



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

ESTUDIO TÉCNICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ACEITE ABSORBEDOR RECHAZADO EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN QUE PUEDA SER REUTILIZADO EN LA PRODUCCIÓN DE GASOLINA NATURAL DE LA PLANTA DE EXTRACCIÓN Y DESHIDRATACIÓN DE GASOLINA NATURAL DEL CAMPO PETROLERO “ING. GUSTAVO GALINDO VELASCO” UBICADO EN LA PARROQUIA ANCÓN PROVINCIA DE SANTA ELENA

TESIS DE GRADO

REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

ELABORADO POR:

WILMER ALFREDO VILLAO SUÁREZ

TUTOR DE TESIS

ING. FRANKLIN REYES SORIANO MSc.

LA LIBERTAD - ECUADOR

2017

DEDICATORIA

Ofrezco el esfuerzo realizado en este documento a las personas e instituciones que hicieron posible alcanzar la meta propuesta.

A toda mi familia y en especial a mis hijos que supieron comprender el porqué del tiempo ausente durante el desarrollo de la investigación.

A todos los que de una u otra forma incentivaron y ayudaron en los momentos de flaquear cuando las situaciones se tornaron difíciles.

Wilmer Villao Suárez

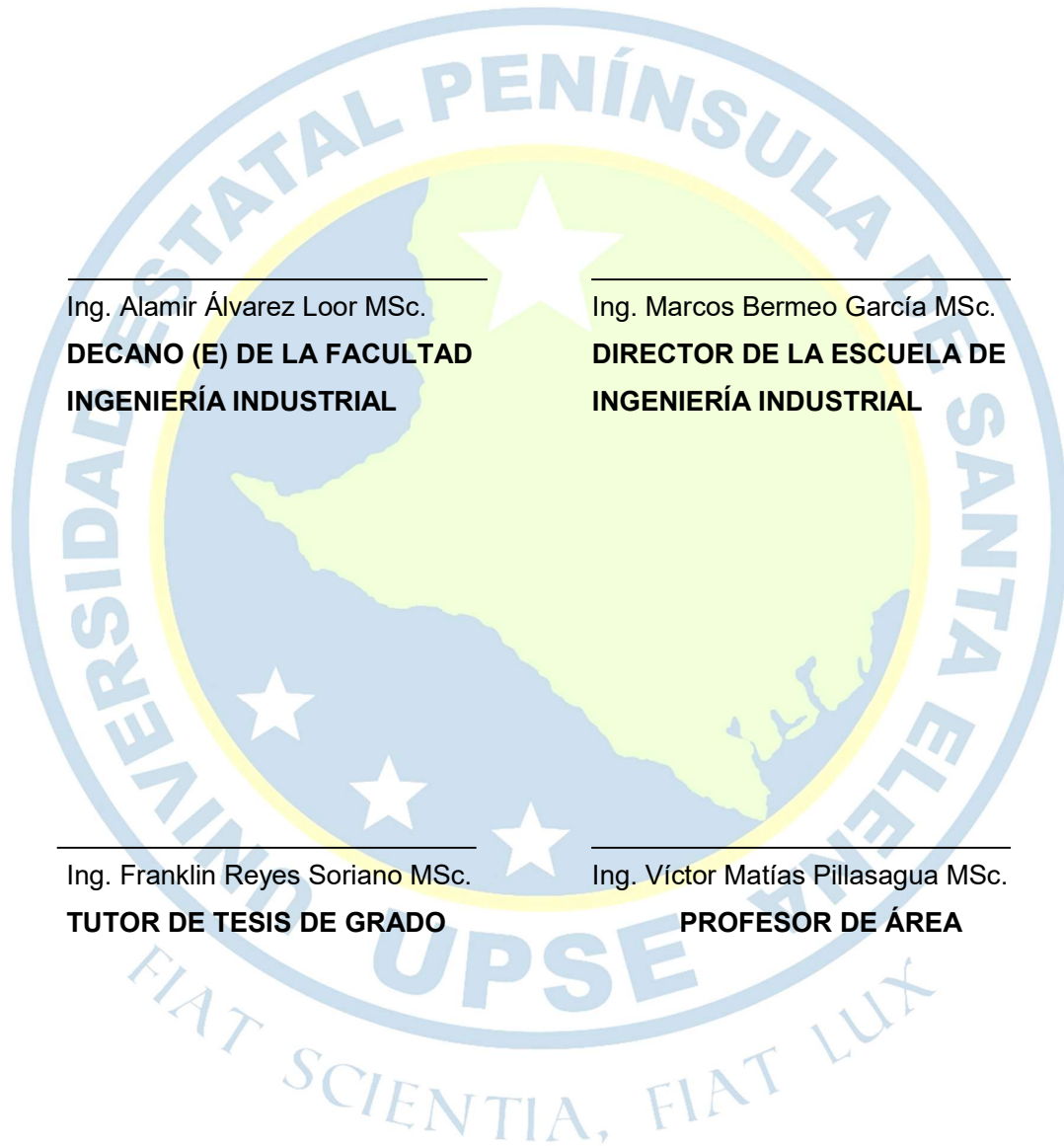
AGRADECIMIENTO

Expreso mi enorme gratitud al personal administrativo y operativo de la Planta de Extracción de Gasolina Natural, a los directivos de la empresa Asociación Pacifpetrol por permitirme aplicar los conocimientos adquiridos en la etapa estudiantil.

Al personal docente de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por brindarme las herramientas útiles en el campo laboral logrando desenvolverme de buena forma.

Wilmer Villao Suárez

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Alamir Álvarez Loor MSc.
**DECANO (E) DE LA FACULTAD
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Ing. Marcos Bermeo García MSc.
**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.
TUTOR DE TESIS DE GRADO

Ing. Víctor Matías Pillasagua MSc.
PROFESOR DE ÁREA

Ab. Brenda Reyes Tomalá Mgt.
SECRETARIO GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación ESTUDIO TÉCNICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ACEITE ABSORBEDOR RECHAZADO EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN QUE PUEDA SER REUTILIZADO EN LA PRODUCCIÓN DE GASOLINA NATURAL DE LA PLANTA DE EXTRACCIÓN Y DESHIDRATACIÓN DE GASOLINA NATURAL DEL CAMPO PETROLERO “ING. GUSTAVO GALINDO VELASCO” UBICADO EN LA PARROQUIA ANCÓN PROVINCIA DE SANTA ELENA, elaborado por el Sr. Wilmer Alfredo Villao Suárez, egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente.

Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.

TUTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL

El contenido del presente trabajo de graduación ESTUDIO TÉCNICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ACEITE ABSORBEDOR RECHAZADO EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN QUE PUEDA SER REUTILIZADO EN LA PRODUCCIÓN DE GASOLINA NATURAL DE LA PLANTA DE EXTRACCIÓN Y DESHIDRATACIÓN DE GASOLINA NATURAL DEL CAMPO PETROLERO “ING. GUSTAVO GALINDO VELASCO” UBICADO EN LA PARROQUIA ANCÓN PROVINCIA DE SANTA ELENA, es de mi autoría y responsabilidad, el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

WILMER ALFREDO VILLAO SUÁREZ.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
ESCUELA INGENIERIA INDUSTRIAL

ESTUDIO TÉCNICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ACEITE ABSORBEDOR RECHAZADO EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN, QUE PUEDA SER REUTILIZADO EN LA PRODUCCIÓN DE GASOLINA NATURAL DE LA PLANTA DE EXTRACCIÓN Y DESHIDRATACIÓN DE GASOLINA NATURAL DEL CAMPO PETROLERO “ING. GUSTAVO GALINDO VELASCO” UBICADO EN LA PARROQUIA ANCÓN PROVINCIA DE SANTA ELENA

AUTOR: WILMER VILLAO SUÁREZ

RESUMEN

La empresa Asociación Pacifpetrol, entre sus procesos de extracción de hidrocarburos cuenta con la planta de extracción y deshidratación de gasolina natural, utilizando aceite absorbedor como materia prima para despojar los componentes pesados del gas asociado que se produce en parte del campo, lamentablemente esta planta fue diseñada para un procesamiento original de mayor capacidad, atribuyéndose el sobredimensionamiento actual y por ende exceso consumo de recurso.

Esta investigación pretende disminuir el alto costo de producción de gasolina natural debido al elevado consumo de aceite absorbedor proponiendo **implementar un sistema de recuperación de aceite absorbedor** de los desechos del proceso de producción.

El análisis está basado en encontrar un método de separación de los componentes de la sustancia que se desecha del proceso, recuperar el aceite óptimo y reutilizarlo. Se desarrollaron diferentes pruebas, ensayos y hasta una encuesta con la finalidad de afirmar que el resultado de la aplicación del sistema entrega una ración de aceite absorbedor que cumpla con los requerimientos de la producción.

Lo más importante de resaltar se menciona en el capítulo IV indicando que el método adecuado es la **instalación de un equipo de centrifugación de lodo residual** debido al contexto operacional de la planta y se concluye con el dato de recuperación de aceite estimado mínimo del 22%.

Palabras claves: absorbedor, recuperación, implementación, proceso, optimización, centrifugación, planta de gasolina.

ABREVIATURAS

S.A.:	Sociedad anónima
CH₄:	Metano
C₂H₆:	Etano
C₃H₈:	Propano
C₄H₁₀:	Butano
C₅H₁₂:	Pentano
CEPE:	Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana
ESPOL:	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CGC:	Compañía General de Combustibles
SHE:	Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador
MMSCFD:	Millones de pies cúbicos estándar por día
MSCFD:	Mil pies cúbicos estándar por día
V-110:	Vessel 110 (recipiente)
GNV:	Gas Natural Vehicular
SCADA:	Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)
GPM:	Galones por minuto
LCV:	Level control valve (válvula de control de nivel)
FCV:	Flow control valve (válvula de control de flujo)
GRADO API:	Medida de densidad de American Petroleum Institute

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Gas asociado: Gas proveniente de los pozos de petróleo

Sistema de captación: Redes de tubería que transportan en su interior petróleo y gas a la estación de compresión

Estación de compresión: Equipos destinados a comprimir, deshidratar y trasladar el gas al proceso de absorción

Hidrocarburos pesados: Componentes del gas asociado más fáciles de condensar

Gas Lift: Sistema de extracción donde se inyecta gas para levantar la columna de petróleo y almacenar

Proceso de absorción: Método que despoja los hidrocarburos pesados del gas por medio de un baño de aceite absorbedor

Proceso de destilación: Consta de dos fases, la primera calienta y la segunda enfría o condensa los componentes de una mezcla a separar

Proceso de reflujo: Procedimiento trifásico que almacena, separa y reinyecta gasolina fría a la torre destilación para ayudar a condensar

Gravedad específica: Comparación de la densidad de la sustancia con la densidad del agua

Sustancia desechada: Residuo proveniente del proceso de producción recogido en la piscina de drenajes

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	III
TRIBUNAL DE GRADO	IV
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	V
DECLARACIÓN DEC RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABREVIATURAS.....	VIII
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	IXX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 Planteamiento del problema	4
1.4 Justificación del tema	12
CAPÍTULO II: SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	
2.1 Historia de la empresa	14
2.2 Actividades de la empresa.....	15
2.3 Objetivos de la empresa	16
2.4 Misión	17
2.5 Visión.....	17
2.6 Historia de la planta de extracción de gasolina natural	18
2.7 Ubicación geográfica.....	21
2.8 Descripción del proceso de producción de planta de gasolina	23
2.8.1 Proceso de absorción	24
2.8.2 Proceso de intercambio de calor.....	27
2.8.3 Proceso de destilación	28
2.8.4 Proceso de reflujo y producto final	31

2.9 Diagrama de proceso de extracción de gasolina natural.....	32
--	----

CAPÍTULO III: IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN Y DESHIDRATACIÓN DE GASOLINA NATURAL

3.1 Descripción del recorrido del aceite absorbedor en los procesos	38
3.2 Identificación de los problemas en el proceso.....	43
3.3 Diagnóstico de los problemas	45
3.4 Consecuencias de la problemática.....	48
3.5 Condiciones de la infraestructura e instalaciones actuales	50
3.6 Recolección y procesamiento de la información (Encuesta).....	52

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ACEITE ABSORBEDOR

4.1 Fundamentos del análisis del sistema a implementar.....	68
4.1.1 Referencias de comparación de resultados.....	68
4.1.2 Análisis del residuo del proceso de extracción de gasolina natural.....	74
4.2 Selección del sistema a implementar.....	83
4.3 Descripción del sistema a implementar	95
4.3.1 Implementación de nuevas rutas de drenajes	95
4.3.2 Adecuación de la infraestructura	96
4.3.3 Descripción del proceso	99
4.3.4 Características del separador centrífugo.....	101
4.3.5 Ventajas y desventajas del separador centrífugo.....	102
4.4 Análisis de viabilidad de la propuesta.....	103

CAPÍTULO V: DESARROLLO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA

5.1 Descripción económica de la propuesta	105
5.1.1 Inversión económica necesaria de instalación	106
5.1.2 Gastos totales de la puesta en marcha y funcionamiento	109
5.2 Recuperación de la inversión	112
5.3 Costo-beneficio de la implementación del sistema de recuperación	115

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFÍA.....	120

ANEXOS	122
--------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Diagrama Ishikawa del problema.....	10
Figura N°2: Diagrama de proceso de planta de gasolina.....	34
Figura N°3: Parámetros y niveles del proceso de absorción	36
Figura N°4: Parámetros y niveles del proceso de intercambio de calor	36
Figura N°5: Parámetros y niveles del proceso de destilación	37
Figura N°6: Parámetros y niveles del proceso de reflujo	37
Figura N°7: Gráfico de resultados de las preguntas 1 y 2 de la encuesta.....	55
Figura N°8: Gráfico de resultados de las preguntas 3 y 4 de la encuesta.....	57
Figura N°9: Gráfico de resultados de las preguntas 5 y 6 de la encuesta.....	60
Figura N°10: Gráfico de resultados de las pregunta 8 de la encuesta	64
Figura N°11: Gráfico de resultados de la pregunta 10 de la encuesta.....	67
Figura N°12: Curva de destilación del aceite absorbedor nuevo	73
Figura N°13: Sustancia antes y después de una centrifugación	89
Figura N°14: Curva de resultados de cada muestra después del centrifugado	94
Figura N°15: Esquema del funcionamiento del separador centrífugo.....	100

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N°1: Identificación del área del campo Gustavo Galindo Velasco	22
Imagen N°2: Parroquia Ancón donde se ubican la mayor cantidad de pozos	22
Imagen N°3: Instalaciones de la planta de extracción de gasolina natural.....	23
Imagen N°4: Torre de absorción de planta compresora Santa Paula.....	26
Imagen N°5: Funcionamiento interno de torre absorbedora	26
Imagen N°6: Intercambiadores de calor de planta de gasolina.....	28
Imagen N°7: Horno H-170 de planta de gasolina	29
Imagen N°8: Torres de absorción y destilación de planta de gasolina	30
Imagen N°9: Aeroenfriadores de planta de gasolina	31
Imagen N°10: Tanque V-150 y bomba P-250 de aceite pobre.....	38
Imagen N°11: Tanque V-100 de aceite rico.....	40
Imagen N°12: Válvula de control de flujo de aceite rico	40
Imagen N°13: Horno H-170	41

Imagen N°14: Intercambiadores de calor	42
Imagen N°15: Puntos de drenajes de los intercambiadores.....	44
Imagen N°16: Piscina de drenajes de planta de gasolina	50
Imagen N°17: Tubería de 4" por donde se drenan los líquidos de la planta.....	51
Imagen N°18: Equipo destilador utilizado para gasolina y aceite	71
Imagen N°19: Contextura del desecho tipo lodo.....	75
Imagen N°20: Separación por diferencia de densidades	78
Imagen N°21: Medida de 1 litro y puesto en recipiente metálico	79
Imagen N°22: Recipiente de 1 litro se somete a calor	80
Imagen N°23: Aceite depositado en el recipiente de 1000 ml	81
Imagen N°24: Se aplica demulsificante	81
Imagen N°25: Resultado de la aplicación del demulsificante	82
Imagen N°26: Preparación de las muestras en la centrifugadora	89
Imagen N°27: Resultado de cada muestra después del centrifugado	91
Imagen N°28: Batería de tanques de almacenamiento de aceite	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Registro de ingreso de aceite absorbedor nuevo	8
Tabla N°2: Ingreso y drenaje de aceite absorbedor	46
Tabla N°3: Población de la encuesta realizada al personal	53
Tabla N°4: Resultados de las preguntas 1 y 2 de la encuesta.....	54
Tabla N°5: Resultados de las preguntas 3 y 4 de la encuesta.....	56
Tabla N°6: Resultados de las preguntas 5 y 6 de la encuesta.....	59
Tabla N°7: Resultados de la pregunta 7 de la encuesta.....	61
Tabla N°8: Resultados de la pregunta 8 de la encuesta.....	63
Tabla N°9: Resultados de la pregunta 9 de la encuesta	65
Tabla N°10: Resultados de la pregunta 10 de la encuesta	66
Tabla N°11: Propiedades del aceite absorbedor.....	69
Tabla N°12: Resultados de destilación del aceite absorbedor nuevo	72
Tabla N°13: Resultados de la centrifugación de cada muestra	92
Tabla N°14: Comparativa de las destilaciones de los aceites	93
Tabla N°15: Costos de la adecuación de nuevas rutas	106
Tabla N°16: Costos de la adecuación de los tanques 1,2,3	106
Tabla N°17: Costos de la instalación del separador centrífugo.....	107
Tabla N°18: Costos de las actividades administrativas	107

Tabla N°19: Resumen de los costos necesarios para la instalación	108
Tabla N°20: Tabulación de interés compuesto.....	110
Tabla N°21: Descripción de los gastos de fabricación y funcionamiento	111
Tabla N°22: Inversión total de la implementación del sistema	113
Tabla N°23: Utilidad anual con el 22% de recuperación de aceite	114
Tabla N°24: Promedio de la inflación anual desde 2010 a 2016.....	114
Tabla N°25: Verificación de la recuperación de la inversión.....	115
Tabla N°26: Proyección de los costos de producción sin sistema	116
Tabla N°27: Proyección de los costos de producción con sistema	116

INTRODUCCIÓN

El área petrolera en el Ecuador ha sido ajustada enormemente en los últimos tiempos debido a la baja del precio del barril del petróleo, es por ello que las empresas se ven en la necesidad de innovar e insertar mejoras en sus procesos, el caso de Asociación Pacifpetrol no es la excepción, permanentemente buscando ser eficiente en las actividades diarias de extracción. Enmarcado en este contexto es que se elige y propone elaborar un estudio técnico para implementar un sistema de recuperación de aceite absorbedor rechazado en el proceso de extracción que pueda ser reutilizado en la producción de gasolina natural, basados en la experiencia de los operarios y supervisores de planta, conocedores de nuevas tecnologías y técnicas aplicables al proceso en mención.

La presente propuesta está fundamentada por la observación del desperdicio de aceite absorbedor que se desecha en diferentes puntos del circuito de la producción de gasolina natural, donde se asume pérdidas de toda índole. Dentro de este estudio se analiza la situación actual de la empresa y los diferentes procesos, identificar y diagnosticar los indicios que ocasionan el problema, presentar una propuesta viable que ayude a disminuir o descartar el alto costo de la producción debido al excesivo consumo de aceite absorbedor y revisar los aspectos económicos que representa la implementación.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Procurando contribuir y cumplir con los requerimientos de la empresa Asociación Pacifpetrol, en su afán de encontrar la mejora continua de los diferentes procesos de producción de hidrocarburos se presenta el actual documento.

La empresa Asociación SMC Ecuador Inc. - Pacifpetrol- Andipetroleos- Santa Elena Oil & Gas Corp. está a cargo de las operaciones de exploración, producción, almacenamiento y transporte de hidrocarburos del campo Gustavo Galindo Velasco antes conocido como Bloque Ancón, dentro de estas actividades se incluye la producción de gasolina natural, cuyo proceso se cumple en la Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural, la cual fue repotenciada y puesta en marcha a mediados del 2008 después de 3 años de su paralización.

A partir de esta fecha la planta de gasolina ha desarrollado cambios progresivos como resultado de actualizaciones acorde a las nuevas tecnologías que se van presentando para optimizar procesos, por ejemplo, reemplazo de los sistemas de control neumáticos por los electrónicos, el sistema de compresión de compresores reciprocantes

de pistón a los de tornillo, obteniendo muy buenos resultados en aprovechamiento de recursos.

Con la aplicación de nuevas tecnologías la empresa busca asegurar la implementación de la mejora continua como enuncia uno de los ítems de su política de calidad para cumplir con la visión de la empresa.

Considerando la buena predisposición de las autoridades de Pacifpetrol y procurando aplicar la mejora continua de los procesos se plantea la idea de implementar un sistema de recuperación de aceite absorbedor que sea reutilizado en el proceso de extracción de gasolina natural, optimizando así uno de los recursos más importantes para la producción o materia prima como es el aceite absorbedor (derivado de petróleo, tipo kerosene), tratando en lo posible que el proceso sea efectivo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Obtener un estudio técnico basado en la recopilación de datos históricos, buscar información de tecnologías útiles y aplicación de nuevas técnicas en la operación que permitan implementar un sistema de recuperación de aceite absorbedor rechazado en la planta de extracción y deshidratación de gasolina natural del campo “Ing.

Gustavo Galindo Velasco” ubicado en la parroquia Ancón Provincia de Santa Elena.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de empresa y los diferentes procesos que originan la problemática a resolver dentro de este estudio
- Identificar y diagnosticar los indicios que ocasionan el problema de este estudio en la planta de extracción de gasolina natural
- Presentar una propuesta viable que ayude a disminuir el alto costo de la producción debido al excesivo consumo de aceite absorbedor
- Analizar los aspectos económicos que representa la implementación para que sea factible, los costos de inversión y la recuperación de la misma.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El campo petrolero “ING. GUSTAVO GALINDO VELASCO” actualmente está siendo operado por la empresa Asociación Pacifpetrol S.A. donde se encuentra en funcionamiento la planta de extracción y deshidratación de gasolina natural.

Este sistema de extracción tiene dos principales materias primas, uno natural que es el gas de formación de los pozos de petróleo y otro el aceite absorbedor que es un derivado que se obtiene a partir de la industrialización del petróleo en la refinería de crudo La Libertad. Este aceite tiene la capacidad dentro de las variables de operación (presión y temperatura) absorber los hidrocarburos pesados contenidos en el gas natural como propanos (C_3H_8), butanos (C_4H_{10}), pentanos (C_5H_{12}) y superiores.

Estos hidrocarburos se consideran pesados porque son más fáciles de condensar que el metano (CH_4) y el etano (C_2H_6), no necesitan bajar a extremas temperaturas ni subir a altas presiones para cambiar su estado físico, es decir, pasar de gaseoso a líquido.

Para un óptimo funcionamiento de la planta de extracción el aceite absorbedor nuevo tiene que ser dosificado al proceso periódicamente, ya que por su operatividad es drenado en diferentes puntos del proceso al formarse una emulsión propia de la mezcla del aceite, el gas y los vapores de agua. Los drenajes son obligados para que la operación no tenga inconvenientes, es decir, no sufra taponamientos ni contaminación, garantizando una óptima calidad del producto final que es la gasolina natural, alcanzando los parámetros permisibles establecidos por normas y sea aceptada por la refinería La Libertad que es el destino final.

La Planta de Extracción de Gasolina Natural dejó de funcionar en marzo del 2005 por problemas de producción de gas natural debido a que los compresores antiguos que se encargaban de enviar el gas para el proceso de absorción no se encontraban en condiciones de seguir produciendo ya que venían de la época de Anglo Ecuadorian Oil Field, es decir, que su vida útil ya había acabado porque llevaban trabajando más de cincuenta años.

Con las nuevas administraciones se realizó un estudio de factibilidad, presentado a los inversionistas para su revisión y aprobación, dando inicio al proyecto de rehabilitación a mediados del 2006, implementando una nueva captación del gas de los pozos de petróleo, sistema de separación y compresión, además de una reparación, equipamiento y mantenimiento total de la planta de gasolina y entrando en funcionamiento en junio del 2008, empezando con una producción diaria promedio para ese año de 60 barriles de gasolina natural.

La productividad de un negocio o proceso se ve afectada principalmente en la cantidad de recursos empleados en adquirir el producto final. En la producción de gasolina natural es necesario consumir el derivado del petróleo tipo kerosene al que denominaremos aceite absorbedor, el cual se compra a la refinería La Libertad a un costo considerable si se toma en cuenta el gran consumo que tiene la planta para producir.

En el siguiente cuadro se detalla la compra anual del aceite absorbedor desde que volvió a entrar en funcionamiento la planta de gasolina para mantener la operación y producción, evidenciando un alto valor en cada compra, (para mejor comprensión se detalla en galones y barriles) siendo estas de 10.000 galones aproximadamente. Hasta la actualidad se realiza de 3 o 4 compras al año según el consumo que va teniendo la planta en operación, así tenemos que:

En el año 2008 se compró 36016.85 galones a \$3.47 =	\$ 124978.47
En el año 2009 se compró 30021.81 galones a \$3.47 =	\$ 104175.68
En el año 2010 se compró 39844.45 galones a \$3.47 =	\$ 138260.24
En el año 2011 se compró 39550.13 galones a \$3.47 =	\$ 137238.95
En el año 2012 se compró 39982.95 galones a \$3.47 =	\$ 138740.84
En el año 2013 se compró 30099.77 galones a \$3.47 =	\$ 104443.53
En el año 2014 se compró 40140.78 galones a \$3.47 =	\$ 139288.50
En el año 2015 se compró 29816.35 galones a \$3.47 =	\$ 103462.73

Cabe indicar que los costos descritos no incluyen gastos administrativos y transporte hasta la planta de gasolina.

A continuación, se detalla el cuadro de las compras de aceite que se han realizado anualmente desde su puesta en marcha en el año 2008.

Tabla N° 1

Registro ingreso de aceite absorbedor nuevo a planta de gasolina

Fecha	Ingreso Aceite	
	Galones	Bls
29-may-08	8537,92	203,28
30-may-08	8413,55	200,32
11-jun-08	9208,34	219,25
01-oct-08	9857,04	234,69
	36016,85	857,54

Fecha	Ingreso Aceite	
	Galones	Bls
03-mar-09	10010,79	238,35
12-jul-09	10007,77	238,28
11-dic-09	10003,25	238,17
	30021,81	714,8

Fecha	Ingreso Aceite	
	Galones	Bls
26-jun-10	10004,11	238,19
24-ago-10	10004,02	238,19
20-oct-10	10002,58	238,16
29-dic-10	9833,74	234,14
	39844,45	948,68

Fecha	Ingreso Aceite	
	Galones	Bls
16-feb-11	9810,85	233,59
11-abr-11	9991,54	237,89
26-jul-11	9852,85	234,59
14-dic-11	9894,89	235,59
	39550,13	941,66

Fecha	Ingreso Aceite	
	Galones	Bls
16-mar-12	9995,78	237,99
02-ago-12	9990,49	237,87
15-ago-12	9994,91	237,97
26-dic-12	10001,77	238,14
	39982,95	951,97

Fecha	Ingreso Aceite	
	Galones	Bls
25-abr-13	10011,36	238,37
14-ago-13	10064,55	239,63
05-nov-13	10023,86	238,66
	30099,77	716,66

Fecha	Ingreso Aceite	
	Galones	Bls
22-ene-14	10062,34	239,58
21-abr-14	10027,93	238,76
21-may-14	10013,09	238,41
28-nov-14	10037,42	238,99
	40140,78	955,74

Fecha	Ingreso Aceite	
	Galones	Bls
18-abr-15	9781,16	232,88
30-jul-15	10032,52	238,37
01-dic-15	10002,67	238,16
	29816,35	709,41

Fuente: Bitácora digital de Planta de gasolina

La adquisición del aceite absorbedor que se compra a la refinería La Libertad tiene un costo aproximado de \$3.47 el galón y al ser suministrado al proceso de extracción en grandes cantidades representa un valor muy alto debido al elevado consumo de este recurso, entonces, se dispone a los operadores que el drenaje que se realiza en la planta de extracción de gasolina natural tiene que ser efectuado con mucha precaución, procurando que los niveles en los recipientes no bajen más de lo permitido y en ocasiones no realizarlo, lo que representa muchos problemas en el proceso y en los equipos.

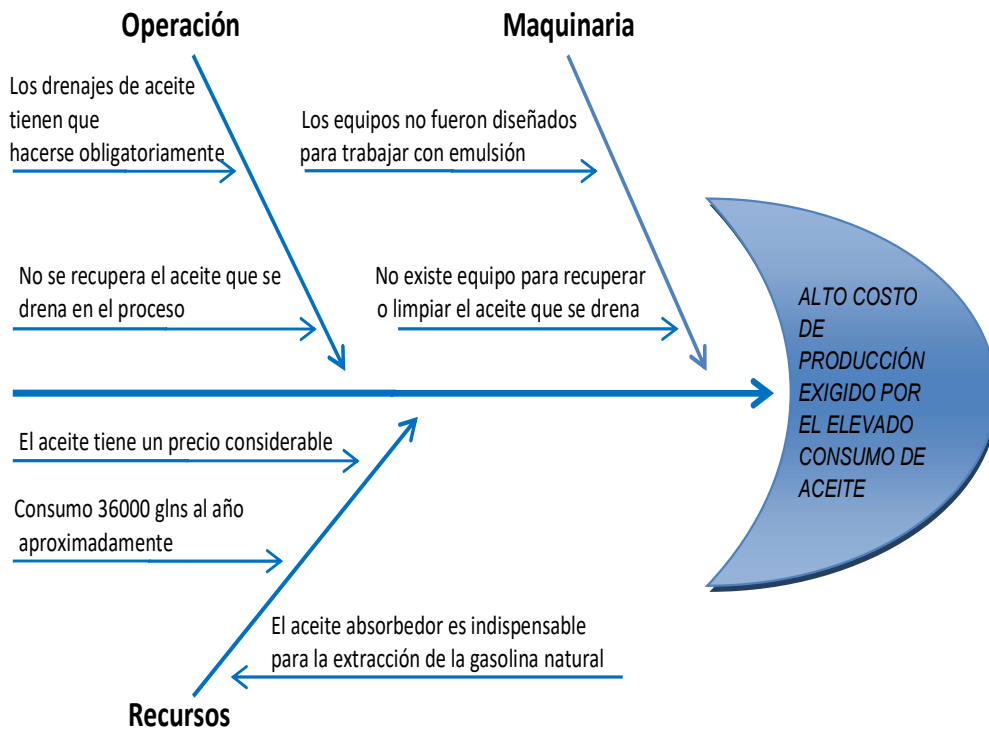
Como se observa en los cuadros tomados de los registros de la bitácora de planta de gasolina se paga alrededor de $(10000 \times \$3.47 \times 4)$ \$138800 al año por la compra del aceite absorbedor que se realiza a la refinería La Libertad, este costo llevándolo a costo unitario representa el 40% de los costos totales de producción por cada barril extraído de gasolina natural.

El aceite en mención debe tener ciertas propiedades y características para realizar una eficiencia cerca del 75% la absorción en el interior de la torre (máximo porcentaje de eficiencia de este tipo de torres), las cuales cambian cuando el recurso se mezcla con otros componentes después de haber realizado el recorrido en los diferentes procesos de

la planta haciendo que no alcancen los niveles de producción estimados teóricamente.

A continuación, se detalla el diagrama de Ishikawa buscando las causas del problema “Alto costo de la producción por el elevado consumo de aceite absorbedor”

Figura N°1
Diagrama Ishikawa



Fuente: Personal operativo de planta de gasolina

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Los costos que implica no alcanzar esta eficiencia se ven reflejados en la productividad de la extracción de gasolina ya que el aceite que está

fuera de parámetros tiene que ser desechado y sustituido por uno nuevo periódicamente, ocasionando el elevado consumo que se menciona en la problemática de este proyecto.

Dentro del análisis de los problemas en la planta de gasolina por el alto consumo de aceite absorbedor podemos mencionar los siguientes: El proceso de extracción de la planta de gasolina no ha cambiado desde sus inicios con la operadora Anglo Ecuadorian Oilfields Limited, es decir, que tiene un funcionamiento con tecnología antigua conocida también como planta de aceite pobre, ha sido mejorada con sistemas de automatización y con el cambio de algunos equipos, pero en términos generales sigue siendo el mismo circuito de producción con el que fue diseñado, no se llevaba un control del costo por el consumo del aceite absorbedor porque la elaboración de este recurso en la refinería La Libertad era considerado parte del proceso de extracción de gasolina natural, es decir, que la planta de gasolina de Ancón se la estimaba como una extensión de la producción de derivados de la refinería La Libertad, pero ahora que están separadas las empresas y por ende los procesos cada una admite sus propios costos de producción.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

El proceso de absorción es el primero dentro de la extracción de gasolina natural, consiste en separar los hidrocarburos pesados del gas natural mediante el baño de un aceite que tiene las propiedades de retener los componentes más fáciles de condensar, bajo determinadas condiciones de presión y temperatura.

El equipo donde se realiza esta operación se llama torre absorbidora, consta de platos donde interactúa el aceite pobre (absorbedor) y el gas rico (con hidrocarburos de CH_4 y más pesados).

El aceite absorbedor entra por la parte superior de la torre, desciende plato por plato y absorbe en flujo contracorriente los componentes hidrocarburos más pesados de una corriente de gas que entra por la parte del fondo.

El proceso de extracción de gasolina natural es un circuito cerrado que hace circular el aceite continuamente llevándolo a perder sus propiedades, mezclándose con otros componentes y posteriormente ser desechado.

Al implementar un sistema de recuperación de aceite absorbedor después de toda la operación de extracción de gasolina natural se podrá reutilizar en el mismo proceso un aceite con las propiedades

idóneas para alcanzar su mayor eficiencia, aumentando la productividad de la planta y disminuyendo el consumo de este recurso. El estudio de implementación de un sistema de recuperación podrá determinar los costos que hasta el momento son supuestos, llegando a definir las cantidades exactas que se están desechando y las que se pueden reutilizar.

Este estudio consistirá en demostrar que algunas pruebas realizadas hasta este momento en base a la experiencia de los operadores y personal relacionado con el proceso de planta de gasolina tengan resultados positivos.

Si es favorable la hipótesis de este estudio reflejará su beneficio el consumo del aceite absorbedor disminuyendo hasta en un 20% del consumo actual, por otro lado, los resultados serán beneficiosos en la operación y rentabilidad ya que las purgas se podrán realizar con mayor frecuencia sin temor al desperdicio, mejorando los tiempos de mantenimiento y reparación de los equipos porque no acumularían la suciedad que se genera por el proceso.

Por otro lado, el personal operativo aprenderá cosas nuevas, tecnología diferente que aumentará su expertíz en el manejo de procesos y respaldando su currículum en el ámbito profesional.

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

La era petrolera en la península de Santa Elena estuvo presente antes de haber sido explotado el primer pozo de crudo en el campo Ancón, los nativos supieron aprovecharlo como combustible de lumbreras, empaste para embarcaciones de pesca, medicina para infecciones de piel y otros usos.

El líquido negro-verdoso, también llamado Copey (brea o alquitrán) emanaba naturalmente antes de 1911 en los lares de la península de Santa Elena, año en que fue explorado y perforado el primer pozo petrolero por la compañía Anglo Ecuadorian Oilfields Limited. Desde entonces y hasta la actualidad han pasado varias empresas administrando este campo las podemos mencionar de la siguiente manera:

Anglo Ecuadorian Oilfields Limited 1911 – 1976

Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana CEPE 1976 – 1989

PETROECUADOR- Filial PETROPENÍNSULA 1989 - 1996

Consortio ESPOL-CGC (Escuela Superior Politécnica del Litoral)
(Compañía General de Combustibles) 1996 – 2002

Grupo Sinergy con su operadora Pacifpetrol adquiere los derechos de CGC (Compañía General de Combustibles) en 2002 y mantiene el acuerdo con la ESPOC hasta enero de 2011, donde firma contrato de prestación de servicio directamente con el estado a través de la Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (SHE).

Pacifpetrol se mantiene como operadora hasta la fecha de elaboración de este documento (2016) como una empresa industrial petrolera con operaciones en exploración y producción.

2.2 ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

Pacifpetrol es una empresa dedicada a la exploración, producción almacenamiento y transporte de hidrocarburos del campo Gustavo Galindo Velasco en la península de Santa Elena, mantiene producciones promedio día de 1100 barriles de petróleo y 70 barriles de gasolina (a diciembre de 2016) fiscalizados en refinería La Libertad.

En este campo fueron perforados 2882 pozos petroleros, se mantienen activos en producción algo más de 1300 de donde se extrae un crudo denominado champagne con un grado API promedio de 36° y una gasolina natural de 86°, la cual se entrega a refinería La Libertad para extraer diferentes derivados.

Para obtener la producción diaria de petróleo que se entrega a refinería La Libertad la empresa ejecuta diferentes sistemas de extracción como son: Swab, Herramienta Local, Bombeo mecánico, Gas Lift y Plunger Lift.

Podemos describir cada uno de los sistemas de extracción, pero es un tema que no compromete el contenido esencial de esta investigación, así que daremos por sentado que son sistemas básicos de extracción, simples y que no poseen mucha tecnología, con respecto a la extracción de gasolina natural es un proceso que data del año 1960 pero ha sido mejorado el control y la seguridad en la ejecución de las actividades.

2.3 OBJETIVOS DE LA EMPRESA

En los tiempos modernos las empresas tienden a ser más horizontales que verticales, las estructuras organizacionales internamente están cambiando, esto conlleva a que los individuos comprometidos en los diferentes procesos se adapten permanentemente a los cambios, la empresa Pacifpetrol no es la excepción, los objetivos planteados están basados en producir hidrocarburos optimizando los recursos en los procesos de extracción mediante una mejora continua y una cultura de

liderazgo, desarrollando un negocio sustentable en el tiempo, compartiendo las responsabilidades del presente y del futuro.

En síntesis, Asociación SMC Ecuador INC. Pacifpetrol, Andipetroleos S.A. Santa Elena Oil & Gas Corp., como es el nombre completo de la empresa se propone ser un referente en la industria hidrocarburífera, trabajando en equipo en un excelente clima laboral, con responsabilidad social y ambiental.

2.4 MISIÓN

Producir hidrocarburos trabajando en equipo para generar riqueza sustentable

Tomado de la página de cultura organizacional de Pacifpetrol en:
www.pacifpetrol.com/es/cultura-organizacional

2.5 VISIÓN

Ser un referente en la industria, caracterizado por la rentabilidad, flexibilidad y creatividad, con responsabilidad social y ambiental trabajando en equipo en un excelente clima laboral.

Tomado de la página de cultura organizacional de Pacifpetrol en:
www.pacifpetrol.com/es/cultura-organizacional

2.6 HISTORIA DE LA PLANTA DE EXTRACCIÓN DE GASOLINA NATURAL

El campo “Gustavo Galindo Velasco” antes denominado campo Ancón ubicado en la península de Santa Elena basa su producción de petróleo en más de 1300 pozos productivos que se encuentran esparcidos por los tres cantones que conforman la noble provincia veinte y cuatro. A finales de los años cincuenta, de acuerdo con los registros históricos la operadora Anglo Ecuadorian Oilfields Limited alcanza una producción diaria promedio de 10000 barriles de crudo.

Por esos tiempos (1960 a 1963) se realizan estudios para captar volúmenes de gas de los pozos de petróleo del campo, los cuales demuestran que eran ricos en compuestos pesados y gasolinas, dando inicio al proyecto de “Aprovechamiento del gas asociado del campo Ancón”.

En los siguientes años, (1964- 1966) producto de los estudios se construye e instala la planta de extracción y deshidratación de gasolina natural, considerada como otra estación de producción para recuperación de hidrocarburos pesados del gas.

Esta planta fue diseñada por los ingleses con una capacidad nominal de 16 MMSCFD y 600 Bls/día logrando una producción real máxima de 450 Bls/día en 1971, producción que no ha sido superada hasta la fecha.

Para las décadas de los setenta, ochenta y noventa, con el cambio de las administraciones a las empresas estatales CEPE y Petroecuador la producción fue declinando hasta llegar a 36 Bls/día, no hubo inversión en el mantenimiento y actualización de los equipos e instalaciones.

Cuando nuevamente pasa a manos de la empresa privada en 1996, tras un acuerdo entre Petroecuador y ESPOL, teniendo como operadora a CGC (Compañía General de Combustibles) se realizan los mantenimientos de los compresores de captación aumentando la producción promedio a 50 Bls/día, aun enfrentando adversidades muy importantes como el fenómeno del niño en 1998.

Para el 2002 adquiere los derechos de CGC el grupo Synergy con la operadora Pacifpetrol, la que se encarga nuevamente de reparar los equipos y mejorar las instalaciones en planta de gasolina, aumentando la producción a un tope de 72 Bls/día, aunque sería la última reparación de los compresores de captación de gas, esto como consecuencia de la obsolescencia de los repuestos debido a la discontinuidad de los equipos en la casa matriz que los construía.

Para el último trimestre de 2003 los compresores de captación comenzaron a dejar de operar por los continuos daños mecánicos y falta de repuestos, la producción baja a 35 Bls/día, dependiendo solo de la destreza de los operadores mecánicos por mantener en funcionamiento el sistema de gas para la planta de gasolina.

A marzo de 2005 con una producción de 9 Bls/día la administración vigente en ese tiempo decide parar operaciones de producción, debido a alto costo de mantenimiento de los compresores productores de gas y el deplorable estado del sistema de captación.

Para inicios de 2016 se realizan los estudios de rehabilitación y en agosto del mismo inicia el proyecto de optimización del sistema de captación, compresión y rehabilitación de Planta de Gasolina, el que tendría una duración aproximada de dos años y constaba principalmente de tendido de líneas de captación y líneas madres, construcción de subestaciones centralizadas de acopio de gas, instalación de dos plantas compresoras-deshidratadoras con tecnología de punta en las secciones 067 y Tigre, rehabilitación del gasoducto desde plantas compresoras a planta de gasolina, mantenimiento integral de la planta de gasolina, sus equipos e instalaciones.

En Julio de 2008 empiezan las operaciones de la planta de gasolina con producciones que no alcanzaban los objetivos, se realizan ajustes con la contratista encargada de la puesta en marcha y para diciembre del mismo año llega a una producción promedio de 66 Bls/día con un caudal de proceso de 700 MSCFD.

Para el siguiente año se implementa la repotenciación de la planta compresora Santa Paula que fue adquirida en 2006 para captar y abastecer de gas a los generadores de la base de operaciones del

campamento Ancón, también la instalación de una torre de absorción con el ánimo de aportar al incremento de producción en la planta de gasolina.

Para llegar a este punto se han realizado mejoras en los procesos, como la compra de un compresor de producto de back-up, un caldero de mayor capacidad que el existente, la automatización parcial del control de la operación, adquisición de compresores de aire para la instrumentación neumática ya que antes se realizaba con el gas del propio proceso, el cambio de un aro enfriador, un moderno y automático sistema contra incendios, entre otras cosas, también se adoptaron procedimientos de mantenimiento del sistema más eficiente y menos costoso.

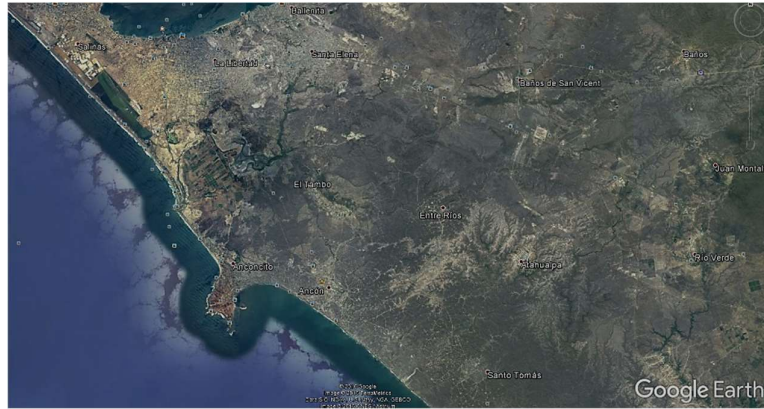
Desde entonces la planta de gasolina viene operando continuamente, aumentando a una producción promedio hasta la fecha (2016) de 70 Bls/día fiscalizados y entregados en la refinería. Actualmente la planta de gasolina maneja un caudal de proceso promedio de 735 MSCFD.

2.7 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Para determinar la ubicación de la planta de gasolina primero tenemos que reconocer todo el terreno donde está establecido el campo “Ing. Gustavo Galindo Velasco” y los límites que lo conforman. Así tenemos que el campo GGV se encuentra en la península de Santa Elena, Provincia del mismo nombre a 120 Km de la ciudad de Guayaquil.

Imagen N°1

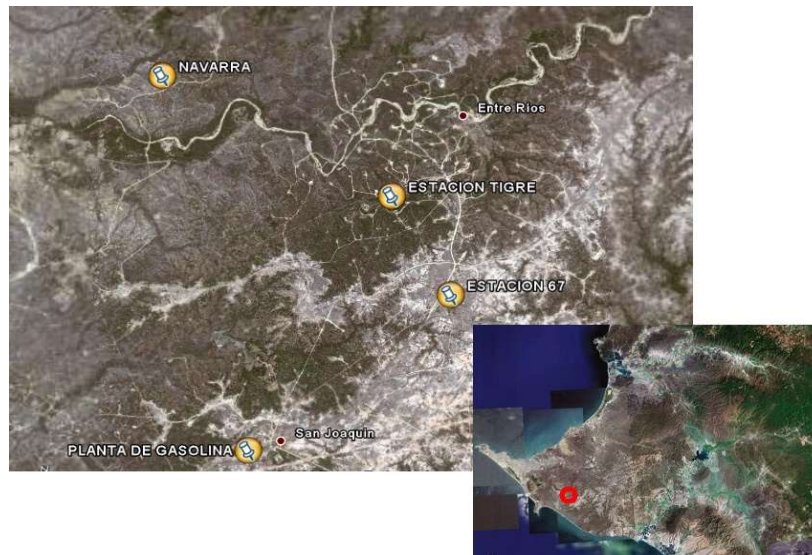
Identificación del área del campo Gustavo Galindo Velasco



Fuente: Google Earth Satelital

Imagen N°2

Parroquia Ancón donde se ubican la mayor cantidad de pozos petroleros



Fuente: Google Earth Satelital

La planta de gasolina se encuentra dentro de este campo junto a la vía Ancón-Atahualpa a 2.5 Km saliendo desde Ancón y en las latitudes 2°19'18" S 80°49'29" O.

Imagen N°3

Instalaciones de la planta de extracción de gasolina natural del campo
GGV



Fuente: Google Earth Satelital

2.8 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLANTA DE GASOLINA

El proceso de extracción de gasolina natural es el producto de la interacción de otros procesos que los denominaremos sub-procesos, los cuales funcionan con diferentes variables de estado de los elementos que intervienen, es decir, que podemos encontrar componentes en estado sólido, líquido o gaseoso.

Los diferentes sub-procesos son descritos de la siguiente manera:

Proceso de absorción

Proceso de Intercambio de calor

Proceso de destilación

Proceso de reflujo y producto final

2.8.1 PROCESO DE ABSORCIÓN

El proceso de extracción empieza por dos partes que son las entradas de la materia prima, el gas asociado de petróleo y el aceite absorbedor.

El gas se produce en los pozos de petróleo captados de las secciones Tigre y 067, separado del líquido en las sub-estaciones de separación y transportado a planta de gasolina con impulso de las plantas compresoras donde se succiona a una presión de -2 psi y descarga a 145 psi mediante un compresor de tornillo y a través de un gasoducto con tubería de 4 pulgadas y con un caudal aproximado de 760 MSFCD. El gas comprimido es introducido a un proceso de absorción en la torre de absorción donde entran dos flujos, el primero es el gas rico en hidrocarburos C3, C4, C5, C6+ y el segundo flujo, es el aceite absorbedor, el cual debido a su composición química se encarga de captar más del 80% de las fracciones de dichos hidrocarburos (licuables del gas).

El aceite es un derivado del petróleo que se produce en la refinería La Libertad, considerado de tipo kerosene. Entre sus propiedades tiene envolver los hidrocarburos licuables contenidos en el gas natural, es decir, los que se pueden hacer líquidos a baja presión y temperatura ambiente como propanos (C_3H_8), butanos (C_4H_{10}), pentanos (C_5H_{12}) y superiores.

El ingreso de este aceite comienza con el almacenamiento en un recipiente denominado V-150, es un tanque de 300 Bls de capacidad, mediante una bomba centrífuga de 10 HP transporta el aceite elevando a una presión de 250 psi, fluye por una tubería de 2 pulgadas hasta llegar a la cima de la torre de absorción, que es por donde ingresa.

El fenómeno dentro de la torre se denomina contaminación por arrastre, el aceite absorbedor entra pobre y conforme va cayendo por los módulos internos hace contacto con el gas en unos dispositivos que se llaman válvulas de apertura, se va enriqueciendo hasta salir por la base de la torre como aceite rico. Es decir, que este aceite se contamina con las gasolinas del gas arrastrándolas en su flujo al ponerse en contacto.

El recipiente donde ocurre todo el proceso de absorción tiene como identificación V-110 o torre absorbidora.

Imagen N°4

Torre de absorción de planta compresora Santa Paula



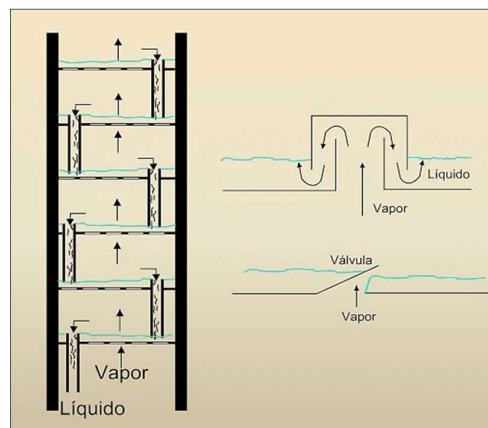
Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En la siguiente figura se muestra las corrientes del aceite y gas dentro de una torre de absorción y cómo funcionan las válvulas donde hacen contacto los dos componentes.

Imagen N°5

Funcionamiento interno de torre absorbedora



Fuente: Texto Procesos de Separación en Ingeniería Ambiental 2010

2.8.2 PROCESO DE INTERCAMBIO DE CALOR

El aceite rico que sale de la torre absorbedora se almacena en un recipiente horizontal cuya capacidad es de 100 Bls, luego se transfiere con una bomba centrífuga multietapas a una presión de 130 psi para entrar a calentarse en los intercambiadores de calor, los cuales constan de cuatro módulos y cada módulo de dos pasos, es decir, que intercambia calor por ocho pasos, el lubricante entra a estos equipos a una temperatura de 85 °F sale del primer módulo y entra al segundo a 125 °F, al tercero a 150 °F y al cuarto a 180 °F, sale del cuarto a 220°F aproximadamente. Así mismo el aceite que pasa a enfriarse viene de la base de la torre de destilación, ingresa a una temperatura de 375 °F pasa por el lado carcasa de los cuatro módulos y sale a 150 °F.

Estos equipos denominados E-160A, E-160B, E160C y E160D son intercambiadores conocidos como de tubo carcasa, el aceite frío o también llamado rico entra por el lado tubular y el aceite caliente o pobre por el lado carcasa. Para que el proceso de intercambio de calor sea óptimo se utiliza un aislante térmico de sílice mineral denominado Perlita Expandida.

Imagen N°6

Intercambiadores de calor de planta de gasolina



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

2.8.3 PROCESO DE DESTILACIÓN

Llamamos destilación a la separación de los componentes de una mezcla mediante el calentamiento y posteriormente condensándolo por enfriamiento, como cada componente tiene diferente punto de ebullición también se va condensar a diferente temperatura. Este fenómeno es aplicable en el proceso de extracción de gasolina natural. El aceite rico que fue precalentado en los intercambiadores de calor pasa a aumentar su temperatura en el horno H-170 elevando de 220°F a 380 o 400 °F según requerimiento de operación, este proceso se realiza en el interior del horno transfiriendo el calor producido por la

combustión de gas natural en los quemadores y amplificadas en las paredes refractarias.

Imagen N°7

Horno H-170 de planta de gasolina



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Una vez elevada la temperatura del aceite pasa a procesarse en la torre de destilación, donde ingresa por la parte media a un dispositivo llamado difusor ocasionando el efecto ducha al caer, desde la parte inferior de la torre ingresa vapor proveniente de los calderos llevando los gases livianos hasta el compartimiento de la cima que se encuentra en la parte superior de la torre, la misma que se encuentra a 220 °F y por efecto de cambio de temperaturas se condensan, depositándose agua proveniente del vapor y gasolina natural separada del aceite.

Imagen N°8

Torres de absorción y destilación de planta de gasolina



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

La cima es enfriada por un reflujo de gasolina ya procesada que se inyecta a través de una bomba centrífuga instalada en la salida del tanque de reflujo V-220.

Estos condensados pasan a otro recipiente que lo denominamos deshidratador V-200 encargado de separar el agua de la gasolina, el agua es drenada por la parte inferior del deshidratador y la gasolina regresa a la cima de la torre para ayudar a seguir condensando los gases que suben de la destilación del aceite.

Los líquidos y vapores que se encuentran en la cima de la torre de destilación salen por una tubería de 6" a terminar de condensarse en

el aero-enfriador E-220 que es un dispositivo compuesto de un panel de tubos aleteados de aleación de acero al carbón con aletas de aluminio por cuyo interior pasa el producto de la cima y dos ventiladores con aspas de aluminio que impulsan aire por el exterior de los tubos, ocasionando el enfriamiento.

Imagen N°9

Aero-enfriadores de aceite, gas y gasolina de planta de gasolina



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

2.8.4 PROCESO DE REFLUJO Y PRODUCTO FINAL

El líquido resultante del proceso de condensado en el aero-enfriador es llevado por tubería al separador trifásico V-220 o conocido también como tanque de reflujo donde se independizan los fluidos como resultado de sus diferentes densidades siendo más pesado el agua se

drena por la bota inferior del separador, la gasolina sale por la parte intermedia y el gas por la parte superior.

El agua se transfiere a la piscina de drenaje, la gasolina una parte es enviada a la cima de la torre de destilación V-190 para enfriar y el resto al tanque de producto V-240 donde decantará una pequeña porción de agua que no se logró separar en los procesos anteriores y el gas se envía al compresor de producto K-290 para elevar la presión, se enfría en el aero-enfriador E-230 logrando más condensados y se une con las gasolinas que salen de la parte media del V-220 transfiriéndose finalmente al V-240.

Este tanque sirve también para contabilizar la producción de gasolina natural que se va produciendo en el proceso, refiriéndose a las tablas de medición de niveles.

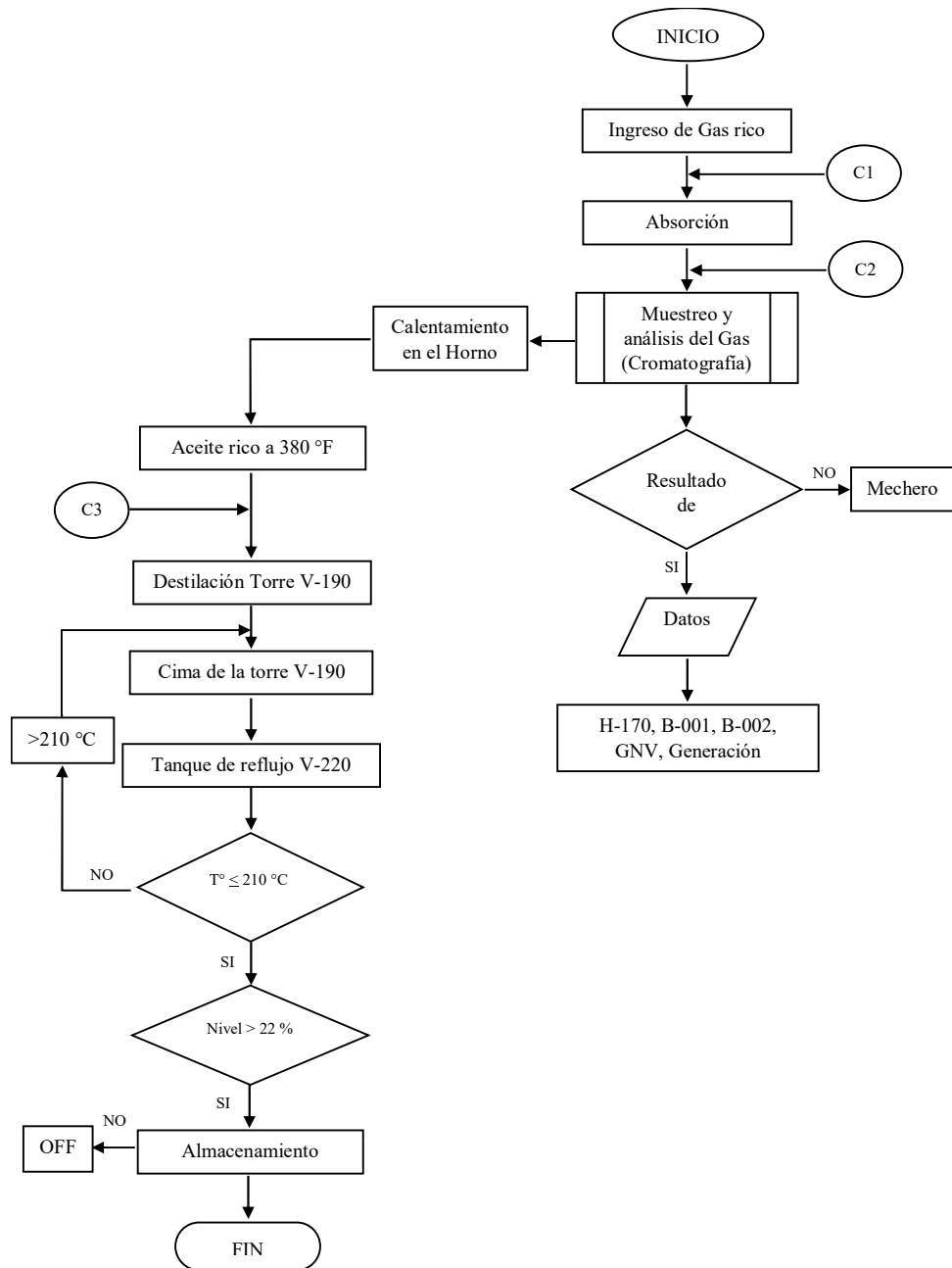
2.9 DIAGRAMA DE PROCESO DE EXTRACCIÓN DE GASOLINA NATURAL

A continuación, se describe el diagrama de proceso de la planta de extracción de gasolina natural mostrado en la siguiente página de una forma compacta y sencilla.

El proceso inicia por el ingreso de gas de las plantas compresoras que es medido y registrado por un transmisor de caudal que se encuentra en la entrada de la torre de absorción. El gas pobre que sale de la torre es analizado con cromatografías para validar su utilización en el horno, caldero, generación y planta de gas natural vehicular (GNV). Sino pasa la muestra es direccionada al mechero a quemarse.

El aceite rico resultante de la absorción se precalienta en los intercambiadores y calienta en el horno elevando su temperatura a 380 °F ingresa a la torre de destilación, los gases livianos se separan y con ayuda del vapor de agua se transporta a la cima que debe estar a una temperatura de 210 °F la cual es enfriada y controlada por una parte del producto del tanque de reflujo V-220 donde debe mantener un nivel mayor al 22%, sigue a almacenarse al tanque de producto V-240 para reposo y conteo.

Figura N°2
Diagrama de proceso de Planta de gasolina



C1: Medición de caudal de gas C2: Aceite absorbedor del V-110 C3: Vapor del B-001 (600 lb/h)

Fuente: Base de datos del sistema SCADA de planta de gasolina

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Donde:

C1 representa la medición de gas que se realiza a la entrada de la torre de absorción.

C2 representa la entrada de aceite absorbedor al sistema desde el tanque V-150.

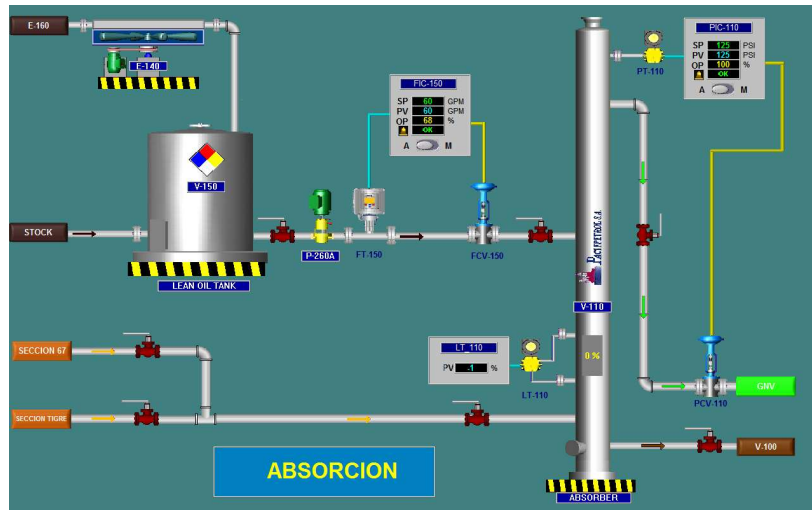
C3 representa el vapor que ingresa de los calderos al sistema con un caudal de 600 lb/h.

A continuación, se presentan las figuras de cada uno de los procesos que se proyectan en el monitor del sistema SCADA donde el operador revisa y controla parámetros, datos y medidas de los equipos con sus diferentes variables afinando para que la producción concuerde con el estimado diario.

Este sistema sirve de mucho al personal operativo, pero no es determinante al momento de confiar la calidad del producto final, el operador también se asegura monitoreando y comprobando periódicamente los instrumentos que receptan los datos en cada punto que se está midiendo.

Figura N°3

Parámetros y niveles del proceso de absorción

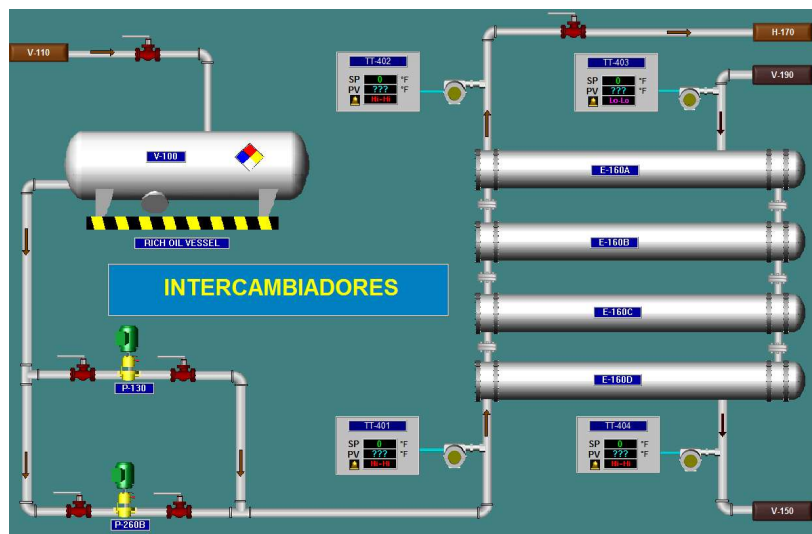


Fuente: Pantalla del sistema SCADA de planta de gasolina

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Figura N°4

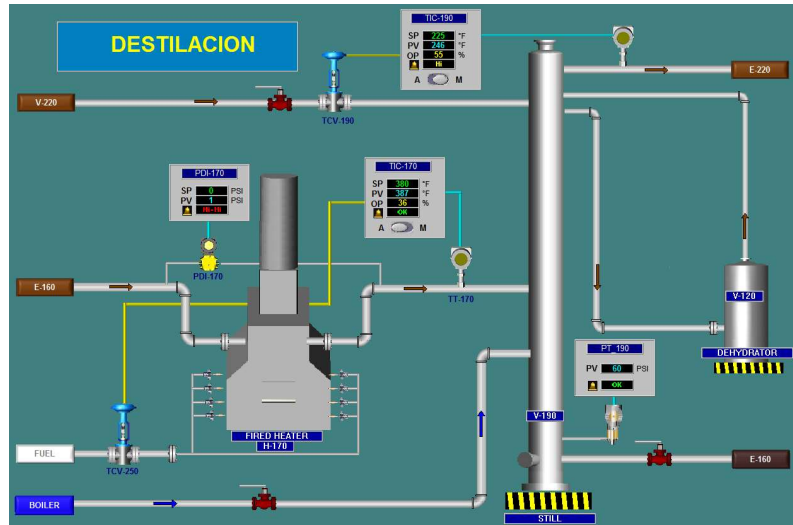
Parámetros y niveles del proceso de Intercambiadores de calor



Fuente: Pantalla del sistema SCADA de planta de gasolina

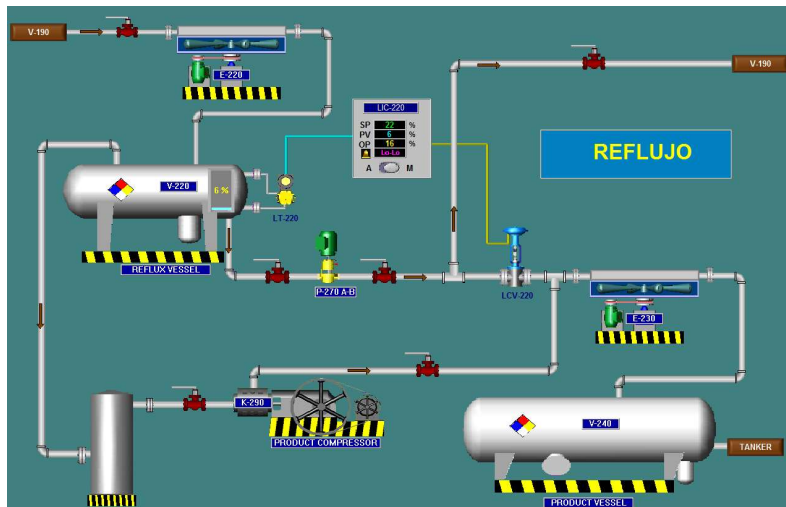
Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Figura N°5
Parámetros y niveles del proceso de Destilación



Fuente: Pantalla del sistema SCADA de planta de gasolina
Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Figura N°6
Parámetros y niveles del proceso de Reflujo



Fuente: Pantalla del sistema SCADA de planta de gasolina
Elaboración: Wilmer Villao Suárez

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN Y DESHIDRATACIÓN DE GASOLINA NATURAL

3.1 DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO DEL ACEITE ABSORBEDOR EN LOS PROCESOS

El recorrido del aceite absorbedor en el proceso de planta de gasolina debe estar meticulosamente monitoreado por los instrumentos de control y seguridad desde el comienzo hasta el final, una desviación o alteración puede ocasionar pérdidas de producción o desperdicios en el sistema.

Imagen N°10

Tanque V-150 y bomba P-250 de aceite pobre



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

El paso del absorbedor en todo el proceso es un circuito cerrado, es decir, que comienza y termina en el recipiente V-150 que es un tanque vertical de 300 barriles a presión y temperatura atmosférica donde se almacena el aceite pobre, este almacenamiento continúa por la bomba P-250 donde eleva presión a 250 psi para vencer las resistencias de la tubería, accesorios, presión y altura de la torre de absorción, el paso de este aceite es cuantificado por un medidor de caudal para controlar el ingreso y poder garantizar el 75% de la eficiencia de la torre ya que es proporcional el ingreso de aceite con el ingreso de gas, es decir, que a cierta cantidad de gas debe ingresar cierta cantidad de aceite. La proporción promedio para este tipo de torres absorbedoras es de 1 galón por minuto por cada 10 mil pies cúbicos diarios (MSCFD), como tenemos de ingreso promedio 700 MSCFD el caudal de aceite está seteado en 70 GPM.

La torre se encuentra a 125 psi de presión de gas, al aceite ingresa por la parte superior y hace su recorrido de captación hasta la parte inferior, en el interior recupera el 75% de los hidrocarburos pesados del gas pasando de aceite pobre cuando ingresa a aceite rico en la salida listo para el proceso. Cuando sale de la torre y por diferencias de presiones se transporta hasta el tanque V-100 que es un recipiente tipo salchicha de 100 Bls que se encuentra a 55 psi, se denomina a este recipiente como tanque de aceite rico.

Imagen N°11
Tanque V-100 de aceite rico



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón
Elaboración: Wilmer Villao Suárez

El aceite es transferido al proceso mediante una bomba centrífuga multietapas P-130 que eleva presión a 130 psi cuyo caudal es administrado por la válvula de control de nivel LCV-100, para así ingresar al sistema de intercambio de calor donde inicia con una temperatura de 85 °F y sale del cuarto módulo a 220 °F aproximadamente.

Imagen N°12
Válvula de control de caudal de flujo de aceite rico



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón
Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Con esta temperatura se transporta hasta la entrada del horno H-170 donde por convección intercambia calor dentro de las tuberías de acero al carbón de 5" que están en el hogar del equipo aumentando la temperatura hasta 380 o 390 °F según el requerimiento del proceso, este aumento o disminución de la temperatura se controla a través del paso de caudal de gas combustible a inflamarse en los quemadores dentro del horno con una válvula de control de flujo de gas FCV-170 que es piloteada por el sistema SCADA del cuarto de control.

Imagen N°13

Horno H-170 eleva la temperatura del aceite rico



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Al salir hirviendo del horno y con una presión de 80 psi ingresa a la torre de destilación por la parte media habiendo pasado antes por los

filtros de coque para que no ingresen partes sólidas junto con el aceite a las bandejas de fraccionamiento.

En el interior de la torre se produce el destilado de la gasolina con ayuda del vapor producido en el caldero B-001 o B-002, ingresa por la parte inferior y el aceite que está a 380 °F separa fácilmente los hidrocarburos livianos del aceite, es decir, las gasolinas por diferencia de densidades los gases se elevan hasta la cima y el aceite cae hasta la base de la torre volviendo a convertirse en pobre.

Imagen N°14

Intercambiadores de calor de aceite



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Como este aceite se encuentra a una temperatura demasiado alta regresa a los intercambiadores de calor para transferir su calor al aceite que recién ingresa al proceso que se encuentra frío, entra a estos equipos con una temperatura de 370°F pasa por el lado carcaza

de los cuatro módulos y sale a 150 °F, luego ingresa al aero-enfriador E-140 para bajar más la temperatura a tal punto de tratar de llegar a la temperatura ambiente, siendo su destino final el V-150 volviendo de esta manera a empezar el circuito.

Todo este recorrido es monitoreado por los transmisores de presión y temperatura, siendo visualizado y controlado en las pantallas del sistema SCADA por los operadores de planta.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS EN EL PROCESO

Como se describió anteriormente el aceite ingresa a los equipos, se somete a cambios de temperatura y presión, además está en contacto con el gas natural y vapor de agua, produciendo suciedad y emulsión que se va decantando en diferentes puntos del proceso ocasionando los diferentes problemas que a continuación se describen:

- Las tuberías presentan obstrucciones en los accesorios (codos, tees, válvulas, etc.), pueden sufrir taponamientos bruscos.
- En el interior de los tubos del horno H-170 por la alta temperatura que maneja, la emulsión se solidifica produciendo el coque en grandes cantidades, al pasar por los filtros de entrada a la torre de destilación se producen taponamientos.
- En los intercambiadores de calor se produce el mismo efecto, tanto por el lado tubular como por el lado carcasa. Los tubos que conforman cada módulo son de 0.75 pulgada de diámetro y

son afectados fácilmente, al presentarse estos problemas reduce el rendimiento de transferencia de calor y se hacen menos eficientes.

- En los recipientes de almacenamiento, como los separadores y tanques, estos residuos se asientan en la base ocasionando problemas a las bombas de impulsión ya que la toma de succión está instalada por la parte inferior de estos, sufriendo daños en los impellers, sellos mecánicos, rotores, hasta en la misma carcasa ya que esta emulsión tiene partes solidas disueltas.
- Todos los anteriores problemas comprometen la operación obligando al operador a realizar las purgas necesarias, reduciendo los niveles de aceite en los recipientes y por ende agregar absorbedor nuevo al sistema, encareciendo el costo de la producción por el alto consumo de esta materia prima.

Imagen N°15

Puntos de drenajes en los intercambiadores de calor de aceite



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En resumen, la operación debe estar pendiente de la acumulación de los residuos en todo el sistema y también del consumo de aceite nuevo tratando de minimizarlo para no encarecer los costos y hacer de esta actividad un negocio rentable.

3.3 DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS

Para dar una valoración más real y precisa de lo que se quiere mostrar en este estudio se realiza una actividad de muestreo con los operadores de planta de gasolina, previa consulta con los mismos. Tomando una muestra de 10 días desde el momento que se dosifica 1000 galones de aceite nuevo al sistema se cuantifica la cantidad de veces que se realizan las purgas en los equipos y el volumen que fue desechado a la piscina, obteniendo como resultado que el desperdicio promedio es el 78% (780 galones) de aceite ingresado en planta de gasolina, sin considerar el drenaje que se realiza en la planta absorbidora Santa Paula.

En la tabla N° 2 se describe la cuantificación del ingreso de aceite nuevo y el volumen que se drena a diario según el equipo a purgar.

Tabla N°2
Ingreso y drenaje de aceite absorbedor de los diferentes equipos de planta

Ítem	Fecha	Ingreso de aceite nuevo	Equipo donde se realiza el drenaje					Volumen de aceite medido en piscina
			V-150	V-100	Intercambiadores	torre destilación	torre absorción	
1	10/10/2016	1000 Glns						0 Glns
2	11/10/2016		X	X	X			106 Glns
3	12/10/2016			X	X		X	74 Glns
4	13/10/2016			X		X		48 Glns
5	14/10/2016		X	X	X			114 Glns
6	15/10/2016			X			X	51 Glns
7	16/10/2016			X	X			66 Glns
8	17/10/2016			X		X		69 Glns
9	18/10/2016			X				52 Glns
10	19/10/2016		X	X	X		X	127 Glns
11	20/10/2016			X			X	73 Glns
								780 Glns

Fuente: Bitácora electrónica del operador de planta de gasolina

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

A decir de los operadores esto es en el mejor de los casos porque existen ocasiones que tienen que dosificar 1500 a 2000 galones cada 10 días, pero para la realización de este informe tomaremos los datos anteriores ya que fue el registro con la que se realizó la muestra.

El ejercicio fue realizado con ayuda de los operadores de planta quienes tomaron el dato de ingreso de los 1000 Glns y realizaban las

medidas diarias después de terminar el turno del día en la piscina de drenajes, anotando el punto y equipo donde fue realizado el drenaje.

Después de observar este cuadro queda en evidencia que los drenajes no se realizan a diario en el mismo equipo, no porque no se quiera hacer, sino, para no ingresar más aceite nuevo al sistema y encarecer la producción.

La medida que se considera como aceite tomada en la piscina de drenajes incluye aceite lodo y emulsión porque no se puede diferenciar por cada componente, no así el agua que viene de otros recipientes y también caen en esta piscina, el volumen se cuantifica con las medidas internas de largo por ancho y la altura que va tomando día a día.

El residuo almacenado es considerado como desecho ya que no puede volver a ser utilizado en el proceso porque se convirtió en una mezcla de lodo y emulsión lo cual sería perjudicial para los equipos.

El dictamen sugerido es que el 78% del aceite ingresado se rechaza después de cierto tiempo, si tomamos esta referencia y la aplicamos a la inversión anual por compra de este hidrocarburo tenemos que de los 36000 galones anuales promedio comprados ($36000 \times \$3,47 = \124.920) se rechaza ($36000 \times \$ 3.47 \times 0.78$) = \$ 97.437,60 que es una cifra poco despreciable si se pudiera disminuirla.

Claro está que este aceite ya rindió su producción y se justificó su compra, pero sí de esta cantidad de aceite desechado se pudiera

aprovechar un porcentaje que disminuya la compra anual los costos de producción también amenoran y en consecuencia la productividad sería más eficiente.

También es válido aclarar que el porcentaje obtenido de desecho (78%) es de la cantidad que se suministra periódicamente para mantener niveles de operación ya que la cantidad base se ingresa después de cada mantenimiento anual, que son aproximadamente unos 20000 galones.

3.4 CONSECUENCIAS DE LA PROBLEMÁTICA

Para analizar el resultado de los problemas que implica el elevado consumo de aceite absorbedor en el proceso de extracción de planta de gasolina expondremos el impacto que representa en los costos de la producción real.

Desde que Pacifpetrol asumió la dirección de las operaciones directamente con el Estado el precio del barril de la gasolina natural en el contrato tenía un valor que superaba en tres veces más al precio del barril de petróleo, haciendo pasar a segundo plano la consideración de los costos de producción, pero con la suscripción del nuevo contrato a finales del 2015 el precio del barril de gasolina es igual al del petróleo, más aún, se vio afectado por la caída del precio a nivel mundial, esto

hace que el análisis de los costos de producción de gasolina natural sea la prioridad más alta.

La Planta de gasolina natural en los últimos años mantiene una producción promedio de 70 BIs/día entregados y fiscalizados en refinería La Libertad, con un precio promedio del barril de \$32 (descontado el impuesto de soberanía), si a esto le descontamos los 20 días que se paraliza la operación por mantenimiento anual de la planta y plantas compresoras tenemos un rubro bruto de $(70 \times 345 \times \$32)$ \$772.800 de ingresos.

Debido a políticas de la empresa no se puede revelar las cantidades exactas de los ingresos mas gastos por la producción y entrega de planta de gasolina, pero sí podemos ver que el costo del aceite absorbedor (\$124.920) que se compra anualmente para dosificar y mantener niveles dentro de los costos de producción representa un porcentaje considerable (16%) con relación a los ingresos por la entrega de gasolina natural y si nos ponemos a analizar que el aceite desechado (\$ 97.437,60) representa el 12% del ingreso bruto, se plantea la pregunta ¿Existe la posibilidad de disminuir el porcentaje de costo por el alto consumo de aceite absorbedor?.

La respuesta puede y va a ser analizada en el siguiente capítulo de este estudio, el cual, si es afirmativa la hipótesis ayudará en gran medida a la eficiencia de la producción de gasolina natural.

3.5 CONDICIONES DE LA INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES ACTUALES

La instalación operativa que hasta el momento presta servicios a la producción de gasolina data de los años sesenta o setenta, la cual se la puede considerar como vetusta, aunque ha sido mantenida y en ocasiones cambiadas por daños.

Las condiciones para una captación del aceite residual no son las óptimas ya que toda la planta consta de una red de drenajes común, es decir, que todos los líquidos son mezclados en una misma línea y por ende en la misma piscina.

Imagen N°16

Piscina de drenajes de la planta de gasolina



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En la producción de gasolina natural se utiliza el aceite absorbedor, agua para producir vapor, químicos para evitar las incrustaciones y oxidación interna de los tanques, separadores y tuberías, todos estos componentes en el proceso se van decantando junto a las impurezas y residuos del gas en los diferentes recipientes del proceso, lo cual se purgan a la piscina de drenajes.

La red actual no cuenta con un sistema de separación de aceite y aguas residuales lo que hace difícil el tratamiento rápido del absorbedor para una pronta reutilización, por otra parte, lo rescatable de la infraestructura es que cuenta con tres tanques de 100 Bls cada uno que se utilizan para ingresar aceite nuevo al sistema y podrían utilizarse en la implementación de un nuevo sistema.

Imagen N°17

Tubería de 4" por donde se drenan todos los líquidos de la planta



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

La piscina de drenajes no tiene un sistema de decantación, es decir, que si se quiere recuperar aceite por medio de la diferencia de densidades de los líquidos no podrá ser posible en esta, porque solamente es un cubeto con paredes de hormigón donde se depositan todos los líquidos desechados de la planta.

En conclusión, la instalación actual no brinda las facilidades necesarias para una separación y tratamiento del aceite absorbido desechado en miras de volver a utilizarlo.

3.6 RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN (ENCUESTA)

En miras de fortalecer la hipótesis de este estudio y asentar los criterios del personal relacionado con el proceso de producción de gasolina natural en la planta de gasolina se realiza una encuesta (ver formato encuesta en los anexos) tomando en consideración varios aspectos fundamentales que ayuden a encontrar y elegir el mejor sistema de recuperación de aceite absorbido los cuales indican la experiencia, el criterio y el grado de aceptación que tienen para dar una opinión sobre el tema.

La encuesta se realizó a personal administrativo, operativo y de apoyo relacionados con la producción de gasolina natural en la planta de gasolina de la empresa Asociación Pacifpetrol.

Tabla N°3
Población de la encuesta realizada al personal de planta de gasolina

POBLACIÓN	
Descripción	Número de personas
Personal administrativo	2
Personal operativo	10
Personal de apoyo	6
TOTAL	18

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

A continuación, se detalla el cuestionario y los datos recopilados en base a las respuestas de la encuesta realizada.

CUESTIONARIO

1. *¿En qué porcentaje conoce el proceso de producción de gasolina natural?*

a 25%

b 50%

c 75%

d 100%

2. ¿Qué tiempo tiene trabajando en el área inherente al proceso de planta de gasolina?

- a Menos de 1 año
- b De 1 a 5 años
- c De 5 a 10 años
- d Más de 10 años

Las preguntas 1 y 2 van dirigidas al grado de confiabilidad que tiene la encuesta, es decir, que los datos recopilados en esta tienen mucha credibilidad basadas en la experiencia de las personas encuestadas.

Tabla N°4

Resultados de las preguntas 1 y 2 de la encuesta

Pregunta	Ponderación				Total	Confiabilidad de las respuestas				Grado de confiabilidad de la encuesta
	1	2	3	4		a	b	c	d	
	Criterio									
	Número de respuestas									
	a	b	c	d		a	b	c	d	
1	0	1	12	5	18	0	2	36	20	58
2	0	5	8	5	18	0	10	24	20	54
										112

0 a 30	No aceptable
31 a 60	Medianamente aceptable
61 a 100	Aceptable
>100	Muy aceptable

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

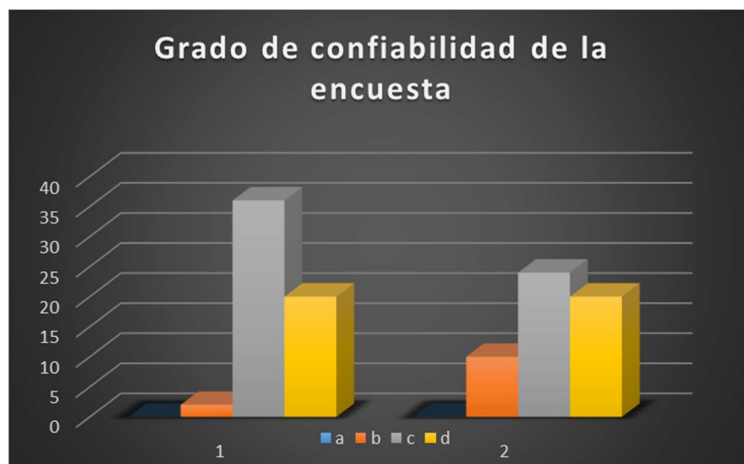
La confiabilidad de las respuestas son el resultado de la cantidad de respuestas de cada pregunta por la ponderación cuyo valor fue asignado según el grado de importancia, realizando una sumatoria tenemos como resultado que la encuesta es muy aceptable.

Es considerado la sumatoria de las dos preguntas porque apuntan a la experiencia que tienen en el área y por ende el criterio que tendrán con el resto del cuestionario, ya que, a mayor experiencia, mejor es el criterio y razonamiento con las siguientes preguntas.

En la Figura N°7 podemos diferenciar la cantidad de respuestas con mayor valor de ponderación, es decir que las respuestas positivas de “c” y “d” demuestran la capacidad para la toma de decisión.

Figura N°7

Gráfico de resultados de las preguntas 1 y 2 de la encuesta



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

3. ¿Conoce proceso semejante al de planta de gasolina de otro sitio del área petrolera?
- a No conoce
- b Conoce poco
- c Conoce a medias
- d Conoce mucho
4. ¿Conoce algún sistema de recuperación de aceite absorbedor usado?
- a No conoce
- b Conoce poco
- c Conoce a medias
- d Conoce mucho

Las preguntas 3 y 4 indican si el personal de planta de gasolina ha tenido alguna experiencia con plantas parecidas en otras empresas con el fin de buscar el aporte a este estudio y si no se da el caso, se presenta una oportunidad de mejora relacionado con el conocimiento de cosas nuevas en planta de gasolina.

Tabla N°5
Resultados de las preguntas 3 y 4 de la encuesta

Pregunta	Ponderación				Total	Peso ponderado de las respuestas				Total del peso de las respuestas
	1	2	3	4		a	b	c	d	
	Criterio									
	Número de respuestas									
a	b	c	d							
3	12	5	1	0	18	12	10	3	0	25
4	15	3	0	0	18	15	6	0	0	21
Promedio										23

0 a 30	No aceptable
31 a 60	Medianamente aceptable
61 a 100	Aceptable
>100	Muy aceptable

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

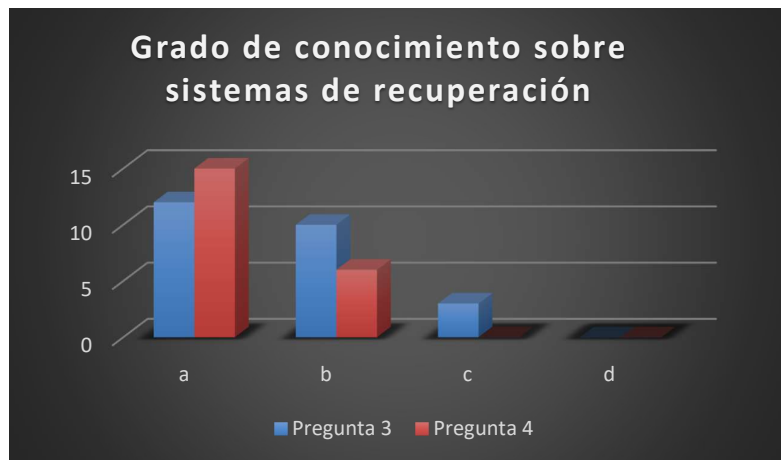
La ponderación se establece en base a la oportunidad de aplicar el conocimiento que haya adquirido alguna persona en otra empresa o estudio realizado en otra área relacionado con la producción de gasolina natural. Si tiene el conocimiento el puntaje va a ser 10 y si no lo tiene el puntaje va a ser 0.

El puntaje que refleja el resultado de estas dos preguntas es 10, evidenciando el poco conocimiento que tiene el personal con respecto a algún tipo de sistema o proceso de recuperación de aceite absorbedor visto en algún otro sitio en el área petrolera.

El puntaje que se observa en la figura N°8 parece positiva comparando entre las dos respuestas, pero los diez puntos que alcanza la respuesta "a" es muy bajo en relación a la expectativa que se tiene con respecto al conocimiento del personal sobre sistemas de recuperación de aceite absorbedor.

Figura N°8

Gráfico de resultados de las preguntas 3 y 4 de la encuesta



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

El puntaje ideal es 180 asumiendo que la población completa de esta encuesta conoce de algún sistema parecido como el que se quiere proponer, entonces, comparando 10 de 180 indica que la experiencia adquirida en otras empresas es nula.

Pero no todo es malo porque debido a este déficit las oportunidades de mejoras son muchas y es ahí donde encontramos una fortaleza del resultado de este estudio.

5. *De los siguientes métodos de separación de lodos residuales de petróleo, señale de cuál ha tenido referencias o conocido alguna vez (puede elegir varias respuestas)*

- a *Método químico: aplicación de agentes demulsificantes*
- b *Método de asentamiento: dejar reposar y esperar que se separe una sustancia*
- c *Método Térmico: aplicación de calor para permitir la separación de fases*
- d *Método gravitacional: uso de centrifugación aumentando la fuerza de la gravedad*
- e *Método eléctrico: Uso de campos eléctricos o electrostáticos*

6. *De los métodos anteriores ¿cuál cree Ud. que sea aplicable en la recuperación de aceite absorbedor desechado?*

- a *Método químico*
- b *Método de asentamiento*
- c *Método Térmico*
- d *Método gravitacional*
- e *Método eléctrico*

Las preguntas 5 y 6 procuran encaminar los conocimientos a métodos aplicados en la recuperación del petróleo, del lodo y aguas residuales

resultantes de los diferentes procesos en las refineras o solamente el hecho de conocer parte teórica de estos métodos ayuda en gran parte a la afirmación de la hipótesis perseguida.

Tabla N°6
Resultados de las preguntas 5 y 6 de la encuesta

Pregunta	Ponderación					Total	Confiabilidad de las respuestas					Grado de conocimiento y aceptación de un sistema de recuperación
	1	1	1	3	4		A	b	c	d	e	
	Criterio											
	Número de respuestas											
a	b	c	d	e								
5	10	5	6	2	1	24	10	5	6	6	4	31
6	0	0	2	10	6	18	0	0	2	30	24	56
							10	5	8	36	28	

0 a 20	No aceptable
21 a 50	Medianamente aceptable
51 a 80	Aceptable
81 a 100	Muy aceptable

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

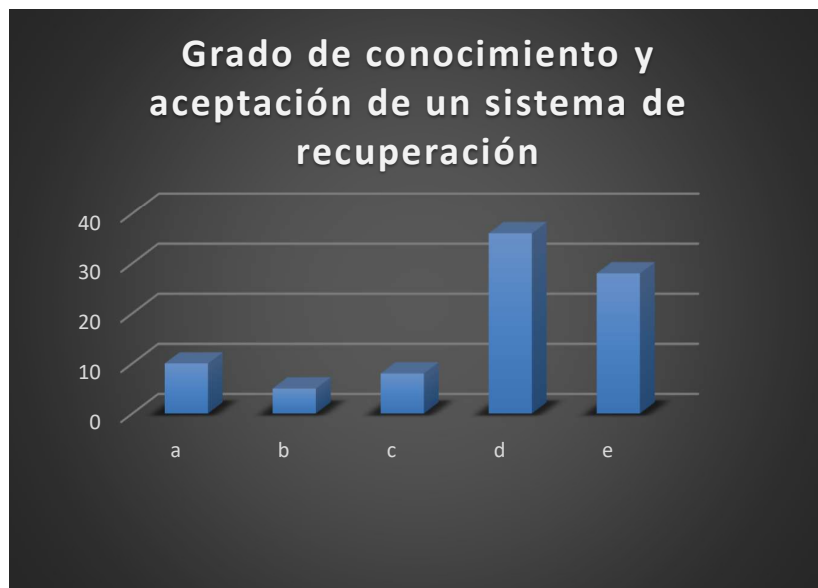
Las ponderaciones en las diferentes respuestas se justifican de las siguientes formas:

Las respuestas a, b y c de las pregunta N°5 y N°6 se les otorga el valor de 1 porque son métodos convencionales que provocan cambios en la estructura físico-química del resultado final, en este caso del aceite.

La respuesta “d” y “e” se les otorga valores superiores ya que no afectan la composición del aceite resultante, además de ser considerados como métodos limpios y seguros.

La figura N°9 indica que el método más aceptado por el personal encuestado es el Método gravitacional, que consiste en someter al lodo a un separador centrífugo, aunque el puntaje no es muy convincente para su consideración.

Figura N°9
Gráfico de resultados de las preguntas 5 y 6 de la encuesta



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

El bajo puntaje de estas preguntas se debe a que las referencias o conocimiento, sobre estos métodos es muy poca presentando otra oportunidad de mejora para el personal de planta de gasolina.

7. Sin tomar en cuenta los métodos anteriormente mencionados ¿conoce algún otro que se pueda aplicar a la recuperación de aceite y cuál sería?

- a No conoce ¿Cuál? _____
- b Conoce poco
- c Conoce a media
- d Conoce mucho

La pregunta 7 está dirigida a reforzar el conocimiento sobre algún otro método de recuperación que sea aplicable para alcanzar el objetivo de esta memoria.

Tabla N°7
Resultados de la pregunta 7 de la encuesta

Pregunta	Ponderación				Total	Peso ponderado de la respuesta				Total del peso de la respuesta
	1	2	3	4		a	b	c	d	
	Criterio									
	Número de respuestas									
7	14	4	0	0	18	14	8	0	0	22

0 a 30	No aceptable
31 a 60	Medianamente aceptable
61 a 100	Aceptable
>100	Muy aceptable

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

El resultado negativo de la pregunta N°7 no debe preocupar tanto a la búsqueda del objetivo porque significa que el camino a seguir está bien dirigido. Los métodos considerados en esta encuesta son los principales o más conocidos en el campo petrolero aportando en gran medida a la búsqueda del sistema idóneo de este cuestionario.

8. *Si dado el caso de poder aplicar un sistema de recuperación de aceite absorbedor rechazado ¿qué beneficio cree Ud. que se obtendría? (puede elegir varias respuestas)*

- a *Económico*
- b *Operativo*
- c *Ambiental*
- d *De seguridad*
- e *Ninguno*

La pregunta 8 quiere demostrar el grado de conciencia del personal encargado de la producción de planta de gasolina orientado a buscar el beneficio que llevaría la implementación de un sistema de recuperación de aceite absorbedor, este criterio afirmará el objetivo de esta tesis, poniendo a elegir y diferenciar a los encuestados la ganancia o pérdida que a buen criterio tuviere.

Tabla N°8
Resultados de la pregunta 8 de la encuesta

Pregunta	Ponderación					Total	Confiabilidad de las respuestas					Grado de aceptación de un sistema de recuperación
	5	5	5	5	-5		a	b	c	d	e	
	Criterio											
	Número de respuestas											
a	b	c	d	e	a	b	c	d	e			
8	8	4	6	2	1	21	4 0	2 0	3 0	1 0	-5	95

0 a 20	No aceptable
21 a 50	Medianamente aceptable
51 a 80	Aceptable
81 a 100	Muy aceptable

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

La sumatoria de las respuestas en la pregunta N°8 evidencian que el grado de aceptación a una posible implementación de un sistema que recupere aceite absorbedor de lo rechazado en la operación es bastante bueno, llegando a la calificación de muy aceptable tomando como ponderación el mismo puntaje para cada opción, a criterio personal tienen el mismo peso a excepción de la última respuesta que es todo lo contrario a cualquiera de las anteriores.

La Figura N°10 evidencia que las personas encuestadas creen que la implementación de un nuevo sistema le hará bien a la productividad de planta de gasolina tanto en la parte económica como ambiental y son las respuestas con más alto puntaje.

Figura N°10

Gráfico de resultados de la pregunta 8 de la encuesta



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Basado en estos resultados podemos establecer que la mayoría piensa que habrá beneficios y realizando una sumatoria de las respuestas positivas versus las negativas queda probado que existe una buena expectativa.

9 ¿Conoce la composición de la sustancia que se rechaza en el proceso de producción de gasolina natural?

- a No conoce
- b Conoce poco
- c Conoce a media
- d Conoce mucho

La pregunta N°9 señala el grado de conocimiento de las personas relacionadas con el proceso de planta de gasolina con respecto a la composición del producto rechazada.

Tabla N°9
Resultados de la pregunta 9 de la encuesta

Pregunta	Ponderación				Total	Peso ponderado de la respuesta				Grado de confiabilidad de la encuesta
	1	2	3	4		a	b	c	d	
	Criterio									
	Número de respuestas									
a	b	c	d	a	b	c	d			
9	16	2	0	0	18	16	4	0	0	20

0 a 30	No aceptable
31 a 60	Medianamente aceptable
61 a 100	Aceptable
>100	Muy aceptable

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En esta ocasión los resultados de las respuestas a esta pregunta no son alentadores obteniendo una puntuación muy baja, aunque esto merece un análisis adverso en el camino al objetivo lo tomaremos como una gran oportunidad de mejora en miras de llenar esos vacíos de conocimiento, pero, no representa puntos en contra ya que conocer la composición del lodo residual no es lo más relevante en este estudio sino la cantidad de aceite que se recuperará. Para esta pregunta no se presenta imagen de barras por la lógica razón que sus valores son muy adversos.

10. ¿Cree que se pueda separar, recuperar y reutilizar una cantidad de aceite de la sustancia rechazada en el proceso?
- a No puede separarse
- b Se puede separar, pero no reutilizar
- c Se puede separar y reutilizar

La pregunta N°10 indica el grado de expectativa que tiene el personal de planta de gasolina sobre la recuperación y reutilización de aceite a partir del producto rechazado en la producción de gasolina natural haciéndose eco de la introducción de esta encuesta.

En la tabla N°10 se pondera los valores de cada una de las respuestas, produciendo un grado de aceptación aceptable por parte del personal de planta de gasolina.

Tabla N°10
Resultados de la pregunta 10 de la encuesta

Pregunta	Ponderación			Total	Confiabilidad de las respuestas			Grado de aceptación de la encuesta
	1	2	4					
	Criterio							
	Número de respuestas							
	a	b	c		a	b	c	
10	0	3	15	18	0	6	60	66

0 a 30	No aceptable
31 a 60	Medianamente aceptable
61 a 100	Aceptable
>100	Muy aceptable

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

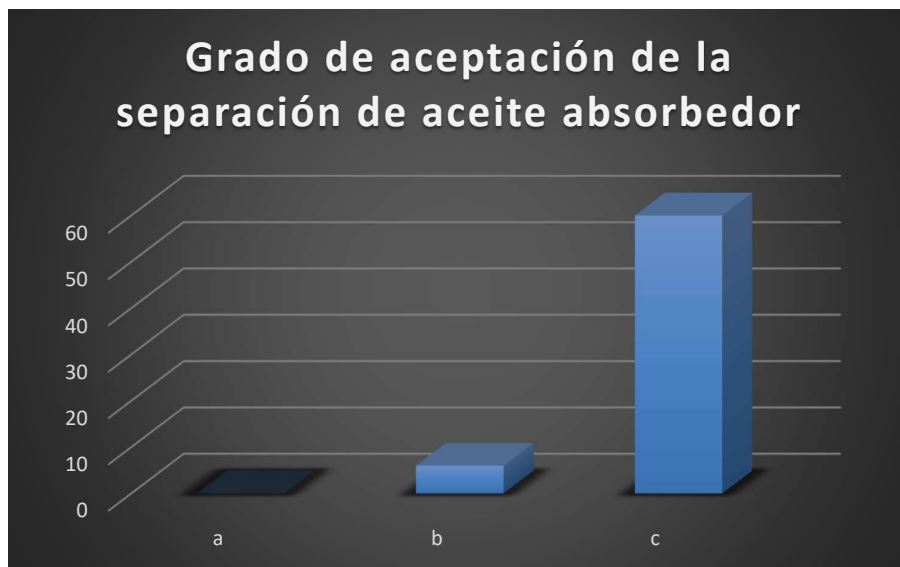
Elaboración: Wilmer Villao Suárez

La puntuación resultante refleja la opinión, el grado de aceptación de esta tesis y es decisivo en el criterio con respecto a la recuperación de aceite, en esta ocasión la sumatoria sugiere que la población está convencida que de la sustancia rechazada en el proceso de producción de gasolina natural se puede recuperar el aceite absorbedor.

La Figura N°11 demuestra el grado de aceptación al cuestionamiento si de la sustancia rechazada se puede separar y reutilizar aceite absorbedor, obteniendo un seguro sí se puede.

Figura N°11

Gráfico de resultados de la pregunta 10 de la encuesta



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ACEITE ABSORBEDOR

4.1 FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR

La implementación de un sistema que permita optimizar los costos de producción de gasolina natural merece un profundo análisis en miras de encontrar el más idóneo, en este caso, la recuperación del aceite absorbedor desechado debe realizarse aprovechando los recursos propios y los existentes en el mercado industrial que sean eficientes y óptimos sin dejar de cumplir las normativas de seguridad y salud ocupacional como tampoco las directrices ambientales vigentes para el campo petrolero.

4.1.1 REFERENCIAS DE COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Buscando saber a ciencia cierta qué es lo que se lograría recuperar y reutilizar en la producción de gasolina natural debemos conocer las características físico-químicas del aceite nuevo utilizado en el proceso de absorción, propiedades que hacen cumplir eficientemente el desarrollo dentro de la torre absorbedora.

El conocimiento de estas propiedades deberían ser el patrón de comparación a los que se intentará llegar con las pruebas y ensayos realizados al desecho de la producción de planta de gasolina, sino se da el caso de obtener características físicas similares se mencionará las consecuencias de la reutilización de un aceite diferente al nuevo y su impacto de aprovechamiento en la producción.

La tabla N° 11 describe las propiedades físicas del aceite absorbedor que se compra a la refinería La Libertad por parte de Pacifpetrol este fue obtenido de la ficha técnica del aceite que se entrega a la planta de gasolina.

Tabla N°11
Propiedades del aceite absorbedor

Propiedades físicas del aceite	
Descripción	Valor
Gravedad específica	0,84
°API	36,95
Peso molecular	120,32
Viscosidad (cSt)	2,7
Porcentaje de Azufre	0,33%

Fuente: Hoja técnica del aceite absorbedor de refinería La libertad

La obtención de los datos de estas propiedades vienen incluidos en el proceso de fraccionamiento cuando se está produciendo el aceite absorbedor en refinería La Libertad, monitoreadas y controladas por un sistema electrónico llamado SCADA (Supervisory Control And Data

Acquisition), y además verificadas por las pruebas de calidad de laboratorio de dicha empresa, por el contrario, en la planta de gasolina de Ancón para demostrar que el producto resultante de este estudio se asemeja a las propiedades físicas del aceite nuevo no existen muchas opciones, ya que no se cuenta con equipos o instrumentos que puedan medir la gravedad específica, viscosidad o porcentaje de azufre, lo cual hubiese sido ideal adquirir las propiedades del aceite rechazado después de pasar por un sistema de recuperación y comparar con el aceite nuevo, deduciendo de inmediato si sirve o no para la reutilización en la producción, pero lastimosamente no es así.

Sim embargo no todo es malo, existen procesos físicos que se pueden aplicar a la obtención de resultados de este estudio, así tenemos que para medir la calidad de la gasolina que se entrega a la refinería se realiza un proceso de destilado a una muestra de 100 ml, lo mismo se aplica al aceite nuevo que ingresa al tanque de almacenamiento por cada compra que se realiza en el año cumpliendo un patrón casi similar en todas las destilaciones, es decir, que si le realizamos un ensayo de destilado al aceite resultante del proceso de recuperación debe seguir o tener alteraciones mínimas al patrón antes mencionado.

El proceso de destilado del aceite absorbedor consiste en calentar la muestra en un balón con salida de fraccionamiento a tal punto que comience a evaporarse, luego el vapor de aceite resultante por el calentamiento sale del balón, pasa por un ducto que baja la

temperatura para condensar y se deposita en otro recipiente en estado líquido.

A medida que avanza el proceso se van tomando los datos de temperaturas y cantidad de volumen que se depositan en el recipiente de recolección. El primer dato de temperatura que se toma es cuando cae la primera gota de aceite después de haber pasado por el condensador que lo llamamos punto inicial, luego cuando la cantidad de líquido llega a 5 ml y de ahí en adelante de 10 en 10 ml hasta llegar al 90 ml, la parte última se la realiza en los 95 ml y el punto final cuando ya no existe líquido en el balón porque en todas las muestras no llega a recuperar los 100 ml. En cada punto de estos mencionados se toma el dato de temperatura a la que va subiendo paulatinamente.

Imagen N°18

Equipo destilador utilizado para gasolina y aceite



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

La tabla N°12 muestra los resultados del destilado que se realiza al aceite absorbedor que se compró a la refinería La Libertad y la que servirá de patrón para comparar el producto resultante de la recuperación al implementar el sistema de este estudio, el cual se puede realizar en el laboratorio de planta de gasolina.

Tabla N°12

Resultado de destilación del aceite absorbedor nuevo

Curva de destilación del aceite absorbedor		
% Volumétrico	Temperatura °C	Temperatura °F
PI	227	440,6
5	244	471,2
10	250	482
20	256	492,8
30	259	498,2
40	262	503,6
50	265	509
60	268	514,4
70	271	519,8
80	275	527
90	281	537,8
95	286	546,8
PF	295	563

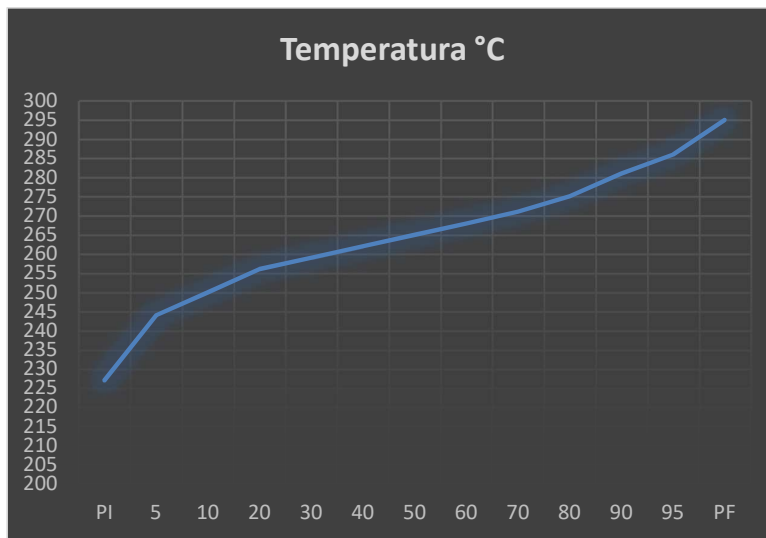
Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En esta tabla se evidencia las altas temperaturas que se aplican para que el aceite pueda evaporarse y pasar a condensarse en el destilado, tanto es así que el punto inicial (PI) debe alcanzar una temperatura de 227 °C para hervir, luego pasar a enfriarse, condensarse y caer la primera gota de líquido en el contador volumétrico.

En la Figura N°12 se observa el comportamiento de la curva de temperatura en grados centígrados que va alcanzando según el porcentaje de depósito en el recipiente de recolección del proceso de destilación del aceite.

Figura N°12
Curva de destilación del aceite absorbedor nuevo



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En conclusión, para demostrar que el aceite resultante de este estudio no pierde propiedades en comparación con el aceite nuevo se utilizará el proceso de destilación con el equipo que se encuentra en el laboratorio de planta de gasolina cuyos parámetros se encuentran establecidos y se tomarán como patrón para su verificación.

4.1.2 ANÁLISIS DEL RESIDUO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE GASOLINA NATURAL

Iniciamos el estudio enfocándonos en la composición o forma del desecho que se genera en la producción de gasolina natural por recomendación de los operadores más antiguos y basados a su experiencia indican que es de tipo emulsificado, que si se desea separar debe aplicársele un demulsificante (sustancia para romper emulsión) y dejarlo reaccionar.

Otra versión que se maneja es que el desecho es un lodo con óxido proveniente del interior de las tuberías arrastrado por el gas y mezclado con el aceite haciéndolo degradar, es decir, que tienen la percepción que no sirve para reutilizarlo en el proceso.

De una u otra manera el desecho debe ser sometido a análisis para determinar su composición y así encontrar el mejor método de separación y recuperación. No obstante, en la planta de gasolina no se cuenta con los implementos necesarios para hacer un análisis de laboratorio físico-químico profundo y saber su composición exacta, así que se analiza con métodos convencionales.

Comenzamos por su apariencia, a primera vista no da la impresión de ser una emulsión ya que se evidencia partes líquidas, sólidas y pastosas que están juntas, pero no se combinan, aunque si observamos detenidamente la parte pastosa se la podría considerar

como una emulsión, y si la llevamos a relación del concepto de este enunciado, una emulsión es un compuesto de dos fases líquidas inmiscibles donde una se dispersa a través de la otra en forma de gotas muy pequeñas y es de apariencia pastosa.

Por otro lado, al palpar la sustancia se detectan partes sólidas pequeñas que se disuelven al apretar y escurrirlas, dando a entender que se pueden disolver si las agitamos vigorosamente o batimos con alguna maquinaria. Como se muestra en la imagen N° 23 el desecho tiene una contextura consistente tipo lodo.

Imagen N° 19

Contextura del desecho tipo lodo con pequeñas partes sólidas



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Considerando todos estos aspectos asumimos que los componentes de la mezcla tienen propiedades distintas, entre las cuales están la

densidad y viscosidad que varían dependiendo de los cambios a las que sean sometidas, sean estas temperatura, presión o volumen.

Para comprobar esto, por iniciativa de los operadores y del jefe de planta de gasolina se realizan unas pruebas muy simples a la sustancia en estudio:

PRUEBA N°1

Primero se recoge en un recipiente de 1 litro suficiente cantidad de la sustancia para llenar este volumen y se deja reposar por el lapso de 20 días esperando que surja el efecto de separación por diferencia de densidades y se vayan ubicando desde el más pesado hasta el más liviano de los componentes de abajo hacia arriba respectivamente. Con esta prueba se desea obtener cuantos componentes conforman la sustancia al provocar el asentamiento hasta el fondo del mas denso y determinar si el tiempo es el adecuado para la separación.

PRUEBA N°2

En otro recipiente recogemos la misma cantidad de la sustancia (1 litro) y aplicamos calor procurando que no lleguen al punto de ebullición, esto es para no perder el volumen, siendo controlado el incremento de temperatura con un termómetro con escala en grados Celsius, con esta prueba se desea constatar que aumenta el movimiento molecular, la viscosidad del aceite va a disminuir, las gotas muy pequeñas de agua se expanden provocando la ruptura de una

emulsión (si la hubiera), aparte los sólidos disueltos se juntan y por su peso molecular mayor se precipitan al fondo, al menos en teoría, eso debería pasar.

PRUEBAN°3

Un tercer examen se realiza a la misma cantidad de sustancia agregándole demulsificante en parte proporcional a las cantidades que se dosifica a los tanques de crudo en la estación casa bomba, esto es, 1 galón de demulsificante por cada 1000 galones de petróleo, acá sería la parte proporcional 1 cm^3 por cada litro de sustancia. Con esta prueba se espera confirmar la separación de dos líquidos inmiscibles que estuvieron emulsificados por efectos de transformación dentro del proceso y las cantidades en que se encuentran repartidas. Todo este proceso se lo realiza por el lapso de 10 días que es el tiempo estimado de reacción del químico.

Las pruebas están relacionadas con los procesos físico-químicos de decantación por diferencia de densidades, cambio en la viscosidad y densidad aplicando calor y separación de emulsión por reacción química.

Cabe recalcar que todos estos experimentos se realizan para establecer si la sustancia que se encuentra como desecho en la piscina de drenajes contiene suficiente cantidad de aceite para

recuperar y volver a utilizarlo en el proceso de extracción, siendo de menor relevancia las cantidades de los otros componentes.

RESULTADO DE LAS PRUEBAS

En la primera prueba después de los 20 días se verifica que los componentes de la sustancia se han separado por la diferencia de densidades, pero con poca definición provocando que no se vea exactamente las cantidades de cada uno y concluyendo que se necesita más tiempo para separarse.

Imagen N° 20

Separación por diferencia de densidades



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En la imagen N° 24 se evidencia un porcentaje importante de una materia oscura y aceitosa que se puede cuantificar como el 38% del total de la sustancia, asumiendo que se trata de aceite absorbedor podríamos considerarlo en los cálculos de cantidades de recuperación y por ende de disminución de costos en la producción.

En la segunda prueba se mide 1000 ml de la sustancia y se la somete a calor en el equipo de destilación, se aumenta paulatinamente la temperatura a la sustancia comenzando desde 23°C hasta 80°C para evitar que se evapore algún componente.

Imagen N° 21

Medida de 1 litro y puesto en recipiente metálico para calentar



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Se observa que desde los 48°C comienza a salir vapor en pocas cantidades asumiendo que es gasolina natural, significa que la parte

emulsionada o los grumos que se forman contienen partículas de gasolina natural condensadas.

Imagen N° 22

Recipiente de 1 litro se somete a calor



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En el recipiente de un litro se sigue aplicando calor procurando mantener la temperatura en 80°C, esto se logra ajustando la perilla para aumentar o disminuir calor en la resistencia de la destiladora, luego de 35 minutos aproximadamente se retira y se deja enfriar.

Como se observa en la imagen N° 27 la separación presenta más componentes, uno de aspecto aceitoso en la parte superior aproximadamente un 22% del total, en la parte media una sustancia opaca y turbia con la apariencia arcillosa que es menos densa que el agua y en el fondo con un porcentaje del 32 % tenemos agua residual.

Imagen N° 23

Aceite depositado en el recipiente de 1000 ml



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

La tercera prueba de separación se realiza aplicando demulsificante a la misma cantidad de desecho y se deja reaccionar.

Imagen N° 24

Se aplica demulsificante DEMO14529 a 1000 ml de sustancia



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Después de 10 días se revisa, teniendo como resultado la separación de dos componentes: uno de apariencia oscura y aceitosa en la parte superior aproximadamente un 40% de la cantidad total y otra turbia media blanquecina en la parte inferior.

Imagen N° 25

Resultado de la aplicación del demulsificante



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En el componente aceitoso se evidencia que todavía existen grumos pastosos no disueltos donde posiblemente existan partes sólidas muy pequeñas atrapadas por la densidad del componente.

es decir que el químico aplicado solo separa los líquidos que no son miscibles o necesita mayor cantidad para reaccionar totalmente, dando a entender que el consumo de este químico sería alto y no daría los resultados esperados.

La deducción de este análisis a la sustancia que referimos como desecho indica que por diferencia de densidades sometiendo a decantación necesita mucho tiempo para separarse y aun así no logra hacerlo completamente, al cambiarle la densidad y viscosidad aplicando calor su separación es más rápida pero tampoco define las cantidades exactas de cada componente y por último asumiendo que es una emulsión se aplica demulsificante, separa los líquidos pero en la parte aceitosa siguen grumos que no se separan.

A resumidas cuentas, considerando todas las pruebas se evidencia un porcentaje promedio del 33% de cantidad de aceite o sustancia parecida al aceite absorbedor que se podría separar aplicando presión, temperatura o reacción química, el cual se tomará en cuenta en un análisis de recuperación de aceite óptimo que se pueda reutilizar en el proceso y no se trata de una sustancia imposible de procesar para separar.

4.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR

Los fundamentos básicos para elegir el sistema de separación del desecho de la extracción de gasolina natural provienen del análisis anterior ya que se tiene indicios del comportamiento al aplicar diferentes variables de estado de la materia (presión, temperatura,

volumen, masa) siendo visible cambios significativos que contribuyen a la realización de este estudio.

Una de las variables aplicadas y que no se mencionó en ninguna de las pruebas, pero siempre estuvo presente, es la fuerza de la gravedad, y a criterio personal es la más importante de todas, porque viéndolo desde otra perspectiva en todas las pruebas hubo separación y solo a una gravedad los diferentes componentes se precipitaron formando capas según la densidad o peso molecular. Esta particularidad tomamos en cuenta al elegir el sistema adecuado, porque si encontramos un equipo que al aumentar la gravedad separe los componentes sin provocar emisiones contaminantes nos otorgaría la eficiencia que buscamos.

Otra de las características que debe tener el sistema es la separación trifásica, en las diferentes pruebas realizadas encontramos tres componentes (aceite, agua y sólido), los líquidos por diferencia de densidades y el sólido por el peso molecular, todos en diferentes proporciones. Cabe mencionar que si aplicamos algún producto químico a la sustancia no debe afectar la composición físico-química del aceite final para no perder la eficiencia requerida en el proceso de absorción.

Con la finalidad de seleccionar el sistema a implementar tenemos que definir cuál es la sustancia a la que hacemos mención, basado en estudios realizados en el área petrolera la consideraremos como **lodo**

residual donde existen diversas aplicaciones para recuperar el agua remanente y el petróleo suspendido en el lodo que si se lo separa aumenta la producción, algo similar a lo que estamos buscando.

Dentro de todas estas aplicaciones y que llamó mucho la atención por su versatilidad y eficiencia es el uso de un equipo centrífugo, ya que en visitas previas a diferentes estaciones de recolección de crudo en los campos de Sacha y Libertador del oriente ecuatoriano se pudo constatar su funcionamiento. Este equipo es utilizado para recuperar petróleo del lodo y agua residuales almacenado en las piscinas de drenajes.

En la utilización de un equipo centrífugo es necesario hacer una preparación previa a la sustancia a separar, la cual se describe a continuación:

1. Separación mediante piscina API,
2. Almacenamiento y precalentamiento de aceite y lodo
3. Mezclado de lo almacenado
4. Ingreso al decantador centrífugo trifásico
5. Disposición final del producto recuperado

Analizando estas actividades y revisando detenidamente lo que se tiene en la planta de gasolina podemos recomendar la implementación de un sistema parecido.

Para asegurar que el resultado de este estudio sea efectivo es necesario realizar una prueba de centrifugado de baja escala al residuo y constatar que la hipótesis es verdadera.

Como en la estación casa bomba se cuenta con un equipo de centrifugado para realizar las muestras de crudo podemos analizar la sustancia residual de planta de gasolina y analizar según el porcentaje de cada componente.

¿Qué porcentaje de aceite debe tener la sustancia para que el proyecto sea rentable?

A más de la cantidad de aceite que se logre recuperar debe verificarse la calidad del mismo porque no olvidemos que tiene que cumplir con las propiedades físico-químicas de absorción dentro de la torre y lograr la eficiencia esperada. La cantidad de aceite es un dato sumamente importante porque nos dará la pauta para contemplar si el proyecto es deseable y que tanto influye en los costos de producción, el tiempo de retorno de la inversión y su influencia en la operación.

Para responder la pregunta primero se debe realizar el estudio económico considerando todos los aspectos técnicos de la implementación, pero a groso modo podemos deducir que si recuperamos y reutilizamos el 30% de la sustancia (porcentaje promedio de las pruebas) a largo plazo ahorraríamos ese mismo porcentaje de lo que se invierte en la compra del aceite nuevo, es decir, unos $(36.000 \times \$ 3,47 \times 0,30) = \$ 37.476$ anuales, que es

comparable con reducir una compra $(10.000 \times \$ 3,47) = \$ 34.700,00$.

La veracidad de toda esta suposición será evaluada en el estudio económico.

Entonces como conclusión podemos enunciar que la prueba con la centrifugadora es para conocer cantidad de lo recuperado y con el destilado para conocer la calidad, determinando recién ahí si el proyecto es rentable o no, claro después de un análisis económico.

¿Qué es centrifugación?

Es el método por el cual se pueden separar sólidos de líquidos o líquidos de líquidos de diferentes densidades con la aplicación de una fuerza giratoria basado en la fuerza centrífuga que significa el vector de alejamiento del centro “huye del centro” de un cuerpo en rotación (*tomado del texto Métodos de centrifugación de Hilda Montero L.*), aplicando estos conceptos a nuestro estudio podemos pensar que los componentes del residuo de aceite se separarán por diferencia de densidades aplicando el aumento de la fuerza de gravedad.

En el interior de una centrifugadora la fuerza de la gravedad aumenta en grandes proporciones tomando en cuenta el tipo y las dimensiones del equipo. Se representa y se calcula como fuerza centrífuga relativa (F.C.R) cuya fórmula es:

$$FCR = 1,118 \cdot 10^{-5} \cdot r \cdot n^2$$

Donde $1,118 \cdot 10^{-5}$ es una constante, r es el radio del tambor o los discos con respecto al eje de rotación y n es número de revoluciones por minuto a la que gira.

Esto significa que, si utilizamos un equipo centrífugo como los apreciados en las plantas del oriente ecuatoriano, con dimensiones y datos similares a:

$$FCR = 1,118 \cdot 10^{-5} \bullet r \bullet n^2 \quad r = 16 \text{ cm} \quad \text{y} \quad n = 1600 \text{ rpm}$$

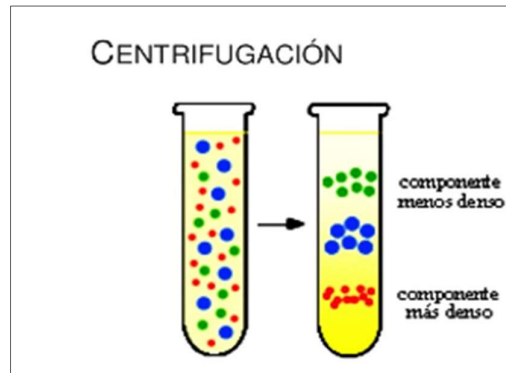
$$\text{Tendremos: } 1,118 \cdot 10^{-5} \bullet (16) \bullet (1600)^2 = 458 \text{ g}$$

Es decir, que la fuerza de gravedad aumenta 458 veces sobre las partículas en el interior de la máquina provocando una separación idónea en el requerimiento de este estudio. Los datos específicos del equipo serán entregados más adelante en el capítulo de la descripción, pero vale recalcarlos para tener una idea de la magnitud en la eficiencia de estos sistemas.

Como se muestra en la figura N° 13 las moléculas se separan después de una centrifugación según su densidad, las menos densas en la parte superior y las más densas se precipitan al fondo.

Figura N° 13

Sustancia, antes y después de una centrifugación



Fuente: Métodos de centrifugación de Hilda Montero

Entrando en materia de ensayos comenzamos con la prueba en la estación casa bomba, se recoge la cantidad de 1 litro del residuo rechazado, realizamos el centrifugado por partes porque los recipientes con los que se cuentan en el laboratorio son de 250 ml, se colocan las cuatro muestras en el equipo y sometemos al movimiento giratorio.

Imagen N° 26

Preparación de las muestras en la centrifugadora



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

El movimiento dentro de la centrifugadora se mantiene durante 20 minutos porque es una sustancia bastante espesa según recomienda el operador de turno, para las muestras de petróleo sólo se realizan con 10 minutos de duración.

Otra recomendación del laboratorista es presentar las muestras precalentadas porque tienen una mejor separación, la definición que presenta en cada componente es más determinada, esto se explica porque surge el efecto de la coalescencia “las moléculas se expanden rompiendo la tensión de las paredes, flotan en la sustancia y se juntan con las de su misma especie formando una gota grande y se precipita”, pero al no tener el medio para aumentar la temperatura en el laboratorio de casa bomba se las realizó a temperatura ambiente.

Los resultados en cada muestra son medidos en porcentajes y al final sacamos una relación o promedio, teniendo una base más cercana a la realidad del propósito de este estudio.

La imagen N°32 presenta los resultados en partes proporcionales de cada muestra de 250 ml, todos se realizaron al mismo tiempo y con el mismo procedimiento, en esta ocasión se observa la separación de cuatro componentes el primero un tipo de aceite en la parte superior, en el siguiente piso sedimento menos denso que el agua, después agua en mayor cantidad que el resto y en el fondo partículas sólidas que se diferencia por su forma y composición.

Imagen N°27

Resultado de cada muestra después del centrifugado



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Los resultados en cada recipiente quedan expresados en la tabla N°5, como aclaración cabe mencionar que la muestra N°4 presenta mayor cantidad de agua porque fue la última en vaciarse y es lo que estaba asentado al fondo, también se toma en cuenta los residuos como la sumatoria de lo que está en el segundo piso y el sedimento que se encuentra en el fondo por tener la misma disposición final, concluyendo la tabla en las siguientes proporciones:

Tabla N°13

Resultado de la centrifugación en cada muestra

MUESTRA N°	ACEITE %	AGUA %	RESIDUO %	TOTAL %
1	22	26	52	100
2	26	24	50	100
3	20	29	51	100
4	23	54	23	100

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Como se mencionó anteriormente el componente que más nos interesa es el aceite, la cantidad obtenida en esta prueba podrá definir la veracidad de la hipótesis presentada una vez evaluada económicamente.

Observando en la tabla los datos de recuperación de aceite oscilan entre el 22% al 26% para efecto del proyecto y siendo pesimista tomaremos el peor de los casos que es el 22% de aceite recuperado.

Este dato es de gran importancia para realizar el estudio económico, demostrando que la hipótesis es valedera y aceptable para promover un proyecto recuperable a corto o mediano plazo, dato que se lo puede catalogar como bueno en el sentido de la cantidad, ahora toca revisar el de calidad.

Del aceite recuperado en cada recipiente cogemos una parte hasta completar los 100 ml para realizar el proceso del destilado y comparar los resultados con el análisis que se le hizo al aceite nuevo.

La tabla N° 6 presenta los datos de la destilación hecha al aceite recuperado y comparada con los del aceite nuevo realizada anteriormente.

Tabla N°14
Comparativa de las destilaciones del aceite nuevo y el recuperado

Curva de destilación del aceite absorbedor recuperado		
% Volumétrico	Aceite nuevo °C	Aceite recuperado °C
PI	227	229
5	244	243
10	250	250
20	256	258
30	259	261
40	262	265
50	265	268
60	268	270
70	271	273
80	275	278
90	281	285
95	286	290
PF	295	297

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

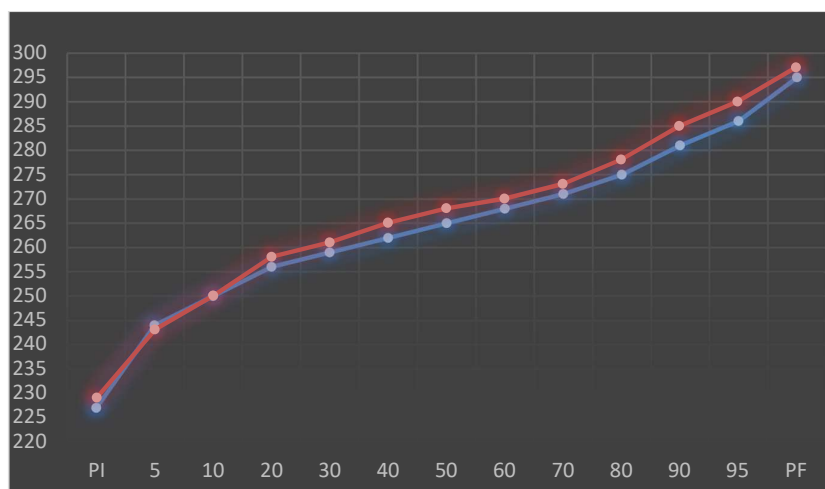
Elaboración: Wilmer Villao Suárez

La importancia de la calidad se verá reflejado en la capacidad que tenga este aceite para volver a captar hidrocarburos pesados del gas, esto determina el porcentaje de eficiencia del proceso dentro de la

torre de absorción. Los datos de temperatura que presenta la destilación realizada al aceite recuperado no varían mucho del hecho al aceite nuevo, indicando que sus propiedades físico-químicas no fueron afectadas en gran medida después del proceso de recuperado. La figura N°14 muestra las curvas de las destilaciones realizadas a los dos tipos de aceite, las variaciones que presentan no son muy grandes estableciendo poca diferencia en el cambio de sus propiedades.

Figura N°14

Curva de resultados de cada muestra después del centrifugado



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En conclusión, las pruebas realizadas en este capítulo demuestran que la sustancia “desecho” se la puede separar, se puede recuperar aceite obteniendo resultados muy atractivos para implementar un proyecto sin dejar de mencionar que la aplicación de calor a la

sustancia acelera la separación, variable que debe ser considerada y lo más importante el sistema a implementar será un equipo centrífugo.

4.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR

El equipo de centrifugado será el corazón del sistema para recuperar aceite óptimo con el fin de reutilizarlo, pero para el buen funcionamiento es necesario modificar o reemplazar parte de la infraestructura o instalaciones que en la actualidad se encuentran en funcionamiento.

En el análisis de esta implementación es necesario tomar en cuenta todos los recursos existentes, procurando economizar la inversión, sin embargo, se debe contemplar futuros problemas o desgastes prematuros de la instalación que se utilice, porque a largo plazo ocasionaría gastos innecesarios.

4.3.1 IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS RUTAS DE DRENAJES

Durante el proceso de producción de la Planta de gasolina todos los drenajes van a un ducto común, el agua, el aceite, la gasolina, los químicos y todos los residuos se mezclan a la salida de los drenajes transportándose hasta la piscina recolectora.

La implementación consistirá en direccionar solo las líneas de salida de aceite a un recipiente condicionando para este fin, es decir que las

salidas de los drenajes de los recipientes V-150 (aceite pobre), V-100 (aceite rico), V-110 (torre de absorción), V-190 (torre de destilación), E-160 (intercambiadores de calor) y H-170 (líneas de entrada y salida del horno) convergen en una sola dirección y sean recibidos en un mismo recipiente, para este fin se tendrá que instalar nuevas líneas con tubería de 2" que vayan a un manifold y de este salga una tubería de 4" directo al tanque de recepción. Para este tipo de conexiones se puede utilizar tubería reciclada en buenas condiciones existente en base de operaciones, al instalar este ducto se debe considerar colocar estrictamente lo necesario en accesorios que vayan a provocar restricciones al fluido, recordando que la sustancia es bastante densa y tiene poca fluidez.

4.3.2 ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

En la planta se tiene una batería de tres tanques de 100 barriles de capacidad destinado al almacenamiento de aceite absorbedor nuevo, en la propuesta se recomienda utilizar el tanque TK-3 para recibir los residuos drenados con el nuevo direccionamiento, aquí se debe adecuar un serpentín con tubería de 1" por donde pasará vapor generado por uno de los calderos con los que cuenta la planta, este serpentín debe cubrir internamente la base del tanque y servirá para calentar la sustancia almacenada, provocando la separación acelerada de los componentes.

A una altura de 50 cm será instalado una brida de salida que es la conexión por donde saldrá el fluido hacia el equipo de centrifugado para la separación final, el tanque TK-2 será el almacenamiento del residuo o sedimentación que saldrá del equipo, el TK-1 se dispone para el almacenamiento del aceite recuperado listo para la reutilización y el agua remanente se dispondrá en la piscina de drenajes que al final del día no es necesario medir la cantidad sobrante.

Otro aspecto importante es la automatización del TK-3, se instalará sensor de alto nivel para evitar derrames al momento de efectuar los drenajes el cual tendrá conectado una alarma de aviso para prevenir al operador cuando está por llenarse, un sensor de temperatura para verificar el funcionamiento del serpentín y el momento adecuado en que la sustancia debe pasar al equipo de centrifugado.

Imagen N°28

Batería de tanques de almacenamiento de aceite absorbedor



Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Al tanque también debe adecuarse un drenaje por la parte inferior para eliminar la mayor cantidad de agua que se logre decantar antes del proceso, incluyendo una mirilla de verificación para evitar desperdiciar cierta cantidad de aceite que podría salir al momento de evacuar.

En los tanques TK-1 y TK-2 debe instalarse visores de nivel para ir observando el aumento de las cantidades en el interior y dar la disposición final cuando corresponda.

En lo que respecta a la instalación del equipo de centrifugado debe construirse una base de hormigón con las dimensiones que respeten las normas de seguridad industrial y ambientales, incluyendo canales de aguas lluvias para evitar cualquier contingencia.

Adicional, se construirá un canal de hormigón por donde pasarán las tuberías de drenajes de agua de los tanques TK-3 y equipo centrífugo hacia la piscina de drenajes.

El funcionamiento de la máquina centrifugadora es a base de energía eléctrica que debe ser suministrada por cableado acorde a la demanda, es decir, que se debe obedecer las especificaciones del fabricante, los cables de energía y de control serán instalados sobre canaletas desde el cuarto de transformadores hasta el equipo a instalar.

En resumen, todos los cambios o adiciones en la infraestructura actual están al alcance de la empresa, sólo el equipo centrífugo y la instrumentación deberán ser adquiridos a proveedores externos, será

necesario también mano de obra calificada para realizar los trabajos de obra mecánica, civil y eléctrica.

Las inversiones para realizar todo este trabajo serán analizadas en el capítulo de lo económico donde se podrá definir si el proyecto es rentable o no.

4.3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

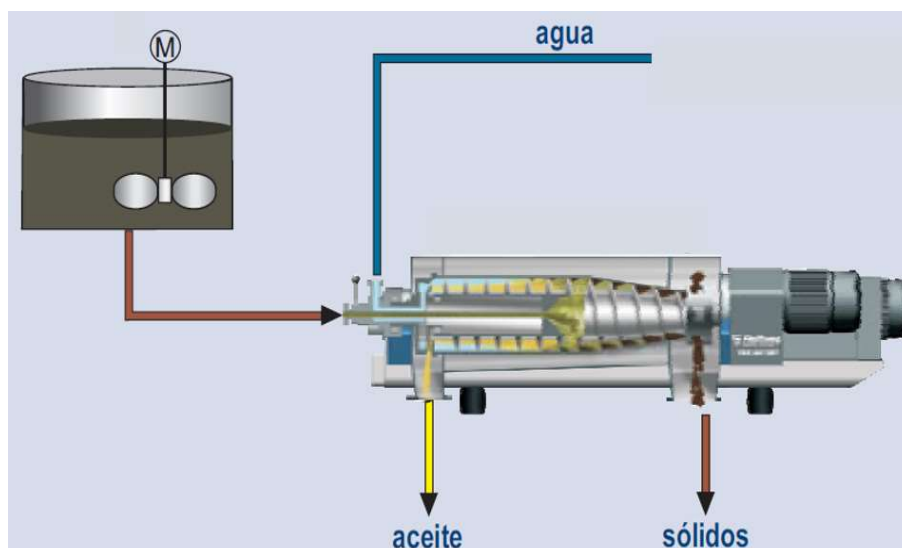
Para procesar el residuo denominado desecho hay que separar en los componentes aceite, agua y sólidos. El objetivo principal radica en recuperar la mayor cantidad de aceite y darle otros fines eficientemente al resto de componentes, el cumplimiento de esta meta se alcanzará preparando de manera adecuada la sustancia antes del entrar al equipo centrífugo en la cual describimos los siguientes pasos: Realizar la separación mediante un separador estático, el aceite flota en la superficie mientras los sólidos se precipitan al fondo en forma de lodos.

Entre estos dos componentes se presenta una fase líquida que será evacuada por una salida en la parte media del separador a una altura aproximada de $1/3$ del total del tanque, este proceso será periódicamente hasta obtener la altura total del tanque con la sustancia deshidratada.

Se pasarán el aceite flotante y los sólidos del fondo hasta el otro recipiente (tanque TK-3), la viscosidad de estos componentes será reducida con el incremento de temperatura aplicando vapor, además es posible añadir demulsificante para que la separación sea acelerada. Sobre el tanque se acondicionará un motor trifásico de 5 HP acoplado con un eje motriz en cuyo extremo estará una paleta en forma de hélice para mezclar la sustancia mientras se calienta. En la figura N°15 se muestra el esquema de instalación del equipo, donde la tubería que sale del tanque de calentamiento y mezcla se acopla a la succión del equipo centrífugo en cuyo intermedio debe existir una válvula de paso para el ingreso del producto.

Figura N°15

Esquema del funcionamiento del separador centrífugo



Fuente: Flottweg Separation Technology

Cuando la sustancia esté removida en su totalidad se pasará recién al ingreso del separador centrífugo, se pone en funcionamiento el equipo y se comienza a separar.

El equipo debe garantizar la separación de mezclas de tres fases, es decir, la separación simultánea de dos fases líquidas no miscibles con diferentes densidades y una fase sólida la cual es más pesada de todas las fases.

Las salidas son direccionadas a los distintos destinos asignados, el aceite al tanque TK-1, el agua a la piscina de drenajes y los sólidos remanentes a un cubeto acondicionado de almacenamiento para una posterior disposición.

4.3.4 CARACTERÍSTICAS DEL SEPARADOR CENTRÍFUGO

La tecnología actual nos permite elegir un equipo acorde a nuestras condiciones, ya sean económicas, ambientales, de seguridad y hasta estéticas, lo más importante de todo es que al elegir un sistema cumpla los requerimientos del contexto operacional donde va a ser instalado.

Una de las características que debe tener el equipo es la emisión acústica poco perceptible para la persona, con el fin de incurrir en medidas adicionales o especiales de protección contra el ruido.

Las especificaciones técnicas que debe cumplir este equipo obedecen a las diferentes características que se detallan a continuación:

- Motor eléctrico de 30 HP 220V o 440V trifásico
- Caudal de proceso 50 GPM (Galones por minuto)
- Separador trifásico: salidas de aceite, agua y sedimentos
- Acople de entrada bridado 1.5" WN RF
- Discos y tambor de acero inoxidable AISI316
- Ajuste de salida del líquido más denso, para conseguir una separación más pura.

4.3.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SEPARADOR CENTRÍFUGO

Las ventajas que presenta la instalación de un equipo centrífugo son:

- El aceite recuperado puede ser utilizado en el proceso de absorción de gasolina natural
- Reducir los costos de producción
- La fase sólida será más fácil de transportar o dar disposición final disminuyendo los riesgos al medio ambiente
- Reducir las emisiones a la atmósfera y disminuye los riesgos a las personas

Las desventajas:

- Aumento del consumo de energía actual en planta de gasolina
- Personal operativo no tiene la experiencia necesaria en este tipo de equipos
- Modificación de las instalaciones actuales

4.4 ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LA PROPUESTA

La presente propuesta es una opción fundamentada que les puede servir a los directivos de la empresa Asociación Pacifpetrol para mejorar la productividad en el desarrollo de las actividades de planta de gasolina.

Una de las conclusiones de esta investigación expresa mediante una encuesta que todo el personal involucrado en la producción de la gasolina natural está convencido que se puede separar aceite absorbedor a partir de la sustancia rechazada.

En la misma encuesta también queda demostrado que la población opina que el método gravitacional es uno de los mas opcionados para ser aplicado en la recuperación del aceite absorbedor.

Se comprobó vía análisis de destilación que la composición física del aceite absorbedor varía muy poco con relación al análisis realizado al

aceite nuevo, garantizando así el porcentaje de eficiencia que demanda el proceso de absorción en el interior de la torre.

El producto de las pruebas realizadas a la sustancia rechazada manifiesta que el método más idóneo para esta recuperación es el uso de un equipo centrífugo cuya fuerza de gravedad aumenta 458 veces del centro hacia las paredes de la carcasa y que la cantidad de recuperación mínima en el peor de los casos será del 22%, aunque el promedio se sitúa en el 33%.

Si aplicamos este porcentaje al total del volumen de aceite rechazado tendremos:

Aceite rechazado (36000 galones al año X 0.78) = 28.080 galones

Aceite recuperado (28080 galones X 0.22) = 6.177.60 galones

Costo del aceite recuperado (6177.60 X \$3.47) = \$ 21.436,27 anuales

En el próximo capítulo comprobaremos el impacto financiero que podría causar este estudio. Se tomará en cuenta este dato (22%) para realizar la evaluación que al final de cuentas nos dirá que tan factible es el proyecto.

CAPÍTULO V

DESARROLLO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA

5.1 DESCRIPCIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA

La presente investigación pretende describir el proyecto de inversión y los recursos necesarios para llevar a buen término la implementación de un sistema de recuperación de aceite absorbedor con el objetivo de reducir los gastos en la producción de gasolina natural.

Serán analizados todos los recursos inherentes en la implementación, procurando ajustar la economía indispensable con la finalidad que el proyecto sea factible, pero sin dejar de garantizar la calidad óptima de un buen funcionamiento.

La rentabilidad del proyecto va a depender mucho de las buenas o malas decisiones tomadas en la valoración de la puesta en marcha, se debe tener la certeza que la inversión va a ser recuperada en un período atractivo para él o los accionistas. Cumpliendo con las diferentes características de una buena evaluación podemos enumerar:

- Inversión económica necesaria de instalación
- Gastos totales de la puesta en marcha y funcionamiento
- Estimar la recuperación de la inversión y calcular el costo beneficio.

5.1.1 INVERSIÓN ECONÓMICA NECESARIA DE INSTALACIÓN

La implementación del sistema de recuperación de aceite absorbedor se debe realizar en etapas, las cuales se describen a continuación:

Tabla N°15

Costos de la adecuación de nuevas rutas de drenajes de aceite

Adecuación de nuevas rutas					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1	Materiales civiles	und	1	125,00	125,00
2	Materiales mecánicos	und	1	374,00	374,00
3	Materiales eléctricos	und	1	210,00	210,00
4	Mano de obra	und	1	900,00	900,00
					1.609,00

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Tabla N°16

Costos de la adecuación de los tanques 1, 2, 3 de aceite absorbedor

Adecuación de los tanques 1, 2, 3					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1	Materiales civiles	und	3	100,00	300,00
2	Materiales mecánicos	und	1	245,00	245,00
3	Materiales eléctricos	und	1	857,00	857,00
4	Mano de obra	und	1	2.700,00	2.700,00
5	Instrumentación	und	1	1.463,00	1.463,00
					5.565,00

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Tabla N°17

Costos de la instalación del separador centrífugo

Instalación de equipo centrífugo					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1	Materiales civiles	und	1	354,00	354,00
2	Materiales mecánicos	und	1	369,00	369,00
3	Materiales eléctricos	und	1	998,00	998,00
4	Mano de obra	und	1	2.700,00	2.700,00
4	Equipos	und	1	53.789,00	53.789,00
					58.210,00

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Tabla N°18

Costos de las actividades administrativas necesarias para la instalación

Adicionales y contingencias					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1	Capacitación	und	1	500,00	500,00
2	Seguros	und	1	1.000,00	500,00
3	Permisos y licencias	und	1	250,00	250,00
4	Logística	und	1	500,00	500,00
					1.750,00

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En las Tablas N°15, N°16 y N°17 se presentan los costos necesarios para la implementación del sistema de recuperación y

en la tabla N°18 los rubros inherentes con la logística y actividades administrativas necesarias para su buen funcionamiento.

En la tabla N°19 se muestra el resumen de los costos del proyecto.

Tabla N°19

Resumen de los costos necesarios para la instalación del sistema

ADECUACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPO CENTRÍFUGO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1	Nuevas rutas	und	1	1.609,00	1.609,00
2	Tanques 1, 2, 3	und	1	5.565,00	5.565,00
3	Instalación de equipos	und	1	58.210,00	58.210,00
4	Adicionales y contingencia	und	1	1.750,00	1.750,00
					67.134,00

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

El rubro total de la instalación es \$67.134,00 de los cuales destacamos que \$6.300,00 son por mano de obra calificada, la cual se podría obviar ya que la empresa cuenta con el recurso necesario para esta instalación.

En resumen, el costo de la inversión que representa la instalación de todo el sistema es \$67.134,00.

5.1.2 GASTOS TOTALES DE LA PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO

Entre los gastos de implementación tenemos:

Gastos administrativos

Son los gastos que provienen de la remuneración del personal involucrado en el proceso, las depreciaciones de los equipos, actividades de compras, etc. los cuales no tienen mucho peso en el impacto de inversión ya que no se pretende contratar personal adicional para la operación de este sistema.

De todas formas, tomaremos un referencial del 5% del total de la adquisición de los materiales para representar estos gastos.

Materiales de adecuación de nuevas rutas	\$709,00
Materiales de adecuación de tanques 1, 2, 3	\$2.865,00
Materiales de adquisición e instalación de equipos	\$55.510,00
Total de materiales:	\$59.084,00
Gastos administrativos ($\$59.084,00 \times 0,05$) =	\$2.954,20

Gastos financieros

Estos gastos se atribuyen a los intereses de las obligaciones financieras en caso de realizar un crédito para impulsar el proyecto, pero la empresa Pacifpetrol cuenta con capital propio resultado de

la venta de la producción de crudo y gasolina, con lo que podría realizar la inversión y el mantenimiento del sistema.

Pero suponemos un ejercicio de financiamiento en caso que se pretenda realizar un crédito para ejecutar el proyecto, con un interés anual del 12% que es el promedio actual en las instituciones financieras a 5 años plazo.

En la tabla N°20 se detalla el interés total que tendría que pagar la empresa.

Tabla N°20

Tabulación de interés compuesto en el supuesto de realizar un crédito

AÑO	INVERSIÓN INICIAL	INTERÉS (12%)	A GANAR	TOTAL FINAL
0	76.000,00			
1		8.400,00	78.400,00	
2		9.408,00	87.808,00	
3		10.536,96	98.344,96	
4		11.801,40	110.146,36	
5		13.217,56	123.363,92	123.363,92

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Donde: $I = 123.363,92 - 70.000,00 = 53.363,92$

Es decir, que el interés de financiamiento será \$53.363,92, ocasionando que el costo del proyecto aumente considerablemente, pero esta decisión deben tomarla los administradores.

Gastos de fabricación

Son aquellos gastos correspondientes a la facturación por el consumo de energía, combustibles, adquisición de repuestos o el pago de impuestos.

Con respecto a este tema, el equipo que se instale no consume combustible, pero sí energía eléctrica la cual es abastecida por generación propia, se ha estimado una data de \$0,15 el Kw/h el costo de producir esta electricidad, se pretende que el equipo pase encendido 5 horas al día, con las características mencionadas en el capítulo IV del motor y funcionando al 75% consumirá unos 84 Kw/h diarios, se realiza una planificación de trabajo de 5 días a la semana, 4 semanas al mes y 12 meses al año.

Tabla N°21

Descripción de los gastos de fabricación o funcionamiento

Gastos de fabricación					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1	Energía eléctrica	Kw/h	20160	0,15	3.024,00
2	Materiales mantenimiento tipo 1	und	6	374,00	2.244,00
3	Materiales mantenimiento tipo 2	und	2	210,00	420,00
					5.688,00

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Los gastos de fabricación se los distribuye para el primer año de funcionamiento porque deben ser considerados los mantenimientos que realizarán los fabricantes a las 100 y 200 horas de funcionamiento por garantía.

Sintetizando los gastos tendremos:

Gastos administrativos ($\$59.084,00 \times 0,05$) =	\$2.954,20
Gastos financieros si la empresa decide financiar	\$53.363,92
Gastos de fabricación	\$5.688,00
Total gastos con financiamiento	\$62006,12
Total gastos sin financiamiento	\$8.642,20

5.2 RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Haciendo una evaluación de los costos, gastos de la implementación de la puesta en marcha y funcionamiento del sistema de recuperación versus el beneficio que representa el porcentaje estimado a recobrar y reutilizar en la producción de gasolina natural podremos conseguir el tiempo y valores de la recuperación de la inversión.

En esta ocasión se realiza un estimado de lo que podría ser la recuperación de la inversión, tanto en tiempo como en recurso.

Se muestra en la tabla N°22 la sumatoria entre los costos y gastos necesarios en la implementación del sistema.

Tabla N°22

Inversión total de la implementación del sistema de recuperación

Costos de implementación	67.134,00
Total de gastos	8.642,20
TOTAL DE LA INVERSIÓN	75.776,20

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En la planificación financiera se predice la evolución futura del proyecto procurando tomar decisiones con la menor incertidumbre posible, es así que se toma previsiones simulando el peor de los casos del retorno de la inversión.

Se asume con el estudio en el capítulo IV que el porcentaje del aceite que se desecha es el 78% del total que se adiciona para el proceso, de este aceite desechado, según las muestras realizadas se recupera en el peor de los casos el 22% si llevamos estos porcentajes al total promedio del consumo anual que son los 36000 galones y un costo de \$3,47 por cada galón, tendremos:

Tabla N°23

Utilidad anual con el 22% de recuperación del aceite rechazado

Compra promedio anual (Gl)	Aceite rechazado (%)	Total (Gl)	Recuperación centrifugación (%)	Total (Gl)	Costo del galón de aceite (\$)	Utilidad anual (\$)
36000	78	28080	22	6177,6	3,47	21436,272

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Con estos datos proyectamos a futuro el valor de la inversión y el valor de lo que se recupera anualmente, pero la inversión debe ser considerada con un porcentaje de inflación anual del país para obtener valores reales, con este fin realizamos un promedio tomando como base el porcentaje de inflación de los últimos años.

Como se muestra en la tabla N°24 recogemos valores de los últimos 7 años, desde el 2010 hasta el 2016 los cuales tienen valores reales, de estos sacamos un promedio.

Tabla N°24

Promedio de la inflación anual desde 2010 a 2016

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Promedio
3,33	5,41	4,16	2,7	3,67	3,38	1,12	3,40

Fuente: INEC

Teniendo este dato realizamos la tabla N°25 aplicando este porcentaje de inflación al valor de la inversión y la recuperación anual tomado de la tabla N°23, realizamos una diferencia entre las dos y aplicamos

Tabla N°25
Verificación de la recuperación de la inversión

AÑO	1	2	3	4	5
Inversión más inflación anual	79.565,01	82.270,22	86.383,73	90.702,92	95.238,06
Recuperación anual	21.436,27	42.872,54	64.308,81	85.745,08	107.181,35
Diferencia	-58.128,74	-39.397,68	-22.074,92	-4.957,84	11.943,29

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Como muestra la tabla N°25 a partir del año número 5 se obtiene recuperación de la inversión porque la diferencia es positiva.

5.3 COSTO-BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN

El análisis costo-beneficio se materializa comparando los costos de funcionamiento de la operación actual versus la operación con el sistema de recuperación.

En la tabla N°26 se muestran los datos de la proyección en los 10 años siguientes considerando la metodología actual, sin realizar cambios en la operación, la cual nos cuesta un total de \$2'737.854,25.

Tabla N°26
Proyección de los costos de producción sin sistema de recuperación

COSTO DE PRODUCCIÓN ANUAL CON METODOLOGÍA ACTUAL											
Actividad	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	TOTAL
	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	
Compra de aceite absorbedor	124.920,00	124.920,00	124.920,00	124.920,00	124.920,00	124.920,00	124.920,00	124.920,00	124.920,00	124.920,00	1.249.200,00
Mantenimiento general de planta de gasolina	64.540,00	66.734,36	69.003,33	71.349,44	73.775,32	76.283,68	78.877,33	81.559,16	84.332,17	87.199,46	753.654,25
Producción parada por mantenimiento 30 días	73.500,00	73.500,00	73.500,00	73.500,00	73.500,00	73.500,00	73.500,00	73.500,00	73.500,00	73.500,00	735.000,00
											2.737.854,25

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En la tabla N°27 se muestran los datos de la proyección en los 10 años siguientes considerando la implementación del sistema de recuperación de aceite absorbedor, con un costo total de \$1'886.956,82.

Tabla N°27

Proyección de los costos de producción con sistema de recuperación

COSTO DE PRODUCCIÓN ANUAL IMPLEMENTANDO EL SISTEMA DE RECUPERACIÓN											
Actividad	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	TOTAL
	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	Costo anual	
Compra de aceite absorbedor	103.484,00	103.484,00	103.484,00	103.484,00	103.484,00	103.484,00	103.484,00	103.484,00	103.484,00	103.484,00	1.034.840,00
Mantenimiento general de planta de gasolina	64.540,00	64.759,44	-	66.961,26	-	69.237,94	71.592,03	-	74.026,16	-	411.116,82
Producción parada por mantenimiento 30 días	73.500,00	73.500,00	-	73.500,00	-	73.500,00	73.500,00	-	73.500,00	-	441.000,00
											1.886.956,82

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

En la tabla anterior se demuestra que en algunos años no se realizarán los mantenimientos preventivos anuales y por ende no habrá parada de planta, esto se debe a que los períodos se alargan de 12 a 18 meses entre cada uno ya que se reduce la cantidad de residuo almacenado en los recipientes durante el proceso.

Concluyendo con el análisis costo beneficio se refleja cómo se ahorra cada año dejando de comprar el aceite nuevo con la implementación del sistema versus el funcionamiento actual, además de la mejoría que representa dejar de hacer los mantenimientos consecutivos anualmente.

Se observa también como cada año aumenta la diferencia entre los dos escenarios, tanto es así, que al cabo de 10 años se tiene un ahorro algo más de \$ 850.000,00.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis en la operación de planta de gasolina determinando que el problema en el proceso de producción de gasolina natural produce desperdicios de aceite absorbedor
- Se determinó las cantidades de aceite absorbedor que se desperdicia en la producción, se realizaron diferentes pruebas y ensayos a la sustancia que se desecha en la operación con la finalidad de conocer los componentes y separarlos
- Se investigó sobre métodos de separación de aceite del lodo residual de petróleo para aplicar al estudio, concluyendo que el método de centrifugación es el más idóneo
- Se elaboró un estudio de costos de producción proporcionando alternativas a los accionistas en tomar una decisión acertada y conveniente

RECOMENDACIONES

- Implementar el sistema de recuperación de aceite absorbedor con el fin de reutilizarlo en la producción de gasolina natural
- Recuperar y reutilizar el aceite que se desperdicia en la piscina de drenajes, independizar las líneas de purgas entre aceite y agua
- Instalar un equipo centrífugo de separación en el sistema de recuperación de aceite absorbedor
- Aplicar un modelo económico detallado, considerando los dos escenarios que se presentan en este estudio con y sin financiamiento externo, estimar el retorno de la inversión y el costo beneficio a mediano y largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

ARGÜELLES ALVAREZ, Estructuras de acero, 2da Edición, 2012

ARNOLD FERNEY TORRES, Predicción y determinación de emulsiones,
2011

COULSON & RICHARDSON'S Chemical Engineering, 6ta Edition 2012

DAVID SALGADO, Emulsiones, 2011

EDWARD J. HAY, Justo a tiempo, 3ra Edición, 2011

ESPÍNOLA LOZANO F, Decantador Centrífugo de aceite, 2010

LEE KRAJEWSKI LARRY RITZMAN, Administración de operaciones, 8va
Edición, 2014

NORMAN GAITHER GREG FRAZIER, Administración de producción y
operaciones, 8va Edición, 2014

ROBERTO HERNÁNDEZ SAMPIERI, Metodología de la investigación, 4ta
Edición 2012

SAPAG CHAIN, Preparación y evaluación de proyectos, 4ta Edición, 2012

SHIRLEY MARFISI VALLADARES, Estabilidad de emulsiones relacionada con la deshidratación de crudos, 2010

Links

www.pacifpetrol.com/es/cultura-organizacional

www.gasnor.com/index.php/contenido/industriadelgasnatural

www.eia.gov/forescasts/ieo/pdf/0484%282011%29.pdf

www.constructionboxscore.com

www.monografias.com › Administración y Finanzas

www.obs-edu.com/int/blog-project-management

www.flottweg.com/es/aplicaciones

www.bvsde.paho.org/bvsacd

gasnatural.osinerg.gob.pe

blog.condorchem.com/tratamiento-de-emulsiones

ANEXOS

Anexo N° 1

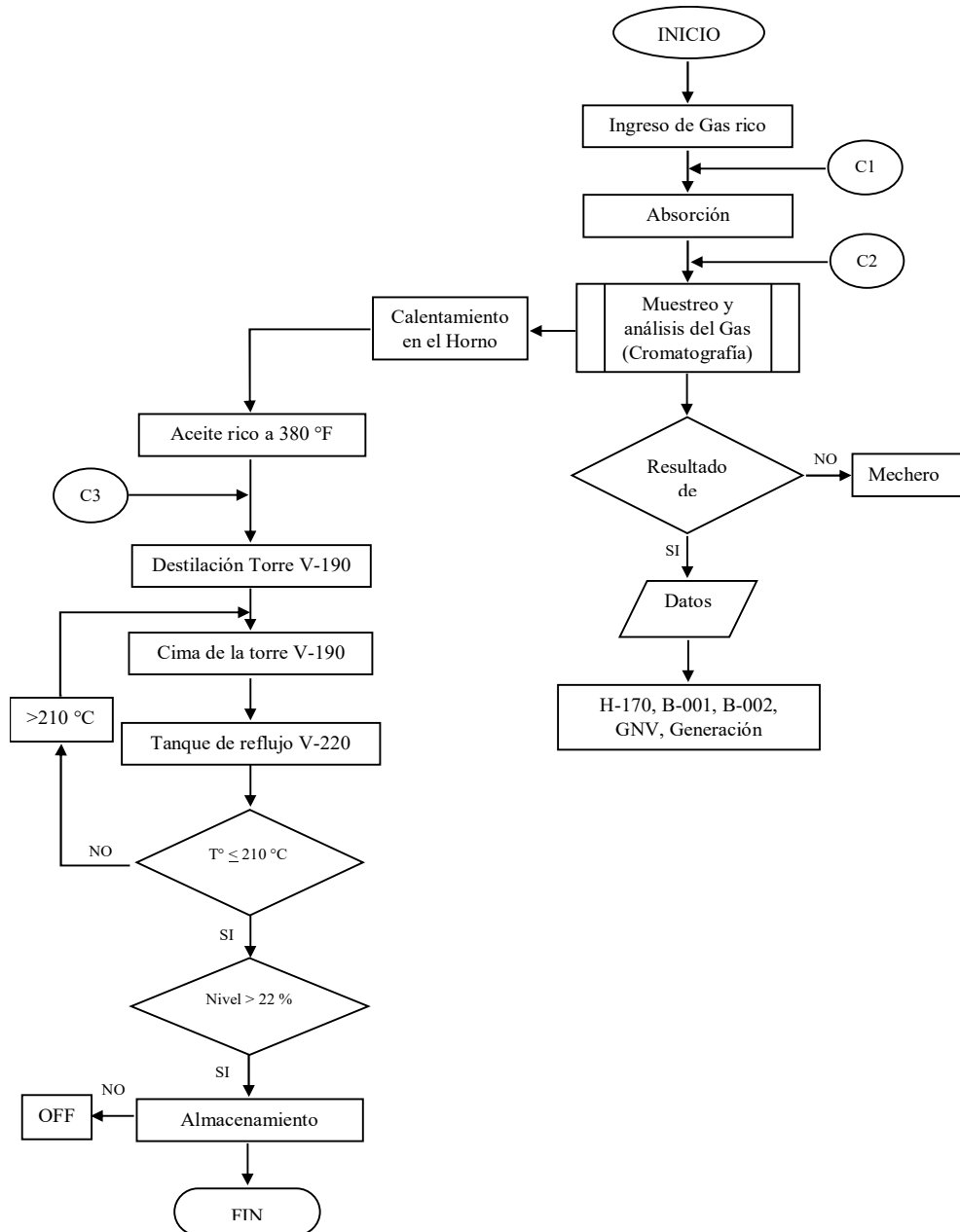
Registro de ingreso de aceite absorbedor nuevo a planta de gasolina

Fecha	Ingreso Aceite	
	Galones	Bls

Fuente: Bitácora digital de Planta de gasolina

Anexo N° 2

Diagrama de proceso de planta de gasolina



C1: Medición de caudal de gas C2: Aceite absorbedor del V-110 C3: Vapor del B-001 (600 lb/h)

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

Anexo N° 3

Registro del ingreso y drenaje de aceite absorbedor, planta de gasolina

Ítem	Fecha	Ingreso de aceite nuevo	Equipo donde se realiza el drenaje					Volumen de aceite medido en piscina
			V-150	V-100	Intercambiadores	torre destilación	torre absorción	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
								780 Glns

Fuente: Bitácora electrónica del operador de planta de gasolina

Anexo N° 4

Formato de encuesta a la población de planta de gasolina

ENCUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ACEITE ABSORBEDOR DESECHADO EN PLANTA DE GASOLINA

El presente cuestionario está dirigido a conocer y ponderar las expectativas del personal operativo de planta de gasolina con respecto a la implementación de un sistema nuevo de recuperación de aceite absorbedor.

CUESTIONARIO

1. ¿En qué porcentaje conoce el proceso de producción de gasolina natural?

- a 25%
- b 50%
- c 75%
- d 100%

2. ¿Qué tiempo tiene trabajando en el área inherente al proceso de planta de gasolina?

- a Menos de 1 año
- b De 1 a 5 años
- c De 5 a 10 años
- d Más de 10 años

3. ¿Conoce proceso semejante al de planta de gasolina de otro sitio del área petrolera?

- a No conoce
- b Conoce poco
- c Conoce a media
- d Conoce mucho

4. ¿Conoce algún sistema de recuperación de aceite absorbedor usado?

- a No conoce

- b Conoce poco
- c Conoce a media
- d Conoce mucho

5. De los siguientes métodos de separación de lodos residuales de petróleo, señale de ¿cuál ha tenido referencias o conocido alguna vez? (puede elegir varias respuestas)

- a Método químico: aplicación de agentes demulsificantes
- b Método de asentamiento: dejar reposar y esperar que se separe una sustancia
- c Método Térmico: aplicación de calor para permitir la separación de fases
- d Método gravitacional: uso de centrifugación aumentando la fuerza de la gravedad
- e Método eléctrico: Uso de campos eléctricos o electrostáticos

6. De los métodos anteriores ¿cuál cree Ud. que sea aplicable en la recuperación de aceite absorbedor desechado?

- a Método químico
- b Método de asentamiento
- c Método Térmico
- d Método gravitacional
- e Método eléctrico

7. Sin tomar en cuenta los métodos anteriormente mencionados ¿conoce algún otro que se pueda aplicar a la recuperación de aceite y cuál sería?

- a No conoce ¿Cuál? _____
- b Conoce poco
- c Conoce a media
- d Conoce mucho

8. Si dado el caso de poder aplicar un sistema de recuperación de aceite absorbedor rechazado ¿qué beneficio cree Ud. que se obtendría? (puede elegir varias respuestas)

- a Económico
- b Operativo
- c Ambiental
- d De seguridad
- e Ninguno

9. ¿Conoce la composición de la sustancia que se rechaza en el proceso de producción de gasolina natural?

- a No conoce
- b Conoce poco
- c Conoce a media
- d Conoce mucho

10. ¿Cree que se pueda separar, recuperar y reutilizar una cantidad de aceite de la sustancia rechazada en el proceso?

- a No puede separarse
- b Se puede separar pero no reutilizar
- c Se puede separar y reutilizar

Fuente: Planta de extracción y deshidratación de gasolina natural Ancón

Elaboración: Wilmer Villao Suárez

