAL: ETEN</b>	<b>Recibos</b>	<b>Despachos</b>	<b>Merma Real</b>	<b>Recuperación producto del SLOP</b>
	<b>Galones (60°F)</b>	<b>Galones (60°F)</b>	<b>Galones (60°F)</b>	<b>Galones (60°F)</b>
<b>ENERO</b>	2 112 106	2 598 059	- 1 485	0
<b>FEBRERO</b>	2 922 167	2 616 250	- 1 690	0
<b>MARZO</b>	3 039 767	1 914 324	- 1 160	0
<b>Promedio Trimestral</b>	<b>2 691 346</b>	<b>2 376 211</b>	<b>- 1 445</b>	<b>0</b>
<b>ABRIL</b>	919 667	879 036	- 855	0
El mes de abril no es considerado, debido al estado de emergencia planteado por el decreto supremo N° 083 – 2020.				

Fuente: Propia.

Para una mejor visualización y análisis, se aplicó una tabla resumen, donde se ejecutó un promedio trimestral de pérdidas mensuales llamados “Merma Real”. Siendo un total de – 1 445 galones a 60° F. Para los tanques 8 y 11 con combustible de Gasolina 90 Octanos.

Ahora, se detalló las temperaturas y densidades de los productos almacenados en Terminal Eten. Para determinar las pérdidas en vapores producto del recibo y despacho.

Tabla 9: Temperaturas y Densidad del producto

TANQUES	PRODUCTO	API	TEMPERATURA ° C
TANQUE N° 2	DIESEL B5 S-50 P	35.7	72.5
TANQUE N° 5	GASOLINA 84	64.2	71.4
TANQUE N° 7	DIESEL B5 S-50	36.9	72.0
<b>TANQUE N° 8</b>	<b>GASOLINA 90</b>	<b>62.5</b>	<b>72.3</b>
TANQUE N° 10	GASOLINA 84	62.0	72.7
<b>TANQUE N° 11</b>	<b>GASOLINA 90</b>	<b>60.3</b>	<b>71.7</b>
TANQUE N° 12	DIESEL B5 S-50 P	37.2	72.4
<b>TANQUE N° 14</b>	<b>SLOP</b>	43.0	77.1
TANQUE N° 16	DIESEL B5 S-50 P	37.5	71.8
TANQUE N° 17	DIESEL B5 S-50 P	35.8	71.6
TANQUE N° 18	TURBO A-1	43.2	71.9
TANQUE N° 19	DIESEL B5 S-50	36.5	72.3
TANQUE N° 21	ALCOHOL CARBURANTE	51.5	72.1
TANQUE N° 30	DIESEL B5 S-50 P	37.2	72.1

Fuente: Propia.

Luego de la presente evaluación, en el cuadro resumen se determinó que los tanques 08 y 11 (Tanques de almacenamiento de gasolina), son los elegidos para el presente Trabajo de investigación. Tal como se observa en la tabla resumen de despachos e ingresos de combustible de gasolina 90 Octanos en Terminal Eten. Cabe resaltar que se debe a que presente una mayor volatilidad.



Figura 19: Análisis del Producto de Gasolina 90 Octanos

Fuente: <http://www.gmp.com.pe/>

## 1.- Pérdidas, generadas por evaporación.

Para determinar las pérdidas por evaporización producto del llenado y despacho, generados en los tanques 8 y 11, aplicamos las siguientes ecuaciones. Para ello, se tomó las siguientes propiedades de la gasolina 90 Octanos.

Tabla 10: Propiedades de Gasolina 90 Octanos

<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA GASOLINA 90 OCTANOS</b>	
Apariencia	Transparente
color	Violeta
Olor	Característico
Punto inicial de ebullición, °C	30 aprox.
Punto final de ebullición, °C	221 máx.
Punto de inflamación, °C	< -40
Inflamabilidad	extremadamente inflamables
Límites de inflamabilidad, % vol. en aire	Inferior: 0.8 Superior: 5.0
Presión de vapor a 37.8°C, psi	10 máx.
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	0.73 – 0.76 aprox.
Solubilidad en agua	Insoluble en agua.
Coefficiente de reparto: n-octanol/agua	3.5
Temperatura de auto-inflamación, °C	280 aprox.

Fuente: Ficha Datos de seguridad Petro Perú

### Caso para el Tanque 8 – 11. Listo para recepción. (1.40 m – estado crítico)

Para el primer se considera cuando el taque se encuentra en estado crítico, debido a la geometría de diseño, siendo un diseño de tanque de techo fijo con sábana flotante.

$$LT_{8y11} = LT_8 + LT_{11} = LS_8 + LW_8 + LS_{11} + LW_{11}$$

- **Pérdidas Totales**

$$LT = LS + LW$$

Donde:

$LT$ : Pérdidas totales, lb/año .

$LS$ : Pérdidas por almacenaje, lb/año .

$LW$ : Pérdidas por trabajo, lb/año.

- **Perdidas por almacenaje**

$$Ls = 365 * Ke * Hvo * \left(\frac{\pi}{4} * D^2\right) * Ks * Wv$$

Dónde:

: Factor de expansión en el espacio de vapor (adimensional).

: Espacio de vapor disponible (pies).

: Diámetro del tanque = 58.02 (pies).

: Factor de saturación del vapor venteado (adimensional).

: Densidad del vapor del contenido ( $\overline{p_{ie}}$  3).

365: Constate que representa el número de días por año .

Por lo cual, determinaremos cada factor, espacio y densidad del producto, para determinar las pérdidas por almacenaje.

$$Ke = \frac{\Delta T_v}{T_{la}} + \frac{\Delta P_v + \Delta P_b}{P_a - P_{va}} \geq 0$$

Dónde:

$\Delta T_v$ : Rango de la temperatura diaria del vapor. [°R]

$\Delta P_v$ : Rango de presión de vapor diaria. [lpcm]

$\Delta P_b$ : Rango de ajuste de la presión de venteo. [lpcm]

$T_{la}$ : Temperatura promedio diaria del líquido. [°R]

$P_a$ : Presión atmosférica = 1 atm = 14.6959. [lpca]

$P_{va}$ : Presión vapor promedio diaria del líquido a temperatura de superficie.  
[lpca].

Ahora, determinamos el rango de la temperatura diaria del vapor:

$$\Delta T_v = 0.72 * \Delta T_a + 0.028 * \alpha * I$$

Dónde:

$$\Delta T_a = T_{ax} - T_{an} = 533.07 - 518.6 = 14.47 \text{ °R}$$

$\Delta T_a$ : Variación de temperatura ambiente diaria °R.

$T_{ax}$ : Temperatura máxima en la planta diaria = 533.07 °R.

$T_{an}$ : Temperatura mínima en la planta diaria = 518.6 °R.

$\alpha$ : Absorbancia solar de la pintura blanca en el tanque = 0.88 adim. (ver anexo N° 09).

$I$ : Radiación solar,  $5.8 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} = 19\,790.4 \frac{\text{BTU}}{\text{pies}^2 * \text{día}}$ . (ver anexo N° 09).

Obtenemos, la variación de la temperatura ambiente diaria. °R:

$$\Delta T_v = 0.72 * 14.47 + 0.028 * 0.88 * 19\,790.4 = 498.05 \text{ °R}$$

Ahora, determinamos la Temperatura promedio diaria del líquido:

$$T_{la} = 0.44 * T_{aa} + 0.5 * T_b + 0.0079 * \alpha * I$$

$$T_{aa} = \frac{T_{ax} + T_{an}}{2} = \frac{533.07 + 518.6}{2} = 525.8 \text{ } ^\circ R$$

$$T_b = T_{aa} + (6 * \alpha) - 1 = 525.8 + (6 * 0.88) - 1 = 530 \text{ } ^\circ R$$

Obtenemos, la Temperatura promedio diaria del líquido:

$$T_{la} = (0.44 * 525.8) + (0.5 * 530) + (0.0079 * 0.88 * 19\ 790.4)$$

$$T_{la} = 618.2 \text{ } ^\circ R$$

Ahora, determinaremos la presión vapor promedio diaria del líquido a temperatura de superficie:

$$P_{va} = \exp\left(A - \left(\frac{B}{T_{la}}\right)\right)$$

Donde, para determinar el PVR, se aplicó un método de ensayo estándar, cumpliendo las normas ASTM D 323 y/o D 5191, que consiste en evaluar la presión de vapor Reid o la presión máxima que soporta el hidrocarburo líquido en volatizarse, siendo este un valor de PVR = 6.2, para más detalles, sobre el ensayo aplicado, (ver anexo N° 10).

$$A = 12.82 - 0.9672 * \ln(PVR) = 12.82 - 0.9672 * \ln(6.2) = 11.05$$

*A: Constante en la ecuacion de presion de vapor.*

$$B = 7261 - 1216 * \ln(PVR) = 6761 - 1216 * \ln(6.2) = 4\ 542.34$$

*B: Constante en la ecuación de presión de vapor.*

Obtenemos, la presión vapor promedio diaria del líquido a temperatura de superficie:

$$P_{va} = \exp\left(11.05 - \left(\frac{4542.3}{618.2}\right)\right) = 40.5 \text{ } psi$$

Ahora, determinamos el Rango de presión de vapor diaria:

$$\Delta P_v = \frac{0.05 * B * P_{va} * \Delta T_v}{T l a^2} = \frac{0.05 * 4542.34 * 40.5 * 498.05}{618.2^2}$$

$$\Delta P_v = 11.98 \text{ psi}$$

Ahora, determinaremos el rango de ajuste de la presión de venteo.

$$\Delta P_b = P_{bp} - P_{bv}$$

$P_{bv}$ : Valor de la presión de vacío (siempre un valor negativo), lpcm.

$P_{bp}$ : Ajuste de la presión de venteo del respiradero (siempre valor positivo).

$$V_s = \sqrt{2 * g * h_c} = \sqrt{2 * 32.185 * 433.07} = 166.96 \frac{\text{pul}}{\text{s}}$$

$$P_{abst} = \left( h_c - \frac{V_s^2}{2 * g} \right) * \rho_c * g = \left( 493.92 - \frac{166.96^2}{2 * 32.185} \right) * 0.0245 * 32.185$$

$$P_{abst} = 47.99 \text{ psi}$$

Donde, los datos mencionados son proporcionados, información por medio de la empresa:

$P_{abst}$ : Presión absoluta del tanque.

$\rho_c$ : densidad del combustible.

$g$ : Gravedad ( $\frac{\text{pul}}{\text{s}^2}$ ).

$h_c$ : Altura de llenado del combustible.

$V_s$ : Velocidad en la salida del tanque.

$P_{bp} = \frac{10}{100} * P_i$  :  $P_i$  : Pingreso al tanque (psi).

$$P_{bp} = \frac{10}{100} * 60 = 6 \text{ psi}$$

$$P_{bv} = P_{atm} - P_{abs} = 14.6959 - 47.99 = -33.29 \text{ PSI} = -2.29 \text{ bar}$$

**Nota:** Se considera negativo, porque es una presión que ingresa al sistema. Por lo tanto, el valor de la presión de vacío es igual a 33.29 psi.

Ahora, obtenemos el rango de variación de la presión de venteo y es analizado desde un punto de vacío, es por ello que para determinar la variación se evalúa con el signo negativo.

$$\Delta P_b = P_{bp} - P_{bv} = 6 - 33.29 = -27.29 \text{ psi}$$

Entonces, habiendo calculado los factores, espacio y densidad del producto, determinaremos el factor de expansión en el espacio de vapor (adimensional).

$$\frac{\Delta T_v}{T_{la}} + \frac{\Delta P_v + \Delta P_b}{P_a - P_{va}}$$

$$K_e = \frac{498.05}{618.2} + \frac{11.98 - 27.29}{14.69 - 40.5} \geq 0$$

$$K_e = 1.39$$

Ahora, determinaremos el espacio de vapor disponible (pies).

$$H_{vo} = H_s - H_l + H_{ro}$$

Dónde:

*H<sub>s</sub>*: Altura de la pared del tanque . [Pies]

*H<sub>l</sub>*: Altura del líquido almacenado . [Pies]

*H<sub>ro</sub>*: Altura libre del tanque . [Pies]

$$H_{ro} = \frac{1}{3} * H_r$$

$$H_r = S_r * R_s = 0.0625 * 58.02 = 3.6262 \text{ pies}$$

Reemplazando:

$$H_{ro} = \frac{1}{3} * 3.6262 = 1.208 \text{ pies}$$

Dónde:

*R<sub>s</sub>*: Radio del tanque . [Pies]

*Hr*: Altura del techo . [Pies]

*Sr*: Inclinacion del techo.  $\left[\frac{Pie}{Pie}\right]$ , Cuando *Sr* se asume un valor típico de 0,0625.

Por lo tanto, reemplazamos en el espacio de vapor disponible:

$$Hvo = 41.16 - 4.59 + 1.208 = 37.778 \text{ pies} = 453.33 \text{ pulg}$$

Ahora, determinaremos factor de saturación del vapor venteado (adimensional)

$$Ks = \frac{1}{1 + 0.053 * Pva * Hvo} = \frac{1}{1 + 0.053 * 40.5 * 453.33} = 0.001$$

Dónde:

0.053: Constante  $\left[\frac{lpca}{pies}\right]$ .

Entonces, determinaremos la densidad de vapor del contenido:

$$Wv = \frac{Mv * Pva}{R * Tla}$$

Dónde:

*Mv*: Peso molecular del vapor se asume un peso molecular 50 lb/lbmol.

*R*: constante de Boltzmann =  $10.73159 * \frac{pies^3 * psi}{R * lb \text{ mol}}$ .

$$Wv = \frac{50 * 40.5}{10.73159 * 618.2} = 0.3 \frac{Lb}{pie^3}$$

Habiendo terminado de calcular los factores, rangos y densidades. Determinaremos las pérdidas de evaporización de la gasolina 90 octanos por almacenaje.

$$Ls = 365 * Ke * Hvo * \left(\frac{\pi}{4} * D^2\right) * Ks * Wv$$

$$Ls_8 = Ls_{11} = Ls = 365 * 1.39 * 37.77 * \left(\frac{\pi}{4} * 58.02^2\right) * 0.001 * 0.3$$

$$Ls = 2706.7 \text{ lb/año}$$

Convirtiendo las pérdidas por almacenaje a unidades de barriles por año:

$$Ls \left( \frac{\text{bls}}{\text{año}} \right) = \frac{Ls \left( \frac{\text{lb}}{\text{año}} \right)}{42 * Wvc}$$

Dónde:

42: Constante de conversión para considerar que cada barril de petróleo contiene 42 Galones

$Wvc$ : Densidad del vapor condensado a 60° F  $\left( \frac{\text{lb}}{\text{galon}} \right)$ .

$$Wvc = 0.08 * M_v = 0.08 * 50 = 4 \frac{\text{Lb}}{\text{Galon}}$$

$$Ls \left( \frac{\text{bls}}{\text{año}} \right) = \frac{2706.7}{42 * 4} = 16.11 \frac{\text{bls}}{\text{año}} = 676.62 \frac{\text{Gl}}{\text{año}}$$

- **Perdidas por trabajo**

$$Lw = N * Hlx * \left( \frac{\pi}{4} * D^2 \right) * Kn * Kp * Kb * Wv$$

Donde, todos los datos obtenidos son brindados por la empresa "Terminales del Perú:

$N$ : Número de veces de llenado del tanque al año = 48 buques .

$Hlx$ : Altura maxima del liquido almacenado 36.08 . [Pies]

$Kn$ : Factor de cambio de perdidas por trabajo .[adimensional]

$Kp$ : Factor del producto . [adimensional]

$Kb$ : Factor de correcion de venteo . [adimensional]

$Wv$ : Densidad el vapor.  $\left( \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3} \right)$

$$Kn = \frac{180 + N}{6 * N} = \frac{180 + 48}{6 * 48} = 0.79$$

$$Kn * \left[ \frac{Pbp + Pa}{Pvi + Pa} \right] > 1,0$$

$$0.79 * \left[ \frac{6 + 14.66}{0.03 + 14.66} \right] > 1,0$$

$$1.11 > 1,0$$

Si el resultado de la expresión es menor a 1,  $K_b=1$ ; de lo contrario  $K_b$  se estima por medio de la siguiente ecuación:

$$K_b = \left[ \frac{\frac{P_{vi} + P_a}{K_n} - P_{va}}{P_{bp} + P_a - P_{va}} \right]$$

$$K_b = \left[ \frac{\frac{0.03 + 14.66}{0.79} - 40.5}{6 + 14.66 - 40.5} \right] = 0.01$$

Dónde:

$P_{vi}$ : Presion en el espacio de vapor a condiciones iniciales = 0.03 [lpcm].

$P_a$ : Presion atmosferica . [lpc]

$P_{bp}$ : Valor de la presion de venteo (Siempre es positivo) = 6. lpcm

Según, el instituto americano de petróleo (API) el valor de  $K_p$  para la gasolina de 90 octanos, es:

$$K_p = 0.75$$

Ahora, determinaremos las pérdidas por trabajo.

$$L_w = N * Hl_x * \left( \frac{\pi}{4} * D^2 \right) * K_n * K_p * K_b * W_v$$

$$L_w = 48 * 36.08 * \left( \frac{\pi}{4} * 58.02^2 \right) * 0.79 * 0.75 * 0.01 * 0.3 = 8\,138.84 \frac{lb}{año}$$

Convirtiendo  $L_w$  de libras por año a barriles por año

$$L_w \left( \frac{bls}{año} \right) = \frac{L_w \left( \frac{lb}{año} \right)}{42 * W_{vc}}$$

$$L_{w_8} = L_{w_{11}} = L_w \left( \frac{bls}{año} \right) = \frac{8\,138.84}{42 * 4} = 48.44 \frac{bls}{año} = 2\,034.48 \frac{Gl}{año}$$

Habiendo, determinado las pérdidas por almacenamiento y por trabajo, determinamos las pérdidas totales en el tanque N° 8 y N° 11. Siendo un total, de:

$$LT_{8y11} = LT_8 + LT_{11} = LS_8 + LW_8 + LS_{11} + LW_{11}$$

$$LT_{8y11} = 676.62 + 2034.48 + 676.62 + 2034.48 = 5422.2 \frac{Gl}{año}$$

Finalmente, se logró determinar las pérdidas totales por evaporización en los tanques 8 y 11 de gasolina 90 octanos, siendo un valor mensual de 389.63 galones. Por lo tanto, ahora seleccionaremos los componentes que conforman el presente diseño.

- **Válvula de presión vacío.**

La válvula de presión vacío consta de dos interruptores de presión, cuya finalidad es visualizar, controlar y regular las presiones. Siendo una regulación de:

$$V_p = P_i - \frac{10}{100} * P_i$$

Dónde:

$P_i$ : Presión de ingreso al tanque = 60 psi.

$V_p$ : Válvula de presión.

$$V_p = 60 - \frac{10}{100} * 60 = 54 \text{ psi}$$

Por lo tanto, la regulación para el interruptor de la válvula de presión, tiene un valor de 54 psi.

$$V_v = P_{bv} - \frac{10}{100} * P_{bv}$$

Dónde:

$P_{bv}$ : Presión de succión = 33.29psi.

$V_v$ : Válvula de vacío.

$$V_v = 33.29 + \frac{10}{100} * 33.29 = 36.61 \text{ psi}$$

Por lo tanto, la regulación para el interruptor de la válvula de vacío, tiene un valor de 36.61 psi.



Figura 20: válvula de presión vacío de 8" de succión y una salida de 10" de recepción

Fuente: <https://www.bvalve.es/>

#### - Interruptor

Se seleccionó y se optó por dos interruptores, del proveedor telemecanique sensors, 0 – 10 bar, diferencial. Para más detalles, (ver anexo 11)



Figura 21: Interruptor 0-10 bar

Fuentes: telemecanique sensors

- **Depurador de succión.**

El depurador de succión consiste en un tanque de almacenamiento. Donde, se separan los vapores de líquidos. Por lo que, el tanque cumple un almacenamiento de 3 veces mayor a las pérdidas totales recaudadas en los tanques 8 y 11. Siendo un valor de 5422.2 Gl/año.



Figura 22:Depurador de succión

Fuente: <https://www.glossary.oilfield.slb.com/>

- **Compresor de tornillo.**

Para la selección del compresor de tornillo se requiere una presión de succión de 54 psi a un ingreso de 10". Por lo que, se determinó un compresor de tornillo de un ingreso de 10" y una salida de 8", con unos rangos de presión de 0 – 80 psi. Para más detalles, (ver anexo 12).



Figura 23:Compresor

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

Tabla 11: Tabla de selección de Compresor

MODELO	DIÁM. DE BRIDA DE SUCCIÓN	DIÁM. DE BRIDA DE DESCARGA	BRIDA DE SUCCIÓN		BRIDA DE DESCARGA	
	(pulgadas)	(pulgadas)	Fx,y,z (lb)	Mx,y,z (pie-lb)	Fx,y,z (lb)	Mx,y,z (pie-lb)
2CC	2	1.5	100	1190	75	970
4CC	2	1.5	100	1190	75	970
5CC	2	1.5	100	1190	75	970
7D	3	3	150	1500	150	1500
8D	4	3	200	1670	150	1500
8DE	4	3	200	1670	150	1500
10G	5	4	250	1670	200	1670
11S	6	5	300	1670	250	1670
11L	6	5	300	1670	250	1670
12S	8	6	400	1670	300	1670
12L	8	6	400	1670	300	1670
17S	8	6	400	1670	300	1670
17L	8	6	400	1670	300	1670
19S	10	8	500	1670	400	1670
19L	10	8	500	1670	400	1670
19LE	10	8	500	1670	400	1670
206	3	2"	150	1500	80	970
207	3	2"	150	1500	80	970
208B	3	2"	150	1500	80	970
210M	4	2.5"	200	1670	100	1375
211M	5	3"	250	1670	120	1500
212M	6	4"	300	1670	160	1670
217M	6	4"	300	1670	160	1670
219M	8	4"	400	1670	160	1670

\* Orientación vertical (descarga superior)

Fuente: RO-FLO COMPESSORS

Tabla 12: Datos técnicos de RO-FLO COMPESSORS

#### Datos Técnicos

Conexión de entrada:	10" ANSI Clase 150 Piso Cara de Brida
Conexión de salida:	8" ANSI Clase 150 Piso Cara de Brida
Rango Operativo Velocidad:	275 rpm a través de 640 rpm
Máxima Presión de Trabajo:	80 psig (5.5 barg)
Máximo Permitido Temperatura de Funcionamiento:	350°F (176°C)
Sello Del Eje:	Una sola cara fuele mecánicos o dobles
Rodamientos:	Jaula de acero, rodillos y pistas de aleación (sin metales amarillos)
Lubricación:	Una vez a través del sistema de inyección de aceite - 10 puntos (por otros)
Tipo de Transmisión:	Para directa o accionado por correa, adecuado para VFD
Fin Del Eje:	3.50" de diámetro en el acoplamiento

Fuente: RO-FLO COMPESSORS

## - Bomba

Tiene un alto rendimiento, facilidad de instalación, regulación simple, funcionamiento silencioso. Para la selección de la bomba, se determinó, por los diámetros de ingreso y salida, que va conectado a la línea de recepción. Siendo un valor de 6" a 8" a la salida, donde se optó por una presión de salida de 60 psi, que se adecúa a la presión del manifold. Para más detalles, (ver anexo 15).



Figura 24: Motobomba Shuiwang

Fuente: Manual Shuiwang

## - Tubería.

Se empleó una tubería de acero inoxidable al carbono cedula 80 para servicios de altas temperaturas e industria petrolera sin costura en todo el recorrido de la línea, cumpliendo los estándares de la norma API. Para más detalles, (ver anexo 13).



Figura 25: Tubo de acero inoxidable de 8" y 10" al carbono Cedula 80

Fuente: <http://www.eberhardt-sa.com/>

- **Válvulas de compuerta y antirretorno.**

Las válvulas de bola, son empleadas para generar un corte en la línea y brindar un mantenimiento preventivo, mientras la válvula antirretorno se empleó, para evitar la inyección del combustible proveniente del manifold. Y generar una re - inyección del combustible en un solo sentido. Para más detalles, (ver anexo 14).



Figura 26: Válvula de Compuerta con Bridas 8" ANSI Clase 150

Fuente: <http://www.genebre.es/>

Donde, finalmente dando como resultado el diseño de recuperación de vapores, de combustible gasolina 90 octanos. Se distribuyó de la siguiente manera:

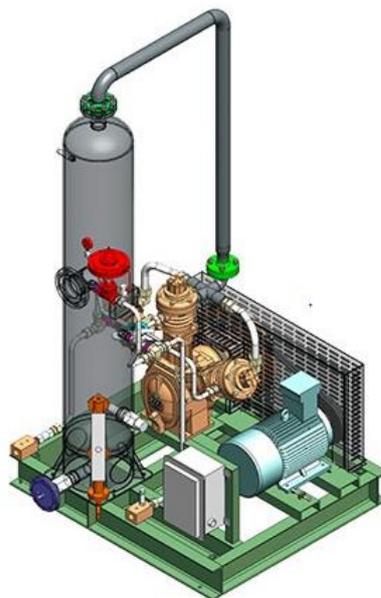


Figura 27: Sistema Recuperador de vapores

Fuente: <https://aqsargentina.com.ar/>

En donde, se determinó, la posible geometría de diseño. Para la unión de accesorios, en la salida de los tanques 8 y 11.

Determinando, una unión en la parte inferior del tanque, para facilitar el mantenimiento, el montaje y desmontaje de las tuberías. Teniendo una salida directa al compresor de tornillo, y siendo bombeada a la tubería del manifold a 60 psi.

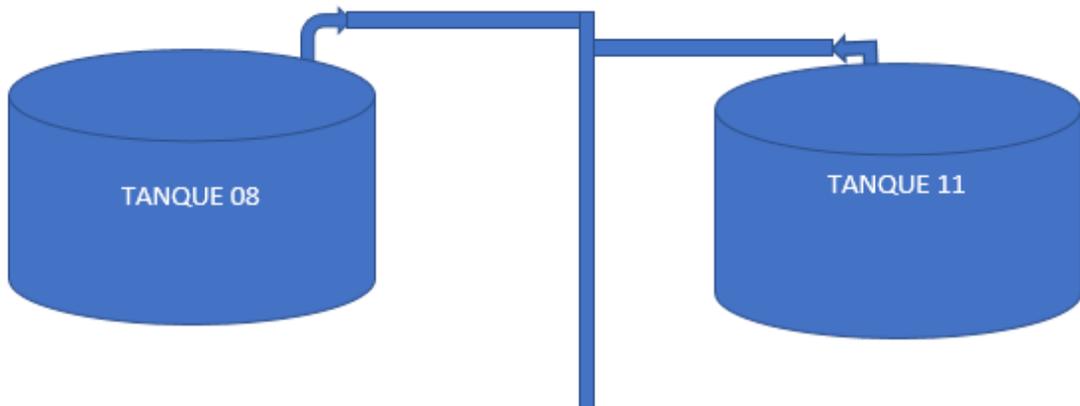


Figura 28:Condición I

Fuente: Elaboración Propia

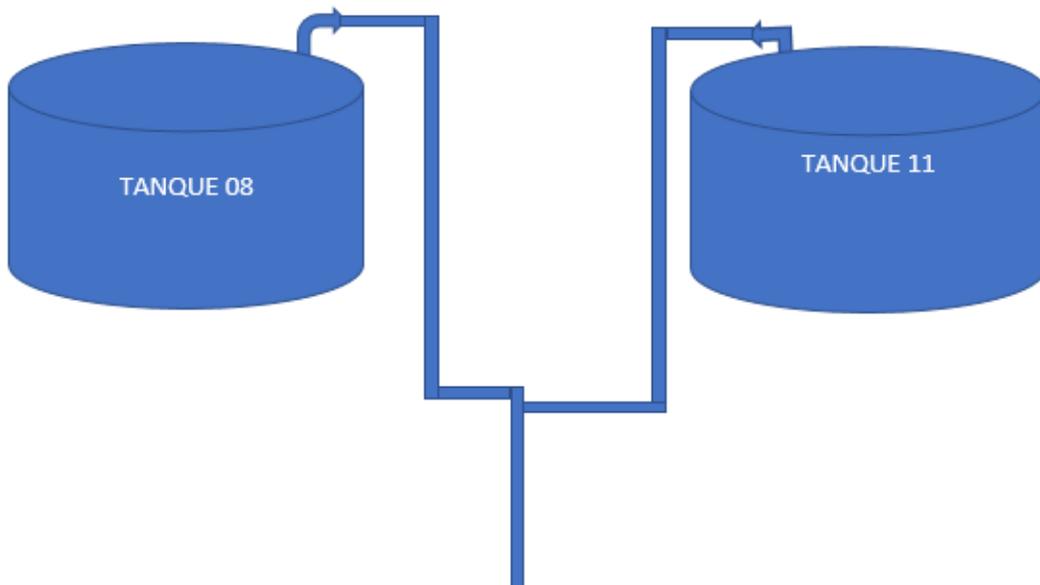


Figura 29:Condición II

Fuente: Elaboración Propia

#### 4. Realizar una evaluación económica mediante los indicadores VAN y TIR.

Para la presente evaluación del análisis económico, se aplicó un detalle de los costos intervinientes, siendo detallados a continuación:

*Tabla 13: Proyecto de investigación*

Ítems	Detalle					Costo total
<b>1</b>	<b>Elaboración del Proyecto</b>					<b>S/ 380.00</b>
1.1	Generalidades	Internet	mes	4	S/ 95.00	S/ 380.00
1.2	Introducción					
1.3	Marco teórico					
1.4	Marco metodológico					
1.5	Marco administrativo					
1.6	Referencias y anexos					
<b>2</b>	<b>Presentación del Proyecto</b>					<b>S/ 3,096.00</b>
2.1	Asesoramiento	impresiones	UND	1	S/3,000.00	S/ 3,000.00
2.2	Revisión y Verificación			80	S/ 0.50	S/ 40.00
2.3	Levantamiento de observaciones			80	S/ 0.70	S/ 56.00
<b>3</b>	<b>Aprobación del Proyecto</b>					<b>S/ 248.00</b>
3.1	Solicitud	tramites	UND	5	S/ 10.00	S/ 50.00
3.2	Anillado y espiralado	hojas	UND	120	S/ 0.50	S/ 60.00
3.3	Grabación en disco	servicio	UND	2	S/ 5.00	S/ 10.00
3.4	Movilidad	pasaje	UND	6	S/ 5.00	S/ 30.00
3.5	Snack	almuerzo	UND	14	S/ 7.00	S/ 98.00
<b>4</b>	<b>Costo General</b>					<b>S/ 3,724.00</b>

Fuente: Propia

*Tabla 14: Montaje del sistema de recuperación de vapores:*

Ítems	Detalle	Proveedor	Unid. De medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
<b>1</b>	<b>Equipos y accesorios</b>					<b>47911.34</b>
1.1	Válvula presión Vacío	FRANKO	Unid	1	S/ 10,250.00	S/ 10,250.00
1.2	Interruptor de presión sensor 0 à 10 bar	TELEMECANIQUE SENSORS	Unid	2	S/ 963.67	S/ 1,927.34
1.3	Tubo acero al carbono ASTM 106 Schedule 80	EBERHARDT	6 m. * Unid.	14	S/ 1,800	S/ 25,200.00
1.4	Bomba	RUHRPUMPEN	Unid	1	S/ 1,500	S/ 1,500.00
	Motor	RUHRPUMPEN	Unid		S/ 0	S/ 0.00
1.5	Compresor	RO-FLO COMPESSORS	Unid	1	S/ 1,500	S/ 1,500.00
1.6	Válvula Check	WALWORTH	Unid	1	S/ 704	S/ 704.00
1.7	Válvula de compuerta con bridas ANSI clase 150	GENEBRE	Unid	1	S/ 0	S/ 0.00
1.8	Depurador de succión o separador de gases	-	Unid	1	S/ 6,830	S/ 6,830.00
1.9	Bridas de conexión	WALWORTH	Unid	10	S/ 0	S/ 0.00
<b>2</b>	<b>Montaje del sistema VRI</b>					<b>S/ 20,700</b>
2.1	Instalación	TERMINALES DEL PERU	Unid	1	S/ 10,200	S/ 10,200
2.2	Personal técnico	TERMINALES DEL PERU	Unid	5	S/ 1,300	S/ 6,500
2.3	Supervisor	TERMINALES DEL PERU	Unid	1	S/ 4,000	S/ 4,000
<b>3</b>	<b>Costo General</b>					<b>S/ 68,611.34</b>

Fuente: Propia

En el desarrollo del análisis económico, se cuantificó el gasto total para la ejecución del presente proyecto. Siendo este un costo total de S/. 68, 611.34. Asumiendo que la empresa “Terminales del Perú” ejecuta una inversión del proyecto, con un interés mensual del 2%. Donde se determinó que el costo por galón es, (S/. 9.2781):

Tabla 15: Lista de precios de combustibles con impuesto

<b>LISTA DE PRECIOS DE COMBUSTIBLES CON IMPUESTOS</b>									
LISTA COMB-30-2020 VIGENCIA A PARTIR DEL 02.07.2020									
PRECIOS CON IMPUESTOS NO INCLUYEN DESCUENTOS Y FISE									
SOLES/GLN									
PLANTAS	G L P-E SOLES/KG	G L P-G SOLES/KG	GASOLINA SUPER 90 SP	GASOLINA 84 SP	DIESEL B5 UV	DIESEL B5	PETROLEO INDUSTRIAL N° 6	PETROLEO INDUSTRIAL 500	
TALARA	1.9234		8.8703	8.5078			6.3602	6.3602	
PIURA			9.0615	8.7882					
ETEN			9.2781	9.0048					
SALAVERRY			9.3418	9.0685			6.6847		
CHIMBOTE			9.3291				6.6965	6.7083	
SUPE			8.9468	8.8646				6.5195	
CALLAO	1.9234	1.9234	8.6282	8.3294					
CONCHAN			8.6154	8.3166			6.1124	6.1006	
C. DE PASCO			9.6859	9.4190	9.2630	9.2630			
PISCO			9.0615	8.7372				6.6847	
MOLLENDO			9.4310	9.1577			6.7201	6.7201	
JULIACA				9.5529					
CUSCO				9.6420					
ILO							6.7319		
EL MILAGRO			9.3036	8.9411	8.8264	8.8264	6.9738		
TARAPOTO			9.4310	9.1323	8.9739	8.9739			
<b>IMPUESTOS APLICADOS A ESTAS PLANTAS</b>									
RODAJE % (*)			8%	8%					
ISC (Sales/Galón) (**)			1.2100	1.2700	1.7000	1.7000	0.9200	1.0000	
IGV %	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	
<b>LEY DE PROMOCION DE LA INVERSION EN LA AMAZONIA - N° 27037</b>									
PLANTAS			GASOLINA SUPER 90 SP	GASOLINA 84 SP	DIESEL B5 UV	DIESEL B5	PETROLEO INDUSTRIAL N° 6		
YURIMAGUAS				6.5988	6.6500	6.6500	5.2400		
IQUITOS			7.3872	6.7014	6.2400	6.2400	5.6700		
PUCALLPA			7.1388		6.2200	6.2200			
PTD. MALDONADO				7.1064					
<b>IMPUESTOS APLICADOS A ESTAS PLANTAS</b>									
RODAJE % (*)			8%	8%					
<b>GERENCIA PLANEAMIENTO Y GESTIÓN</b>									
REEMPLAZA LISTA COMB-29-2020 DE FECHA : 27.06.2020									

(\*) El Impuesto del rodaje se aplica sobre el valor de venta de las gasolinas sin incluir el ISC y el IGV.

(\*\*) Impuesto Selectivo al Consumo en aplicación del D.S. N° 094-2018-EF del 09.05.2018.

A los precios de lista de los combustibles después de impuestos se le adiciona el FISE en aplicación de la Ley N° 29852, modificada con Ley N° 30114 del 02 de diciembre del 2013 "LEY DE PRESUPUESTO DEL SECTOR PÚBLICO PARA EL AÑO FISCAL 2014".

Fuente: Lista de precios de Petro Perú

Donde, este tendrá que calcular los ingresos que este nuevo proyecto generaría, con un valor de galón por S/. 9.2781. Siendo, un valor mensual S/. 4 192.3 de:

Tabla 16: Periodo / Tiempo de reintegro de inversión

PERÍODO / TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN DESCONTADO					
Inversión Inicial (\$)		72335.34		Interés Mensual	2.0%
Ganancia Mensual (\$)		4192.3			
N° Mes	Flujo de Caja (\$)	CFj (\$)	(P/F, 2%, n)	CFj(P/F, 2%, n) (\$)	Sum (\$)
0	-72335.34	-72335.34	1.00000	-72335.34	-72335.34
1	4192.30	4192.30	0.98039	4110.10	-68225.24
2	4192.30	4192.30	0.96117	4029.51	-64195.73
3	4192.30	4192.30	0.94232	3950.50	-60245.24
4	4192.30	4192.30	0.92385	3873.04	-56372.20
5	4192.30	4192.30	0.90573	3797.10	-52575.10
6	4192.30	4192.30	0.88797	3722.64	-48852.46
7	4192.30	4192.30	0.87056	3649.65	-45202.81
8	4192.30	4192.30	0.85349	3578.09	-41624.72
9	4192.30	4192.30	0.83676	3507.93	-38116.80
10	4192.30	4192.30	0.82035	3439.15	-34677.65
11	4192.30	4192.30	0.80426	3371.71	-31305.94
12	4192.30	4192.30	0.78849	3305.60	-28000.34
13	4192.30	4192.30	0.77303	3240.78	-24759.55
14	4192.30	4192.30	0.75788	3177.24	-21582.31
15	4192.30	4192.30	0.74301	3114.94	-18467.37
16	4192.30	4192.30	0.72845	3053.86	-15413.51
17	4192.30	4192.30	0.71416	2993.98	-12419.53
18	4192.30	4192.30	0.70016	2935.28	-9484.25
19	4192.30	4192.30	0.68643	2877.72	-6606.52
20	4192.30	4192.30	0.67297	2821.30	-3785.23
21	4192.30	4192.30	0.65978	2765.98	-1019.25
22	4192.30	4192.30	0.64684	2711.74	1692.50
23	4192.30	4192.30	0.63416	2658.57	4351.07
24	4192.30	4192.30	0.62172	2606.44	6957.51
25	4192.30	4192.30	0.60953	2555.34	9512.85
26	4192.30	4192.30	0.59758	2505.23	12018.08
27	4192.30	4192.30	0.58586	2456.11	14474.19
28	4192.30	4192.30	0.57437	2407.95	16882.14
29	4192.30	4192.30	0.56311	2360.74	19242.87
30	4192.30	4192.30	0.55207	2314.45	21557.32
31	4192.30	4192.30	0.54125	2269.07	23826.39
32	4192.30	4192.30	0.53063	2224.57	26050.96
33	4192.30	4192.30	0.52023	2180.95	28231.91
34	4192.30	4192.30	0.51003	2138.19	30370.11
35	4192.30	4192.30	0.50003	2096.27	32466.37

36	4192.30	4192.30	0.49022	2055.16	34521.53
----	---------	---------	---------	---------	----------

<b>Momento de Cambio</b>	
21	-1019.25
22	1692.50

<b>PRI - TIR (meses)</b>	<b>21.3759</b>
<b>Meses</b>	<b>21</b>
<b>Dias</b>	<b>12</b>

Fuente: Propia

Por lo tanto, se concluyó que, el tiempo de reembolso de inversión es de 21 meses con 12 Días. Donde en el mes 23, genera ganancias para la empresa "Terminales del Perú". Siendo un tema de interés, para la ejecución del presente proyecto

## V. DISCUSIÓN

En el actual objetivo, se planteó realizar un análisis de la situación actual de los tanques de almacenamiento en el Terminal Eten, por medio de la técnica de recolección de datos “observación”. En donde observamos que los tanques de almacenamiento se utilizan como depósitos para contener una reserva suficiente de los diversos combustibles (Diésel, gasolina, Turbo A1 y etanol), para su uso posterior y/o comercialización. Así como, es el caso Vicente Modesto Zambrano Zambrano (2016) Análisis para la reducción de vapores de combustibles.

Luego de observar los Contenedores seguros de líquidos inflamables, se determinó el establecimiento de los parámetros de los 13 tanques con distintos tipos de techo. Los cuales, fueron obtenidos mediante una técnica de recolección de datos llamada “revisión documentaria”, donde se encontró que la empresa Terminales del Perú hace uso de las normas API, para diversos proyectos de cualquier envergadura que hacen referencia a los materiales fijados por las normas ASTM. Este caso fue observado por el autor López Vera (2019), que realizó un estudio en los terminales y estaciones de la refinería – guayaquil.

El establecimiento de los parámetros de operación para detectar los COVs, (Compuestos Orgánicos Volátiles), se obtienen mediante muestras, que fueron reflejadas en una Ficha Datos de seguridad Petro Perú, la cual está sometida a un análisis de cromatografía de gases, Así como, también existen equipos, manuales de campo como el detector de Fotoionización para detectar concentraciones al instante. Establecidos por la Nota técnica de prevención - NTP 972, ejecutada en la empresa Terminales del Perú.

En el interior del Terminal, en un área, una zona llamada “Islas de Despacho”, se realiza el despacho de combustibles donde ingresan los camiones cisterna de forma carga ventral para cargar el combustible; el volumen despachado se determina por medio de un contómetro sujeto a calibraciones periódicas.

En las Islas de Despacho, cuentan con brazos organizados, construidos para esta faena y con tomas a tierra para la descarga de energía eléctrica. La zona de islas de despacho se encuentra con asfalto y alrededor con canales de drenaje.

Luego de haber descrito los parámetros de diseño, se realizó el análisis del consumo de combustible que nos remite, analizar las pérdidas en los últimos 4 meses del año 2020, lo cual obtenemos mediante, un medio de flujo de demanda de Recibidos y despachos de combustible a la cual se le denomina (Rotación de producto), Al llevar a cabo esto se procederá a una mejor visualización y análisis, para lo cual se aplicó una tabla resumen, donde se ejecutó un promedio trimestral de pérdidas mensuales llamados "Merma Real". Siendo un total de – 1 445 galones a 60° F. Para los tanques 8 y 11 con combustible de Gasolina 90 Octanos. Donde por medio de un flujo de demanda se determinó la pérdida real de combustible.

Por medio de la NFPA, la empresa TERMINALES DEL PERÚ, se rige a 3 tipos de clase siendo: Clase II, Clase IA, Clase IB, distribuidos según requerimiento en los 13 tanques de almacenamiento y un tanque de SLOP, Así como todas la refinerías establecidas en territorio peruano se rigen a la NFPA 30. (National Fire Protection Association).

## VI. CONCLUSIONES

1. En nuestra investigación se realizó una evaluación de la situación vigente de los tanques de almacenamiento en el Terminal Eten, por medio de la técnica de recolección de datos “observación”. En donde, se determina que, con el uso de tanques verticales, permite almacenar grandes cantidades volumétricas a un costo bajo, siendo esta la única limitante el empleo de una presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas. Así, como el instrumento de recolección de datos, resultó ser muy eficiente, ante la obtención de datos técnicos, condiciones y parámetros de trabajo. Presentándose por medio de un cuadro resumen donde se determinó que los tanques 08 y 11, cuyo contenido es gasolina de 90 octanos, representó un gran impacto en la volatilidad y la alta demanda en el mercado nacional.

2. Las parametrizaciones que se emplearon, fueron basadas en los requerimientos de la empresa y las normas técnicas intervinientes. Donde, se obtuvo datos favorables por medio de las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Dando paso al desarrollo fiable de los cálculos intervinientes.

3. Se analizó, el presente proyecto, en base a fuentes fiables, dando, con la factibilidad del proyecto, basada en experiencias comprobables los cuales nos muestra que las pérdidas por evaporización del combustible en almacenamiento y trabajo de los tanques 8 y 11, representan un valor total de 5422.2 Gl/ año. Lo cual se encuentra dentro del margen de la merma determinada.

4. Así, como también se realizó un análisis técnico y económicamente viable, como lo muestran los resultados del estudio técnico. En donde, la evaluación económico-financiera indica que el proyecto es rentable. Por lo que, el Valor Actual Neto Económico (VANE) es positivo, siendo, asciende a 30370.11, con una tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) es de 21.37 %. Donde, finalmente recuperamos el valor actual neto en 21 meses con 12 días.

## VII. RECOMENDACIONES

Dando como punto final del análisis de consumo de combustible en las tablas tienen tendencia a crecer, es decir que el consumo de combustible va en aumento en el tiempo, siendo un concepto muy importante a tener en cuenta.

Otro punto de tener en cuenta es la merma real que se pierde mensualmente en gasolinas de 90 octanos y el Alcohol carburante.

Se recomienda elaborar un plan de mantenimiento para los componentes de selección: bomba, depurador de succión, compresor, válvulas, tuberías y accesorios. Así de esta manera mantener los procesos en óptimas condiciones para su funcionamiento.

Se debe realizar un análisis para diseños futuros realizar un análisis en el sistema de filtrado de los vapores. Lo cual permitirá una ligera mejora de rendimiento del sistema.

Se recomienda de acuerdo al estudio realizado evaluar un sistema de sensores para las entradas y salidas del proceso de recepción y descarga de combustible de 90 octanos, lo cual mejoraría la optimización del resultado final.

Como algo indispensable se debe considerar que la válvula de presión vacío inyecte aire a una temperatura de 17° C, siendo esta la temperatura más óptima por ser una temperatura muy fría, la cual estaría representando una ganancia y de esta manera poder a su vez reducir la evaporización de la gasolina de 90 octanos.

## REFERENCIAS

- Baena Paz, Guillermina. 2014.** *Metodología de la Investigación.* Mexico DF : Grupo Editorial Patria, 2014. 978-607-744-003-1.
- . **2017.** *Metodología de la Investigación.* Cd. de México : Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V., 2017. ISBN ebook: 978-607-744-748-1.
- Bardales Guadarrama, Raymundo, y otros. 2014.** *Circuitos Eléctricos - Teoría y Práctica.* Mexico D.F. : Grupo Editorial Patria S.A., 2014.
- Budynas, Richard G., Nisbett, J. Keith y Ríos Sánchez, Miguel Ángel. 2008.** *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY.* Octava. D.F. : McGraw-Hill, 2008.
- Cruz del Castillo, Cinthia, Olivares Orozco, Socorro y Gonzáles García, Martín. 2014.** *Metodología de la Investigación.* Mexico DF : Grupo Editorial Patria, 2014.
- Design and analysis of heat recovery system in bioprocess plant.* **Anastasovski, Aleksandar, Rašković, Predrag y Guzović, Zvonimir. 2015.** 2015, Energy Conversion and Managent , págs. 32-43.
- García Melo, José Isidro. 2004.** *Fundamentos del Diseño Mecánico.* Santiago de Cali : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2004.
- Gere, James M. 2009.** *Resistencia de Materiales.* Madris - España : Paraninfo S.A., 2009.
- Gomez Bastar, Sergio. 2012.** *Metodología de la Investigación.* Estado de México. : RED TERCER MILENIO S.C., 2012. ISBN 978-607-733-149-0.
- Guerrero Pino, Germán y Duque Martínez, Luz Marina. 2015.** *Filosofía de la Ciencia.* Santiago de Cali - Colombia : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2015.
- Guerrero Sedeño, Javier y Candelo Becerra, Jhon Edwin. 2011.** *Análisis de Circuitos eléctricos estado estable.* Barranquilla : Editorial Universidad del Norte, 2011.
- Hagen, Kirk D. 2009.** *Introducción a Ingeniería.* Mexico D.F. : PEARSON, 2009.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. 2010.** *Metodología de la Investigación.* México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9.
- Hibbeler, Russell C. 2010.** *Estática.* Mexico D.F. : PEARSON EDUCACIÓN, 2010.
- International Energy Agency (IEA). 2018.** *Market Report Series: Oil 2018- Summary.* s.l. : IEA, 2018.
- Licea Ledesma, Lisandra Lisbet. 2014.** *Recuperación de vapores de aceite provenientes del cárter de los motores de la Central Eléctrica Botellas Las Tunas.* Las Tunas : Universidad de Las Tunas, 2014.

**López Vera, Edduard Marlon. 2019.** *Estudio de factibilidad de un sistema recuperador de vapores COVs para terminales y estaciones de servicio Guayaquil.* Guayaquil : Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2019.

**Ministerio de Energía y Minas. 2009.** *PLAN REFERENCIAL DEL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA 2009-2018.* Lima : s.n., 2009.

**Mott, Robert L. 2006.** *Diseño de Elementos de Máquinas.* México D.F. : PEARSON EDUCACIÓN, 2006.

**Norton, Robert L. 2009.** *Diseño de Maquinaria.* México D.F. : Mc Graw Hill / INTERAMERICANA EDITORES, 2009.

**OSINERGMIN. 2015.** *La Historia de los Hidrocarburos líquidos en el Perú.* Lima : GRÁFICA BIBLOS S.A., 2015.

—. **2018.** *REPORTE SEMESTRAL DE MONITOREO DEL MERCADO DE HIDROCARBUROS SEGUNDO SEMESTRE DEL 2017.* Lima – Perú : Gerencia de Políticas y Análisis Económico, 2018.

**Pastor Gutierrez, Antonio, y otros. 2014.** *Circuitos Eléctricos.* Madrid : Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2014.

*Research on Heat Recovery System of Turbine Exhaust Steam Using Absorption Heat Pump for Heating Supply Based on Heating Load Characteristics.* **Wang, Jinshi , y otros. 2015.** 2015, Energy Procedia, págs. 1502-1507.

**Ruiz Pujalte, Luis Álvaro. 2015.** *iseño de un sistema para la recuperación de vapores amoniacales de una corriente gaseosa procedente de una fábrica de fertilizantes químicos.* Valencia : Universitat Politècnica de València, 2015.

**TECSUP. 2016.** *AUDITORÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.* 2016.

**Varatharajan, Balachandar , Balan, Chellappa y Bowman, John Michael. 2010.** *US 7,650,744 B2 US|,* 2010.

### Anexo N° 03: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
<p>Variable Independiente:</p> <p>Parámetros de diseño de Sistema de recuperación de vapores</p>	<p>“El diseño de máquinas es el proceso mediante el cual se define las dimensiones, materiales, tecnología y funcionamiento de una máquina” (Budynas, y otros, 2008)</p>	<p>El sistema de recuperación de vapores consiste en un sistema que permite tomar los vapores productos de combustible y reingresarlos a una línea de recepción para nuevamente siga el proceso y sea despachado. evitando su exposición al medio ambiente</p>	Potencia	KW	Observación Revisión
			Dimensiones	mm	
			Material	tipo	Instrumentos Electrónicos
			Velocidad	m/s	
<p>Variable Dependiente:</p> <p>Emisiones de vapores de gasolina.</p>	<p>Es la capacidad que tiene para desplazarse sin abastecimiento de energía.</p>	<p>Son los vapores del combustible producidos en el interior del tanque de almacenamiento</p>	Recorrido	m	Observación

#### Anexo N° 04: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	USO	INSTRUMENTOS
Observación	Determinar los parámetros de emisiones de vapores de gasolina en los tanques de almacenamiento  Evaluación del diseño del sistema de recuperación de vapores de gasolina para tanques de almacenamiento.	Ficha de registro parámetros de operación  Ficha de evaluación de diseño
Análisis Documental	Búsqueda de datos técnicos y elementos estándar para el diseño.	Ficha de revisión documentaria

# Anexo N° 05: Ficha de registro de parámetros de operación

GMP		MEDICIÓN DE TANQUES				Versión / Fecha 03 / 27-01-17		
		Rev GOT		Aprob GG				
TERMINAL: ETEN		FECHA: 26/05/20						
Producto	TQ. N°	Hora	MEDIDAS		TEMPERATURA			
			Lectura Total	Agua	Alto	Medio	Bajo	Prom
Turbo A1	18	15 <sup>35</sup>	5.269		71.4	71.0	70.8	71.1
Alcaba	21	15 <sup>40</sup>	5.340		72.4	72.3	72.2	72.3
E-90	08	16 <sup>02</sup>	8.798		71.3	71.9	71.5	71.6
E-84	10	16 <sup>10</sup>	6.444		72.9	72.6	72.4	72.6
DBS-350	19	16 <sup>33</sup>	6.307		71.2	70.9	71.1	71.1
✓	17	16 <sup>42</sup>	9.177		70.6	70.4	70.2	70.4
7								
Observaciones: Medida forj. Despacho.								
Medidas tomadas por: <i>M. Olano B.</i>			Revisado por:			Aprobado por:		
Nombre, Apellidos y Firma			Nombre, Apellidos y Firma			Nombre, Apellidos y Firma		

GMP		MEDICIÓN DE TANQUES				Versión / Fecha 03 / 27-01-17		
		Rev GOT		Aprob GG				
TERMINAL: ETEN		FECHA: 26/05/20						
Producto	TQ. N°	Hora	MEDIDAS		TEMPERATURA			
			Lectura Total	Agua	Alto	Medio	Bajo	Prom
Derivado	01	-	0.841					
✓	02	-	0.841					
✓	03	-	0.845					
✓	04	-	1.241					
✓	06	-	0.356					
✓	09	-	0.468					
✓	10	-	0.461					
✓	12	-	0.468					
✓	13	-	0.553					
✓	14	-	0.347					
Observaciones: Medida Derivados.								
Medidas tomadas por: <i>M. Olano B.</i>			Revisado por:			Aprobado por:		
Nombre, Apellidos y Firma			Nombre, Apellidos y Firma			Nombre, Apellidos y Firma		

GMP		MEDICIÓN DE TANQUES				Versión / Fecha 03 / 27-01-17		
		Rev GOT		Aprob GG				
TERMINAL: ETEN		FECHA: 26/05/20						
Producto	TQ. N°	Hora	MEDIDAS		TEMPERATURA			
			Lectura Total	Agua	Alto	Medio	Bajo	Prom
DBS-350	02	16 <sup>21</sup>	10.775	—	70.1	69.7	69.4	69.7
E-90	05	15 <sup>26</sup>	9.502	—	71.0	70.8	70.5	70.8
DBS-350	07	16 <sup>24</sup>	11.522	—	71.1	70.8	70.6	70.8
E-90	11	16 <sup>47</sup>	10.457	—	70.9	70.7	70.5	70.7
DBS-350	12	15 <sup>23</sup>	11.332	—	71.4	71.2	71.0	71.2
✓	16	15 <sup>40</sup>	10.055	—	71.5	71.3	71.2	71.3
✓	30	16 <sup>03</sup>	9.163	—	70.2	69.9	69.6	69.9
7								
Observaciones: - Medición Tan. - Stock								
Medidas tomadas por: <i>Alvaro Espinoza Segundo Adriaen</i>			Revisado por:			Aprobado por:		
Nombre, Apellidos y Firma			Nombre, Apellidos y Firma			Nombre, Apellidos y Firma		

# Anexo N° 06: Certificado de Descarga B/T CAMISEA PETRO PERU

GMP		CERTIFICADO DE DESCARGAS MARÍTIMAS												TDI-RP-F-012							
														Versión / Fecha							
														02 / 27-01-17							
														Rev GOT	Aprob GG						
TRANSPORTADO POR		LUGAR DE CARGA				FECHA DE ZARPE				PLANTA RECEPTORA				FECHA DE RECEPCIÓN				CERTIFICADO N°			
B/T: CAMISEA		PETROPERU S.A.				TALARA				ETAN				23-05-20				020			
TK N°	PRODUCTO	PRUEBA				ANTES DE LA DESCARGA								DESPUES DE LA DESCARGA				BARRILES NETOS RECIBIDOS A			
		TEMP H°	GRAV AP/Dbl.	GRAV AP/SGH	FACTOR CONV.	MEDIDA TANQUE		TEMP H°	BBLs A OBS.	BBLs A 60°F	MEDIDA TANQUE		TEMP H°	BBLs A OBS.	BBLs A 60°F	OBSERVADA	A 60°F				
8	GASOLINA 90	69.0	63.7	62.5	0.99217	2	77	3	71.2	4,467.66	4,432.68	9	61	4	70.7	15,348.79	15,235.21	30,881.13	10,802.53		
	Fact. Corr. Inicial/Final	68.5	62.3	61.2	0.99260	Corr. Techo Flot				-0.62	-0.77	Corr. Techo Flot				-0.62	-0.62				
		64.0	/	62.6		Total				-4,467.04	-4,432.06	Total				15,348.17	15,234.59				
5	GASOLINA 90	69.0	64.8	63.6	0.99211	7	93	9	71.2	19,113.96	18,963.15	10	66	5	71.1	25,659.83	25,459.17	6,546.15	6,496.30		
	Fact. Corr. Inicial/Final	68.5	64.7	63.5	0.99218	Corr. Techo Flot				-0.28	-0.28	Corr. Techo Flot				0.00	0.00				
		65.2		65.0		Total				19,113.68	18,962.87	Total				25,659.83	25,459.17				
DEGRADACIÓN DE GASOLINA 90 A SLOP - DESCARGA EN SECO																		131.53	130.56		
TOTAL DESCARGADO GASOLINA 90																		17,558.81	17,429.39		
2	DIESEL B5 S-50	0.0	0.0	0.0	0.00000	0	0	0		0.00	0.00	10	77	4	69.2	4,442.93	4,442.93	4,442.93	4,423.83		
	Flash Inicial/Final	69.0	36.8	36.1	0.99570																
		0.0	/	63.0																	
30	DIESEL B5 S-50	71.0	35.3	34.5	0.99520	2	46	0	70.4	2,669.84	2,657.02	9	16	0	69.8	9,606.10	9,562.30	6,936.26	6,905.28		
	Flash Inicial/Final	69.9	36.4	35.6	0.99544																
		72.0		67.0																	
12	DIESEL B5 S-50	72.5	34.9	33.9	0.99463	10	20	8	71.7	34,760.01	34,573.35	11	33	0	71.5	38,505.38	38,301.69	3,745.37	3,728.34		
	Flash Inicial/Final	72.0	35.1	34.2	0.99471																
		75.0		73.0																	
	STOCK EN LINEA CLASE 1	72.0	34.8	33.9	0.99463				71.7	682.04	678.38				0.0	0.00	0.00	-682.04	-678.38		
				0.0	0.00000				0.0	0.00	0.00				71.5	617.07	613.81	617.07	613.81		
	STOCK EN LINEA CLASE 1	72.0	35.1	34.2	0.99471											617.07	613.81	617.07	613.81		
		72.0	34.8	33.9	0.99463				71.7	728.77	724.86				0.0	0.00	0.00	-728.77	-724.86		
				0.0	0.00000				0.0	0.00	0.00				71.5	728.77	724.91	728.77	724.91		
	STOCK EN LINEA CLASE 2	72.0	35.1	34.2	0.99471													728.77	724.91		
DEGRADACIÓN DE DIESEL B5 S-50 A SLOP - DESCARGA EN SECO																		73.17	72.84		
TOTAL DESCARGADO DIESEL B5 S-50																		15,132.76	15,065.77		
PRODUCTO	(1)	(2)	(3)=(1)-(2)	(4)	(5)=(4)-(3)	%	(6)	(7)=(6)-(4)	(8)=(5)+(7)	REMARCA- CIONES A OBS.	REMARCA- CIONES A 60°F	(9)	(10)	(11)=(9)-(10)	(12)=(4)-(11)	%					
	CONSIGNACIONES ORIGINAL A 60°F	AJUSTE A 60°F	CONSIGNACION	RECIBIDO A 60°F	DIFERENCIA	%	RECIBIDO A TEMP. OBS.	DIFERENCIA	TOTAL VARIACION			COMPARACION CON ULLAGES TOMADOS EN EL BUQUE	ANTES	DESPUES	ENTREGADO	DIF					
GASOLINA 90	17,500	0	17,500	17,429.39	-71	-0.41	17,558.81	129	58	131.53	130.56	17,560.00	17,560.00	-130.61	-0.74						
DIESEL B5 S-50	15,500	0	15,500	15,065.77	-434	-2.80	15,132.76	67	-367	73.17	72.84	120,573.00	105,033.00	15,540.00	-474.23	-3.05					
TOTAL	33,000	0	33,000	32,495.16	-505	-1.50	32,692	196	-309	204.70	203.39	120,573.00	105,033.00	120,573.00	-604.84	-3.05					
COMENTARIOS: *ESTAS MEDIDAS Y CÁLCULOS HAN SIDO VERIFICADAS POR EL INSPECTOR INDEPENDIENTE, DANDO SU TOTAL CONFORMIDAD SOBRE LOS VOLUMENES RECIBIDOS*																					
2.- EL STOCK EN LINEA DE LA CLASE 1 CONTENIA ANTES DE LA DESCARGA CON DIESEL B5 S50 DEL BT STAR FALCON DE PETRO PERU - AL FINAL DE LA DESCARGA QUEDA CON DESDE B5 S50 DE PETRO PERU DESDE EL EXTREMO MAR HASTA EL MANIFOL EN PLANTA.																					
2.- EL STOCK EN LINEA DE LA CLASE 2 CONTENIA ANTES DE LA DESCARGA CON DIESEL B5 S50 DEL BT STAR FALCON - AL FINAL DE LA DESCARGA QUEDA CON DESDE B5 S50 DE PETRO PERU DESDE EL EXTREMO MAR HASTA EL MANIFOL EN PLANTA.																					
SE VERIFICO LA MEDIDAS DE LIQUIDACION DE LOS TANQUE 02, 30 Y 12 DE DIESEL B5 S50 OBTENIENDO LAS MISMAS MEDIDAS, EN PRESENCIA DEL INSPECTOR DEL USUARIO.																					
SE VERIFICO LA MEDIDAS DE LIQUIDACION DE LOS TANQUE 05 Y 08 DE GASOLINA 90 OBTENIENDO LAS MISMAS MEDIDAS, EN PRESENCIA DEL INSPECTOR DEL USUARIO.																					
INSPECTOR INDEPENDIENTE						SUPERVISOR EN TIERRA						APROBADO POR									
GUILLERMO MONTEZA AREVALO						 Rene Enrique Pacheco Cruz SUPERVISOR DE TERMINAL						MANUEL ROJAS TATALEAN									

Anexo N° 07: Tabla de resumen de ingresos y despachos de los meses enero, febrero, marzo, abril

TERMINAL: ETEN	<i>DESPACHOS E INGRESOS DE COMBUSTIBLES EN TERMINAL ETEN MES: ENERO 2020</i>						
	DIESEL B5 S-50 PP	GAS 90	GAS 84	ALCOHOL CARBURANTE	TA-1	DIESEL B5 S- 50 RELAPASA	TOTAL
INVENTARIO CIERRE TOTAL	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	
Recibos	5670863	<b>2112106</b>	816973	<b>238168</b>	-232	5470139	<b>14308017</b>
Despachos	6586578	<b>2598059</b>	992428	<b>265163</b>	76180	4942853	<b>15461261</b>
Merma Real	1200	<b>-1185</b>	280	<b>-189</b>	-220	1015	<b>901</b>
Recuperación producto del SLOP	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

TERMINAL: ETEN	<i>DESPACHOS E INGRESOS DE COMBUSTIBLES EN TERMINAL ETEN MES: FEBRERO 2020</i>						
	DIESEL B5 S-50 PP	GAS 90	GAS 84	ALCOHOL CARBURANTE	TA-1	DIESEL B5 S- 50 RELAPASA	TOTAL
INVENTARIO CIERRE TOTAL	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	
Recibos	5112212	<b>2922167</b>	811511	291911	222162	6480332	<b>15840295</b>
Despachos	5979324	<b>2616250</b>	934155	265980	76126	4686146	<b>14557981</b>
Merma Real	1715	<b>-1890</b>	220	-295	-190	1200	<b>760</b>
Recuperación producto del SLOP	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

TERMINAL: ETEN	<i>DESPACHOS E INGRESOS DE COMBUSTIBLES EN TERMINAL ETEN MES: MARZO 2020</i>						
	DIESEL B5 S-50 PP	GAS 90	GAS 84	ALCOHOL CARBURANTE	TA-1	DIESEL B5 S- 50 RELAPASA	TOTAL
INVENTARIO DE CIERRE TOTAL	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	
Recibos	5738085	<b>3039767</b>	435685	<b>206939</b>	-154	3280068	<b>12700390</b>
Despachos	4235693	<b>1914324</b>	772576	<b>202869</b>	38047	3199905	<b>10363414</b>
Merma Real	1652	<b>-1160</b>	684	<b>-391</b>	-417	1067	<b>1435</b>
Recuperación producto del SLOP	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

TERMINAL: ETEN	<i>DESPACHOS E INGRESOS DE COMBUSTIBLES EN TERMINAL ETEN MES: ABRIL 2020</i>						
	DIESEL B5 S-50 PP	GAS 90	GAS 84	ALCOHOL CARBURANTE	TA-1	DIESEL B5 S- 50 RELAPASA	TOTAL
INVENTARIO DE CIERRE TOTAL	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	Galones a 60°F	
Recibos	4534999	<b>919667</b>	436982	98430	-200	1550280	<b>7540158</b>
Despachos	1515858	<b>879036</b>	422728	102283	19078	1624981	<b>4563964</b>
Merma Real	1800	<b>-1255</b>	260	-391	-150	1010	<b>1274</b>
Recuperación producto del SLOP	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

## Anexo N° 08: Herramientas de medición.

### Wincha de Profundidad con Cinta de Acero Cromo Satinada Serie 507

WINCHAS /  
Wincha de Profundidad



#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

#### Cinta Métrica de Profundidad con Cinta de Acero Cromo Satinada Serie 507

Estas cintas métricas se destinan a la medición de tanques de aceites pesados y livianos, gasolina, etc. Las cintas son de fácil lectura y traen un gancho giratorio en la extremidad de la cinta para colgar una plomada.

#### Características

- Arco de acero extremadamente fuerte con acabado en acero inoxidable
- Cable de puesta a tierra
- Mango de plástico
- Manivela enteriza, traba la cinta en cualquier posición deseada
- Cinta de 13mm de ancho
- Longitud del cable de conexión a tierra: 1.5 metros
- Plomada 515MD de 630 gramos forman el conjunto para medición de tanques de derivados

#### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD AL USAR CINTAS MÉTRICAS DE PROFUNDIDAD

**CUIDADO:** Al medir la profundidad de tanques, existe el peligro de explosión si los procedimientos básicos no son obedecidos:

1. Para su seguridad y de sus herramientas, certifíquese de que la escalera del tanque está bien firme antes de subir. No use guantes: use sus propias manos para apoyarse.
2. Protéjase, apoyándose en el pasamano o en la plataforma, sin guantes, antes de abrir la escotilla del tanque.
3. Mantenga siempre el contacto de la cinta con el borde de la escotilla, desde el momento en que la plomada es introducida en el tanque hasta el momento de removerla.
4. Nunca realice mediciones durante tempestades con descargas eléctricas.

#### Cinta Métrica de Profundidad con Cinta de Acero Cromo Satinada - Línea Métrica

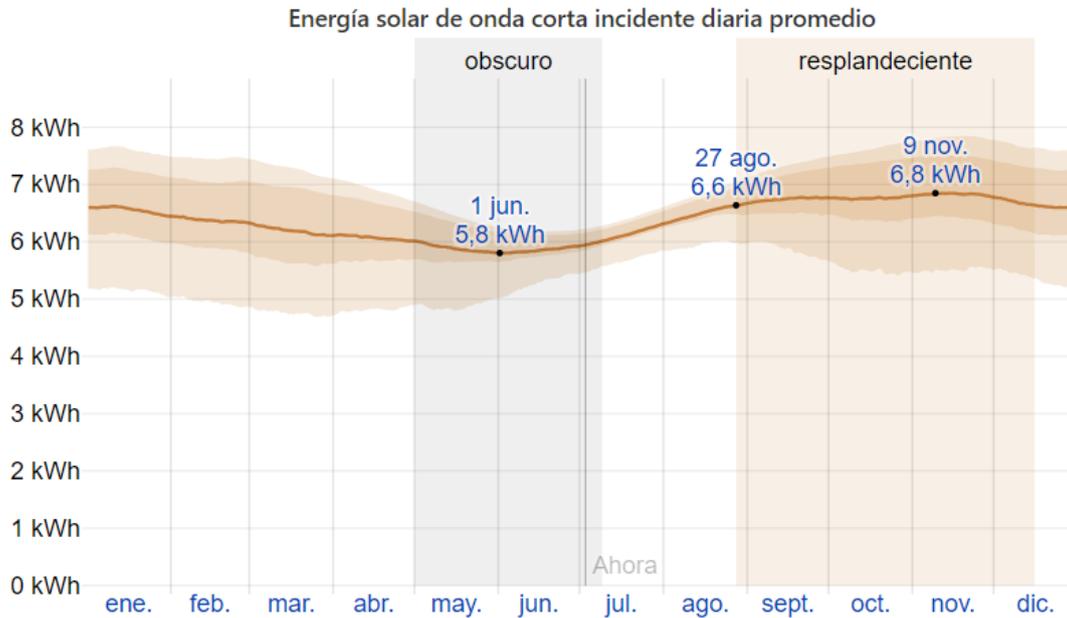
Ancho de la Cinta	Largo	Tipo de Graduación	Con Plomada N° Catálogo
13mm	10m	L8	C507MDB-10M
	15m		C507MDB-15M
	20m		C507MDB-20M
	30m		C507MDB-30M

## ESPECIFICACIONES. TÉCNICAS

Dimensiones máximas:	13,5 x 7,25 x 4,5 pulg. 34,3 x 18,4 x 11,4 cm
Sonda:	Acero inoxidable 304, sellador, fibra de aramida reforzada, FEP o PFA. forro del cable, construcción coaxial
Material de la caja:	Mezcla de polipropileno, acero inoxidable y aluminio.
baterías:	2 pilas alcalinas AA; Duración de la batería de aproximadamente 200 horas gama de baterías temperature de funcionamiento del fabricante de la batería -4 a 130 ° F, -20 hasta los 54 ° C  Nota: La batería puede no proporcionar la energía adecuada si la temperatura ambiente es muy baja o alta.
Temperatura:	Resolución 0.01 Rango: -40 a + 400 ° F -40 a + 204 ° C Precisión de calibración: ± 0,2 ° C de 32 a 200 ° F ± 0,5 ° C entre 200 y 400 ° C ± 0,1 ° C de 0 a 100 ° C ± 0,3 ° C de 100 a 200 ° C de 4 puntos NIST Informe de Prueba de deriva a largo plazo que no exceda de 0,05% / año Cumple con los requisitos de la API



**Anexo N° 09: Radiación solar y absorbencia de calor según el color del tanque.**



La energía solar de onda corta promedio diaria que llega a la tierra por metro cuadrado (línea anaranjada), con las bandas de percentiles 25° a 75° y 10° a 90°.

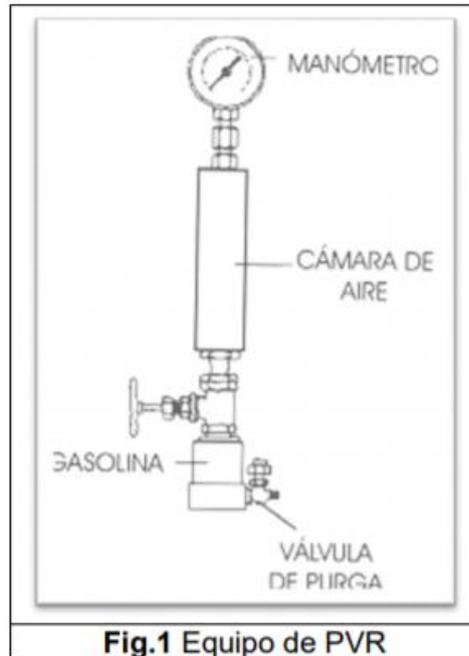
**Tabla 9.10. Emisividades a 20°C para diversas sustancias**

<i>Sustancia</i>	<i>Emisividad</i>
Agua	0,95
Aluminio (pulido)	0,04
Aluminio (pintura)	0,43
Hormigón	0,88
Ladrillo ordinario	0,93
Papel	0,91
Pintura blanca (aprox.)	0,88
Pintura negra	0,90
Yeso	0,91

## Anexo N° 10: Ensayo para determinar el PVR.

### 3) EQUIPOS Y MATERIALES

- Consiste en un aparato para medir la presión de vapor el cual está compuesto por una cámara de aire, una cámara para la muestra y un manómetro.



- El baño y la cámara donde se ponen por cada 2 minutos hasta obtener las dos últimas lecturas iguales.



**Fig. 2** Vertido de la muestra en la cámara de líquidos

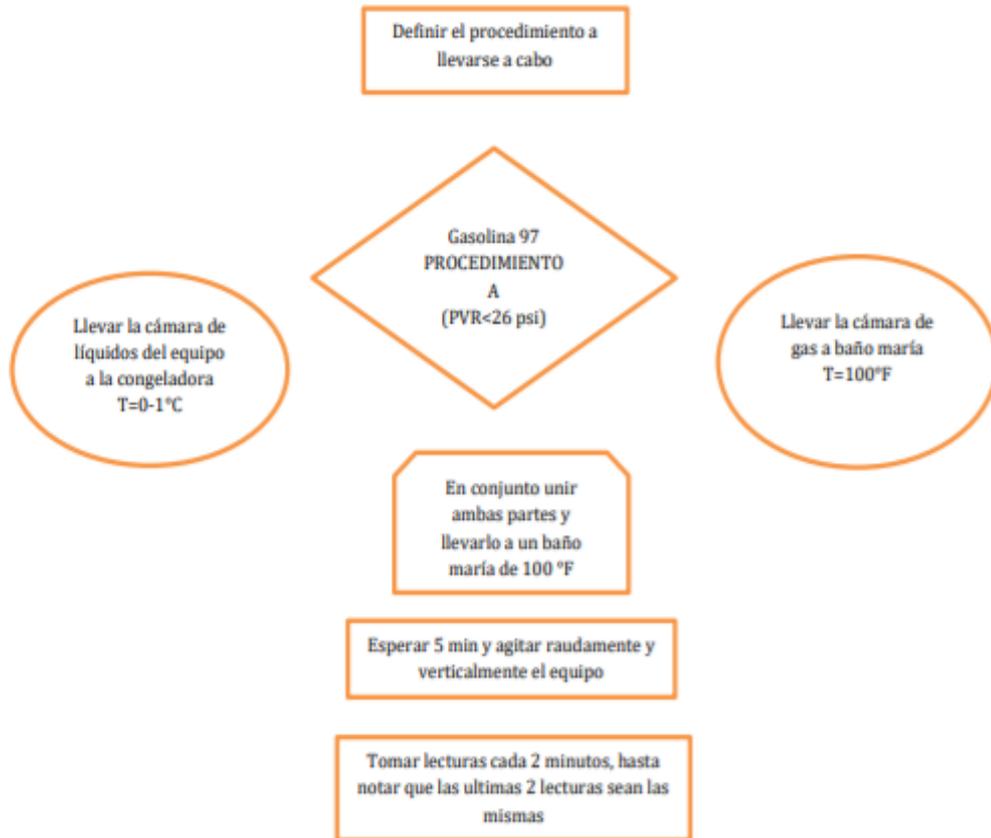


**Fig. 3** Equipo armado dentro del



**Fig. 4** Toma de lectura

#### 4) DIAGRAMA DE FLUJO



#### 5) CALCULOS Y RESULTADOS CORREGIDOS

Se obtuvieron las siguientes lecturas:

PRUEBA	PVR (psi)
1	4.6
2	6.1
3	6.25
4	6.2
5	6.2

Luego la PVR de la muestra es: **6.2 psi**.

## 6) RECOMENDACIONES

- ✓ En el laboratorio es importante conocer la base teórica que se basa principalmente en la norma ASTM D-323.
- ✓ Si la presión de vapor es mayor a 10Psi. No convendría, pues en el caso de la gasolina se consumiría muy rápido, debido a los componentes volátiles se volatizarían.
- ✓ Mantener un margen de Repetibilidad del ensayo en el margen establecido.
- ✓ El paso de la muestra a la cámara de fluido debe ser rápida, pues así se evitará la volatilización de los vapores.
- ✓ Hay que corroborar los datos obtenidos con otros métodos de medición.

## 7) CONCLUSIONES

- Un aspecto importante en los productos de petróleo es el almacenamiento, los productos volátiles como la gasolina requieren un almacenamiento diferente a los otros combustibles.
- La volatilidad es un criterio importante, pues de no trabajarse a las condiciones dadas puede generar pérdidas del producto
- Existe un gran error en las mediciones realizadas, los valores obtenidos en la prueba no son tan confiables debido a la antigüedad del equipo.
- La prueba arrojó una Presión de Vapor Reid de 6.2 psi. presión que ejercen los vapores de la gasolina a una temperatura de 37.8 °C.

# Anexo N° 11: Válvula de presión vacío e interruptor de presión.



## FEATURES

- Pilot operation ensures accurate pressure and vacuum relief.
- Choice of body materials.
- Fully open at 10% overpressure, enabling setting close to MAWP/MAWV and minimizing tank emissions.
- Leakage rate of 0.5 scfh (0.015 Nm<sup>3</sup>/hr) or less at 90% of setpoint.
- Modular design enables all components to be removed and replaced in-situ for quicker, simpler maintenance.
- Optional 'all-weather' coating prevents frozen condensate build-up and sticking of vital components in cold weather applications.

## GENERAL APPLICATION

Model 4920A valves provide pressure and vacuum relief to protect tanks from damage or deformation, minimize emissions and loss of product due to evaporation in storage tank farms, oil and gas production, the petroleum, pharmaceutical and chemical sectors.

## TECHNICAL DATA

Materials: Aluminum, carbon steel, low temperature carbon steel, stainless steel, high grade alloys  
Sizes: 2" x 3" to 12" x 16"  
(DN 50 x 80 to 300 x 400)  
Seats: Soft  
Pressure settings: 12 to 1034 mbarg  
Certification: ATEX 94/9 EC; GOST-R

## SPECIFICATIONS

### Available materials

- Aluminum with aluminum or stainless steel trim
- Carbon steel with stainless steel trim
- Low temperature carbon steel with stainless steel trim
- Stainless steel with stainless steel trim
- Special materials on application

### Sizes, inches (DN)

2" x 3" (50 x 80)  
3" x 4" (80 x 100)  
4" x 6" (100 x 150)  
6" x 8" (150 x 200)  
8" x 10" (200 x 250)  
10" x 12" (250 x 300)  
12" x 16" (300 x 400)

### Flanged connections - standard flange drilling

#### Aluminum body

Drilled to ANSI Class 150 dimensions (flat face)  
Drilled to DIN 2633 (PN 16) dimensions (flat face)

#### CS and SS body

Drilled to ANSI Class 150 dimensions  
(raised or flat face)  
Drilled to imperial DIN 2633 (PN 16) dimensions  
(raised or flat face)

### Options

- Back flow preventer
- Field test connection
- Supply filter
- Integral sense
- Cryogenic valves

Hoja de características del  
producto  
Características

XMLR010G2P05  
Pressure sensors XMLR 10bar - G 1/4 - 24VDC -  
2xPNP - M12



Principal

Gama de producto	OsiSense XM
Tipo de producto o componente	Sensores de presión electrónicos
Tipo de presostato	Transmisor de presión
Tipo presostato de operación	Pressure switch with 2 switching outputs (1")
Nombre corto del dispositivo	XMLR
Capacidad de presión	10 bar 145 psi
Presión máxima permitida - sob	40 bar 580 psi 4 mPa
Presión de destrucción	40 bar 580 psi 4 mPa
Fluido controlado	Agua limpia (0...80 °C) Aire (-20...80 °C) Aceite hidráulico (-20...80 °C) Refrigeration fluid (1") (-20...80 °C)
Clip en la etiqueta	G 1/4 (hembra) de acuerdo con DIN 3852-Y
[Us] tensión de alimentación asignada	24 V SELV CC, límites de tensión: 17...33 V

Complementario

Consumo de corriente	<= 50 mA
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	4 patillas M12 conector macho
Tipo de señal de salida	Discreta
Salida discreta	Estado sólido PNP, 2 NANC programable
Corriente conmutación máxima	250 mA
Tipo y composición de contactos	2 NO/NC programable
Tipo de escala	Diferencial fijo
Caída de tensión	<= 2 V
Rango de ajuste alto	0.8...10 bar 11.6...145 psi 0.08...1 mPa
Rango de ajuste bajo	0.5...9.7 bar 7.25...141 psi

	0.05...0.97 mPa
Minimum differential travel (l")	0.3 bar 4.35 psi 30 kPa
Materiales en contacto con flu	Cerámica Fluorocarbon FKM (Viton) (l") 316L acero inoxidable
Material frontal	Polyester (l")
Material de la carcasa	Polyacrylamide (l") 316L acero inoxidable
Posición de funcionamiento	Cualquier posición, but disposals can falsified the measurement in case of upside down mounting
Tipo de protección	Protección contra sobrecargas Protección sobretensión Polaridad inversa Protección contra cortocircuitos
Tiempo respuesta en salida	<= 5 ms para salida digital
Rango de temporización	0...50 s em pasos de 1 segundo
Tipo de pantalla	4 digits 7 segments (l")
Señalizaciones en local	2 LEDs amarillo para light ON when switch is actuated
Tipo de dispositivo del tiempo de respuesta	Rápido 50 ms Normal 200 ms Lento 600 ms
Primera temporización	<= 300 ms
Precisión	<= 1 % de rango de medida
Precisión de medida	<= 0.6% de intervalo de medición
Precisión de repetición	<= 0.2 % de rango de medida
Desviación de la sensibilidad	+/- 0.03 % de rango de medida/°C
Desvio de punto zero	+/- 0.1 % de rango de medida/°C
Exactitud de la lectura	<= 1 % de rango de medida
Durabilidad mecánica	>= 10000000 ciclos
Profundidad	42 mm
Altura	93 mm
Anchura	41 mm
Peso del producto	0.19 kg
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	0.5 kV CC
Compatibilidad electromagnética	Prueba de inmunidad de descarga electrostática - nivel test 8 kV por ar, 4 kV por contacto de acuerdo con ENIEC 61000-4-2 Susceptibilidad frente a campos electromagnéticos - nivel test 10 V/m (80...2000 MHz) acorde a ENIEC 61000-4-3 Prueba de inmunidad oscilatoria/ráfagas eléctrica - nivel test 2 kV de acuerdo con ENIEC 61000-4-4 Prueba de inmunidad frente a sobrevoltaje - nivel test 1 kV de acuerdo con ENIEC 61000-4-5 Inmunidad a perturbaciones RF conducidas - nivel test 10 V (0.15...80 MHz) acorde a ENIEC 61000-4-6

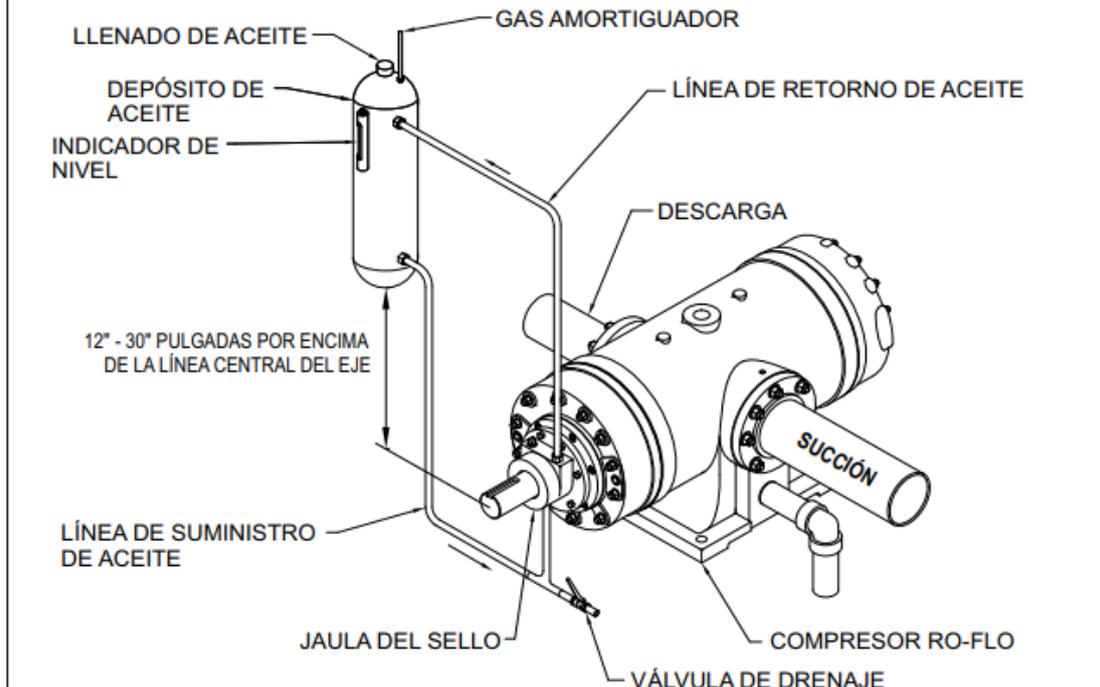
## Entorno

Marcado	CE
Certificaciones de producto	CULus EAC
Nomas	UL 61010-1 ENIEC 61326-2-3
Temperatura ambiente de funcionamiento	-20...80 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...80 °C
Grado de protección IP	IP65 de acuerdo con ENIEC 60529 IP67 de acuerdo con ENIEC 60529
Resistencia a las vibraciones	20 gn (f = 10...2000 Hz) de acuerdo con ENIEC 60068-2-6
Resistencia a los choques	50 gn de acuerdo con ENIEC 60068-2-27

## Anexo N° 12: Compresor de tornillo 0 - 80 psi.

### NOTAS:

1. TODAS LAS LÍNEAS DEBEN TENER UN DIÁMETRO DE TUBO MÍNIMO DE 1/2"
2. LA LÍNEA DE RETORNO DEL DEPÓSITO DE ACEITE DEBE TENER UN MÁXIMO DE 9 PIES DE LARGO Y NO MÁS DE TRES CODOS DE 90°. PARA UN MEJOR SERVICIO, DEBE AISLARSE LA LÍNEA DE RETORNO
3. UN GAS AMORTIGUADOR INERTE, COMO EL NITRÓGENO, DEBE SUMINISTRARSE A LA PARTE SUPERIOR DEL DEPÓSITO DE ACEITE A UNA PRESIÓN DE 20 A 50 PSIG POR ENCIMA DE PRESIÓN DE DESCARGA DEL GAS.
4. LA JAULA DEL SELLO DEBE LLENARSE DE ACEITE Y PRESURIZARSE ANTES DE PRESURIZAR EL COMPRESOR PARA LA PRUEBA DE PRESIÓN O LA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.



**Anexo N° 13: Tubería de acero inoxidable al carbono cédula 80.**

**PRODUCTO** : TUBO DE ACERO AL CARBONO  
**TIPO** : SCHEDULE 80 - SIN COSTURA (SEAMLESS), Gr. B  
**NORMAS** : ASTM A-53, A-106, API 5L  
**ORIGEN** : CHINA / BRASIL

**TABLA DE MEDIDAS**

N.D.		O.D.		SCH 80				PSI
				WALL THICKNESS		NOMINAL WEIGHT		
Item	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(kg/mtrs)	(lbs/ft)	
1	3/8"	17.1	0.675	3.20	0.126	0.84	0.74	850
2	1/2"	21.3	0.84	3.73	0.147	1.62	1.09	850
3	3/4"	26.7	1.05	3.91	0.154	2.20	1.47	850
4	1"	33.4	1.32	4.55	0.179	3.24	2.17	850
5	1 1/4"	42.2	1.66	4.85	0.191	4.47	3.00	1900
6	1 1/2"	48.3	1.90	5.08	0.200	5.41	3.63	1900
7	2"	60.3	2.375	5.54	0.218	7.48	5.02	2500
8	2 1/2"	73.0	2.875	7.01	0.276	11.41	7.66	2500
9	3"	88.9	3.500	7.62	0.300	15.27	10.25	2500
10	4"	114.3	4.500	8.56	0.337	22.32	14.98	2800
11	5"	141.3	5.563	9.52	0.375	30.94	20.78	2800
12	6"	168.3	6.625	10.97	0.432	42.56	28.57	2740
13	8"	219.1	8.625	12.70	0.500	64.64	43.39	2430
14	10"	273.0	10.750	15.09	0.594	95.97	64.43	2320
15	12"	323.8	12.750	17.48	0.6088	132.04	88.63	2270
16	14"	355.6	14.000	19.05	0.750	158.10	106.13	2250



## Anexo N° 14: Válvula de bola y antirretorno.



### Válvula de compuerta con bridas ANSI clase 150

#### Referencia: 2229A

Const. Cuerpo y bonete acero al carbono ASTM A216 WCB.  
Diseño según API 600. Compuerta: ASTM A216 WCB + 13 Cr.  
Distancia entre bridas según ASME B16.10. Bridas según ASME B16.5. Temp. de trabajo: -20°C +400°C.

Referencia	Medida	Peso (Kg)	Caja/Cartón
2229A 09	V. COMP. WCB C/METAL BRIDAS ANSI 150 2"	15.1	1/1
2229A 10	V. COMP. WCB C/METAL BRIDAS ANSI 150 2"1/2	21.25	1/1
2229A 11	V. COMP. WCB C/METAL BRIDAS ANSI 150 3"	27.7	1/1
2229A 12	V. COMP. WCB C/METAL BRIDAS ANSI 150 4"	42.1	1/1
2229A 13	V. COMP. WCB C/METAL BRIDAS ANSI 150 5"	60	1/1
2229A 14	V. COMP. WCB C/METAL BRIDAS ANSI 150 6"	68	1/1
<b>2229A 16</b>	<b>V. COMP. WCB C/METAL BRIDAS ANSI 150 8"</b>	<b>107</b>	<b>1/1</b>
2229A 18	V. COMP. WCB C/METAL BRIDAS ANSI 150 10"	177.125	1/1
2229A 20	V. COMP. WCB C/METAL BRIDAS ANSI 150 12"	248	1/1
2229A 24	V. COMP. WCB C/METAL BRIDAS ANSI 150 16"	430	1/1

# VÁLVULAS DE RETENCIÓN CLASE 150

Figura No.	Tipo de Extremo
5341RF	Bridados cara realzada
5341RTJ	Bridados junta tipo anillo
5341WE	Soldables a tope

LISTAS DE PARTES Y MATERIALES		
No.	Descripción	Material Estándar
1	Cuerpo	ASTM A 216 GR WCB
2	Tapa	ASTM A 216 GR WCB
3	Disco	ASTM S 216 GR WCB + 13 % Cr
4	Asiento	ASTM A 515 GR 70 + ST 6
5	Horquilla	ASTM A 216 GR WCB
6	Flecha	ASTM 276 Tipo 410
7	Junta	Grafito/Inoxidable 316
8	Espárrago	ASTM 194 GR B7
9	Tuerca Espárrago	ASTM A 194 GR 2H
10	Tuerca Retén	Acero Aleado
11	Tapón Cuerpo **	Acero Aleado
12	Placa de Identificación	Acero Inoxidable

\* No indicado  
\*\* 14" v mayores

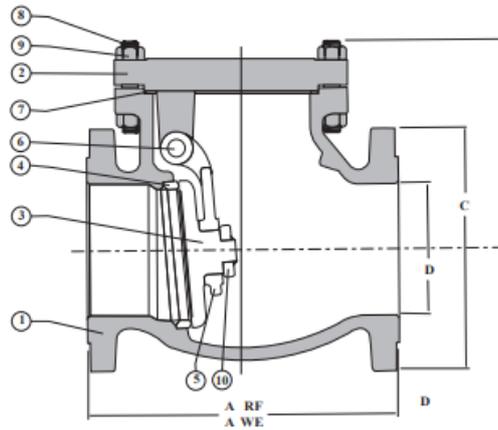
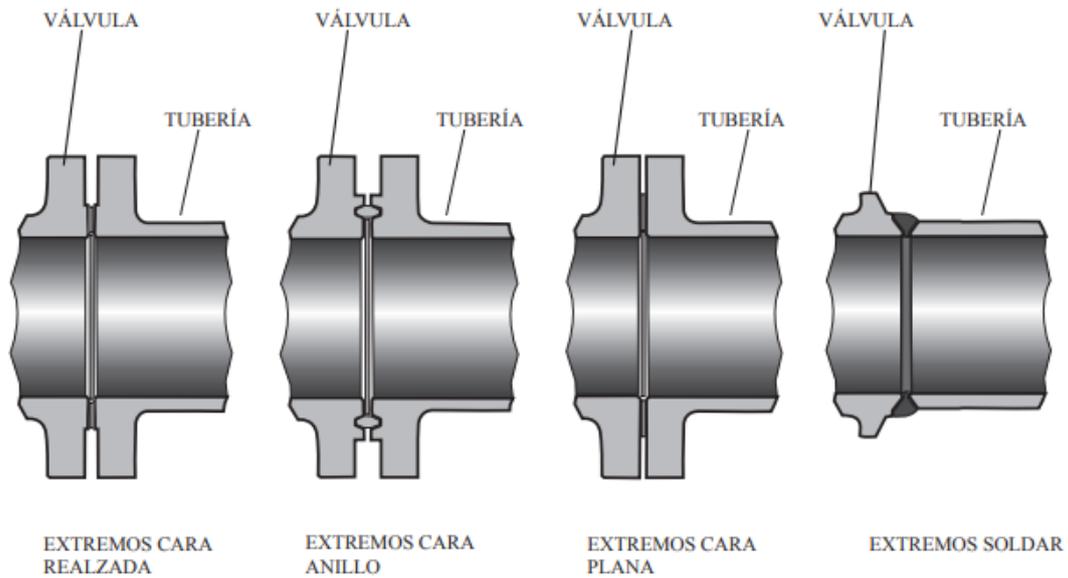


FIG. 5341RF

DIMENSIONES Y PESOS														
D Diámetro Nominal		51 2	64 2 1/2	76 3	102 4	157 6	203 8	254 10	305 12	356 14	406 16	457 18	508 20	610 24
A (RF) y (WE)	mm pulgadas	203 8	216 8 1/2	241 9 1/2	292 11 1/2	356 14	495 19 1/2	622 24 1/2	699 27 1/2	787 31	864 34	978 38 1/2	978 38 1/2	1295 51
B	mm pulgadas	134 5 9/32	164 6 7/16	162 6 3/8	205 8 1/16	238 9 3/8	290 11 7/16	349 13 3/4	381 15	457 18	502 19 3/4	573 22 9/16	606 23 7/8	702 27 5/8
C	mm pulgadas	152 6	178 7	191 7 1/2	229 9	279 11	343 13 1/2	406 16	483 19	533 21	597 23 1/2	635 25	699 27 1/2	813 32
PESO 5341RF	kg lb	15 33	23 51	26 57	36 79	70 154	152 335	242 533	350 771	527 1161	650 1432	950 2093	1150 2533	1596 3515
PESO 5341WE	kg lb	13 29	17 37	17 37	30 66	55 121	132 291	210 463	305 672	458 1009	565 1244	825 1817	1000 2203	1388 3057

CLASE	CÉDULA DE LA TUBERÍA PARA EXTREMOS SOLDAR
150/300	Cédula 40-2" a 10" Estándar (STD) - 12"a 24"
600	Cédula 80
900	Cédula 160 - 2" a 3" Cédula 120 - 4" y mayores
1500	Cédula 160

Para cédulas diferentes, se debe especificar claramente el número y/o espesor de pared de la tubería.





## Anexo N° 15: Bomba de expulsión a la línea de alimentación.

	Especificación
Entrada de diámetro	6-48 pulgadas
Capacidad Q	112-12500m3/h
La H	8,6-140m
Potencia P	22-2240KW
Motor	Marca opcional, 100% cable de cobre
Tensión de	380V/415V/660V/1140V
Material	Hierro fundido/SS316/SS304/cobre, se puede personalizar
Alcance de la fuente	Bomba, Motor, acoplamiento, Base, tubería, gabinete de Control, brida, piezas d Otros accesorios
La certificación	ISO 9001
Garantía	Un año/según los requisitos del cliente

### OVERVIEW :

El tipo SH es una bomba centrífuga de doble etapa de doble succión, adecuada para transportar agua limpia y líquidos no corrosivos (o ligeramente corrosivos). La temperatura máxima del medio es de 80 grados. Después de que los cuerpos del rodamiento en ambos extremos pasen a través del agua de refrigeración, se puede entregar agua caliente de no más de 130 grados. De acuerdo con los requisitos especiales de los clientes, el material se puede cambiar para cumplir con otras condiciones de uso.

### PERFORMANCE RANGE :

YoDiámetro de la nlet: 6 - 48 pulgadas  
Capacidad Q: 112-12500 m3/h  
La H: 8,6-140 m  
Potencia P: 22-2240kw

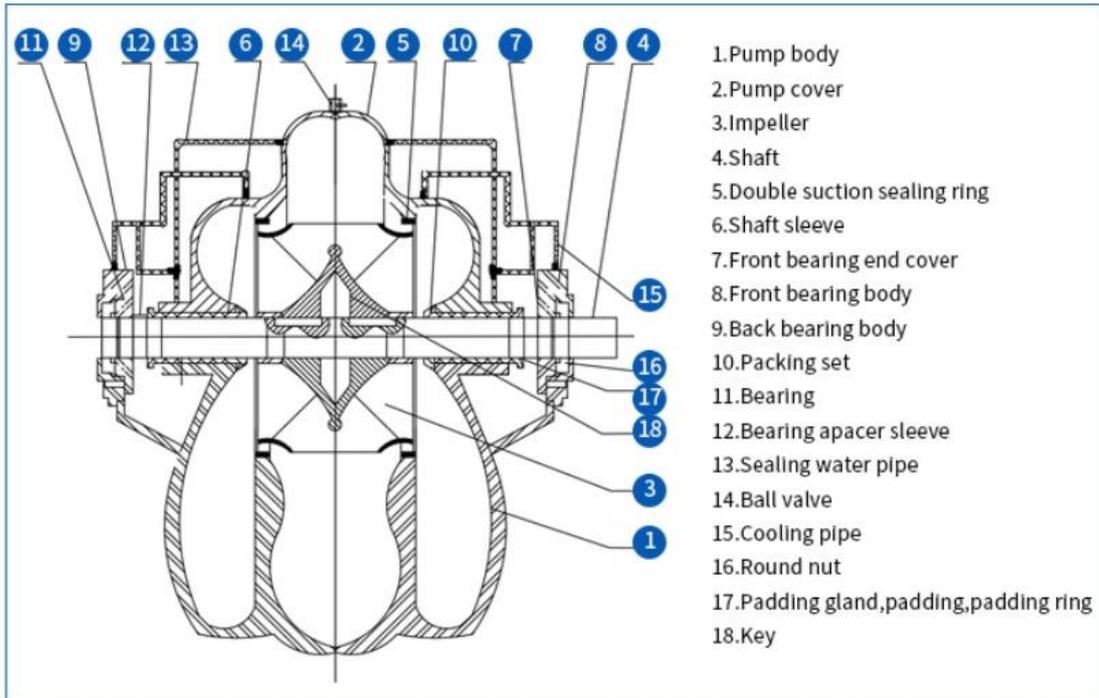
### APPLICATION :

Bomba centrífuga de agua de caja dividida de doble succión de irrigación de una sola etapa. Utilizada principalmente en plantas de suministro de agua, agua circulante de aire acondicionado, sistemas de redes de calefacción, suministro de agua de construcción, riego, estaciones de bombeo de drenaje, plantas eléctricas, sistemas de suministro de agua industrial, sistemas de protección contra incendios, industria de Construcción Naval, suministro de agua de Mina y drenaje, etc.

### MODEL MEANING :

Las bombas significa que: por ejemplo 10SH-13A  
10 ----- Pump'suction diámetro es Divide por 25 (la succión diámetro es de 250mm)  
Bomba centrífuga de succión doble de una sola etapa SH -----  
13 ----- la velocidad específica se separa por 10 (es decir, esta velocidad específica de la bomba es 130)

## STRUCTURE :



## PERFORMANCE CURVE :

