



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEOS**

**“DISEÑO DE FACILIDADES DE SUPERFICIES EN EL
TERMINAL DE DESPACHO UBICADO EN LA CABECERA DE
POLIDUCTOS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DEBIDO A
PÉRDIDAS OPERATIVAS”**

TESIS DE GRADO

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN PETRÓLEO**

AUTOR: MANUEL EDUARDO GONZABAY FIGUEROA

TUTOR: ING. RAÚL MORGNER MANGOLD, MSC

SANTA ELENA - ECUADOR

2019

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE
SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO**

**“DISEÑO DE FACILIDADES DE SUPERFICIES
EN EL TERMINAL DE DESPACHO UBICADO EN
LA CABECERA DE POLIDUCTOS, PARA
OPTIMIZAR EL SISTEMA DEBIDO A PÉRDIDAS
OPERATIVAS”**

**TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN PETRÓLEO**

AUTOR: MANUEL EDUARDO GONZABAY FIGUEROA

TUTOR: ING. RAÚL MORGNER MANGOLD, MSC

SANTA ELENA – ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Yo, **GONZABAY FIGUEROA MANUEL EDUARDO**, con cédula de ciudadanía **2400007742**, declaro bajo juramento que el trabajo de titulación denominado **“DISEÑO DE FACILIDADES DE SUPERFICIES EN EL TERMINAL DE DESPACHO UBICADO EN LA CABECERA DE POLIDUCTOS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DEBIDO A PÉRDIDAS OPERATIVAS”**, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera Ingeniería en Petróleo, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente a mi autoría.

Por este motivo, manifiesto la originalidad de la presente tesis, señalando aportes intelectuales y citas bibliográficas debidamente referenciadas y se autoriza a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que realice el uso adecuado y pertinente de la presente tesis.



Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa
C.I. 2400007742

CERTIFICADO DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor de la Tesis: **“DISEÑO DE FACILIDADES DE SUPERFICIES EN EL TERMINAL DE DESPACHO UBICADO EN LA CABECERA DE POLIDUCTOS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DEBIDO A PÉRDIDAS OPERATIVAS”**, desarrollada por el estudiante **Gonzabay Figueroa Manuel Eduardo**, egresados de la carrera de Ingeniería en Petróleo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniería en Petróleo.

Me permito declarar que luego de haber dirigido, estudiado y revisado, apruebo en su totalidad este trabajo de investigación.

Atentamente,


Ing. Raúl Morgner Mangold, Msc
CI. 0900828278
Docente Tutor

TRIBUNAL DE GRADO

12 de Septiembre del 2019

SANDRA YANINA YAGUAL TUMBACO
LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAGISTER EN DISEÑO CURRICULAR

Ing. Juan Garcés, MSc
DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Ing. Marllelis Gutiérrez, MSc.
DIRECTORA DE LA CARRERA
INGENIERÍA EN PETRÓLEOS

A petición del interesado, certifico el análisis del contenido del presente trabajo de titulación con el tema:

"DISEÑO DE FACILIDADES DE SUPERFICIES EN EL TERMINAL DE DESPACHO UBICADO EN LA CABECERA DE POLIDUCTOS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DEBIDO A PERDIDAS OPERATIVAS", del

Ing. Tarquino López, MSc
PROFESOR DE ÁREA

Ing. Raúl Morgner, MSc
TUTOR DE TESIS

Que en el contexto general de los requisitos lingüísticos dados por la Real Academia Española, para fines académicos respectivos.

Certifica,

Abg. Víctor Coronel Ortiz, MSc
SECRETARIO GENERAL

Lic. Sandra Yanina Yagual Tumbaco
C.I: 0914883353

Tel: 0988663270
Correo: s_and_tum@hotmail.com
Registro de Senescyt 1005-15-86055870

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

La Libertad, 12 de Septiembre del 2019

SANDRA YANINA YAGUAL TUMBACO
LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAGISTER EN DISEÑO CURRICULAR

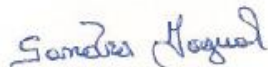
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

A petición del interesado tengo a bien certificar que he realizado la revisión y el análisis del contenido del presente trabajo de titulación con el tema:

"DISEÑO DE FACILIDADES DE SUPERFICIES EN EL TERMINAL DE DESPACHO UBICADO EN LA CABECERA DE POLIDUCTOS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DEBIDO A PÉRDIDAS OPERATIVAS", del egresado **GONZABAY FIGUEROA MANUEL EDUARDO** con cédula N° **2400007742**, de la Carrera de Ingeniería en Petróleo de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Que el mencionado trabajo, en el contexto general, cumple con los requisitos lingüísticos dados por la Real Academia Española, para fines académicos respectivos.

Certifica,



Lic. Sandra Yanina Yagual Tumbaco, MSc

C.I: 0914693353

Telf: 0986663270

Correo: s_and_tum@hotmail.com

Registro de Senescyt 1006-15-86055870

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Creación: Ley No. 110 R.O. No. 366 (Suplemento) 1998-07-22

La Libertad, 06 de septiembre de 2019

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

001-TUTOR REMM-2019

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado "DISEÑO DE FACILIDADES DE SUPERFICIES EN EL TERMINAL DE DESPACHO UBICADO EN LA CABECERA DE POLIDUCTOS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DEBIDO A PÉRDIDAS OPERATIVAS", elaborado por el(a) estudiante GONZABAY FIGUEROA MANUEL EDUARDO, egresado(a) de la Carrera de INGENIERÍA EN PETRÓLEOS, de la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de INGENIERO EN PETRÓLEO, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio URKUND, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con 1 % de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Raúl", is written over a horizontal line.

MORGNER MANGOLD RAÚL ERNESTO

C.I.: 0900828278

DOCENTE TUTOR

Dirección: Vía La Libertad – Santa Elena. Teléfono: 2781738 – 2780019 telefax: 2780019
Cantón La Libertad – Ecuador Casilla postal No. 7047.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífera – Regional Península, por toda la información que permitió desarrollar este trabajo de titulación.

A María Caza R, Analista del área de transporte y almacenamiento de hidrocarburos por su apoyo incondicional, consejos e interés para culminar este trabajo.

Agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Carrera de Ingeniería en Petróleos por su aporte académico que me fortaleció para el desarrollo de mi tesis.

Manuel Gonzabay

DEDICATORIA

A mi esposa Lourdes Stefanía López Asencio, a mi hijo Eduardo James Gonzabay López, por el apoyo que me brindan día a día con amor para lograr mis objetivos propuestos, tanto personales como profesionales, este logro es para ustedes los amo.

A mis abuelos Manuel Nicanor Gonzabay y Ana Lorenza Taylor Asencio por ser ejemplo de superación, por darme ese apoyo incondicional y sacrificio que me brindaron durante el periodo de mis estudios superiores.

Manuel Gonzabay

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO**

**“DISEÑO DE FACILIDADES DE SUPERFICIES EN EL TERMINAL DE
DESPACHO UBICADO EN LA CABECERA DE POLIDUCTOS, PARA
OPTIMIZAR EL SISTEMA DEBIDO A PÉRDIDAS OPERATIVAS”**

Autor: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa

Tutor: Ing. Raúl Ernesto Morgner Mangold, MSc

RESUMEN

El propósito de este trabajo de investigación es recopilar toda la información necesaria de la ingeniería, para proponer un diseño eficiente de facilidades de superficie en el Terminal de Despacho en la Cabecera de Poliductos, LMP para optimizar el sistema debido a marcadas pérdidas operativas.

El nuevo Terminal permitirá reducir las pérdidas operativas presentadas durante las operaciones de almacenajes y descargas de productos. Con la implementación del sistema de carga ventral se podrían reducir significativamente las pérdidas por desgasificación, permitiendo que la operación sea más segura, amigable con el medio ambiente, cargas de combustibles de GPA más rápidas, con menor riesgos de siniestros y minimizando derrames de productos.

Al mejorar el sistema de preparación y mezcla en línea, permitirá reducir las pérdidas por almacenaje en los tiempos no productivos, debido a que se produce un fenómeno de desgasificación por la mezcla del producto, la cual es 98% en volumen de gasolina base y 2% del aceite de dos tiempos.

Las pérdidas operativas que actualmente se presentan en el Terminal de Despacho, es necesario reducirlas con el rediseño propuesto, con lo cual se optimizará la demanda del producto, debido a que el indicado Terminal continuará abasteciendo a las provincias de Santa Elena, Guayas, Manabí y El Oro.

Palabras claves: Combustibles líquidos, Combustibles para motores, Gasificación del petróleo, Petróleo – Transporte.

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO**

**“DISEÑO DE FACILIDADES DE SUPERFICIES EN EL TERMINAL DE
DESPACHO UBICADO EN LA CABECERA DE POLIDUCTOS, PARA
OPTIMIZAR EL SISTEMA DEBIDO A PÉRDIDAS OPERATIVAS”**

Autor: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa

Tutor: Ing. Raúl Ernesto Morgner Mangold, MSc

ABSTRACT

The purpose of this research work is to gather all the necessary engineering information, to propose an efficient design of surface facilities in the Dispatch Terminal in the Polyduct's Header, LMP to optimize the system due to marked operational losses.

The new Terminal will reduce operational losses presented during the operations of storage and product downloads. With the implementation of the ventral loading system, degassing losses could be significantly reduced, allowing the operation to be safer, more environmentally friendly, faster GPA fuel loads, with lower risk of accidents and minimizing product spills.

By improving the online preparation and mixing system, it will reduce storage losses in non-productive times, because there is a degassing phenomenon due to the mixing of the product, which is 98% by volume of base gasoline and 2 % of the oil of two times.

The operational losses that are currently presented in the Dispatch Terminal, it is necessary to reduce them with the proposed redesign, which will optimize the demand for the product, because the indicated Terminal will continue to supply the provinces of Santa Elena, Guayas, Manabí and El Oro.

Key words: Liquid fuels, Fuels for engines, Oil gasification, Petroleum - Transportation.

ÍNDICE GENERAL	
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS	III
CERTIFICADO DEL TUTOR	IV
TRIBUNAL DE GRADO	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	VI
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	VII
AGRADECIMIENTOS	VIII
DEDICATORIA	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
ÍNDICES DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS	XVIII
ABREVIATURAS	XX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
1.1. Descripción del tema	4
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Justificación	7
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo General	8
1.4.2. Objetivos Específicos	8
1.5. Hipótesis de trabajo	9
1.6. Variables	9
1.6.1. Variable Independiente	9
1.6.2. Variables Dependientes	9
1.7. Metodología de la investigación	10
MARCO TEÓRICO	12
2.1. Actividad pesquera en la Provincia de Santa Elena	12
2.1.1. Puerto pesquero en la Provincia de Santa Elena	12
2.1.2. Centro de Distribución de Pesca Artesanal	13
2.1.4.1. Precio del combustible de GPA	18
2.2. Características generales del Terminal de Despacho GPA en Cabecera de Poliductos LMP	19
2.2.1. Ubicación geográfica	20
2.2.2. Definiciones de importancia	21
2.3. Características de la gasolina de pesca artesanal	29

2.3.1. Características de las propiedades físicas químicas de la Gasolina Base y Aceite de dos tiempos.....	30
2.3.1.1. Gasolina Base de la Refinería La Libertad.....	30
2.3.1.2. Aceite de dos tiempos	36
2.4. Pérdidas de GPA en el terminal de despacho.....	38
2.4.2. Clasificación de las pérdidas	40
2.4.3. Metodología para determinar pérdidas por evaporización.....	41
2.5. Sistema de llenado al autotanque mediante Carga Ventral	42
2.5.1. Carga ventral (Bottom Loading).....	47
2.5.2. Ventajas del sistema de Carga Ventral	48
CAPITULO III.....	50
SITUACIÓN ACTUAL DEL TERMINAL DE DESPACHO G.P.A	50
3.1. Facilidades de Superficie	50
3.1.1. Tanques estacionarios de aceite de dos tiempos.....	50
3.1.2. Tanques de almacenamientos de gasolina base.....	52
3.1.3. Tanques de almacenamiento del combustible de G.P.A	54
3.1.4. Tanque de inyección de aceite de dos tiempos.....	57
3.1.5. Área de descarga del aceite de dos tiempos.....	57
3.1.6. Contador de flujo - Accuload II	61
3.1.7. Bomba del aceite de dos tiempos	62
3.1.7.1. Especificaciones de la bomba:.....	62
3.1.8. Impresora	63
3.2. Control y fiscalización en el Terminal de Despacho.....	63
3.2.1. Registró del G.P.A.....	63
3.2.2. Movimiento del aceite de dos tiempos en los tanques	64
3.3. Sectores que abastecen al Terminal de Despacho de Cabecera de Poliductos, LMP y volúmenes entregados.	66
CAPITULO IV	72
DISEÑO DE LA NUEVA INSTALACIÓN PARA REUBICAR Y MEJORAR LA EFICIENCIA OPERATIVA DEL TERMINAL DE DESPACHO GPA	72
4.1. Implementar un Sistema de Carga Ventral - (Bottom Loading)	73
Zona escogida para implementar el futuro terminal de GPA	73
4.1.1. Brazo de carga inferior Modelo 750-SPC	74
4.2. Diseño de facilidades de superficies.....	80
4.2.1. Tanques de recepción de la GPA.....	80
4.2.2. Diseño de tanque de almacenamiento de Gasolina Base	81
4.2. Métodos de cálculo	82

4.2.2. Cálculo del volumen del tanque de gasolina base.....	82
4.2.3. Determinación del espesor en función del diámetro del tanque.....	83
4.2.4. Cálculo del espesor de la plancha por el método de un pie.....	84
4.2.5. Determinación de los valores Sd y St	85
4.2.6. Cálculo del espesor de diseño:	85
4.2.7. Espesor del fondo del tanque – Bottom Plates	89
4.2.8. Espesores de las planchas del fondo anular (Annular Bottom Plates).....	90
4.2.9. Resumen del diseño planchas anulares del fondo	91
4.3.1. Diseño de la viga de viento – Top Wind Girder.....	92
4.3.2. Viga intermedia de viento – Intermediate Wind Girders	94
4.3.3. Diseño del techo flotante – Tipo pontón	97
4.3.4. Diámetro del techo tipo pontón	97
4.3.5. Diseño del pontón.....	99
4.3.6. Sello primario.....	100
4.3.7. Drenaje del techo	101
4.3.8. Tubería flexible	101
4.3.9. Esquema de los accesorios.....	102
4.4.0. Accesorios	104
4.4.1. Diseño de tanque de despacho Gasolina Base	106
4.5.0. Diseño de un tanque fijo auto soportado	109
4.5.1. Pasos para el diseño de un tanque fijo.....	109
4.5.2. Capacidad de almacenamiento.....	110
4.5.3. Determinar el espesor nominal de las planchas	111
4.5.4. Cálculo de los espesores por el método de un pie.....	112
4.5.5. Angulo de corte para techo cónico.....	114
4.5.6. Diseño del ángulo de tope	116
4.5.7. Diseño del fondo del tanque fijo.....	117
4.5.8. Dimensiones del cuello del Manhole del tanque de techo fijo.....	118
4.5.9. Bridas y boquillas para el techo del tanque	120
4.6.0. Sumidero	121
4.6.1. Selección de dimensiones de limpieza.....	123
4.6.2. Vista superior del tanque de techo fijo	124
4.6.3. Corte lateral del tanque de techo fijo	125
4.6.4. Esquema de recuperación de vapor	125
4.7. Factibilidad proyectada.	127
4.7.1. Recursos Humanos	129

4.7.2. Materiales	129
4.7.3. Subcontratos y servicios	129
4.7.4. Costos fijos.....	130
4.7.5. Presupuesto Básico	131
CAPÍTULO V	132
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	132
5.1. Conclusiones.....	132
5.2. Recomendaciones.....	133
BIBLIOGRAFÍA.....	134
ANEXOS Nº 1. Fotografías	137

ÍNDICES DE TABLAS

Ítem	Página
TABLA 1 CENTRO DE DISTRIBUCIÓN GPA.....	14
TABLA 2 PRODUCCIÓN PROMEDIA DE LA RLL 2019.....	16
TABLA 3 PROPIEDADES DE LA GASOLINA DE PESCA ARTESANAL.....	29
TABLA 4 NORMA ASTM D-130, CORROSIÓN DE COBRE.....	34
TABLA 5 RESULTADO DE PARÁMETROS DE LA GASOLINA BASE.	36
TABLA 6 RESULTADO DE PARÁMETROS DEL ACEITE DE DOS TIEMPOS.....	37
TABLA 7 RESULTADO DE PARÁMETROS DEL ACEITE DE DOS TIEMPOS.....	38
TABLA 8 PRECIOS Y COSTOS DE URV.....	46
TABLA 9 DESCRIPCIÓN DEL TANQUE TQ-1.	51
TABLA 10 DESCRIPCIÓN DEL TANQUE TQ-2.	51
TABLA 11 DESCRIPCIÓN DEL TANQUE TK-01.	52
TABLA 12 DESCRIPCIÓN DEL TANQUE TK-11.	53
TABLA 13 DESCRIPCIÓN DEL TANQUE GPA-1.	55
TABLA 14 DESCRIPCIÓN DEL TANQUE GPA-2.....	55
TABLA 15 DESCRIPCIÓN DEL TANQUE GPA-3.	56
TABLA 16 DESCRIPCIÓN DEL TANQUE GPA-4.	56
TABLA 17 CENTROS DE DISTRIBUCIÓN SANTA ELENA.....	66
TABLA 18 CENTROS DE DISTRIBUCIÓN GUAYAS.....	66
TABLA 19 CENTROS DE DISTRIBUCIÓN MANABÍ.....	67
TABLA 20 CENTROS DE DISTRIBUCIÓN EL ORO.	67
TABLA 21 PRODUCCIÓN MENSUAL DE GPA – SANTA ELENA.	68
TABLA 22 PRODUCCIÓN MENSUAL DE GPA – GUAYAS.....	69
TABLA 23 PRODUCCIÓN MENSUAL DE GPA – MANABÍ.....	70
TABLA 24 PRODUCCIÓN MENSUAL DE GPA – EL ORO.....	71
TABLA 25. CONDICIONES DE TRABAJO DEL BRAZO DE CARGA INFERIOR.	75
TABLA 26 DESCRIPCIÓN DE LAS DIMENSIONES ESTÁNDAR DEL BRAZO.....	75
TABLA 27 DESCRIPCIÓN DEL BRAZO DE CARGA INFERIOR.....	77
TABLA 28 NOMBRE DEL FLUIDO A ALMACENAR.....	81
TABLA 29 PROPIEDADES DEL FLUIDO A ALMACENAR.....	81
TABLA 30 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO, ALTURA Y NÚMEROS DE ANILLOS DEL TANQUE.	82
TABLA 31 CARACTERÍSTICA DE DISEÑO DEL TANQUE FLOTANTE.	83
TABLA 32 ESPESOR NOMINAL DE LA PLANCHA.	83
TABLA 33 ESFUERZO DE DISEÑO Y DE PRUEBA HIDROSTÁTICA.	85
TABLA 34 CALCULO DE LOS VALORES Td Y Tt CON SUS RESPECTIVAS ALTURAS.	86
TABLA 35 ESPESORES TÍPICOS DE TANQUE EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO (FT)	87
TABLA 36 DISEÑO DEL TANQUE DE GASOLINA BASE	88
TABLA 37 ESPESOR MÍNIMO PARA EL FONDO DEL TANQUE.....	89
TABLA 38 ESPESORES DE LAS PLANCHAS ANULARES DEL FONDO.....	90
TABLA 39 DETALLES DE LAS DIMENSIONES DEL ANILLO DE REFUERZO.....	93
TABLA 40 CARACTERÍSTICAS DEL ANILLO DE REFUERZO.....	93
TABLA 41 ALTURA EQUIVALENTE PARA CADA ANILLO	95
TABLA 42 DATOS NECESARIO PARA EL DISEÑO DEL TECHO FLOTANTE.....	97
TABLA 43 DIMENSIONES DEL PONTÓN.....	99
TABLA 44 DIMENSIONES DE LOS ACCESORIOS DEL TANQUE BÁSICOS	103
TABLA 45 ESPESORES DE TAPA DEL MANHOLE Y BRIDA	104
TABLA 46 CARACTERÍSTICAS DE LA TAPA Y BRIDA DEL MANHOLE.....	104
TABLA 47 ACCESORIOS DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE G.B	105
TABLA 48 RESUMEN DE DISEÑO DEL SEGUNDO TANQUE FLOTANTE DE ABASTECIMIENTO.....	106
TABLA 49 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO, ALTURA Y NÚMEROS DE ANILLO DEL TANQUE.	110
TABLA 50 CARACTERÍSTICA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO FIJO.....	110

TABLA 51	ESPESOR NOMINAL DE LA PLANCHA	111
TABLA 52	CALCULO DE LOS VALORES Td Y Tt CON SUS RESPECTIVAS ALTURAS	113
TABLA 53	DETERMINACIÓN DEL ESPESOR MÍNIMO DEL PRIMER ANILLO	114
TABLA 54	DATOS TÉCNICO PARA DETERMINAR EL ÁNGULO DE CORTE	115
TABLA 55	DIMENSIONES DE LA PLACA PARA LA TAPA (TC) Y LA BRIDA EMPERNADA (TF).....	118
TABLA 56	DATOS DE LA PLACA Y BRIDA.....	118
TABLA 57	DIMENSIONES DEL CUELLO DEL MANHOLE	119
TABLA 58	DIMENSIONES DEL MANHOLE PARA EL TANQUE DE TECHO FIJO	119
TABLA 59	DIÁMETRO CIRCULAR DE LOS PERNOS Y DE LA CUBIERTA DE LA PLACA.....	119
TABLA 60	DIÁMETRO CIRCULAR DE LOS PERNOS Y DE LA CUBIERTA DE LA PLACA.....	120
TABLA 61	DIMENSIONES DE LAS BOQUILLAS Y BRIDAS EN EL TECHO DEL TANQUE.	120
TABLA 62	DIMENSIONES PARA BOQUILLAS Y BRIDAS DE TECHO DEL TANQUE.....	121
TABLA 63	DIMENSIONES PARA SUMIDERO.....	122
TABLA 64	DIMENSIONES DEL SUMIDERO	122
TABLA 65	ESQUEMA DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE TECHO FIJO.....	122
TABLA 66	DIÁMETROS DE LOS ACCESORIOS.	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Ítem	Página
FIGURA N° 1 ÁREA DE SURTIDORES.....	15
FIGURA N° 2 VOLUMEN EN GALONES VS CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE GPA	17
FIGURA N° 3 VOLUMEN EN GALONES VS CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE GPA	17
FIGURA N° 4 VOLUMEN EN GALONES VS CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE GPA.	18
FIGURA N° 5 VOLUMEN EN GALONES VS CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE GPA.	18
FIGURA N° 6 TERMINAL DE DESPACHO DEL COMBUSTIBLE DE PESCA ARTESANAL.	19
FIGURA N° 7 MAPA DE UBICACIÓN.....	20
FIGURA N° 8 ESTACIÓN CABECERA LA LIBERTAD.....	20
FIGURA N° 9 AFORO EN LOS TANQUES DE ACEITE DE DOS TIEMPOS.	21
FIGURA N° 10 AUTOTANQUE.....	21
FIGURA N° 11 BOMBA.....	22
FIGURA N° 12 CINTA DE MEDICIÓN.....	23
FIGURA N° 13 REACCIÓN CON EL CONTACTO DE LA PASTA.....	23
FIGURA N° 14 CONSUMIDO FINAL.	24
FIGURA N° 15 ESTACION DE BOMBEO.....	25
FIGURA N° 16 SISTEMA CONTRA INCENDIO SCI.....	26
FIGURA N° 17 ISLA DE CARGA.....	26
FIGURA N° 18 TOMAMUESTRA.....	27
FIGURA N° 19 TANQUES DE ALMACENAMIENTOS.....	28
FIGURA N° 20 CURVA DE DESTILACIÓN DE LA GASOLINA.....	30
FIGURA N° 21 EQUIPO DE DESTILACIÓN.....	33
FIGURA N° 22 LAMINA DE COBRE.....	35
FIGURA N° 23 PÉRDIDAS POR GASIFICACION.....	39
FIGURA N° 24 GRAFICA DE CARGA DE PRESIÓN DE VAPOR VS TEMPERATURA.....	40
FIGURA N° 25 SISTEMA DE LLENADO DE COMBUSTIBLE POR CARGA VENTRAL.....	42
FIGURA N° 26 DIAGRAMA BÁSICO DEL SISTEMA DE CARGA VENTRAL.....	43
FIGURA N° 27 ADAPTADOR API.....	44
FIGURA N° 28 ADAPTADOR DE RECUPERACIÓN DE VAPORES.....	45
FIGURA N° 29 UNIDAD RECUPERADORA DE VAPOR.....	46
FIGURA N° 30 SISTEMA DE CARGA VENTRAL.....	47
FIGURA N° 31 SISTEMA DE CARGA VENTRAL.....	48
FIGURA N° 32 TANQUES VERTICALES DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE DOS TIEMPOS.....	50
FIGURA N° 33 TANQUE FLOTANTE TK-01 DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA BASE.....	52
FIGURA N° 34 TANQUE FLOTANTE TK-11 DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA BASE.....	53
FIGURA N° 35 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE G.P.A.	54
FIGURA N° 36 TANQUE DE INYECCIÓN DE ACEITE DE DOS TIEMPOS.....	57
FIGURA N° 37 ESTACIÓN DE RECEPCIÓN DE ACEITE DE DOS TIEMPOS.....	59
FIGURA N° 38 LADRÓN EQUIPO UTILIZADO PARA OBTENER UNA MUESTRA GB.....	59
FIGURA N° 39 TERMÓMETRO.....	60
FIGURA N° 40 AFORO A LOS TANQUES DE ACEITE DE DOS TIEMPOS.....	60
FIGURA N° 41 ACCULOAD II.....	61
FIGURA N° 42 ESQUEMA DEL SISTEMA DE CONTROL DE VOLUMEN DE DESPACHO.....	61
FIGURA N° 43 BOMBA.....	62
FIGURA N° 44 BLOCK IMPRESOR.....	63
FIGURA N° 45 REGISTRO DIARIO DE TRABAJO G.P.A.....	64
FIGURA N° 46 VOLUMEN EN GALONES VS SECTORES DE SANTA ELENA.....	68
FIGURA N° 47 VOLUMEN EN GALONES VS SECTORES DE GUAYAS.....	69
FIGURA N° 48 VOLUMEN EN GALONES VS SECTORES DE MANABÍ.....	70
FIGURA N° 49 VOLUMEN EN GALONES VS SECTORES DEL ORO.....	71
FIGURA N° 50 ÁREA DEL TERMINAL DE GPA.....	73

FIGURA N° 51 VISTA DEL ÁREA DEL TERMINAL DE GPA	73
FIGURA N° 52 SALIDA DE GASES POR LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUERO.	74
FIGURA N° 53 VISTA FRONTAL DEL BRAZO DE CARGA INFERIOR.	76
FIGURA N° 54 VISTA FRONTAL.	78
FIGURA N° 55 VISTA EN PLANTA.	79
FIGURA N° 56 DIAGRAMA DE UN TANQUE DE TECHO FLOTANTE.	80
FIGURA N° 57 ALTURA Y ANCHO DE LAS PLANCHAS PARA LOS ANILLOS.	87
FIGURA N° 58 DIMENSIONES DE LA PLANCHA DE FONDO DEL TANQUE.	89
FIGURA N° 59 VISTA TÍPICA DE ANILLOS DE REFUERZO PARA TANQUES.	93
FIGURA N° 60 VIGA INTERMEDIA DE VIENTO.	94
FIGURA N° 61 DIÁMETROS Y ALTURA DE DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA BASE	96
FIGURA N° 62 DIAGRAMA NOMINAL DEL TECHO FLOTANTE	98
FIGURA N° 63 MEDIDAS DEL TECHO FLOTANTES.	98
FIGURA N° 64 DIAGRAMA BÁSICO DEL PONTÓN.	98
FIGURA N° 65 DIMENSIONES DEL PONTÓN.	99
FIGURA N° 66 SELLO PRIMARIO, SELLO MECÁNICO TIPO ZAPATA.	100
FIGURA N° 67 SISTEMA DE DRENAJE	101
FIGURA N° 68 DISEÑO TÍPICO DE UNA TUBERÍA FLEXIBLE	101
FIGURA N° 69 ACCESORIOS BÁSICOS DE UN TANQUE FLOTANTE	102
FIGURA N° 70 VISTA SUPERIOR DE LOS ACCESORIOS DEL TANQUE FLOTANTE.	102
FIGURA N° 71 VISTA LATERAL DE LOS ACCESORIOS DEL TANQUE FLOTANTE	105
FIGURA N° 72 DIAGRAMA DE UN TANQUE DE TECHO FLOTANTE.	108
FIGURA N° 73 DISEÑO BÁSICO DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO FIJO.	109
FIGURA N° 74 ÁNGULO DE CORTE PARA EL TECHO CÓNICO.	114
FIGURA N° 75 VISTA SUPERIOR DEL ÁNGULO DE CORTE PARA EL TECHO CÓNICO.	115
FIGURA N° 76 DISEÑO DEL ANGULO DE TOPO	116
FIGURA N° 77 PLANCHA PARA EL FONDO DEL TANQUE	117
FIGURA N° 78 BRIDAS Y BOQUILLAS PARA EL TECHO DEL TANQUE.	120
FIGURA N° 79 SUMIDERO.	121
FIGURA N° 80 ACCESORIOS BÁSICOS DE UN TANQUE DE TECHO FIJO.	123
FIGURA N° 81 VISTA SUPERIOR DE LOS ACCESORIOS DEL TANQUE DE TECHO FIJO	123
FIGURA N° 82 VISTA SUPERIOR DEL TECHO FIJO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	124
FIGURA N° 83 CORTE A-A DEL TECHO FIJO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.	125
FIGURA N° 84 UNIDAD BÁSICA DE UNA URV.	125

ABREVIATURAS

API	American Petroleum Institute.
ARCH	Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
A.S.M.E	American Society of Mechanical Engineers.
Bls	Barriles.
CA	Tolerancia a la corrosión.
CPA	Combustible de Pesca Artesanal.
ft	Pies.
Gal	Galones.
TTMA	Truck Trailer Manufactures Association.
TQ	Tanque.
t_d	Espesor de diseño del cuerpo.
t_t	Espesor del cuerpo de prueba hidrostática.
m	Metro.
mm	Milímetro.
MPMS	Manual of Petroleum Measurement Standards.
TNP	Tiempos No Productivos.
PFE	Punto Final de Ebullición.
PIE	Punto Inicial de Ebullición.
SAE	Secretaria de Acreditación Ecuatoriana.
S_d	Esfuerzo de diseño.
S_t	Esfuerzo de la prueba hidrostática.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del proyecto de titulación aborda la necesidad de realizar el diseño de facilidades de superficies en el Terminal de Despacho ubicado en la Cabecera de Poliductos Libertad-Manta-Pascuales, para optimizar el sistema debido a las frecuentes pérdidas operativas presentadas.

La Gasolina Pesca Artesanal (GPA), es un producto conformado por Gasolina Base (80%), más Aceite de dos Tiempos (20%), que se comercializa dentro de las instalaciones de dicho Terminal, a los centros de distribución de pesca artesanal, con el objeto de abastecer a las provincias de Santa Elena, Guayas, Manabí y El Oro.

En la actualidad el despacho de la GPA constituye un gran problema operacional, por cuanto cogestiona la operación normal del terminal y está operando en condiciones precarias, peligrosas y en un sitio que no fue diseñado con tal objetivo, sino como un plan piloto temporal, que ya ha cumplido su vida útil, presentando significativas pérdidas operativas en la fase de almacenamiento, transporte y sistema de despacho.

La Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero – Regional Península (ARCH-P), como agente fiscalizador busca optimizar el sistema de despacho del terminal, debido a que este producto se comercializa diariamente (excepto fines de semana y días de feriados), con un volumen aproximado de 90.000 galones por día de GPA.

Con el objeto de cumplir con normas de seguridad industrial, mejorar la eficiencia y reducir las pérdidas operativas en el despacho de la GPA, sería recomendable realizar un rediseño de esas instalaciones que fueron

montadas para operar en forma temporal, y que ya tienen funcionando más 22 años.

La metodología para el rediseño de las facilidades de superficies en el Terminal de Despacho de Cabecera del Poliductos, LMP se realizará con ayuda de memorias técnicas de los movimientos de los tanques de almacenamientos de GPA (volúmenes receptados y despachados), visitas técnicas insitu, aplicación de Normas Técnicas Ecuatorianas, NTE INEN y Normas API.

Este trabajo de investigación ha sido estructurado en cinco capítulos:

En el capítulo I se describe la problemática del proyecto de investigación, el cual permite describir el planteamiento del problema presentado, la justificación, objetivo general y específicos, identificando la hipótesis para describir las variables y la metodología que se va a utilizar para cumplir con el trabajo trazado.

En el Capítulo II influencia de la comercialización del combustible GPA en las actividades de pesca registrada en los puertos perteneciente en la Península de Santa Elena, generalidades del Terminal de Despacho del GPA en Cabecera de Poliductos. Procesamiento actual del GPA y las características físico – químicas de su composición.

En el Capítulo III se da a conocer la situación actual del Terminal de Despacho GPA, recepciones y despachos de los productos que conforma el GPA, los controles del movimiento de GPA a cargo de los inspectores de la ARCH y cumplimiento de normas de seguridad industrial.

En el Capítulo IV se da a conocer la ingeniería de detalle para la reubicación del Terminal de Despacho del GPA, con el objeto de optimizar su operación cumpliendo con las normas de seguridad vigentes. (Norma API (American Petroleum Institute) 650 Diseño y Construcción de Tanques de Almacenamientos, Norma TTMA (Truck Trailer Manufacturers Association) para las construcciones de camiones cisterna).

En el Capítulo V se presentan las conclusiones y recomendaciones que se dan para ejecutar este trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

1.1. Descripción del tema

En el área de la comercialización, transporte y almacenamiento de combustibles, que se realiza en la Provincia de Santa Elena, cobra gran importancia el movimiento de la Gasolina de Pesca Artesanal realizada por autotanques, para abastecer a los puertos pesqueros siguientes: Posorja, Engabao, Chanduy, Anconcito, Santa Rosa, La Libertad, San Pablo, San Pedro y La Rinconada (Provincia de Santa Elena) y Salango y Puerto López (Provincia de Manabí).

A continuación, el siguiente proyecto de investigación desarrollará un diseño de facilidades de superficies en el Terminal de Despacho de Pesca Artesanal, lo cual permitirá reducir pérdidas operativas durante la fase de descarga y almacenamiento.

1.2. Planteamiento del problema

El despacho del GPA que se hace actualmente en el Terminal de Cabecera de Poliducto viene haciendo desde Agosto de 1997, en condiciones de operación anti técnicas y con escasas medidas de seguridad industrial, dado que dicho Terminal fue construido exclusivamente para el almacenamiento y despacho de gasolinas, diésel y destilados por la red del poliducto de 6" hacia el Terminal Barbasquillo (170 km), que se encuentra cerca de Manta, y el poliducto de 10" hacia el Terminal de Pascuales (128 km).

Entre las irregularidades detectadas en el Terminal provisional, se tienen las siguientes:

1.- La vía de acceso para los auto tanques presenta muchas curvas y fuertes pendientes, con una longitud de 450 m, aproximadamente, hasta conectar con la vía La Libertad – Ballenita.

2.- La operación irregular del terminal de GPA genera la emisión de gases que contaminan el medio ambiente, en especial en la temporada playera cuando la temperatura promedio sobrepasa los 28°C aproximadamente, lo cual ocasiona una evaporación de hasta 0.005% en volumen. ¹

3.- Poca capacidad de almacenamiento y espacio reducido para preparar el combustible GPA en condiciones aceptables, debido a los Tiempos No Productivos (TNP), esto es cuando no se hacen los despachos a los centros de distribución en los fines de semana y días feriados, dando lugar a que se presenten desgasificaciones, porque los tanques empleados no cumplen las recomendaciones técnicas del API 650 (Diseño y Construcción de Tanques de Almacenamientos de combustibles).

4.- La preparación y mezcla del combustible GPA deja mucho que desear, debido a que la bomba de inyección del aceite de dos tiempos no garantiza un mezclado correcto con la gasolina base empleada, porque no homogeniza eficientemente el producto, luego incumple los parámetros establecidos de Control de Calidad y Normas Técnicas NTE INEN.

5.- EL controlador de flujo (Accuload II) empleado, tiene la capacidad de despachar 90000 gal/día de GPA a los diferentes centros de distribución, lo

¹ Peñafiel, D. (2013). *Instalación de techo flotante interno y domo geodésico de aluminio para un tanque de gasolina para pesca artesanal, para evitar pérdidas por evaporización*. ESPOL, Santa Elena, Ecuador.

cual resulta insuficiente para optimizar dicho sistema de despacho, por lo tanto, debe ser cambiado por otro de mayor capacidad.

Con el rediseño del Terminal de GPA se quiere mejorar el almacenaje, preparación, despacho y cumplimiento de las normas de seguridad industrial, reduciendo en forma significativa las pérdidas operativas que se estiman en 400 galones por mes, aproximadamente, según reportes de la ARCH. ²

Debido a las críticas condiciones en que opera el indicado Terminal de GPA, y considerando que ha cumplido su vida útil, urge implementar un rediseño de las facilidades de superficies para mejorar y optimizar las problemáticas antes mencionadas.

² Fuente ARCH – Transporte y Almacenamiento de hidrocarburos

1.3. Justificación

En vista de que, en los reportes mensuales de movimiento de producto, cruzados entre Cabecera de Poliductos LMP y la ARCH, registran pérdidas operativas, urge realizar una prolija investigación técnica, coordinando con todas las partes involucradas (ARCH y Cabecera de Poliductos LMP).

Los problemas antes mencionados inducen que la demanda de la GPA debe optimizarse para obtener un producto de calidad y cantidad justa.

El Terminal de despacho de pescar artesanal comenzó sus actividades en el mes de agosto del año 1997, se encuentra ubicado dentro de la Estación Cabecera de Poliductos (LMP), acumulando 22 años de actividades, con numerosos equipos que ya han cumplido su vida útil, como se lo mencionó anteriormente.

La importancia de este trabajo de investigación reside en optimizar el sistema almacenaje, despacho y fiscalización mediante un rediseño de las facilidades de superficies para beneficio del personal que labora en el Terminal de Despacho de GPA, a cargo de la Empresa Pública Petroecuador y del ente fiscalizador (ARCH).

Merece destacar que de acuerdo con el Art 11 de la Ley de Hidrocarburos vigente, establece que: “La ARCH es el organismo técnico-administrativo encargado de regular, controlar y fiscalizar las actividades técnicas y operacionales en las diferentes fases de la industria hidrocarburífera, que realicen las empresas públicas o privadas, nacionales, extranjeras, empresas mixtas, consorcios, asociaciones”.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de facilidades de superficies en el Terminal de Despacho ubicado en la Cabecera de Poliductos, para optimizar el sistema debido a pérdidas operativas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Implementar un sistema de Carga Ventral, para evitar que los vapores sean emitidos al operador y medio ambiente.
- Determinar las pérdidas operativas en volumen durante el almacenamiento y despacho de GPA en los tiempos no productivo.
- Verificar la situación actual del Terminal de Despacho de GPA para comprobar que las facilidades de superficies están operando en forma ineficiente.
- Determinar la cantidad de combustible de GPA diario/mensual, que se distribuye a los Centros de Acopio debidamente autorizado por la ARCH para su respectiva comercialización al sector pesquero artesanal.

1.5. Hipótesis de trabajo

En vista de que el Terminal de Despacho de GPA afronta serios problemas operativos y de seguridad industrial, por las condiciones de trabajo anti técnicas con las que actualmente están laborando para la preparación, mezclado, almacenamiento y despacho del indicado combustible, por lo que urge tomar medidas correctivas aplicando Normas Técnicas NTE INEN e Internacionales, para el rediseño de un nuevo Terminal de Despacho que reemplace al existente y que permitan realizar operaciones eficiente y segura.

1.6. Variables

1.6.1. Variable Independiente

- ✓ Diseño de Facilidades de Superficie para la preparación, mezclado y despacho de GPA en el Terminal de Cabecera del Poliducto LMP.

1.6.2. Variables Dependientes

- ✓ Reducción de las pérdidas operativas producidas en las fases de preparación, mezclado, almacenamiento y despacho de la GPA.
- ✓ Implementación de medidas de seguridad aplicando Normas NTE INEN e Internacionales para garantizar operaciones eficientes y seguras.

1.7. Metodología de la investigación

APLICATIVA

En este proyecto se aplicó un nivel de investigación técnico-económico para implementar mejoras en un nuevo terminal de despacho de GPA, para optimizar las operaciones y niveles de seguridad del mismo, mediante el diseño de facilidades de superficie para la preparación de los productos: gasolina base y aceite de dos tiempos, en línea directa a los autotanques mediante un sistema de carga ventral.

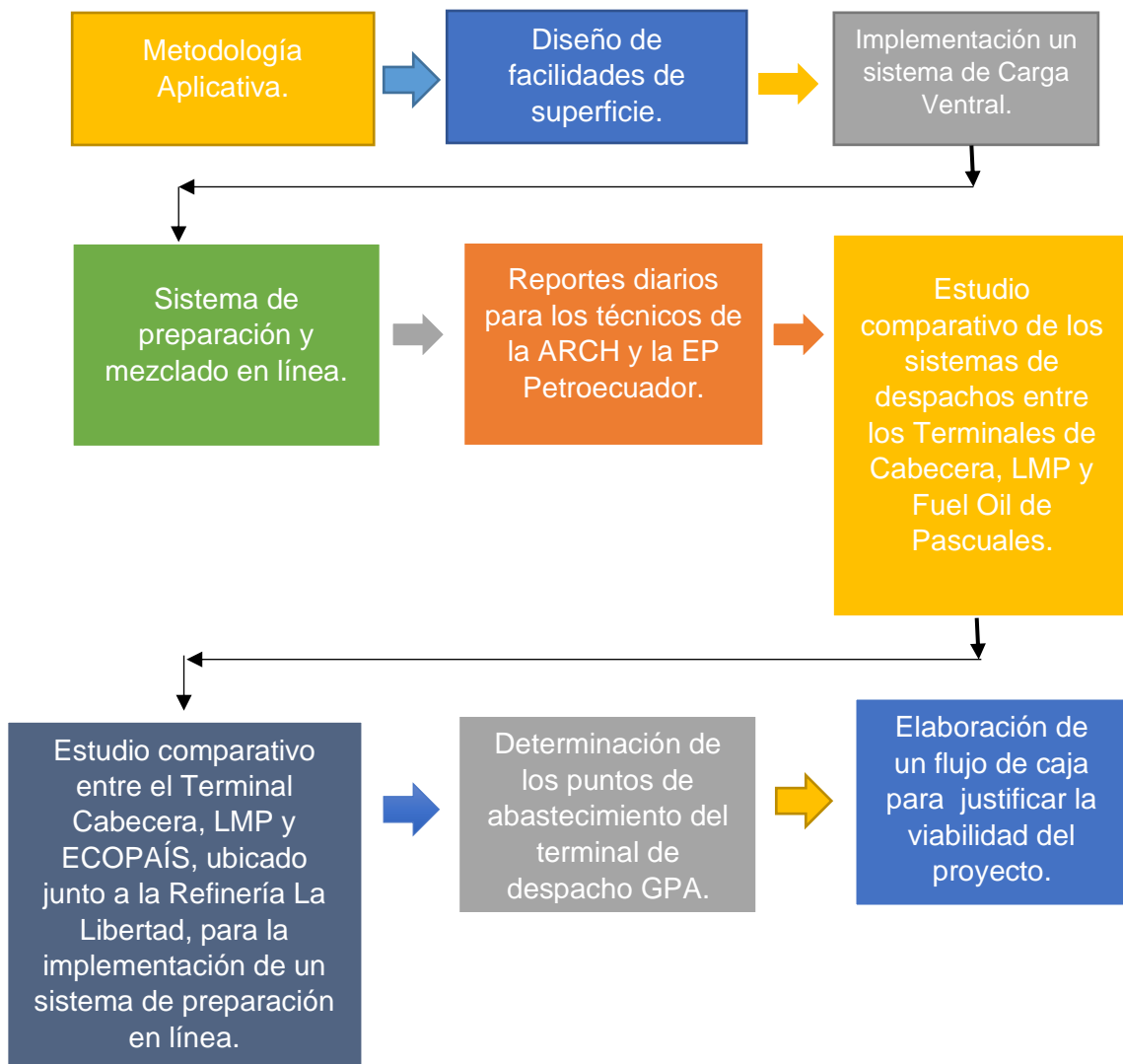
Es muy importante coordinar con los funcionarios de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH) y con los operadores de Cabecera del Poliducto, LMP, para recabar información histórica e implementación de nuevas facilidades de superficie para poder llevar a feliz término este proyecto de investigación.

El establecimiento de un sistema de carga ventral se podría realizar en base a los resultados de un estudio comparativo como el adoptado en el Terminal de Petrocomercial de Fuel Oil situado en Pascuales, debido a que se manejan varios productos limpios. También, se pueden ejecutar controles de calidad al combustible de pesca artesanal en el Laboratorio de la Refinería La Libertad, porque que está calificada por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE).

Para el proceso de elaboración y mezclado del producto se podría hacer un estudio comparativo con el Terminal de Despacho de ECOPAÍS de la EP Petroecuador, con el objeto de reducir las pérdidas operativas por almacenamientos de combustibles.

La ubicación de los puntos de carga para el abastecimiento del combustible GPA lo planifican oportunamente los funcionarios de Petrocomercial mediante las guías de remisión respectivas, permitiendo conocer los volúmenes mensuales que se despacha.

Con la implementación del sistema de carga ventral y proceso de mezclado en líneas, se realizaría un flujo de caja para determinar la eficiencia y factibilidad del proyecto de investigación, bajando los costos de operación y con una reducción significativa de tiempo útil para el indicado Terminal, y por ende para la ARCH, como agente de control y fiscalización.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Actividad pesquera en la Provincia de Santa Elena

Desde hace muchos años la pesca artesanal en el área de la Península de Santa Elena es una actividad que involucra faenas pesqueras, cadena de alimentos, ingresos económicos, y por ende fuentes de empleo en nuestra provincia. Los pescadores independientes conjuntamente con cooperativas o asociaciones hacen de esta actividad su medio habitual de subsistencia o consumo, empleando montos reducidos de capital, técnicas manuales y embarcaciones con motores de dos tiempos que consumen GPA.

Cabe resaltar que, a nivel promedio mundial, el 90% de los pescadores realizan estas actividades de manera artesanal, representando el 50% de las capturas indicadas.

Por otro lado, las actividades pesqueras en las Provincia de Santa Elena y Esmeraldas, permite que 150.000 familias, aproximadamente, tengan un empleo digno.

2.1.1. Puerto pesquero en la Provincia de Santa Elena

La población de Santa Rosa es una pequeña comunidad que tiene una actividad económica sustentable y se considera una zona pesquera muy importante dentro de la provincia de Santa Elena y la mayor parte de su población opta esa actividad como una fuente significativa de trabajo, ocupando el primer lugar como puerto pesquero artesanal del país. En dicha

localidad la flota pesquera está constituida por 1.700 embarcaciones, aproximadamente, tipos fibras y pangas, en los que trabajan unas 3.800 personas en las diferentes faenas relacionadas con la pesca.

Anconcito se ubica como el segundo puerto pesquero artesanal, y la mayor parte de su producto tiene como destino final el mercado externo, y el remanente se destina al consumo nacional. Por otro lado, se cubre el abastecimiento de plantas procesadoras y factorías de harina de pescado.

El puerto pesquero de Chanduy ocupa el tercer lugar, con más de 800 pescadores cercano. En esta parroquia existen las facilidades necesarias para que puedan almacenar su producto, el mismo que es despachado por medio de camiones a los diferentes mercados del país.

La Provincia de Santa Elena cuenta actualmente con 13 centros de distribución de combustible GPA para atender a las embarcaciones previas a sus faenas de pesca.

2.1.2. Centro de Distribución de Pesca Artesanal

La Agencia Regional de Control Hidrocarburífero que operan en La Libertad, ARCH, como agente fiscalizador, tiene como uno de sus objetivos en esta provincia, regular la comercialización y distribución de GPA. Pero, en las otras provincias de la costa ecuatoriana existen otras jefaturas regionales que se encargan de hacer esos controles en sus áreas respectivas, como se describe en la Tabla N° 1.

Tabla 1 Centro de Distribución GPA

PROVINCIAS	CENTROS DE DISTRIBUCIONES
SANTA ELENA	Aracely Sánchez Falcones
	Depósito Reyes (Anconcito)
	Depósito Santa Rosa (Chalen)
	Fenapet Santa Rosa de Salinas
	Fenapet Puerto Chanduy
	Fenapet Fuerza Anconcito
	Fenapet San Pablo
	Depósito San Pedro
	Depósito Puerto Salinas
	Depósito Anconcito
	Depósito Palmar
GUAYAS	Facilidades Pesquera Engabao
	Fenapet Playas
MANABÍ	Luis Chávez Cisneros
	Centro Pesquero Jaramijó
	Asociación de Pesquero – P López
	Depósito San Mateo
	Depósito Arenal
	Depósito San Mateo
	Depósito Jaramijó
	Depósito Marianita
	Depósito Crucita
	Depósito Puerto Cayo
EL ORO	Depósito Tiwintza
	Depósito Hualtaco
	Depósito 6 de octubre
	Depósito Puerto Jely

Fuente: Área de Comercialización de Hidrocarburos, ARCH, 2019.

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

2.1.3. Aspecto General de la comercialización de GPA

La Comercialización de GPA dispuesto en el Art. 68 de Ley de Hidrocarburos del 04 de febrero del 2010. Indica que, el almacenamiento, distribución y venta al público en el país, o una de estas actividades, de los derivados de los hidrocarburos será realizada por EP PETROECUADOR, personas naturales, empresas nacionales o extranjeras de reconocido prestigio en esta materia y

legalmente establecidas en el país, para lo cual podrán adquirir tales derivados, ya sea en plantas refinadoras nacionales o en el extranjero.

El almacenamiento, distribución y ventas de los derivados en el Ecuador, constituyen un servicio público, que por su naturaleza no podrá ser suspendido por ninguna persona natural, ni por empresas nacionales o extranjeras que lo realicen.

El despacho de GPA en Cabecera de Poliducto, LMP, se lo realiza en el área de surtidores, en el cual se cuantifican los volúmenes de combustibles que se despachan al consumidor final.

El área de surtidores cuenta con las siguientes características:

1. Dispensador (dispone de las mangueras)
2. Pistola de suministro de combustible GPA
3. Acabado de acero inoxidable



Figura N° 1 Área de surtidores

Fuente: EP Petroecuador

2.1.4. Cifras del Sector Petróleo Ecuatoriano

El Banco Central del Ecuador (BCE) es el encargado de publicar las cifras de los volúmenes de producciones, consumos, importaciones, exportaciones, transporte por oleoductos, poliductos, gasoductos, autotanques y buquetanques de hidrocarburos. Pero, con el objeto de facilitar el objetivo de este estudio, se tomará en consideración la producción local derivados del petróleo (Refinería La Libertad).

La Refinería La Libertad opera mediante destilación atmosférica, cuya finalidad es extraer los hidrocarburos presentes de forma natural en el crudo, sin afectar a la estructura molecular de los componentes, obteniendo combustibles terminados y cortes de hidrocarburos que se procesarán en las unidades tales como se detalla a continuación:

Tabla 2 Producción promedia de la RLL 2019.

Unidades de Proceso			
Parsons	Estabilizadora	Universal	Cautivo
26,000 bpd	3,000 bpd	9,500 bpd	10,000 bpd
Gasolina B.	Gasolina Estabilizada	Gasolina B.	Gasolina B.
Diésel 1	GLP	Diésel 1	Diésel 1
Diésel 2		Diésel 2	Diésel 2
Fuel Oil		Fuel Oil	Fuel Oil
Spray Oil		Jet A1	Rubber Solvente.
Jet A1		Residuo	Mineral
Residuo			Residuo

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: Informe de área de Refinación e Industrialización, ARCH.

En la siguiente ilustración se puede observar el volumen en galones de GPA diario que se despacha a provincias antemencionada, a los debidos centros de distribución de combustible de pesca artesanal.

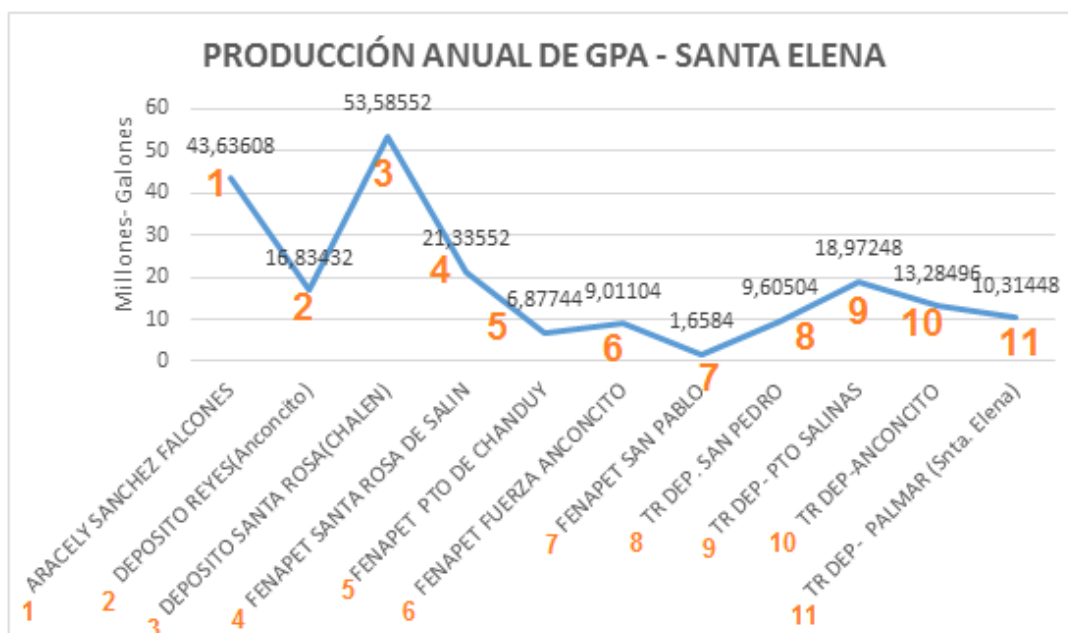


Figura N° 2 Volumen en galones vs centro de distribución de GPA
Fuente: Informe de área de Refinación e Industrialización, ARCH.

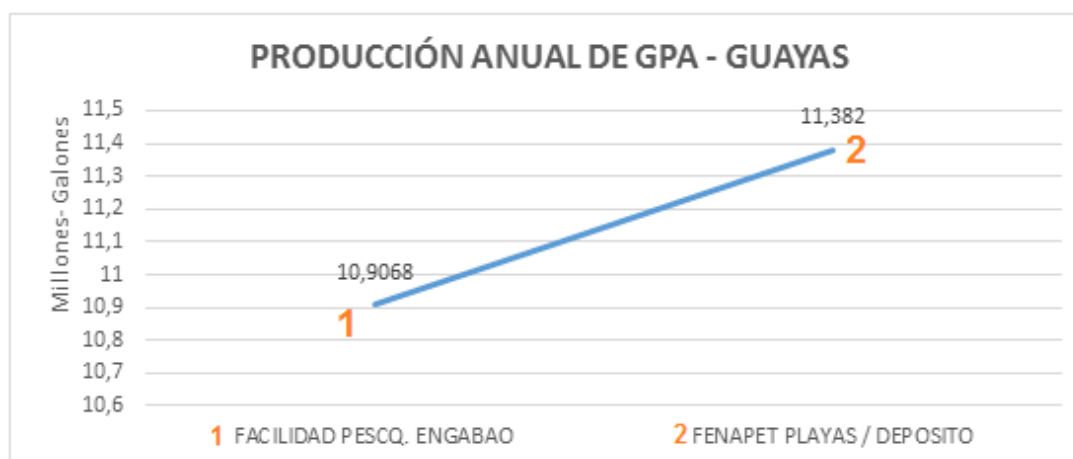


Figura N° 3 Volumen en galones vs centro de distribución de GPA
Fuente: Informe de área de Refinación e Industrialización, ARCH.

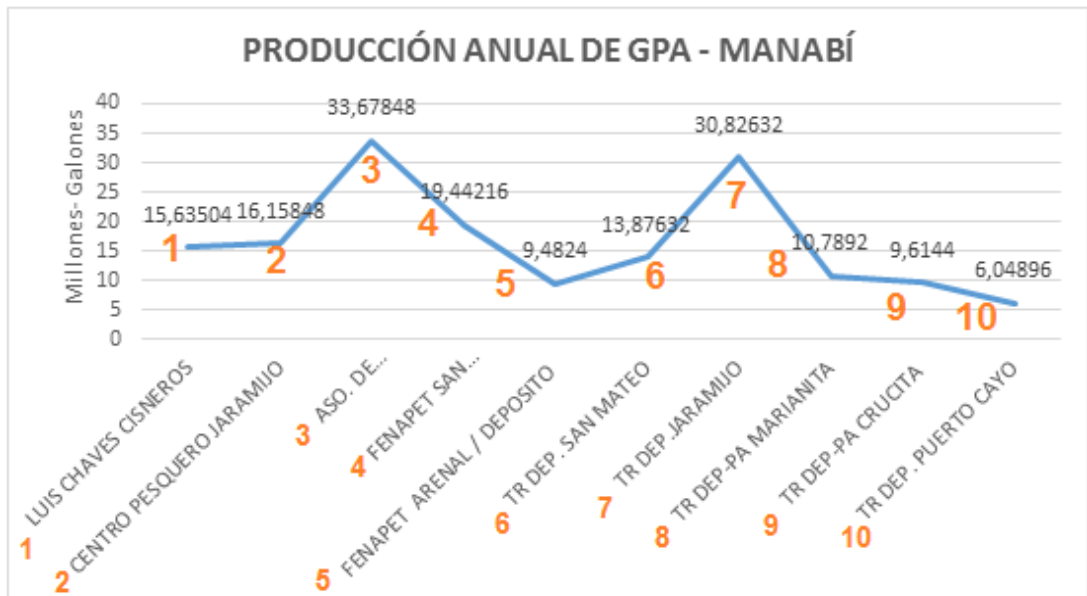


Figura N° 4 Volumen en galones vs centro de distribución de GPA.

Fuente: Informe de área de Refinación e Industrialización, ARCH.

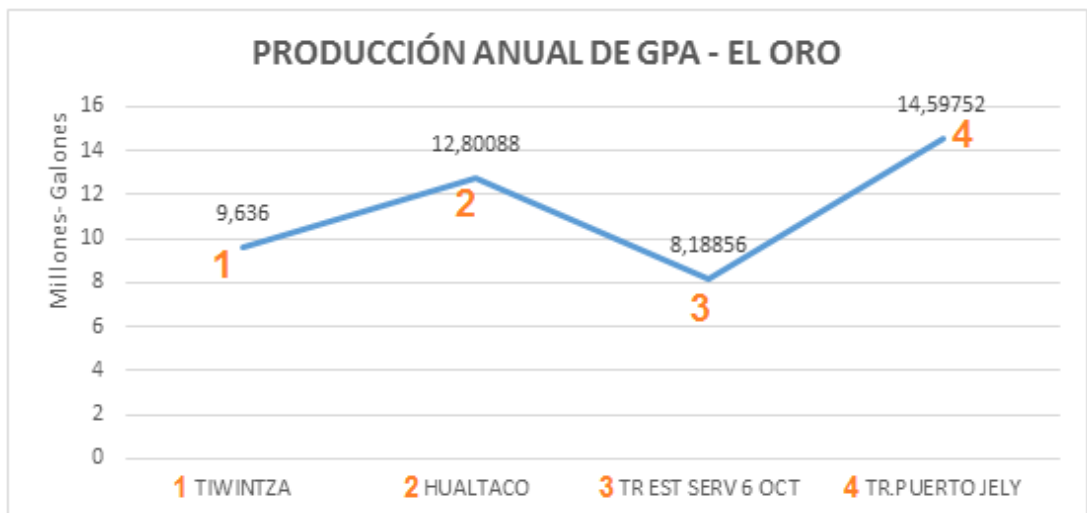


Figura N° 5 Volumen en galones vs centro de distribución de GPA.

Fuente: Informe de área de Refinación e Industrialización, ARCH.

2.1.4.1. Precio del combustible de GPA

Según los Decretos Ejecutivos No. 338, 799 y 352, establecen que la GPA por parte de la EP Petroecuador Gerencia de Comercialización Nacional tendrá

un costo de \$ 0,799/galón, a nivel de terminal para las comercializadoras calificadas y autorizadas a nivel nacional. El costo actual de combustible GPA para el consumidor final es de \$ 0,925/galón.

2.2. Características generales del Terminal de Despacho GPA en Cabecera de Poliductos LMP

En la provincia de Santa Elena, a 1 ½ km del cantón La Libertad, se encuentra el Terminal de Despacho GPA en el sector conocido como la Crucita, que es la unidad encargada de preparar y despachar la gasolina de pesca artesanal conocida por sus siglas GPA.

En dicho Terminal preparan la mezcla de GPA en la proporción siguiente: 50:1, es decir que por cada 50 galones de gasolina base, agregan un 1 galón de aceite de dos tiempos. En la figura anexa se pueden observar todas las facilidades de superficie que tiene el Terminal de Despacho GPA.³



Figura N° 6 Terminal de despacho del combustible de pesca artesanal.

Fuente: ARCH-P.

³ EP Petroecuador – Terminal Marítimo La Libertad

2.2.1. Ubicación geográfica

La Estación Cabecera de Poliductos, LMP, se encuentra localizada hacia el oeste de la Provincia de Santa Elena, cerca del cantón La Libertad, en la puntilla de Santa Elena.



Figura N° 7 Mapa de ubicación

Por otro lado, el Terminal de Despacho GPA, está localizado dentro de las instalaciones de la Cabecera de Poliductos, LMP, ocupando una extensión de 50000 m² (5 hectáreas), con un cerramiento protector de malla de acero galvanizado.



Figura N° 8 Estación Cabecera La Libertad

Fuente: ARCH-P.

2.2.2. Definiciones de importancia

Aforo

Es la determinación de la cantidad de hidrocarburos en reposo por mediciones efectuadas en tanques fijos, debidamente calibrados por empresas calificadas.



Figura N° 9 Aforo en los tanques de aceite de dos tiempos.

Fuente: ARCH-P

Autotanque

Vehículo que transporta derivados de petróleo (GPA), la capacidad de carga de esas unidades varía entre 1000 y 10000 gal.



Figura N° 10 Autotanque.

Fuente: ARCH-P

Bomba

Máquina que suministra presión o le agrega energía a un líquido, imprimiéndole mayor velocidad.



Figura N° 11 Bomba.

Fuente: ARCH-P

Cinta de medición

Es un instrumento calibrado que cumple con normas ASTM, consta de dos partes: una lámina delgada de acero, graduada y empleada para efectuar mediciones de fondo o al vacío de un hidrocarburo líquido en un tanque. En la parte final de la cinta va enganchada una ploma de bronce, que tiene 6 in de largo y que su extremo puede terminar en punta o ser plana de acuerdo a los requerimientos de fiscalización, y que tiene suficiente peso como para mantener la cinta tensada, de tal forma que facilite la penetración en el líquido.



Figura N° 12 Cinta de medición.

Pasta detectora de agua

La pasta que comúnmente se utiliza es la “Kolor Kut”, que detecta la presencia de agua en el fondo de los tanques que almacenan hidrocarburos. Cuando dicha pasta entra en contacto con el agua cambia inmediatamente del color amarillo a rojo purpura, siendo marcadamente visible para los ojos de operador o fiscalizador.

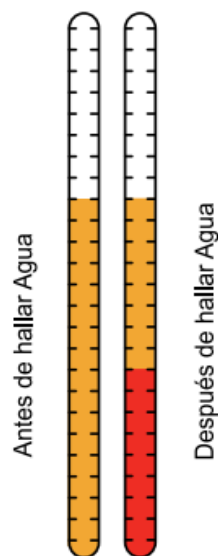


Figura N° 13 Reacción con el contacto de la pasta.

Fuente: ARCH-P

Consumidor final

Persona natural o jurídica que utiliza GPA en la fase final para emplearlo en los motores de dos tiempos.



Figura N° 14 Consumido final.

Fuente: ARCH-P

Despacho

Refinería La Libertad entrega al Terminal de Cabecera de Poliductos gasolina base, que luego será mezclado con el aceite de dos tiempos, en los porcentajes establecidos, verificándose la calidad del producto previa su entrega al usuario.

Derivados

Son los productos obtenidos en Refinerías por destilación del petróleo.

Empaquetado

Volumen de producto que está presurizando o llenando la tubería de despacho, el cual debe ser cuantificado prolijamente por el equipo de fiscalizadores para evitar pérdidas indebidas.

Estación de bombeo

Infraestructura industrial compuesta por tuberías, bombas, tanques de productos, salas de control, sistema contra incendios, etc, que permite suministrar energía a los fluidos que circulan a través de las tuberías o ductos para que los derivados puedan ser transferidos a otros terminales.



Figura N° 15 Estacion de bombeo.

Fuente: ARCH-P



Figura N° 16 Sistema contra incendio SCI.

Fuente: ARCH-P

Isla de Carga

Conjunto de instalaciones existentes en los patios de las estaciones, para despachar diversos combustibles a los autotanques. Los cuales están conformados por los accesorios siguientes: boca de carga y descarga, brazos flexibles de descarga, Accuload (medidores de flujo), bombas, filtros, tuberías metálicas y válvulas.



Figura N° 17 Isla de carga.

Fuente: ARCH-P

Tomamuestras

Son dispositivos que permiten tomar muestras de combustibles en los tanques de almacenamientos de las plantas, autotanques, buquetanques. Para sus análisis respectivos en los laboratorios acreditados. Estos equipos son construidos con material de cobre o acero inoxidable, teniendo una capacidad de un litro, presentando en el fondo un lastre para facilitar la bajada del instrumento al fondo del tanque. Estos equipos Incluyen una manija, tapón de corcho y un cordón para facilitar la recuperación del Tomamuestra lleno hasta los tres cuartos de su capacidad. Es recomendable tomar muestras de los productos terminados en los niveles: superior, medio, inferior y fondo para su análisis respectivo en el laboratorio que garantice la calidad de los productos previa a su despacho.



Figura N° 18 Tomamuestra.

Presión atmosférica

Es la producida por el peso del aire y su valor depende de la altura del sitio sobre el nivel del mar.

Presión de diseño

Es la presión manométrica considerada para efectuar los cálculos.

Presión de operación

Presión manométrica la cual está sometido el tanque en condiciones normales de trabajo.

Presión de prueba

Valor de la presión manométrica que sirve para realizar la prueba hidrostática o neumática. Sedimento suspendido o sólidos que no son hidrocarburos presentes dentro del crudo o derivados pero que no están en solución.

Tanque

Depósito diseñado para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presiones internas relativamente bajas.



Figura N° 19 Tanques de almacenamientos.

Fuente: ARCH-P

Válvulas

Dispositivos que controla el flujo por las tuberías hacia los tanques.

2.3. Características de la gasolina de pesca artesanal

A continuación, se describe las propiedades de la gasolina de pesca artesanal, aceite de dos tiempos y gasolina base:

La gasolina base se obtiene en un porcentaje de 40% en volumen de Nafta Liviana mediante una destilación ASTM D-86 a 30°C – 80 °C y un 60% en volumen de Nafta Pesada mediante una destilación ASTM D-86 a 80°C – 180°C.

Tabla 3 Propiedades de la Gasolina de pesca artesanal.

GASOLINA DE PESCA ARTESANAL	
API (60°F)	60.7
TEMPERATURA	81°C
Destilación al 10%	85°C
Destilación al 50%	120°C
Destilación al 90%	170°C
Residuo, % Volumen	2,4 a 3,4
P vapor	72 KPa
Azufre, % Peso	0,30

Fuente: ARCH-P.

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

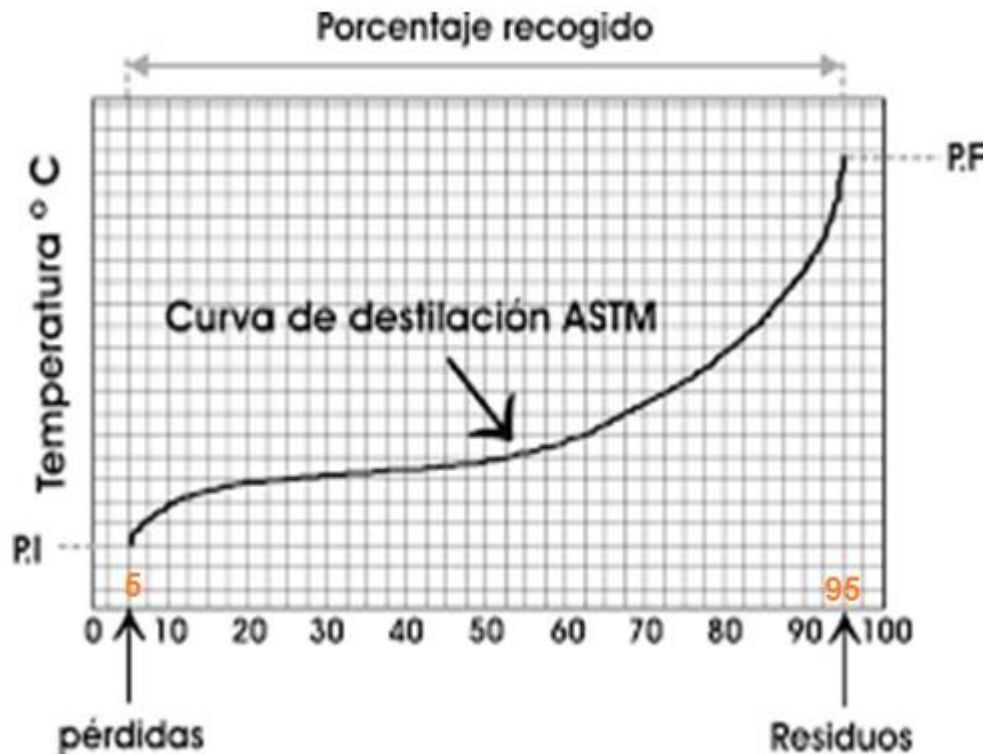


Figura N° 20 Curva de destilación de la gasolina.

Fuente: ARCH-P

Las especificaciones más importantes constituyen la destilación al 10%, 50% y 90%, también el contenido máximo residuo, porque el valor de la destilación al 10% facilita el arranque en frío del motor de dos tiempos, permitiendo el encendido en la cámara de combustión, el 50% facilita la aceleración del motor y al 90% evita la dilución del aceite carter. Mientras que el contenido de residuo en el rango de los porcentajes de volúmenes 2,4 a 3,4 proporciona tener la cantidad correcta de aceite de dos tiempos en el GPA.

2.3.1. Características de las propiedades físicas químicas de la Gasolina Base y Aceite de dos tiempos.

2.3.1.1. Gasolina Base de la Refinería La Libertad

La gasolina base se obtiene en las tres refinerías que operan en: La Libertad Parsons (27.000 bls/día), Universal (10.000 bls/día) y Cautivo (9.500 bls/día).

En estas plantas el proceso de los hidrocarburos es por destilación atmosférica, cuyos productos son prolijamente analizados en el Laboratorio de la misma refinería, y previa su salida al mercado emite los certificados de calidad respectivos. Cabe resaltar que dicho laboratorio ha sido debidamente legalizado por SAE (Secretaría de Acreditación Ecuatoriana).

Los parámetros más importantes que se analizan en la gasolina base son los siguientes:

1. Gravedad API a 60°F (15.6°C)

La escala de gravedad específica fue desarrollada por el Instituto Estadounidense del Petróleo (American Petroleum Institute, API) con la finalidad de poder medir la densidad relativa de diversos líquidos del petróleo, está calibrada en grados en un instrumento denominado hidrómetro y diseñada para que los valores estén dentro del rango de 10° y 70° de gravedad API.

Fórmula:

$$\text{Gravedad API} = \left(\frac{141,5}{G_{E\ 60^{\circ}F}} - 131,5 \right)$$

Donde:

G_E = Gravedad específica a 60°F.

2. Gravedad específica 60/60°F (15.6°C)

Es un término relativo, usado en las transferencias de los combustibles, es la razón de la densidad de una sustancia a la densidad del agua a 4°C, también se puede obtener mediante la razón del peso específico de una sustancia al peso específico del agua a 4°C.

El fluido de referencia será el agua pura a 4°C,

$$sg = \frac{\gamma_s}{\gamma_w \text{ a } 4^\circ C} = \frac{\rho_s}{\rho_w \text{ a } 4^\circ C}$$

Donde

γ_s = densidad de la sustancia

γ_w = densidad del agua

ρ_s = peso específico de la sustancia

ρ_w = peso específico del agua

Por tanto, la definición matemática de la gravedad específica es:

Sistema Internacional (SI);

$$sg = \frac{\gamma_s}{9,81 \text{ kN/m}^3} = \frac{\rho_s}{1000 \text{ kg/m}^3}$$

Sistema Ingles;

$$sg = \frac{\gamma_s}{62,4 \text{ lb/ft}^3} = \frac{\rho_s}{1,94 \text{ slugs/ft}^3}$$

3. Número de Octano (RON)

Se define como la cantidad de octanos que se encuentran presente en un carburante. Un octano es una clase de hidrocarburo que tiene 8 átomos de carbono. Mientras que un carburante es una combinación de varios hidrocarburos que se utilizan para el buen funcionamiento de un motor. Es decir que el octanaje mide el poder antidetonante de los carburantes.

4. Color SAYBOLT

Este método es utilizado para fines de control de calidad, el color es un número relacionado con la altura de la columna cuya gama se compara

con filtros normalizados, los números varían de +30 a -16, que corresponde, respectivamente al color más claro y al más oscuro.

5. Destilado inicial de ebullición

Es la temperatura observada en el termómetro, colocado en el cuello del matraz de destilación, en el instante en que la primera gota del destilado cae de la boca del tubo condensador.

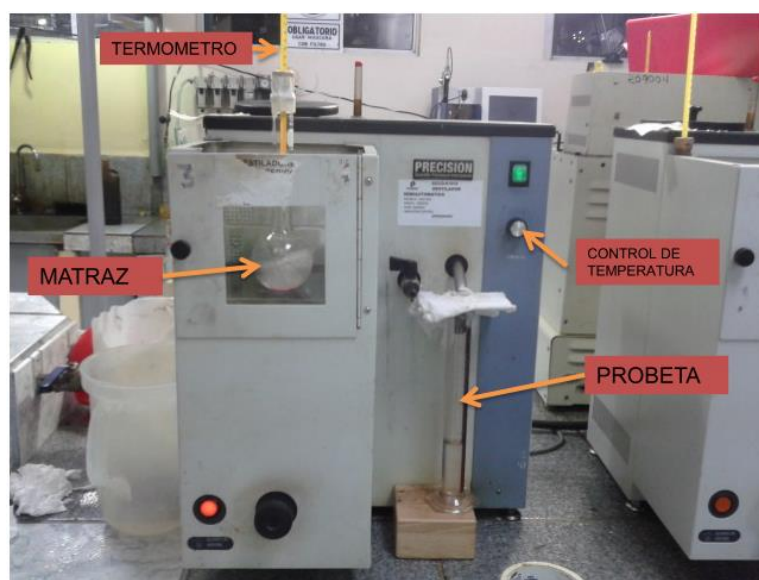


Figura N° 21 Equipo de destilación.

Fuente: Laboratorio de la Refinería La Libertad.

6. Destilación Punto Final de Ebullición (PFE)

Es la temperatura más alta observada durante toda la destilación en el termómetro ubicado en el cuello del matraz de destilación.

7. Residuo de la destilación

Se mide en porcentaje en volumen, se refiere al residuo de todo el volumen destilado que no se pudo fraccionar.

8. Presión de Vapor

Se define como la presión en el instante en el cual se produce el cambio de estado de una materia que pasa de líquido a gaseoso.

9. Corrosión a la lámina de cobre, 50°C

Este método nos permitirá determinar la corrosión a través de una lámina de cobre, a los productos derivados de petróleo, el resultado de la lectura es un número acompañado con una letra.

Tabla 4 Norma ASTM D-130, Corrosión de cobre.

Lectura	Descripción	Designación
3b	Múltiples con rojo y verde sin gris	Mancha oscura
3a	Tornasol oscuro	Mancha oscura
1b	Anaranjado oscuro	Ligeramente manchada
2c	Colores múltiples	Manchada moderada
2b	Azul suave	Manchada moderada
4b	Negro opaco	Corrosión
4a	Negro claro	Corrosión

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH – Refinación e Industrialización.



Figura N° 22 Lamina de cobre.

10. Contenido de azufre

Es el contenido o concentración de azufre presente en un carburante, cuando se trata de valores pequeños normalmente se expresa en ppm de azufre.

A continuación, se describe los parámetros de la Gasolina Base, realiza en el laboratorio de la Refinería La Libertad:

Tabla 5 Resultado de parámetros de la Gasolina Base.

Resultados del Laboratorio Refinería La Libertad		
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDAD
GRAVEDAD API A 60°F	61,7	°API
GRAVEDAD ESPECÍFICA	0,7324	---
NÚMERO DE OCTANO	63,0	---
COLOR SAYBOLT	30	---
DESTILADO AL 10%	70	°C
DESTILADO AL 50%	116	°C
DESTILADO AL 90%	155	°C
PFE	182	°C
DEST. RESIDUO	1,0	%V
PRESIÓN DE VAPOR	55,8	KPa
CORROSIÓN A LA LAMINA DE COBRE	1b	---
CONTENIDO DE AZUFRE	0,009	%P

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: Informe de resultados EP – PETROECUADOR.

2.3.1.2. Aceite de dos tiempos

El aceite de dos tiempos es uno del componente importante en el mezclado con la gasolina base, para obtener el combustible de pesca artesanal, este combustible proviene de PDVSA ECUADOR S.A. El medio de transporte que se utiliza para trasladar el aceite de dos tiempos son los autotanques.

Características del aceite de dos tiempos

Tabla 6 Resultado de parámetros del aceite de dos tiempos.

Viscosidad @ 100°C	cSt	14,5
Viscosidad @ 40°C	cSt	140
Índice de viscosidad	Adm	95
Punto de fluidez	°C	-12
Punto de inflamación	°C	240
Cenizas sulfatadas	%p	< 0,001
Color	Visual	Púrpura
Gravedad específica		0,8833
API (60°F)		29 a 30
Temperatura (°F)		81 a 82

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: Informe de resultados PDVSA ECUADOR S.A.

Los parámetros más importantes que se analizan en el aceite de dos tiempos son los siguientes:

1. Destilación
2. Destilado Residuo
3. Presión de Vapor
4. Corrosión a la Lámina de Cobre
5. Contenido de Azufre

A continuación, se describe los parámetros del aceite de dos tiempos, realiza en el laboratorio de la Refinería La Libertad.

Tabla 7 Resultado de parámetros del aceite de dos tiempos.

Resultados del Laboratorio Refinería La Libertad				
PARÁMETROS	ESPECIFICACIÓN		RESULTADOS	UNIDAD
	MIN	MÁX		
DEST. 10%	---	80	70	°C
DEST. 50%	---	120	117	°C
DEST. 90%	---	170	159	°C
DEST. RESIDUO	2,4	3,4	2,5	%V
PRESIÓN DE VAPOR	---	72	55,2	KPA
CORROSIÓN A LA LÁMINA DE COBRE	---	No. 1	1B	---
CONTENIDO DE AZUFRE	---	0,3	0,0100	%P
GRAVEDAD API A 60°F	REPORTE	REPORTE	61,1	°API
GRAVEDAD ESPECÍFICA	REPORTE	REPORTE	0,7347	---

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: Informe de resultados EP – PETROECUADOR.

2.4. Pérdidas de GPA en el terminal de despacho.

Cuando no se realiza el despacho regular de la GPA a los autotanques, en la unidad de almacenaje de este producto se presenta una gasificación, por la volatilidad del combustible, que guarda relación con el tiempo que están en reposo. En los registros diarios del movimiento de productos que hacen los operadores del terminal indicado, se pueden observar los volúmenes que se despachan, incluyendo las pérdidas por gasificación, que luego se reportan mensualmente.

2.4.1. Pérdidas por gasificación.

Es de suma importancia controlar las pérdidas por gasificación, para esto es necesario la selección de un tipo apropiado de tanques, por cuya razón es recomendable usar los tanques de techos flotantes normales, domo y los tanques de techos flotantes internos, los cuales han sido diseñados con el objeto de disminuir las pérdidas por desgasificación, y por ende es necesario conservarlos en buenas condiciones para que cumplan su objetivo, para lo cual se debe planificar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo. La selección de los diferentes tipos de tanques se basa comúnmente en normas de construcción ASTM para tanques nuevos y usados, a más de las recomendaciones que proporcionan las normas NTE INEN en donde se evalúa la reducción de evaporización contra el mayor costo que traería el cambio de dichos tanques, los cuales van a ser más eficientes en el control de la evaporización.

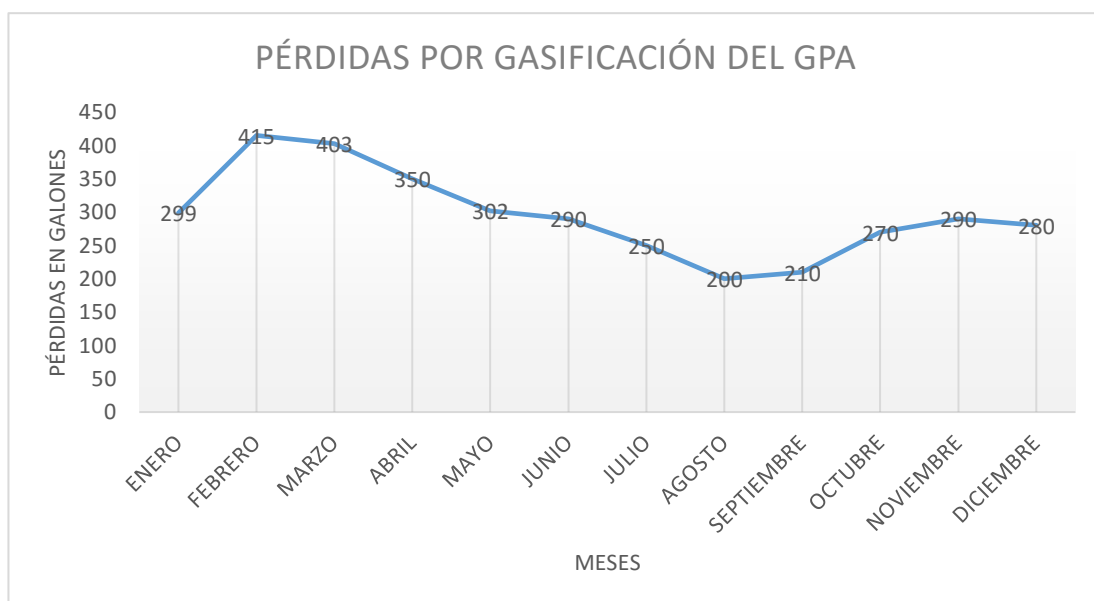


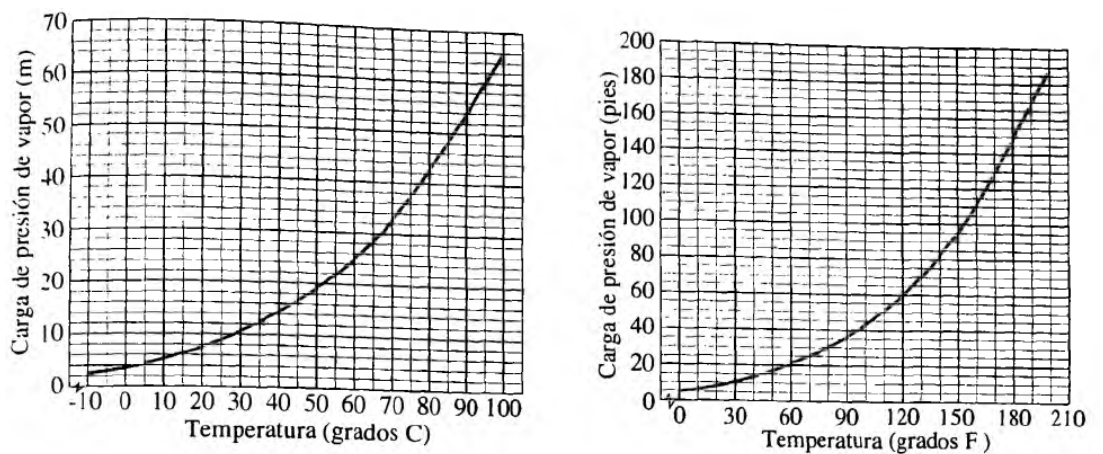
Figura N° 23 Pérdidas por gasificación.

Fuente: Transporte y almacenamiento de hidrocarburos – ARCH-P

2.4.2. Clasificación de las pérdidas

Pérdidas por almacenamiento

Los hidrocarburos presentan pérdidas en almacenamiento están en función de la volatilidad del producto, en especial a medida que aumenta la temperatura aumenta la presión de vapor. En grandes tanques de almacenaje de gasolinas se emplean techos flotantes para reducir las pérdidas por evaporización del producto. Las presiones de vapor versus temperatura para gasolinas son aproximadas, debido a que hay muchas fórmulas que tienen volatilidad muy variable para la operación de vehículos en climas y altitudes diferentes.



(c) Gasolina*

Figura N° 24 Grafica de carga de presión de vapor vs temperatura

Fuente: Robert L Mott.

Pérdidas operativas

Las pérdidas operativas más comunes que se presentan tenemos la carga de presión estática (h_{sp}), diferencia de elevación desde nivel del fluido en el depósito a la línea central de la entrada de succión de la bomba (h_s), pérdidas de carga en las tuberías de succión debido a la fricción y pérdidas menores

(h_f), carga de presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo (h_{vp}).

La sumatoria de las pérdidas antemencionadas se define como carga de succión neta positiva disponible (NPSHA).

$$NPSH_A = h_{sp} \pm h_s - h_f - h_{vp}$$

2.4.3. Metodología para determinar pérdidas por evaporización.

Método directo de aforo de un tanque

Es el método más común en los terminales de despacho, dado que consiste en una medición directa a los tanques de almacenamientos de hidrocarburos, mediante el empleo de una cinta metálica flexible de acero inoxidable de 1/8 in de ancho, 60 ft de largo y una plomada para facilitar la operación, dada por la norma API 2545.

Procedimiento de aforo directo

1. Previo al aforo se procede a la revisión de la cinta metálica, con el objeto de asegurar que se encuentre en buenas condiciones, luego se junta pasta Kolor Kut en la plomada para verificar la existencia de agua en el fondo del tanque, lo cual se ratifica al cambiar el color original de amarillo a rojo.
2. Se introduce la cinta metálica por la boca de medición del tanque hasta que la plomada toque el fondo, y se procede a anotar la primera medición.
3. Se hacen otras mediciones, hasta lograr que dos medidas coincidan.

2.5. Sistema de llenado al autotanque mediante Carga Ventral

Para la aplicación del Sistema de llene por carga ventral, deben cumplirse con las normas API – 1004 (American Petroleum Institute), y las normas de la Asociación de Constructores de Camiones Cisternas (Truck Trailer Manufactures Association), y por ende las normas NTE INEN.

En la gráfica anexa se muestra un sistema de Carga Ventral completo:

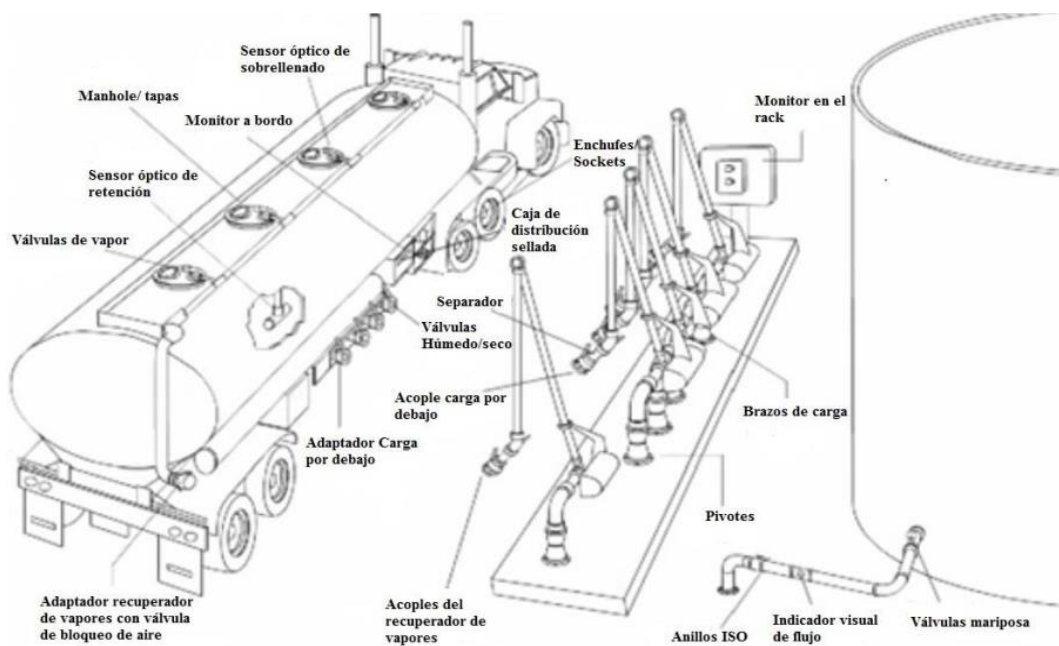


Figura N° 25 Sistema de llenado de combustible por carga ventral.

Fuente: Animation Petroleum Process, OWP (2014).

En la siguiente figura, se presenta un diagrama básico de un autotanque con el Sistema de Carga Ventral que se requiere implementar en el terminal de despacho de La Libertad.

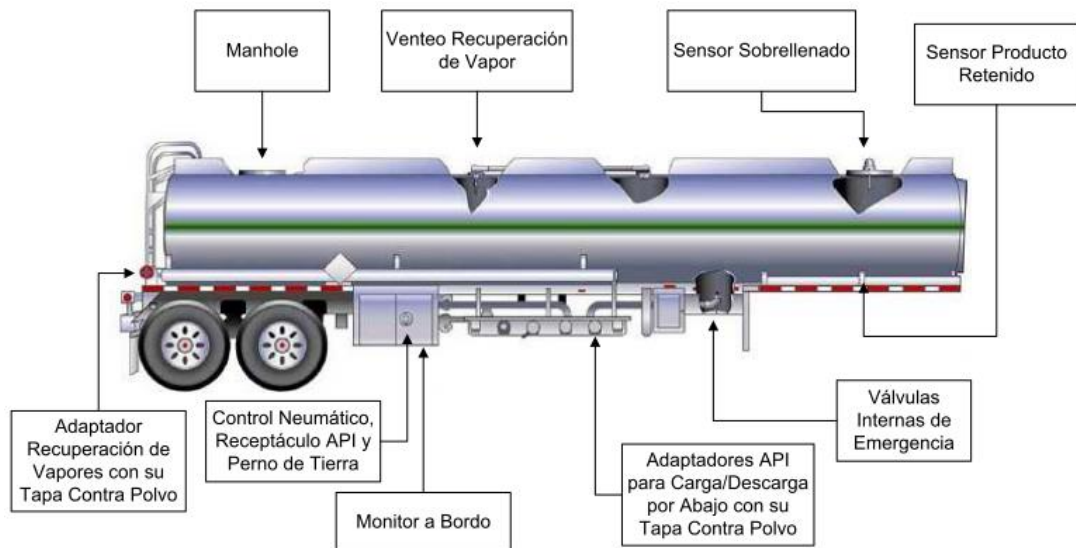


Figura N° 26 Diagrama básico del Sistema de Carga Ventral

Fuente: Rom Link Installation Manual (2012).

Manhole:

Boca de inspección, (también conocida boca de llenado), está ubicada en la parte superior de cada compartimiento del autotanque, el cual depende de la capacidad del mismo, tiene válvulas de presión y vacío para mantener la presión interna del tanque a la presión atmosférica.

Sensor de sobrellenado:

Dispositivo que indica cuando el nivel del producto se encuentra en su máximo punto, garantizando el llenado que no habrá derrame, y por ende brindando seguridad al proceso de carga del producto en cada compartimiento del autotanque.

Sensor de producto retenido:

Este tipo de sensor permite detectar el hidrocarburo residual en el fondo del compartimiento del autotanque.

Válvula interna de emergencia:

Esta válvula posee un cuerpo flexible, por lo tanto, en caso de producirse una colisión con una roca o un vehículo pequeño, permita que la válvula interna del autotanque situada en la parte inferior, se corte el flujo mecánicamente por ser más débil, evitando de esta forma el derrame del producto.

Adaptador API para carga/descarga de productos:

Este adaptador se acopla con el brazo de carga, para permitir el paso del fluido hasta llenar los compartimientos del autotanque. Cumple con la Norma API 1004, de manera que sea compatible.



Figura N° 27 Adaptador API

Adaptador de recuperación de vapores:

Están diseñadas para minimizar la disminución de la presión y maximizar la eficacia de la recuperación de los vapores del combustible GPA durante la carga y descarga de compartimiento, son un referente a nivel internacional.

Estos equipos incorporan una construcción de aluminio ligero que permite una mayor carga y un menor mantenimiento.⁴



Figura N° 28 Adaptador de recuperación de vapores

Unidad de recuperación de vapores

También conocidas por sus siglas URV, son el conjunto de equipos que se encargan de extraer cualquier tipo de materia gaseosa de un flujo, ya sea bifásico.

URV está compuesta al menos por:

- 1) La unidad de separación de gases o vapores.
- 2) Sistema de tanques, que da origen a la mezcla de gases o vapores conocida como emanaciones, el cual comúnmente contiene hidrocarburos.

⁴ <https://www.gardnerdenver.com/es-ec/emcowheaton/products/vapor-recovery-adapter>

Cualquier otro equipo, además de los antes mencionados, que también conforme la URV, simplemente fue incluido para optimizar el funcionamiento de la unidad; por ejemplo, la inclusión de compresores para ayudar al desplazamiento de los fluidos a través de las tuberías (Arteaga, 2010).



Figura N° 29 Unidad Recuperadora de Vapor

Fuente: (Hamworthy, 2013)

Costos de unidades de recuperación de vapores

Es recomendable para este diseño implementar una URV de una capacidad de 25 m³/día (6.600 gal/día), debido al 0.005% en volumen en gasificación de GPA.

Tabla 8 Precios y costos de URV.

Capacidad m ³ / día	Potencial del compresor hp	Costos de capital	Costos de instalación	Costos de operación y mantenimiento
25	5 – 10	\$ 15.125	\$ 7.560	\$ 4.500
50	10 – 15	\$ 19.500	\$ (7.560 – 15.125)	\$ 5.250
100	15 – 25	\$ 23.500	\$ (9.750 – 19.500)	\$ 6.000
200	30 – 50	\$ 31.500	\$ (11.750 – 23.500)	\$ 7.200
500	60 – 80	\$ 44.000	\$ (15.750 – 31.500)	\$ 8.400

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: Arteaga, 2010

2.5.1. Carga ventral (Bottom Loading)

El objetivo del sistema de carga ventral es reducir los vapores que se generan durante la descarga del combustible, evitando afectar la integridad física del operador, y por ende reduciendo los tiempos de descarga. Existe un cierre hermético entre el brazo de carga del hidrocarburo y el manhole del autotank para evitar la evaporización del GPA. En la imagen siguiente se puede observar el sistema de carga ventral.



Figura N° 30 Sistema de Carga Ventral.

Fuente: Terminal Beaterio.



Figura N° 31 Sistema de Carga Ventral.

Fuente: Terminal Beaterio.

2.5.2. Ventajas del sistema de Carga Ventral

1. La carga es más rápida, permitiendo que el Terminal de despacho opere con caudales más elevados.
2. Proporciona seguridad, este sistema evita que el operador tenga que subir al cubeto del autotanque, reduciendo los riesgos de caídas.
3. Amigable con el medio ambiente, existe recuperación de los vapores que se genera con el Sistema de Carga Superior, evitando que dichos gases se emitan a la atmosfera, o que afecten al operador.
4. Prevención de incendios, con el sistema de Carga Superior se producen cargas estáticas (forma de energía producida por elementos en movimiento y/o rozamiento), dentro de los compartimientos del autotanque, Adicionalmente la participación del operador que manipula el brazo de carga puede generar chispas entre el contacto de la boca

de llenado y el brazo de descarga, por ende, la importancia de conectar los cables de tierra, previo el inicio de las operaciones de descarga.

5. Evita derrames, el sistema de Carga Ventral tiene sensores de llenado que permiten cuantificar la capacidad nominal del autotanque.

CAPITULO III

SITUACIÓN ACTUAL DEL TERMINAL DE DESPACHO G.P.A

3.1. Facilidades de Superficie

3.1.1. Tanques estacionarios de aceite de dos tiempos

Actualmente, en el terminal de despacho existen dos tanques de almacenamientos de aceite de dos tiempos, con una capacidad total de 10.000 gal, es decir 5.000 gal cada uno, como se puede observar en la figura 8. El tipo de tanque es cilíndrico vertical y estacionario, el techo es fijo y contiene 3 anillos. La norma API MPMS Capitulo 2.2 A, especifica el procedimiento de calibración de tanques usando cintas de medición. También, se lo conoce como el “Método de mediciones físicas”, es un método de referencia. Cabe destacar este método no aplica para aquellos tanques deformados, cortados o no circulares; aplicando a tanques inclinados, pero con una pendiente no mayor al 3% de la vertical.



Figura N° 32 Tanques verticales de almacenamiento de aceite de dos tiempos.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 9 Descripción del Tanque TQ-1.

TANQUE TQ-1	
Equipo	Tanque estacionario
Propietario	EP PETROECUADOR
Tipo de tanque	Cilíndrico vertical
Tipo de techo	Techo fijo
Capacidad	5.536 galones
Número de anillos	3
Norma aplicada	API MPMS CH. 2.2A
Uso	Almacenamiento de aceite

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 10 Descripción del Tanque TQ-2.

TANQUE TQ-2	
Equipo	Tanque estacionario
Propietario	EP PETROECUADOR
Tipo de tanque	Cilíndrico vertical
Tipo de techo	Techo fijo
Capacidad	5.586 galones
Número de anillos	3
Norma aplicada	API MPMS CH. 2.2A
Uso	Almacenamiento de aceite

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

3.1.2. Tanques de almacenamientos de gasolina base

En el terminal de despacho cuenta actualmente con dos tanques de almacenamiento de gasolina base, TK-01 con una capacidad 3.180 m³ (840.067 gal) y el TK-11 con una capacidad de 795 m³ (210.017 gal), para la respectiva mezcla con el aceite de dos tiempos.⁵



Figura N° 33 Tanque flotante TK-01 de almacenamiento de gasolina base.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 11 Descripción del Tanque TK-01.

TK-01	
Equipo	Tanque estacionario
Propietario	EP PETROECUADOR
Tipo de tanque	Cilíndrico Vertical
Capacidad	840.156 gal Última calibración por VERIPET CIA.
Altura de referencia	12,046 metros
Uso	Gasolina Base

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P

⁵ 1 m³ = 264,172 gal



Figura N° 34 Tanque flotante TK-11 de almacenamiento de gasolina base.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 12 Descripción del Tanque TK-11.

TK-11	
Equipo	Tanque estacionario
Propietario	EP PETROECUADOR
Tipo de tanque	Cilíndrico Vertical
Capacidad	210.039 gal Última calibración por VERIPET CIA.
Altura de referencia	11,238 metros
Uso	Gasolina Base

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

3.1.3. Tanques de almacenamiento del combustible de G.P.A

Existen 4 tanques de almacenamiento de combustible de GPA que se pueden almacenar una capacidad total de 34.350 gal, uno de los tanques tiene la capacidad de 7.950 gal y 3 tanques de 8.800 gal, que se encuentran estacionarios en el terminal, ubicado en la Cabecera de Poliducto, LMP, el tipo de tanques son elípticos horizontales, como se muestra en la figura siguiente. La norma aplicada para realizar las calibraciones a estos tipos de tanques de almacenamiento es API STANDARD 255-LIQUID CALIBRATION OF TANKS.



Figura N° 35 Tanques de almacenamiento de combustible de G.P.A.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 13 Descripción del Tanque GPA-1.

TANQUE GPA-1	
Equipo	Tanque estacionario
Propietario	EP PETROECUADOR
Tipo de tanque	Elíptico horizontal
Capacidad	32.221 m ³ (8511.88 gal)
Norma aplicada	API ESTÁNDAR 2555-LIQUID CALIBRATION OF TANKS
Uso	Almacenamiento de combustible de pesca artesanal

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 14 Descripción del tanque GPA-2.

TANQUE GPA-2	
Equipo	Tanque estacionario
Propietario	EP PETROECUADOR
Tipo de tanque	Elíptico horizontal
Capacidad	32.237 m ³ (8516.11 gal)
Norma aplicada	API ESTÁNDAR 2555-LIQUID CALIBRATION OF TANKS
Uso	Almacenamiento de combustible de pesca artesanal

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 15 Descripción del Tanque GPA-3.

TANQUE GPA-3	
Equipo	Tanque estacionario
Propietario	EP PETROECUADOR
Tipo de tanque	Elíptico horizontal
Capacidad	31.162 m ³ (8232.12 gal)
Norma aplicada	API ESTÁNDAR 2555-LIQUID CALIBRATION OF TANKS
Uso	Almacenamiento de combustible de pesca artesanal

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 16 Descripción del Tanque GPA-4.

TANQUE GPA-4	
Equipo	Tanque estacionario
Propietario	EP PETROECUADOR
Tipo de tanque	Elíptico horizontal
Capacidad	29.223 m ³ (7719.89 gal)
Norma aplicada	API ESTÁNDAR 2555-LIQUID CALIBRATION OF TANKS
Uso	Almacenamiento de combustible de pesca artesanal

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

3.1.4. Tanque de inyección de aceite de dos tiempos

Con este tanque se hace la inyección, previa la preparación de la GPA, valiéndose de una bomba que impulsa el aceite de dos tiempos con una relación de 50:1, es decir se inyectan 50 gal de gasolina base por 1 gal de aceite. El porcentaje de preparación es 98% en volumen de gasolina base proveniente del tanque TQ-1, el mismo que tiene una capacidad de almacenaje de 840.067 gal y TQ-2 con 210.017 gal, y 2% en volumen de aceite de dos tiempos que proviene del taque de inyección (capacidad 1.800 gal), lo cual se muestra en la figura siguiente:



Figura N° 36 Tanque de inyección de aceite de dos tiempos.

Fuente: ARCH-P.

3.1.5. Área de descarga del aceite de dos tiempos

El abastecimiento del aceite de dos tiempos proviene de los terminales de productos lubricantes que la empresa PDVSA ECUADOR S.A tiene cerca en

la ciudad de Guayaquil. Actualmente, dicha empresa tiene un contrato activo con la EP PETROECUADOR S.A. El indicado aceite es receiptado en autotankes que pertenecen a esa empresa venezolana. Luego los funcionarios de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífera (ARCH), y los técnicos del Terminal de Despacho de la EP Petroecuador, realizan el aforo del autotankes, determinando el nivel con una varilla de bronce calibrada, que se introduce en la cisterna de dicha unidad. Con el objeto de regular, controlar y fiscalizar que el producto no sea alterado en su volumen en el autotankes, se extrae un pequeño volumen (1 litro) de muestra con un recipiente metálico denominada "Ladrón", como se muestra en la figura 38, el mismo que servirá para hacer las pruebas de calidad en el laboratorio, verificando que se encuentre dentro de los parámetros establecidos para la preparación de la GPA. También, los técnicos del Terminal de despacho del combustible realizan la toma de temperaturas como se muestra en la figura 39, al aceite de dos tiempos en el autotankes, luego se procede al aforo a los tanques de almacenamiento del aceite de dos tiempos, se toma el nivel del aceite con una cinta de medición metálica (calibrada), la cual incorpora una plomada para que pueda bajar fácilmente por gravedad. El objetivo de este aforo es para controlar el movimiento del producto que se tiene en los tanques de almacenamiento, previa la recepción o despacho de nuevos volúmenes de aceite. Con ayuda de la tabla de calibración de los tanques se determinan los volúmenes despachados o recibidos. Posteriormente, todos los datos son registrados en una bitácora y se elabora el acta respectiva, la cual es firmada y sellada por los técnicos que intervinieron en dicha operación. Para facilitar el trabajo se cuenta con una bomba marca SIEMENS, tipo RGZZFSD con 15

HP de potencia que impulsará dicho aceite. El diámetro de la manguera de conexión entre el autotanque y la bomba de despacho es de 4 pulgadas, el mismo que se considera adecuado para llenar dichos tanques de aceite.



Figura N° 37 Estación de recepción de aceite de dos tiempos.

Fuente: ARCH-P.



Figura N° 38 Ladrón equipo utilizado para obtener una muestra GB.

Fuente: ARCH-P.



Figura N° 39 Termómetro.

Fuente: ARCH-P.



Figura N° 40 Aforo a los tanques de aceite de dos tiempos.

Fuente: ARCH-P.

3.1.6. Contador de flujo - Accuload II

Es un instrumento de control con características de medidor de flujos, se basa en la tecnología de los multiprocesadores, facilitando la determinación del volumen y del flujo a través de los brazos de carga mediante válvulas electrohidráulicas. A continuación, se tiene la figura 39, que ilustra el controlador de flujo utilizado en el Terminal de Despacho de Cabecera de Poliductos, LMP (marca Smith Meter Inc).



Figura N° 41 ACCULOAD II.

Fuente: ARCH-P.

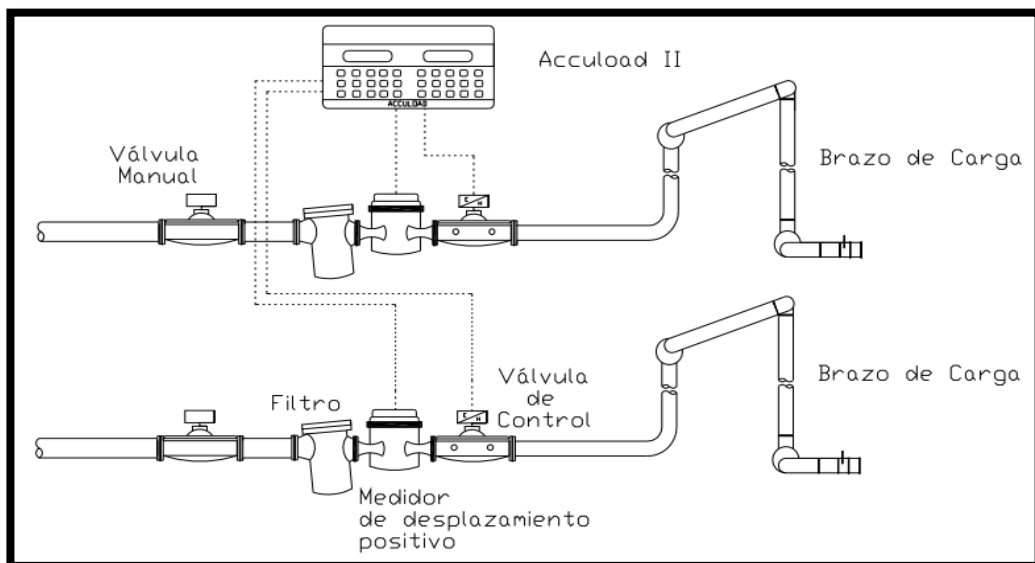


Figura N° 42 Esquema del sistema de control de volumen de despacho.

Fuente: ARCH-P.

3.1.7. Bomba del aceite de dos tiempos

El sector de los tanques de almacenaje del aceite de dos tiempos cuenta con una bomba de succión, que facilitará impulsar dicho aceite desde el autotanque hasta las unidades indicadas, donde luego se hará el mezclado con la finalidad de obtener el producto final (GPA).

3.1.7.1. Especificaciones de la bomba:

- Marca: SIEMENS
- Tipo: RGZZFSD
- Potencia: 15 HP
- Voltaje: 230/ 460 V
- RPM: 1755
- Temperatura de diseño: 40°C
- Peso: 256 lb
- Serial No: F98
- Frecuencia: 60 Hz



Figura N° 43 Bomba.

Fuente: ARCH-P.

3.1.8. Impresora

Este equipo permite elaborar la guía de remisión, la cual detalla los parámetros siguientes: número, comercializadora, nombre del usuario, terminal, tipo de producto y el volumen cargado por el vehículo.



Figura N° 44 Block Impresor.

Fuente: ARCH-P.

3.2. Control y fiscalización en el Terminal de Despacho.

3.2.1. Registró del G.P.A

Este registro es emitido diariamente por los operadores del indicado terminal a los funcionarios de la ARCH-P, que permanentemente fiscalizan esas operaciones.

A continuación, en la figura siguiente, se ilustra cómo se lleva a cabo el registro diario de trabajo C.P.A, donde se reporta el despacho de los volúmenes del CPA (gal/d) a los distribuidores asentados en las provincias de Santa Elena, Guayas, Manabí y El Oro.

JUNIO DEL 2019																															
SANTA ELENA																															
DISTRIBUIDORES / DIA	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
ARACELI SANDOZ FALCONES	7.884			7.884	9.870	9.862	1.974	7.905	7.900	9.869	9.863	9.863	7.912	9.890	9.863	7.912	15.800	7.906	7.923	9.897	7.918	7.908	5.934								181.817
DEPOSITO REYES(Ancón)	2.967			3.942	3.948	2.959	10.857	3.953	3.950	2.967	2.965		3.956			2.965	2.967	2.961	2.965	2.971	2.969	3.959	2.965								70.143
DEPOSITO SANTA ROSA CHALEN	13.797	9.855		13.797	13.817	9.862	7.899	3.953	9.876	11.853	7.909	7.909	7.909	9.890	13.848	9.903	3.955	3.948	19.768	13.865	7.909	11.877	11.859	5.934							223.273
FENAFET SANTA ROSA DE SALIN	5.913				9.855		9.861			5.930	9.881		5.930			9.890			7.909		5.934	3.953	3.959	9.883							88.898
FENAFET PTO DE CHANDUY		3.942				3.942			3.953			3.953		1.978							3.956										28.656
FENAFET FUERZA ANCONITO							9.866					5.934										3.956								37.546	
FENAFET SAN PABLO						2.967																	3.953							6.910	
TR DEP. SAN PEDRO	3.942			1.971		3.945	1.974			3.950	1.978	2.965		1.978		2.965	2.967			3.469	2.971		2.969	1.977							40.021
TR DEP. PTO SALINAS	8.870			6.899	3.948	3.945	1.974	5.930	5.940	1.978				5.948	5.934					2.967	2.961	5.930	2.971	1.979	2.969	3.953	3.956				79.052
TR DEP. ANCONITO	2.967			4.928		1.972	5.921	3.953		5.934	5.930					5.930				5.936			1.979	5.953							55.354
TR DEP. PALMAR (Sita, Elena)	1.971			3.942	1.974	1.972	1.974	1.977	1.975	1.978	2.965			3.956		2.965				2.961	2.476	1.981	1.979								42.977
TOTAL	48.291	13.797	0	43.363	47.354	41.416	82.297	31.625	39.521	52.393	36.570	23.719	35.618	45.494	34.611	20.769	46.432	46.468	46.530	38.586	39.604	49.420	20.769	854.647							
GUAYAS																															
FACILIDAD PESCO. ENGABAO	2.957			2.957	2.961	3.945	2.961	2.965	2.963	2.967	2.965			2.967	2.967					2.967		2.965		2.969	2.969						45.445
FENAFET PLAYAS / DEPOSITO					5.913	5.913		5.930	5.925				5.930	5.934									5.942		5.938						47.425
TOTAL	2.957	0	0	2.957	8.874	9.858	2.961	8.895	8.888	2.967	2.965			5.930	8.901	2.967	0	2.967	0	2.965	0	8.911	2.969	5.938	0	92.870					
MANABÍ																															
LUIS CHAVEZ CISNEROS					9.869					9.876				9.883					9.833		9.869			9.886					5.930		65.146
CENTRO PESQUERO JARAMILLO																															5
ASO. DE PESCADORES (Pto. Lopez)	5.913			9.855		5.917	9.869	9.883	5.925	9.880	9.883			9.880	5.934	5.930	9.890				9.882	9.904		9.897	5.930	5.934					140.327
FENAFET SAN MATEO DEPOSITO	9.855				4.928	9.855			4.938	9.890				9.890	9.890							5.936	5.942	5.938							81.005
FENAFET ARENAL / DEPOSITO	5.913				4.928		5.921			4.938												5.936	5.942		5.938						39.510
TR DEP. SAN MATEO	4.928	4.928		2.464		3.462		2.471	2.469		2.471	3.469	2.472	2.472	2.471	4.945	2.467	5.946	2.476	2.474	2.474	2.474	2.965								57.818
TR DEP. JARAMILLO	4.928	4.928		7.391	4.934	4.931	4.934	7.412	4.938	7.417	4.941	4.941	4.945	4.945	11.965	2.472	4.935	7.412	7.428	7.423	4.948	4.941	5.934								128.443
TR DEP. PA. MIRAFLORES				2.957	2.467	2.465	4.934	2.965		5.934				2.472	2.471	2.476			5.934		5.949		2.971	3.959							40.000
TR DEP. PUERTO CAYO					2.467	2.470		2.965	2.469				4.941		2.472				1.978			2.971									25.204
TOTAL	31.937	9.856	0	25.624	29.593	31.565	25.658	25.696	35.553	35.603	19.768	25.710	29.668	31.647	31.576	31.662	19.738	47.454	47.454	31.659	25.731	27.673	11.868	622.472							
EL ORO																															
TWINTZA	5.020			5.015			5.020		5.015					5.025							5.025		5.015								40.150
HUALTAO	5.913			5.913		5.921		5.925					5.934	5.934							5.921		5.942								53.337
TR EST. SERV. 6 OCT	1.971			2.468	1.974	2.959		2.476	2.471	1.977			1.978	2.477	1.977	1.978						3.476	2.969		2.967						34.119
TR. PUERTO JELY	3.942			3.459	3.948	2.959		3.469	5.925	3.477	3.953		3.956	3.471	3.953	3.956						2.481	2.969	5.938		2.967					60.823
TOTAL	16.846	0	0	16.856	5.922	5.918	10.941	5.945	16.865	5.948	5.930	0	16.893	11.882	5.930	5.934	10.946	0	16.914	5.938	5.938	0	16.883	188.429							
TOTAL DESPACHADO	99.631	23.653	0	88.800	91.743	88.757	91.857	72.161	100.827	96.911	65.231	55.359	91.081	91.990	72.117	61.332	77.116	96.887	101.078	85.094	74.242	83.031	28.751	1.737.649							

Figura N° 45 Registro diario de trabajo G.P.A.

Fuente: ARCH-P.

3.2.2. Movimiento del aceite de dos tiempos en los tanques

En este registro se controla diariamente el flujo del aceite de dos tiempos y la GPA, se anotan los egresos del indicado aceite para ser mezclado con la gasolina base. También, se verifican las recepciones del aceite de dos tiempos en los indicados tanques de almacenamientos.

DIAGRAMA ACTUAL DEL TERMINAL DE DESPACHO DE GPA



TQ-01 Gasolina base.



Tanques de aceite de dos tiempos.



Estación de bombeo del G.B.



Área de carga de G.P.A.



Tanque de inyección de aceite de dos tiempos



Área de almacenamiento de GPA.



Contador de flujo.

3.3. Sectores que abastecen al Terminal de Despacho de Cabecera de Poliductos, LMP y volúmenes entregados.

Actualmente el terminal de despacho de GPA provisional abastece en forma manual las necesidades de las provincias de Santa Elena, Guayas, Manabí y El Oro, y dado que dicho sistema viene operando por más de 22 años, urge la reubicación dichas instalaciones con el objeto de mejorar la operación, eficiencia y seguridad de las entregas de este combustible.

Tabla 17 Centros de distribución Santa Elena.

SANTA ELENA
1. Aracely Sánchez Falcones
2. Depósito Reyes (Anconcito)
3. Depósito Santa Rosa (Chalén)
4. Fenapet Santa Rosa de Salinas
5. Fenapet Puerto de Chanduy
6. Fenapet Fuerza Anconcito
7. Fenapet San Pablo
8. Depósito San Pedro
9. Depósito Puerto Salinas
10. Depósito Anconcito
11. Depósito Palmar (Santa. Elena)

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 18 Centros de distribución Guayas.

GUAYAS
1. Facilidad Pesquera Engabao
2. Fenapet Playas

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 19 Centros de distribución Manabí.

MANABÍ
1. Luis Chávez Cisneros
2. Centro Pesquero Jaramijó
3. Aso. De Pescadores (Puerto López)
4. Fenapet San Mateo/Deposito
5. Fenapet Arenal / Deposito
6. Depósito San Mateo
7. Depósito Jaramijó
8. Depósito Marianita
9. Depósito Crucita
10. Depósito Puerto Cayo

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P

Tabla 20 Centros de distribución El Oro.

El Oro
1. Depósito Tiwintza
2. Depósito Hualtaco
3. Depósito 6 octubre
4. Depósito Puerto Jely

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

A continuación, se describe el volumen mensual que se despacha aproximadamente en el terminal de despacho.

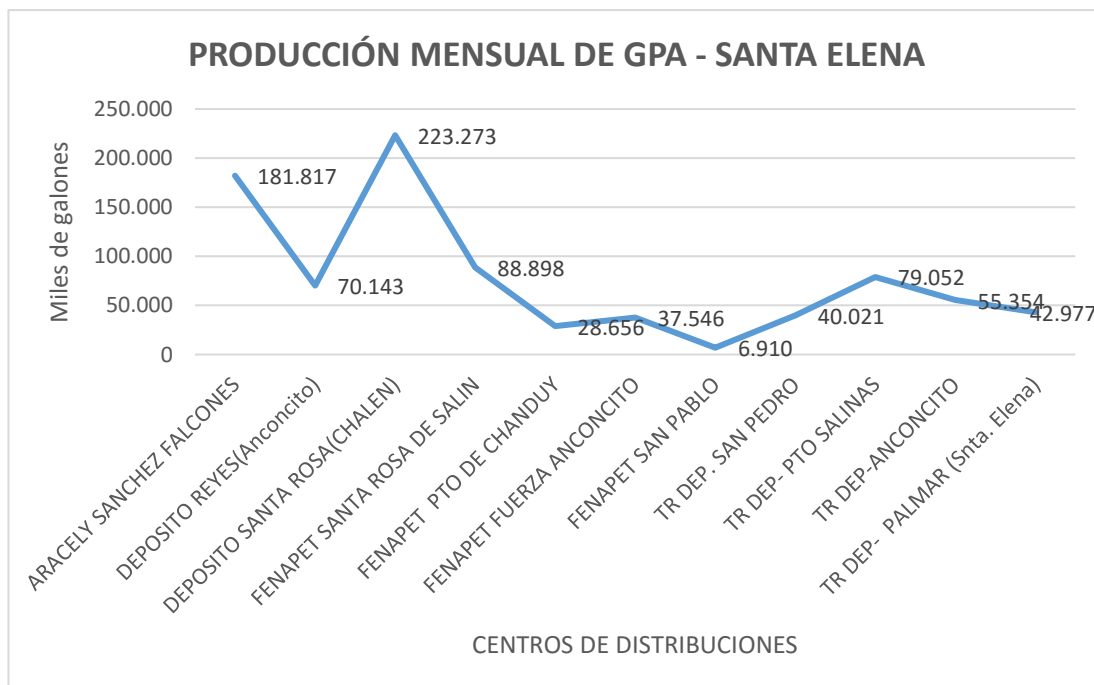


Figura N° 46 Volumen en galones vs Sectores de Santa Elena

Fuente: ARCH-P.

Tabla 21 Producción mensual de GPA – Santa Elena.

N°	CENTROS DE DISTRIBUCIONES	VOLUMENES
1	ARACELY SANCHEZ FALCONES	181.817 gal
2	DEPÓSITO REYES (ANCONCITO)	70.143 gal
3	DEPÓSITO SANTA ROSA (CHALEN)	223.273 gal
4	FENAPET SANTA ROSA DE SALINAS	88.898 gal
5	FENAPET PUERTO DE CHANDUY	28.656 gal
6	FENAPET FUERZA ANCONCITO	37.546 gal
7	FENAPET SAN PABLO	6.910 gal
8	TR DEP. SAN PEDRO	40.021 gal
9	TR DEP- PTO SALINAS	79.052 gal
10	TR DEP-ANCONCITO	55.354 gal
11	TR DEP- PALMAR (SANTA. ELENA)	42.977 gal

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

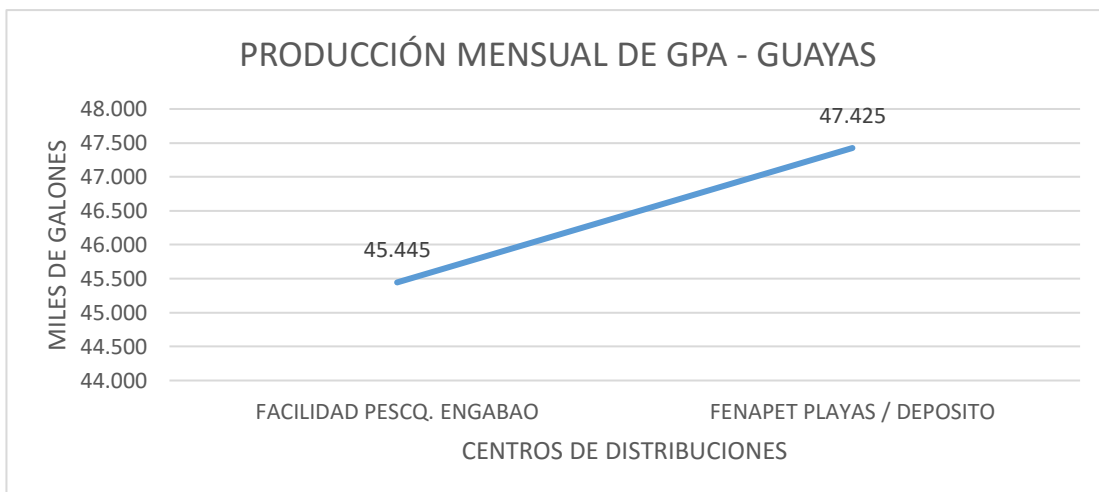


Figura N° 47 Volumen en galones vs Sectores de Guayas.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 22 Producción mensual de GPA – Guayas.

N°	CENTROS DE DISTRIBUCIONES	VOLUMENES
1	FACILIDAD PESQUERA ENGABAO	45.445 gal
2	FENAPET PLAYAS	47.425 gal

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

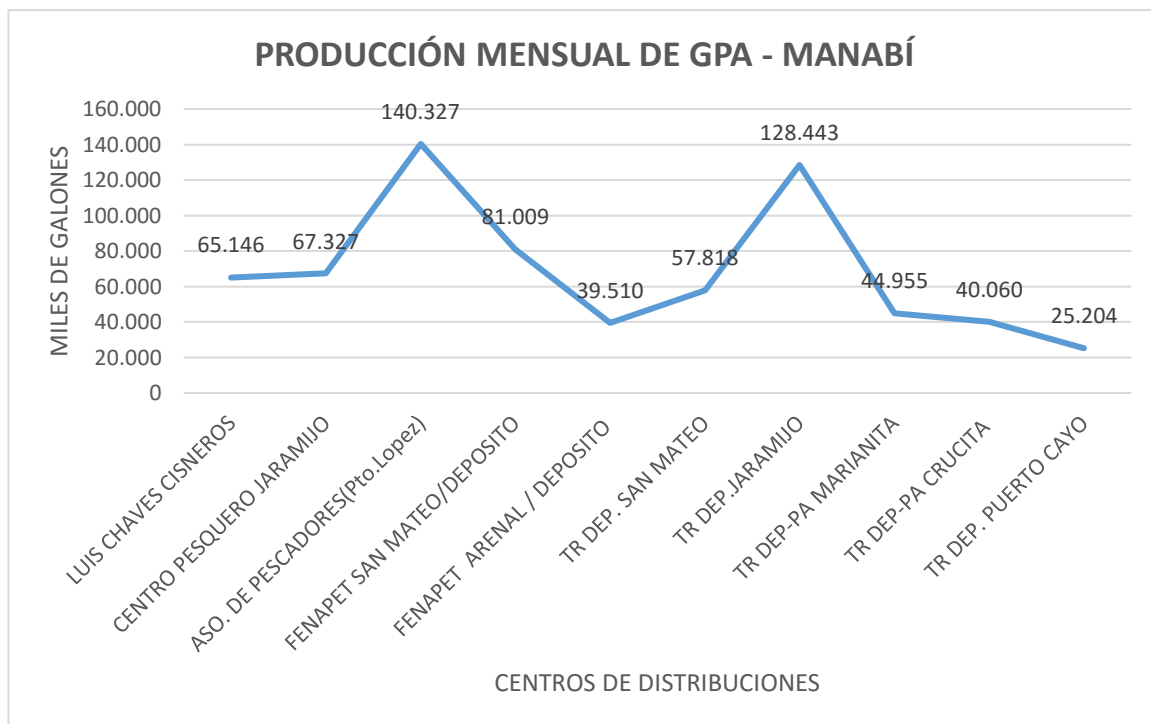


Figura N° 48 Volumen en galones vs Sectores de Manabí.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 23 Producción mensual de GPA – Manabí.

N°	CENTROS DE DISTRIBUCIONES	VOLUMENES
1	LUIS CHAVES CISNEROS	65.146 gal
2	CENTRO PESQUERO JARAMIJO	67.327 gal
3	ASO. DE PESCADORES (PUERTO LOPEZ)	140.327 gal
4	FENAPET SAN MATEO/DEPOSITO	81.009 gal
5	FENAPET ARENAL / DEPOSITO	39.510 gal
6	TR DEP. SAN MATEO	57.818 gal
7	TR DEP. JARAMIJO	128.443 gal
8	TR DEP-PA MARIANITA	44.955 gal
9	TR DEP-PA CRUCITA	40.060 gal
10	TR DEP. PUERTO CAYO	25.224 gal

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

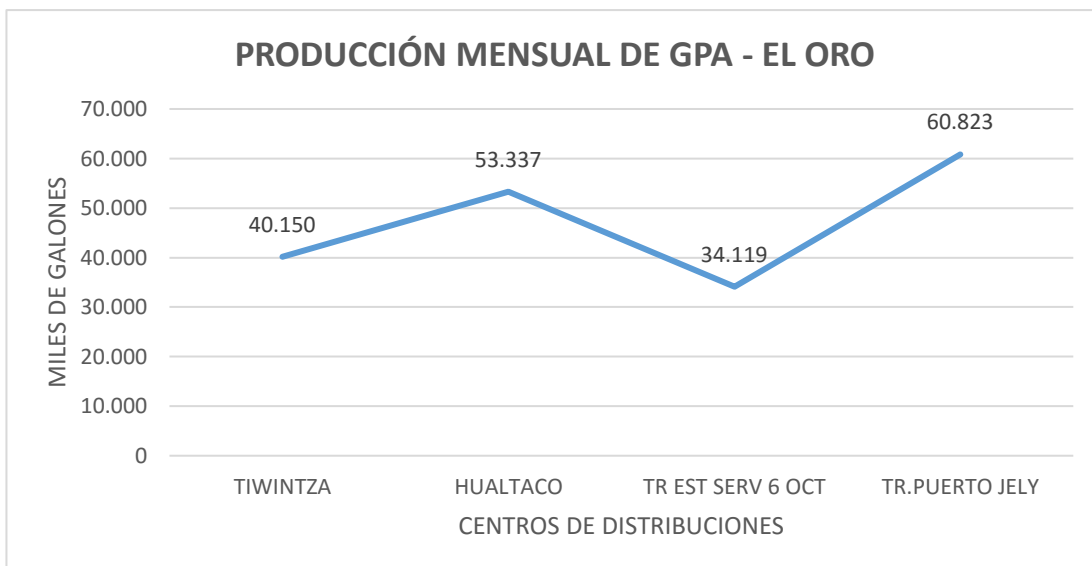


Figura N° 49 Volumen en galones vs Sectores del Oro.

Fuente: ARCH-P.

Tabla 24 Producción mensual de GPA – El Oro.

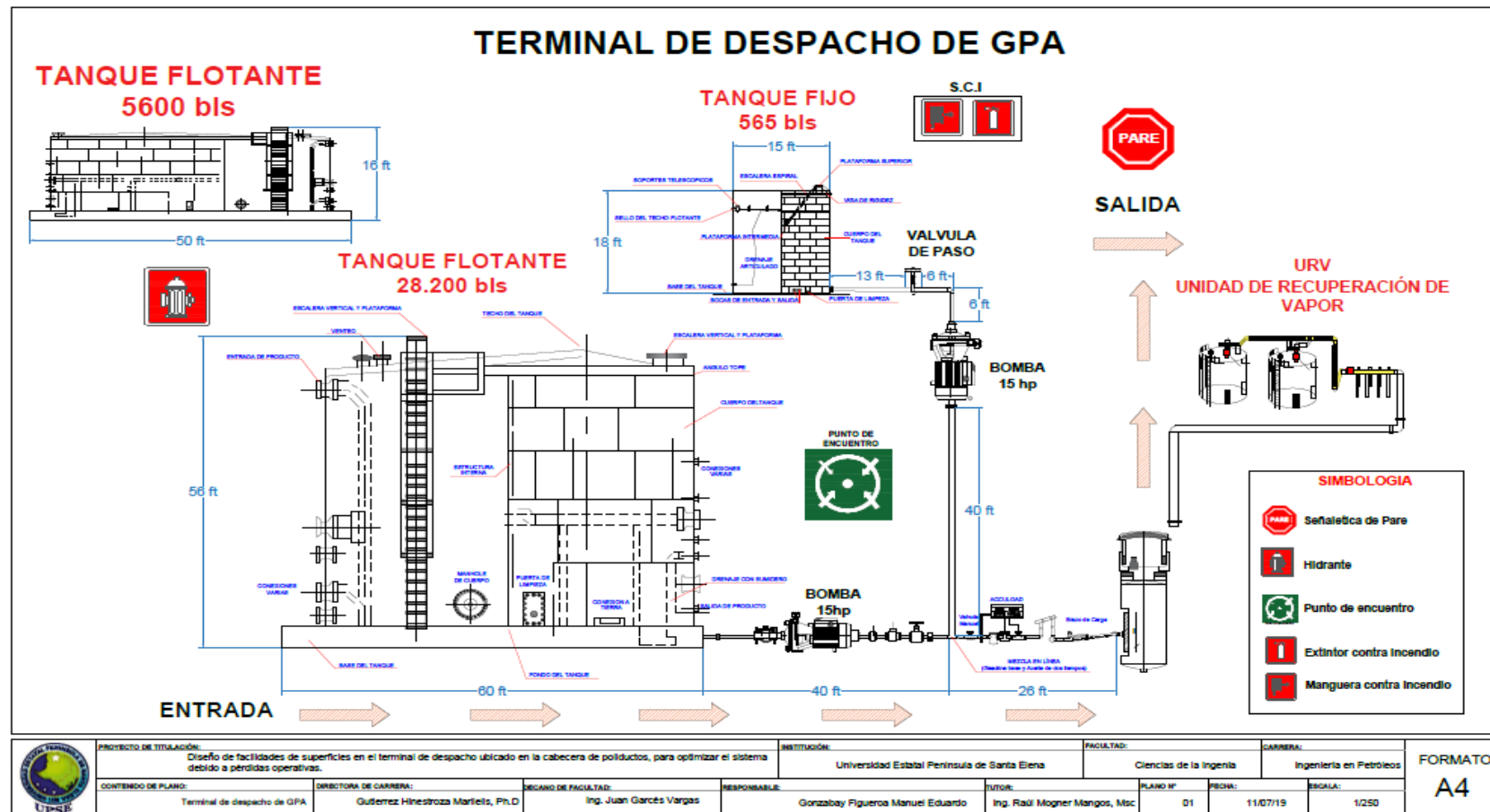
N°	CENTROS DE DISTRIBUCIONES	VOLUMENES
1	DEPÓSITO TIWINTZA	40.150 gal
2	DEPÓSITO HUALTACO	53.337 gal
3	DEPÓSITO 6 OCTUBRE	34.119 gal
4	DEPÓSITO PUERTO JELY	60.823 gal

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: ARCH-P.

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA NUEVA INSTALACIÓN PARA REUBICAR Y MEJORAR LA EFICIENCIA OPERATIVA DEL TERMINAL DE DESPACHO GPA



PROYECTO DE TITULACIÓN: Diseño de facilidades de superficies en el terminal de despacho ubicado en la cabecera de poliductos, para optimizar el sistema debido a pérdidas operativas.		INSTITUCIÓN: Universidad Estatal Península de Santa Elena		FACULTAD: Ciencias de la Ingeniería		CARRERA: Ingeniería en Petróleos		FORMATO A4
CONTENIDO DE PLANO: Terminal de despacho de GPA	DIRECTORA DE CARRERA: Guzterrez Hinojosa Marielis, Ph.D	DECANO DE FACULTAD: Ing. Juan Garcés Vargas	RESPONSABLE: Gonzabay Figueroa Manuel Eduardo	TUTOR: Ing. Raúl Mogner Mangos, Msc	PLANO N°: 01	FECHA: 11/07/19	ESCALA: 1/250	

4.1. Implementar un Sistema de Carga Ventral - (Bottom Loading)

Zona escogida para implementar el futuro terminal de GPA

A continuación, se presentan algunas imágenes del área escogida para montar las instalaciones del nuevo terminal de GPA.



Figura N° 50 Área del terminal de GPA

Fuente: GOOGLE MAP.



Figura N° 51 Vista del área del terminal de GPA

Fuente: GOOGLE MAP.

4.1.1. Brazo de carga inferior Modelo 750-SPC

A continuación, se describe el diseño del brazo de carga a utilizar en el sistema de carga ventral, el mismo que fue patentado por la empresa MARLIA INGENIEROS, S.L.

Funcionamiento:

El líquido ingresa por la parte inferior del tanque, de esta manera no se genera electricidad estática (se refiere a la acumulación de un exceso de carga eléctrica en un material conductor o aislante) y se recuperan los gases que se encuentran dentro de los compartimientos, evitando que sean liberados a la atmósfera.

Los aspectos estrictamente técnicos del sistema ventral, son dos sensores por cada cisterna; uno, ubicado en la parte más baja del compartimento y, el otro, en la parte superior, dos centímetros por encima del sensor fijo que determina la capacidad nominal de la cisterna.

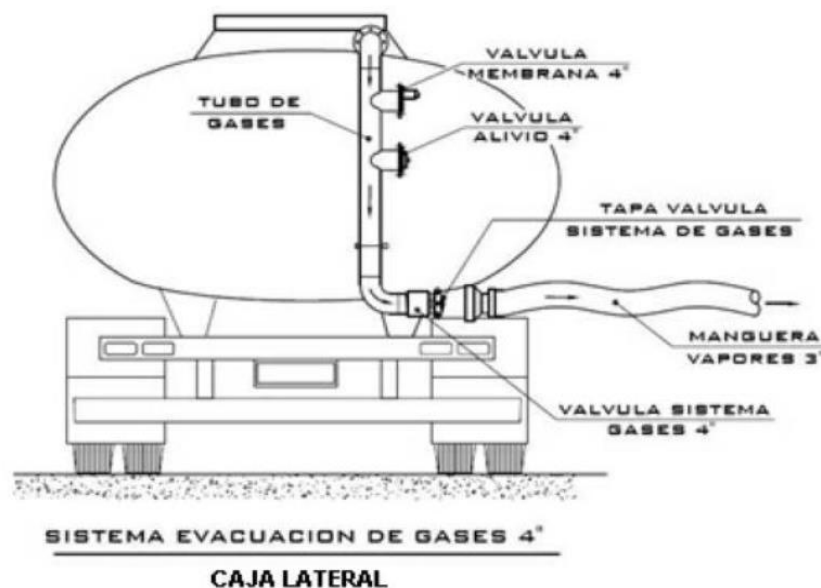


Figura N° 52 Salida de gases por la parte superior del tanquero.

Tabla 25. Condiciones de trabajo del brazo de carga inferior.

Condiciones de trabajo	
Presión de prueba	217,55 psi
Presión de operación	145,03 psi
Temperatura de diseño	-15° C / +65°C
Material de la junta	VITON PTFE
Caudal recomendado	(660,43 gal/min)
Diámetro del brazo	4 in

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: Brazo de carga de hidrocarburos. Recuperado de: http://www.marlia-ing.com/Productos/catalogos/brazos_hidrocarburos.pdf

Nota:

VITON: elastómeros parcialmente fluorados y de menor costo que (PTFE).

PTFE: construido con DuPont - Teflón completamente fluorado.

Tabla 26 Descripción de las dimensiones estándar del brazo.

Dimensiones	
Diámetro nominal (DN)	4 in
Brazo horizontal (A)	400 cm
Tubo final vertical (B)	650 cm
Distancia horizontal entre el acoplador y tubo final vertical (C)	50 cm
Distancia vertical entre doble rotula y el brazo horizontal (D)	353 cm
Distancia horizontal entre doble rotula y el brazo horizontal (D) (E)	375 cm
Distancia vertical entre el empuñador y brazo horizontal (F)	353 cm
Peso	130 kg

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: Brazos de carga de hidrocarburos. Recuperado de: http://www.marlia-ing.com/Productos/catalogos/brazos_hidrocarburos.pdf

Vista frontal del brazo de carga inferior Modelo 750-SPC

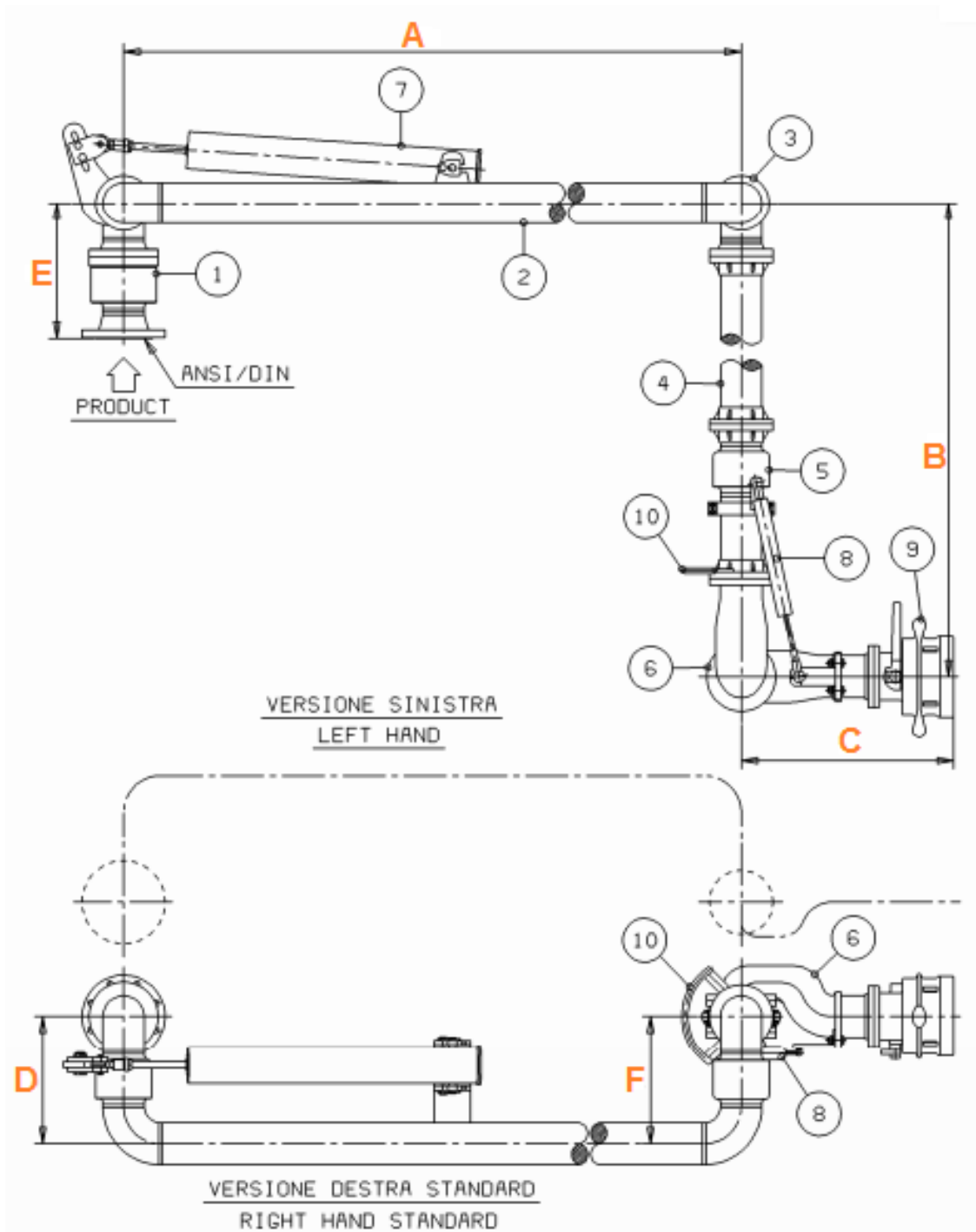


Figura N° 53 Vista frontal del brazo de carga inferior.

Fuente: Model Bottom Loading Arm. Recuperado de: [http://www.marli-
ing.com/Productos/catalogos/brazos_hidrocarburos.pdf](http://www.marli-
ing.com/Productos/catalogos/brazos_hidrocarburos.pdf)

Tabla 27 Descripción del brazo de carga inferior.

Nº	Descripción
1	Doble rotula Style 50
2	Brazo horizontal
3	Rotula adicional Style 40
4	Tubo final vertical
5	Rotula simple Style 20
6	Rotula ligera especial
7	Muelle para el balanceo del brazo
8	Muelle a gas
9	Acoplador para desconexión en seco
10	Empuñadura, maneta

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: Brazo de carga de hidrocarburos. Recuperado de: http://www.marliaing.com/Productos/catalogos/brazos_hidrocarburos.pdf

Vista frontal del brazo de carga inferior y el autotanque

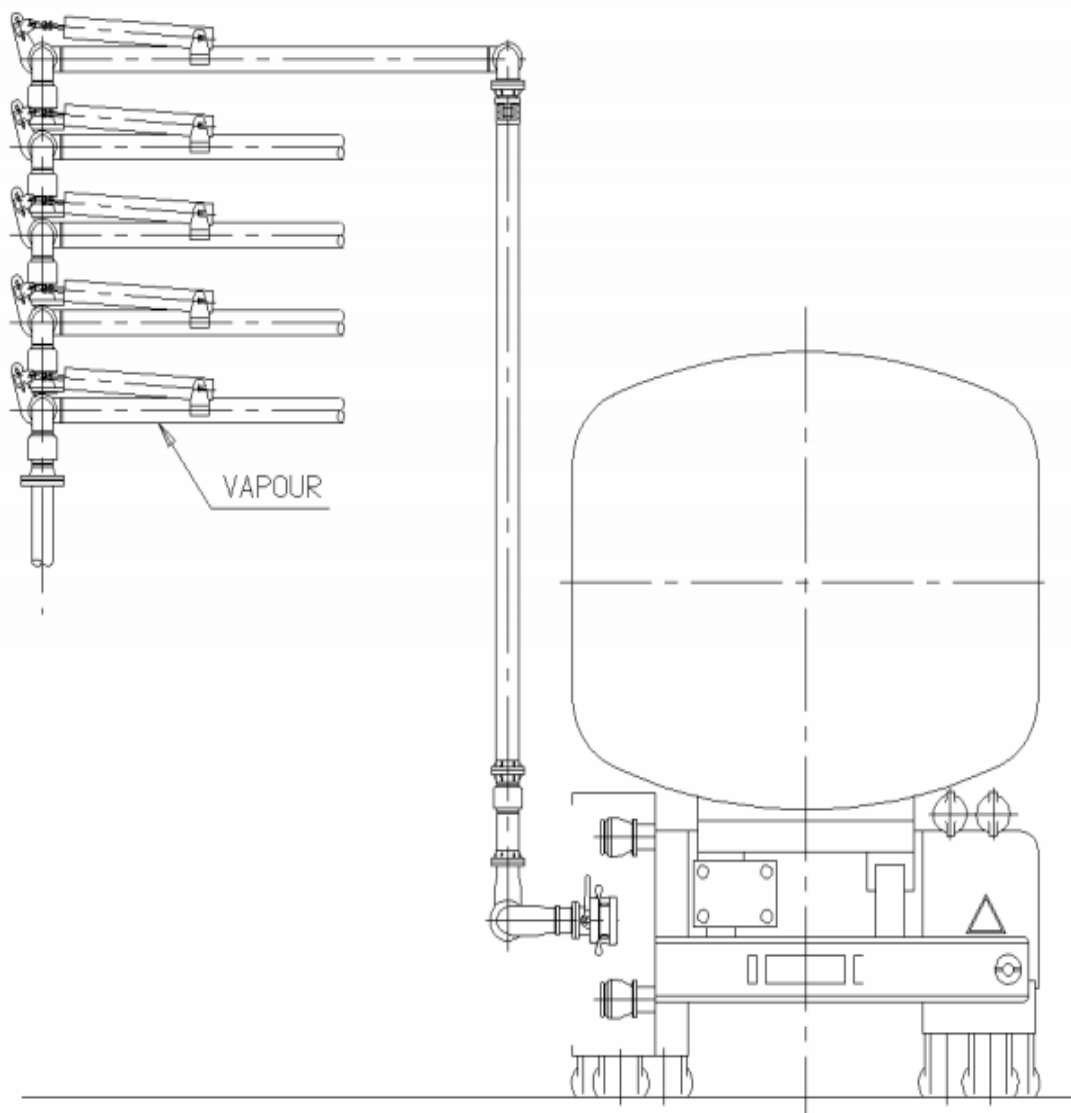


Figura N° 54 Vista frontal.

Fuente: Front View. Recuperado de: [http://www.marli-
ing.com/Productos/catalogos/brazos hidrocarburos.pdf](http://www.marli-
ing.com/Productos/catalogos/brazos_hidrocarburos.pdf)

Vista en planta del brazo de carga inferior y el autotanque

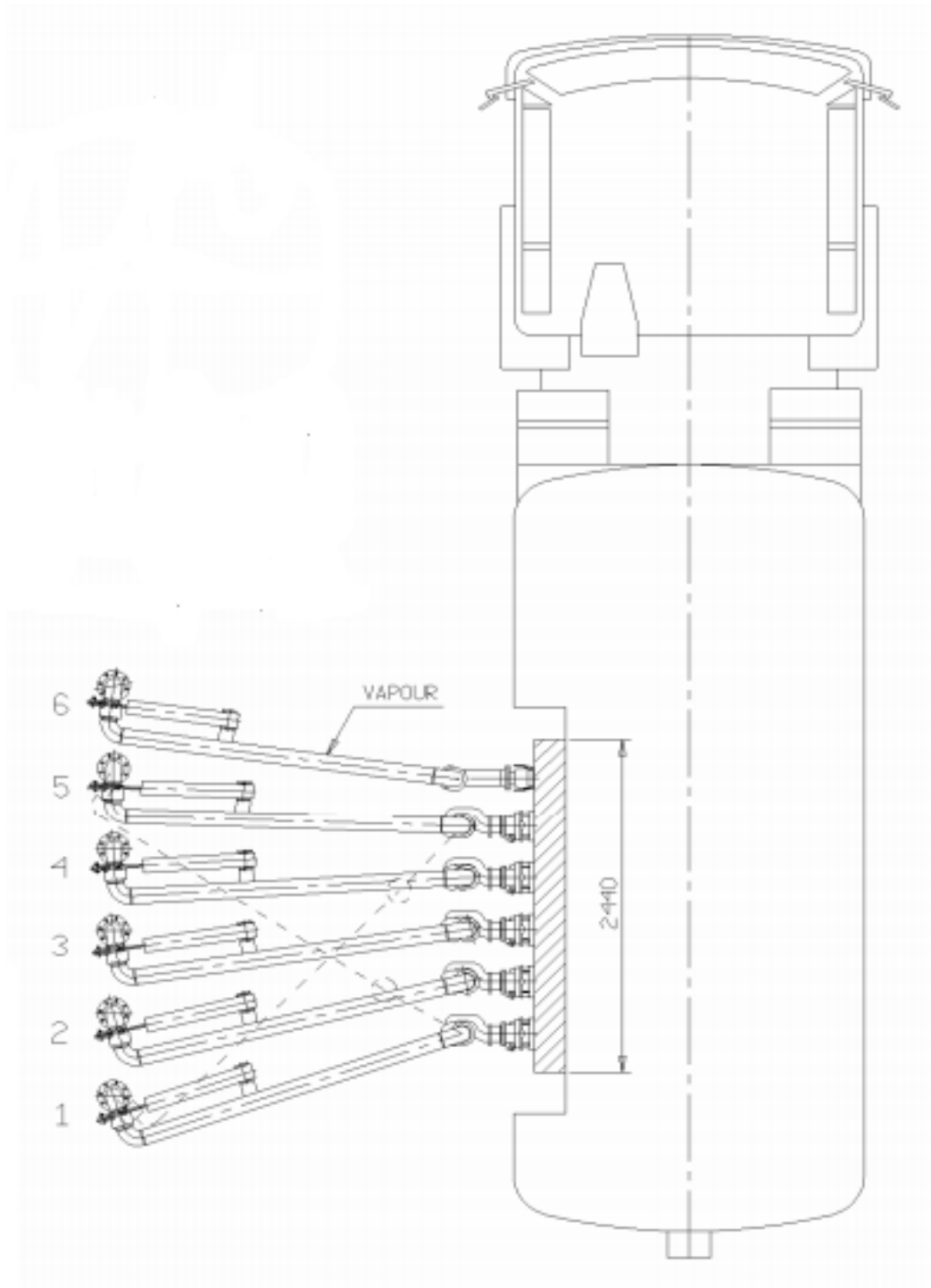


Figura N° 55 Vista en planta.

Fuente: Plant View. Recuperado de: [http://www.marli-
ing.com/Productos/catalogos/brazos_hidrocarburos.pdf](http://www.marli-
ing.com/Productos/catalogos/brazos_hidrocarburos.pdf)

4.2. Diseño de facilidades de superficies

4.2.1. Tanques de recepción de la GPA

Tanques cilíndricos verticales con techo flotante tipo pontón

Son utilizados en la industria hidrocarburífera para almacenar derivados del petróleo con altos contenidos de productos volátiles, tales como: alcoholes, gasolinas y combustibles en general. Con el objetivo de reducir las pérdidas por almacenamiento nos permitirá atrapar bajo el centro de la cubierta hasta condensar los vapores.

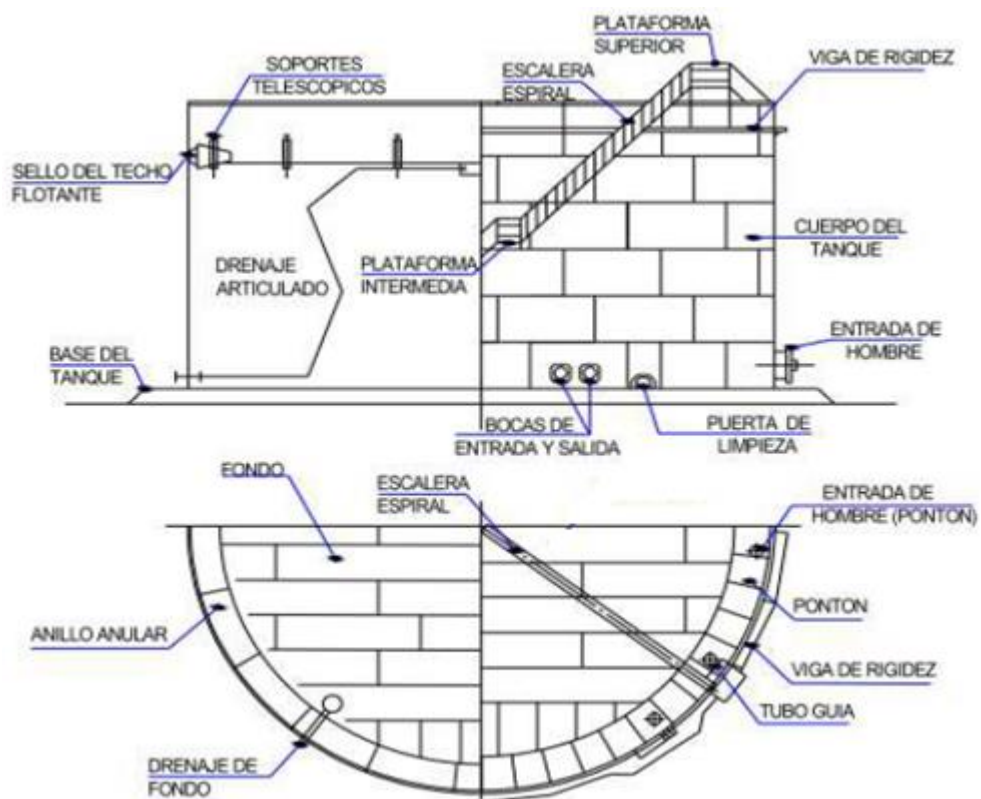


Figura N° 56 Diagrama de un tanque de techo flotante.

Fuente: Larrea, P. (2012). Diagrama básico de un techo flotante.
Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4943/1/CD-4480.pdf>

4.2.2. Diseño de tanque de almacenamiento de Gasolina Base

Fluido a almacenar - Gasolina base

Tabla 28 Nombre del fluido a almacenar

Nombre químico	Gasolina base
Sinónimo	Nafta

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa

Propiedades del Gasolina Base

Tabla 29 Propiedades del fluido a almacenar.

Presión de vapor	55.8 KPa a 23°C
Densidad relativa de vapor (aire = 1)	3 -4
Densidad relativa (agua = 1)	0.7 – 0.80
Solubilidad en agua	Miscible
Punto de ebullición	70°C
Punto de congelación	-150 °C
Punto de inflamación	-21°C
Peso molecular	114,23
Producto	Volátil
Temperatura de autoignición	456°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire	1.3 – 7.1
Gravedad API a 60°F (15.6°C)	61.7
Gravedad específica	0,73

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa ⁶

⁶ Gasoline (456°C)
1 ft = 0,305 m
1 MPa = 145,03 psi

4.2. Métodos de cálculo

4.2.2. Cálculo del volumen del tanque de gasolina base

Se parte de una capacidad operativa previo el diseño del tanque, para lo cual se ha fijado un volumen de 25.000 bls; también hay que tomar en cuenta que la capacidad no operativa es del 10% de dicho valor (2.500 bls), por lo que la capacidad final será 27.500 bls. Con este valor se ingresa a la tabla N° 30, para determinar el diámetro del tanque, altura, números de anillos y su capacidad.⁷

Tabla 30 Determinación del diámetro, altura y números de anillos del tanque.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diámetro del tanque (ft)	Capacidad por pie de altura (bls)	Altura del tanque / número de anillos 16/2	24/3	32/4	40/5	48/6	56/7	64/8
10	14,0	225	335	450	----- -	-----	-----	-----
15	31,5	505	755	1010	1260	-----	-----	-----
20	56,0	900	1340	1700	2240	2690	-----	-----
25	87,4	1400	2100	2800	3500	4200	4900	5600
30	126	2020	3020	4030	5040	6040	7050	8060
35	171	2740	4110	5480	6850	8230	9600	10960
40	224	3580	5370	7160	8950	10740	12530	14320
45	283	4530	6800	9060	11330	13600	15860	18130
50	350	5600	8390	11190	13990	16790	19580	22380
60	504	8060	12090	16120	20140	24170	28224	32230
70	685	10960	16450	21930	27420	32900	38380	43870
80	895	14320	21490	28490	35810	42970	50130	57300
		bls						

Fuente: API Estándar 650, Typical Sizes and Corresponding Nominal C.

⁷ API 650 Welded Tanks for Oil Storage, 11 June 2007, Typical Sizes and Corresponding Nominal Capacities (barrels), pág 09 A-3B.

Las características del tanque obtenidas en la tabla N° 31, son las siguientes:

Tabla 31 Característica de diseño del tanque flotante.

Características del tanque de diseño flotante	
Diámetro	60 ft (18,288 m)
Altura	56 ft (17,068 m)
Numero de anillos	7
Capacidad Nominal	28.224 bls

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.2.3. Determinación del espesor en función del diámetro del tanque.

Para determinar el espesor nominal se debe considerar el diámetro del tanque, en este caso será 60 ft (18, 288 m), con este valor se ingresa a la tabla N° 32, de donde se obtiene el valor 6mm (1/4 in), lo cual se indica a continuación.⁸

Tabla 32 Espesor nominal de la plancha.

Diámetro nominal del tanque		Espesor nominal de la plancha	
(m)	(ft)	(mm)	(in)
< 15	< 50	5	3/16
15 a < 36	50 a < 120	6	1/4
36 a 60	120 a 200	8	5/16
>60	>200	10	3/8

Fuente: API Standard 650, Nominal Plate Thickness.

⁸ API Standard 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, 11 Edition June 2007, Par. 5.6.1.1, pág. 5-11

4.2.4. Cálculo del espesor de la plancha por el método de un pie

Este método es aplicable para diámetros menores a 200 ft (60 m), en este diseño el diámetro interno será 60 ft (18,288 m). También se requiere calcular los espesores mínimos de la indicada laminas. ⁹

$$t_d = \frac{4.9 * D * (H - 0,3) * G}{S_d} + CA$$

$$t_t = \frac{4.9 * D * (H - 0,3)}{S_t}$$

Donde:

t_d : Espesor de diseño del cuerpo (mm).

t_t : Espesor del cuerpo de prueba hidrostática (mm).

D: Diámetro nominal del tanque (m).

G: Gravedad específica del líquido (Gasolina Base).

H: Nivel del líquido (m).

CA: Tolerancia a la corrosión (mm).

S_d: Esfuerzo de diseño (MPa).

S_t: Esfuerzo de la prueba hidrostática (MPa).

⁹ API Standard 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, 11 Edition June 2007, addendum 3, Par.5.6.3.2, pág 5-15.

4.2.5. Determinación de los valores Sd y St

En la tabla N° 33, se dan los valores Sd y St, que permiten conocer las especificaciones dada por la norma ASTM A 36.¹⁰

Tabla 33 Esfuerzo de diseño y de prueba hidrostática.

Especificación	Mínimo esfuerzo a la fluencia (MPa)	Mínimo esfuerzo a la tensión (MPa)	Esfuerzo de diseño (MPa) (Sd)	Esfuerzo de prueba hidrostática (MPa) (St)
A 283 gr. C	205	380	137	154
ASTM A 36	250 30.259,4 psi	400 58.015,1 psi	160 23.206 psi	171 24.801,5 psi

Fuente: API Estándar 650, Permissible Plate Materials and Allowable Stresses.

4.2.6. Cálculo del espesor de diseño:

Para el primer anillo, la altura será 56 ft (17,08 m), pero se debe restar 1 ft debido al nivel mínimo de llenado nominal establecido por la Norma API 650, por ende, el valor de H será de 16,775 m.¹¹

Primer anillo

$$t_d = \frac{4.9 * D * (H - 0,3) * G}{S_d} + CA$$

$$t_d = \frac{4.9 * 18,28 * (55ft * 0,305m - 0,3) * 0,73}{160} + 3,175$$

$$t_d = 9,9078 \text{ mm}$$

¹⁰ API Standard 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, 11 Edition June 2007, Addendum 3, Table 5-2a, pág 5-13.

¹¹ API 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, Calculation of Thickness by the 1-Foot Method, 11 June 2007, Addendum 3, Par 5.6.3.2, pág 5-15.

Cálculo del espesor para determinar prueba hidrostática en el primer anillo

$$t_t = \frac{4.9 * D * (H - 0,3)}{S_t}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 18,28 * (16,76 - 0,3)}{171}$$

$$t_t = 8,6219 \text{ mm}$$

Luego se procede a llenar la siguiente tabla N° 30, considerando la altura del tanque 56 ft (17,06 m) para calcular Td y Tt.

Tabla 34 Calculo de los valores Td y Tt con sus respectivas alturas.

Acero A36; Sd: 160 MPa; St: 171 MPa.							
G = 0,73							
Anillo N°	Ancho planchas		Altura de todos los anillos		Espesores de diseño	Espesores pruebas hidrostática	Espesores usados*
	ft	in	ft	m	t _d (mm)	t _t (mm)	in
7	8'	96"	56'	17,01	10,0325	8,7895	0,48
6	8'	96"	48'	14,58	9,0353	7,5114	0,41
5	8'	96"	40'	12,15	8,0381	6,2333	0,34
4	8'	96"	32'	9,72	7,0410	4,9552	0,27
3	8'	96"	24'	7,29	6,0438	3,6771	0,25
2	8'	96"	16'	4,86	5,0467	2,2393	0,25
1	8'	96"	8'	2,43	4,0498	1,1209	0,25

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Nota: Para determinar la altura H₂ se debe realizar una diferencia entre H₁ y el ancho de la plancha 96 in (8ft).

Espesores típicos de tanques según la norma API 650

Para el diseño se toma en consideración 60 ft (18,28 m), que es el diámetro del tanque, respecto a altura del tanque sobre el número total de anillos, lo cual da ¼ in, y así se procede sucesivamente. ¹²

Tabla 35 Espesores típicos de tanque en función del diámetro (ft)

Diámetro del tanque (ft)	Altura del tanque (pies) / número total de anillos							
	8	16	24	32	40	48	56	64
10	3/16 in	3/16	3/16	3/16	-----	-----	-----	-----
15	3/16 in	3/16	3/16	3/16	3/16	-----	-----	-----
20	3/16 in	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	-----	-----
25	3/16 in	3/16	3/16	3/16	3/16	3/16	0,20	0,23
30	3/16 in	3/16	3/16	3/16	3/16	0,21	0,25	0,28
35	3/16 in	3/16	3/16	3/16	0,20	0,24	0,28	0,33
40	3/16 in	3/16	3/16	3/16	0,23	0,28	0,32	0,37
45	3/16 in	3/16	3/16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42
50	1/4 in	1/4	1/4	0,25	0,29	0,35	0,40	0,46
60	1/4 in	1/4	1/4	0,27	0,34	0,41	0,48	0,55
	In							

Fuente: API Estándar 650, Tabla A-2B Espesor de la placa de revestimiento.

Para las dimensiones de las planchas se va a utilizar medidas comerciales:

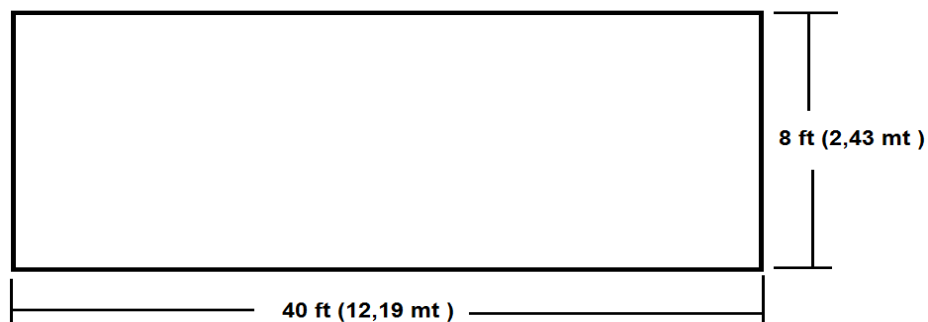


Figura N° 57 Altura y ancho de las planchas para los anillos.

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

¹² API Standard 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, 11 Edition June 2007, Table A-2B Shell-Plate Thicknesses (in), pág A-5.

Tabla 36 Diseño del tanque de Gasolina Base

Producto		Gasolina base	
Capacidad operativa		25.000 bls	
Volumen no operativo		10%	
Valor a ingresar a la tabla		2.500 bls	
Diámetro del tanque		60 ft (18,288 m) punto de referencia	
Altura del tanque		56 ft (17,068)	
Numero de anillos		7	
Capacidad nominal del tanque		28.224 bls (min 24170 – máx 32.230)	
Espesor nominal de la plancha del tanque		15 m < 36 m 50 ft < 120 ft 6,35 mm (1/4" in) de la pared del tanque	
Material		ASTM A 36	
Esfuerzo de diseño Sd		23.206 psi (160 MPa)	
Esfuerzo de prueba hidrostática St		24.801 psi (171 MPa)	
Tolerancia de corrosión (CA)		3,175 mm (1/8 in)	
Gravedad específica (G)		0,73 gasolina base	
Cálculo de cada espesor por el método de un pie < 200 ft (60 m)			
Fórmula para cálculo de cada anillo			
$t_d = \frac{4.9 * D * (H - 0,3) * G}{S_d} + CA$			
$t_t = \frac{4.9 * D * (H - 0,3)}{S_t}$			
Espesor de diseño Td		Espesor de prueba hidrostática	Espesores Típicos
Anillo 1	10,0325 mm	8,7895 mm	6,35 mm
Anillo 2	9,0353 mm	7,5114 mm	6,35 mm
Anillo 3	8,0381 mm	6,2333 mm	6,35 mm
Anillo 4	7,0410 mm	4,9552 mm	6,85 mm
Anillo 5	6,0438 mm	3,6771 mm	8.63, mm
Anillo 6	5,0467 mm	2,3990 mm	10,41 mm
Anillo 7	4,0495 mm	1,1209 mm	12,19 mm
Espesores típicos en función del diámetro (60 ft)			

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.2.7. Espesor del fondo del tanque – Bottom Plates

Para determinar el espesor mínimo en el fondo del tanque, se debe adicionar la tolerancia a la corrosión debido a que allí se acumulan los sedimentos y por ende la corrosión será mayor. ¹³

Tabla 37 Espesor mínimo para el fondo del tanque.

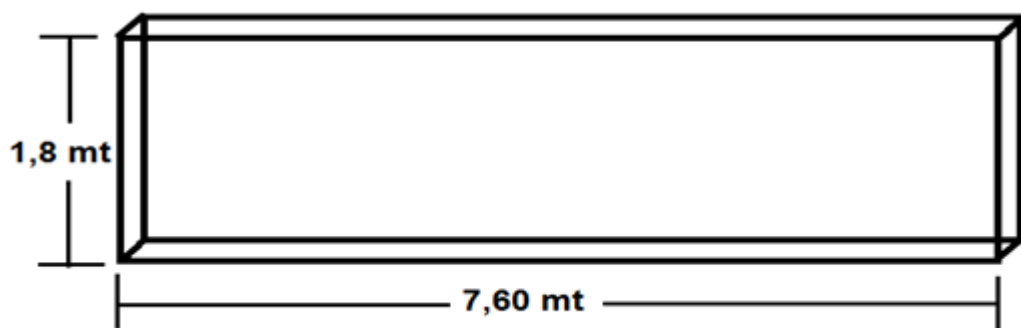
Espesor	6 mm (1/4 in)
Presión	9,6 psi (49,8 kg/m ²)
Ancho de la plancha	1800 mm (72,8661 in)
Espesor por corrosión (Carbon Steel)	3,175 mm (0,125 in)

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: API Estándar 650, 11 Edition Junio 2007, Espesor.

$$e_{fondo} = \frac{1''}{4} + \frac{1''}{8} = \frac{3''}{8}$$

Figura N° 58 Dimensiones de la plancha de fondo del tanque.



Elaborador por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Plancha que serán distribuidas simétricamente en la base del tanque.

¹³ API Standard 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, 11 Edition June 2007, Addendum 3, Table 5-1a, pág 5-9

4.2.8. Espesores de las planchas del fondo anular (Annular Bottom Plates)

Las planchas serán soldadas a tope, porque el anillo del fondo del tanque es construido con un material que está dentro de los grupos IV, IVA, V, O, VI. Las condiciones del esfuerzo máximo es 23.206 psi (160 MPa), y el esfuerzo de prueba hidrostática es 24.801 psi (171 Mpa). El ancho nominal tendrá un valor de 600 mm (24 in), entre la union solapada y la parte interna del tanque.

Para obtener el espesor nominal del primer anillo, se ingresa con el valor 10,02 mm que da la tabla, siendo menor de $t < 19$ mm, por lo que se puede considerar que 6 mm es el espesor de diseño de las planchas anulares.¹⁴

Tabla 38 Espesores de las planchas anulares del fondo.

Espesor nominal del primer anillo (mm)	Esfuerzo de prueba hidrostática en el primer anillo (Mpa)			
	< 190 Mpa	< 210 MPa	< 220 MPa	< 250 MPa
t < 19	6 mm	6 mm	7 mm	9 mm
19 < t < 25	6 mm	7 mm	10 mm	11 mm
25 < t < 32	6 mm	9 mm	12 mm	14 mm
32 < t < 38	8 mm	11 mm	14 mm	17 mm
38 < t < 45	9 mm	13 mm	16 mm	19 mm

Fuente: API Estándar 650, 11 Edition Junio 2007, Espesor de la plancha tb.

¹⁴ API 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, Annular Bottom Plates Thicknesses tb, 11 June 2007, Addendum 3, Par. 5.5.3, pág 5-11.

4.2.9. Resumen del diseño planchas anulares del fondo

Espesor estándar	6 mm
Espesor por corrosión estándar	3 mm
Espesor total de diseño	9 mm
Ancho estándar de traslape	600 mm
Ancho estándar de la plancha	1800 mm
Diseño de la plancha anular	
<p>Esfuerzo de prueba hidrostática en el primer anillo</p> $St = \frac{4.9 * Dn * (H - 0,3)}{Tsc1} =$ <p>Dn= Diámetro nominal (tanque) = 18,28 m H= Altura del líquido de diseño (10%) = 16,777 m T1= Espesor de diseño = 10,0325 mm</p>	$149,09 \frac{N}{mm^2}$
Espesor de la plancha anular	6 mm
Espesor de corrosión estándar	3 mm
Espesor a utilizar en el diseño (ta)	9 mm
Espesor estándar de soldadura de fondo	13 mm
Ancho estándar radial de la plancha anular	
$La = \frac{215 * ta}{(H * G)^{0,5}}$ <p>ta= Espesor de la plancha anular = 9 mm H= Altura del líquido de diseño (10%) = 16,775 m G= Gravedad especifica de diseño = 0,73 (Gasolina Base)</p>	<p>553,20 mm</p> <p>Se considera 552,99 mm</p>

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.3.1. Diseño de la viga de viento – Top Wind Girder

La viga de rigidez se coloca en la parte superior del anillo para proporcionar una adecuada severidad al tanque, con el objeto de evitar cualquier deformación por efectos de vientos fuertes. ¹⁵

Z, es un módulo de sección mínimo requerido de una viga de viento inteligente se determinará mediante la siguiente ecuación:

En unidades SI:

$$Z = \frac{D^2 * H_1}{17} * \left(\frac{V}{190}\right)^2$$

Z = Módulo de sección (cm³)

D = 18,28 m

H₁ = 17,06 m

V = 140 Km/h * valor promedio de referencia

$$Z = \frac{(18,28)^2 * (17,06)}{17} * \left(\frac{140}{190}\right)^2$$

$$Z = 182,0670 \text{ cm}^3$$

Nota: La velocidad del viento de diseño (V) será de 190km/h con una ráfaga de 3 segundos se determinó ASCE 7 (American Society of Civil Engineers).

Para la selección de la viga se considera el literal b, porque para tanques con espesores mayores a 5 mm (3/16 in) en el último anillo se recomienda instalar los ángulos de 75 x 75 x 6 mm (3 x 3x ¼ in). Luego, en este diseño se

¹⁵ API Standard 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, 11 Edition June 2007, Top Wind Girder, pág 5-62

consideró usar un espesor de 6,35 mm en el indicado anillo, debiéndose colocar a 1 m por debajo del borde superior del tanque.¹⁶

Selección del módulo (cm³)

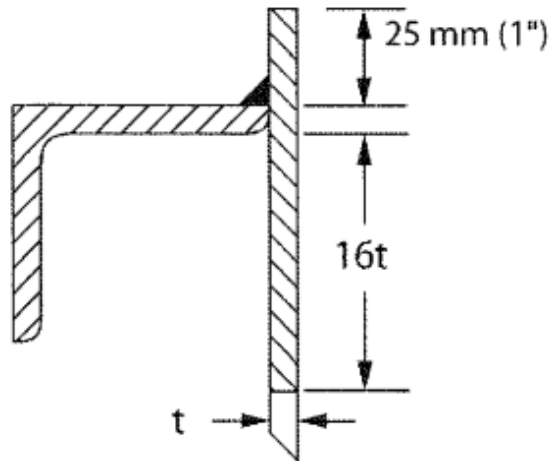


Figura N° 59 Vista típica de anillos de refuerzo para tanques.

Fuente: API Estándar 650, 11 Edition Junio 2007, Anillo de refuerzo típico.

Tabla 39 Detalles de las dimensiones del anillo de refuerzo.

Tamaño de anillo			As-Built Shell Thickness (mm)
mm	5 mm	6 mm	8
	Angulo de bordillo detalla b		
65 x 65 x 6	27,03	28,16	-----
65 x 65 x 8	33,05	34,67	-----
75 x 75 x 6	35,98	37,49	-----
75 x 75 x 10	47,24	53,84	-----

Fuente: API Estándar 650, Tabla 5-20A Secciones de anillos de refuerzos.

Tabla 40 Características del anillo de refuerzo

Tamaño de anillo (mm)	Angulo del bordillo
75 x 75 x 6	37,49

Elaborador por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

¹⁶ API Standard 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, 11 Edition June 2007, Restrictions on Stiffening Rings, pág 5-62

4.3.2. Viga intermedia de viento – Intermediate Wind Girders

Para determinar el tamaño de la viga intermedia de viento, es necesario conocer la altura máxima del tanque.

A continuación, se muestra una imagen del efecto que puede causar un viento fuerte en un tanque que no contaba con la viga de resistencia. ¹⁷

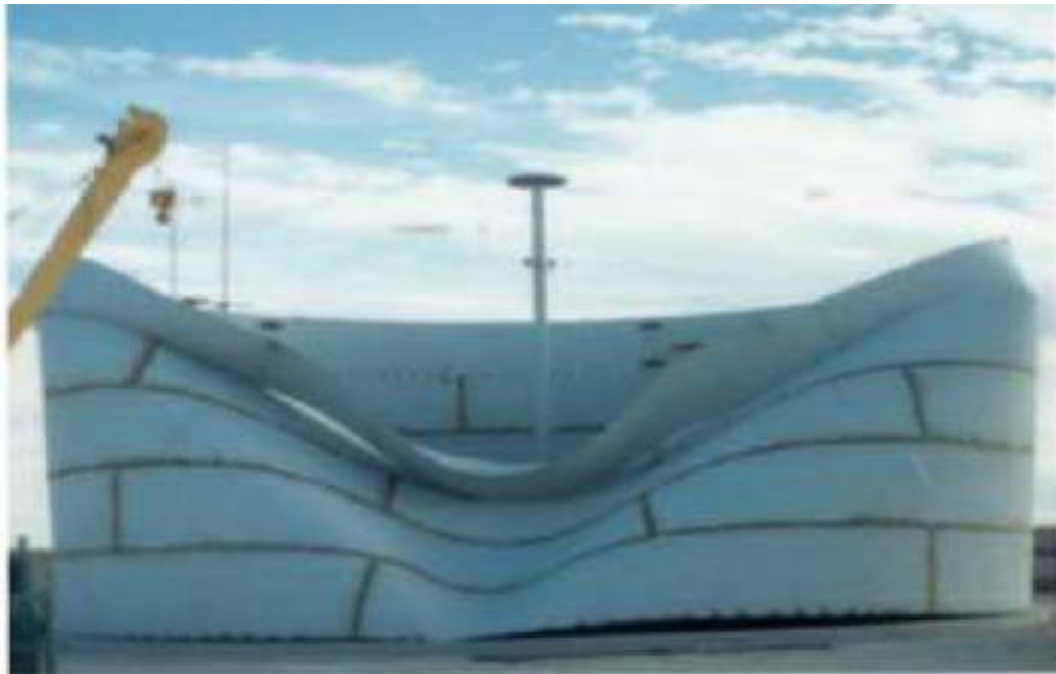


Figura N° 60 Viga intermedia de viento

Fuente: Sánchez, I. (2017). Rigidizadores intermedios para el viento, pág 45.

$$H1 = 9,47 * t * \sqrt{\left(\frac{t}{D}\right)^3 * \left(\frac{190}{V}\right)^2}$$

H 1 = Distancia vertical (m)

t = Espesor nominal (1/4 in – 6,35 mm) (tabla 27)

D = Diámetro nominal del tanque (18,28 m)

V = Velocidad del viento (140 Km/h * valor promedio de referencia)

¹⁷ API Standard 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, 11 Edition June 2007, Intermediate Wind Girders, pág 5-68.

$$H_1 = 9,47 * 6,35 * \sqrt[2]{\left(\frac{6,35}{18,28}\right)^3 * \left(\frac{190}{140}\right)^2}$$

$$H_1 = 21,7419 \text{ m}$$

Para determinar si el tanque necesita contar con la viga de rigidez, se hace un análisis con la expresión siguiente:

$$wtr = W * \sqrt{\left(\frac{t \text{ uniforme}}{t \text{ actual}}\right)^5}$$

$$wtr = 8 * \sqrt{\left(\frac{0,25}{0,48}\right)^5} = 1,5661 \text{ mm}$$

Wtr = Altura equivalente para cada anillo, mm (in)

W = Altura de cada anillo, mm (in)

T uniforme = Espesor del ultimo anillo, mm (in)

T actual = Espesor de cada anillo, mm (in)

Tabla 41 Altura equivalente para cada anillo

Anillo N°	Altura de anillos (ft)	Espesores usados (in)	Altura (ft)
1	8 ft	0,48 in	1,56 ft
2	8 ft	0,41 in	2,32 ft
3	8 ft	0,34 in	3,70 ft
4	8 ft	0,27 in	6,59 ft
5	8 ft	0,25 in	8 ft
6	8 ft	0,25 in	8 ft
7	8 ft	0,25 in	8 ft
			Σ Wrt: 38,17 ft

Elaborado por. Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa

Condición para rigidizar un tanque:

$H_1 > H_e$ es necesario rigidizar

$H_1 < H_e$ no es necesario

H_e = Altura equivalente

H_1 = Altura máxima sin rigidizar

$$H_e = 38 \text{ ft} < H_1 = 71,2851 \text{ ft}$$

Conclusión: Los resultados obtenidos indican que no hace falta someter al tanque a una rigidización.

Diámetro y altura del tanque de almacenamiento de G.B

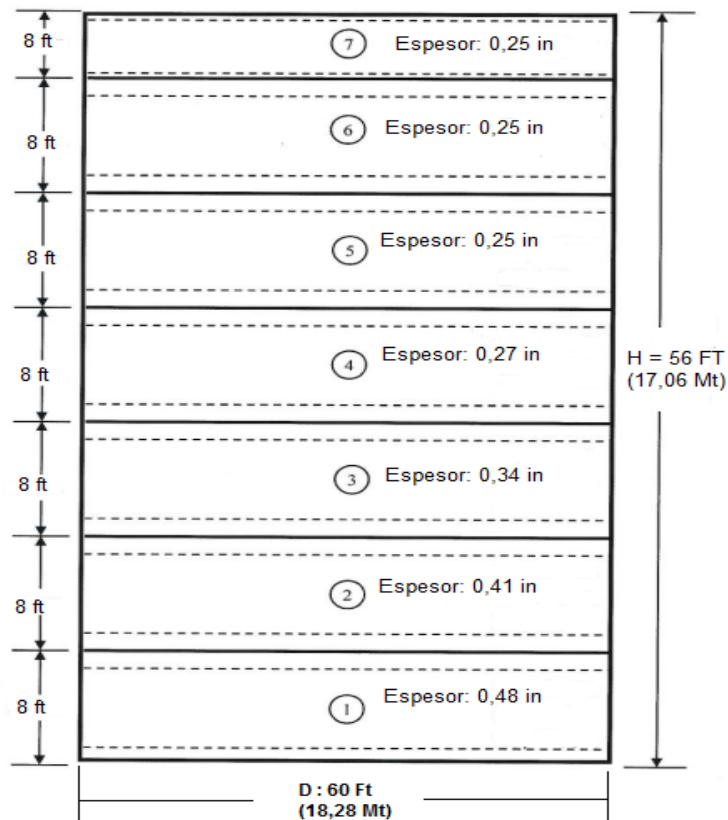


Figura N° 61 Diámetros y altura de diseño del tanque de almacenamiento de gasolina base

4.3.3. Diseño del techo flotante – Tipo pontón

La normativa API 650 especifica que el espesor mínimo del techo es de 3/16” (4,762 mm) y para diseñar un tanque tipo pontón se aplica para diámetros menores a 65 m. ¹⁸

Tabla 42 Datos necesario para el diseño del techo flotante

Diámetro Nominal	18,288 m
Altura total	17,068 m
Producto	Gasolina Base
Gravedad Especifica	0,73
Espesor mínimo del techo	4,7625 mm (3/16 in)
Condición de diseño con norma API 650	

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa

4.3.4. Diámetro del techo tipo pontón

Se debe considerar un sello 200 mm a 250 mm aproximadamente. El anillo exterior debe ajustarse según el sello. En este diseño se consideró 200 mm (0,2 m), es decir la diferencia entre el diámetro nominal (Dn) 18,288 m y el espacio requerido para la colocación del sello.

Donde: $Dt = Dn - 0,2m$

Dt: Diámetro del techo flotante, tipo pontón. $Dt = 18,28 m - 0,2m$

Dn= Diámetro nominal (m) $Dt = 18,08 m$

¹⁸ API 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage, Appendix H, 11 June 2007, Addendum 3, H.3.3 Steel.

El diámetro del techo flotante tipo pontón sin el anillo exterior será 18,088 m.

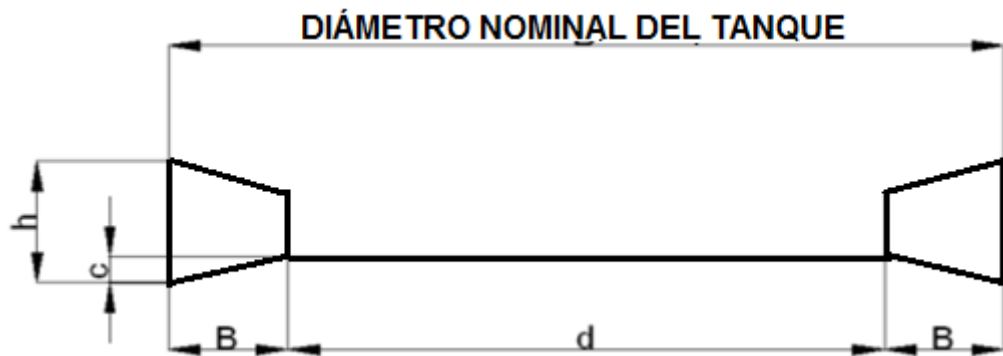


Figura N° 62 Diagrama nominal del techo flotante

Elaborador por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

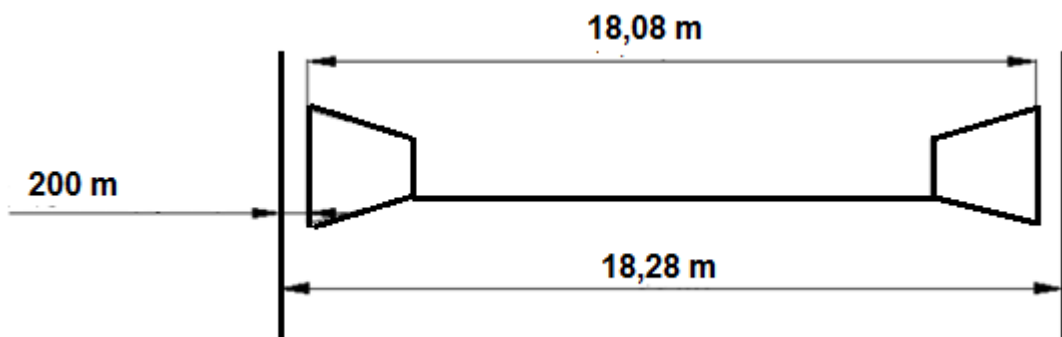


Figura N° 63 Medidas del techo flotantes

Elaborador por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

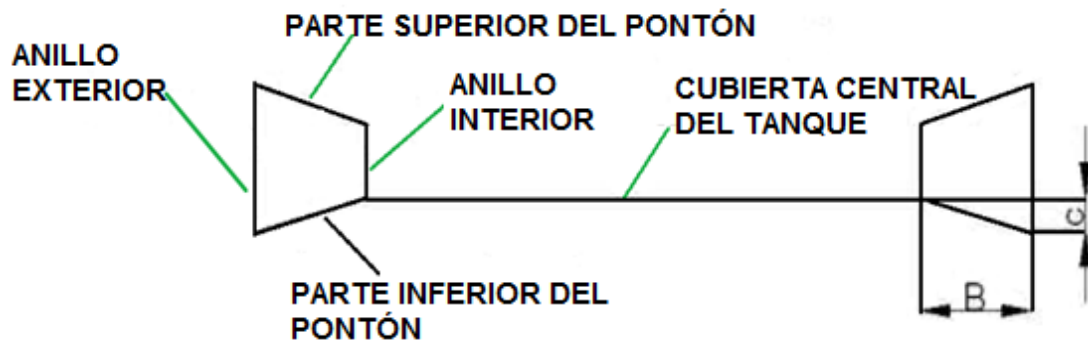


Figura N° 64 Diagrama básico del pontón.

Elaborador por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.3.5. Diseño del pontón

Para el diseño del pontón se ha considerado por experiencia:

Tabla 43 Dimensiones del pontón

Altura del anillo exterior (L)	1 m
Altura del anillo interior (A)	0,5 m
Profundidad de flotación (C1)	0,37 m
Ancho del pontón (B)	2,70 m

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

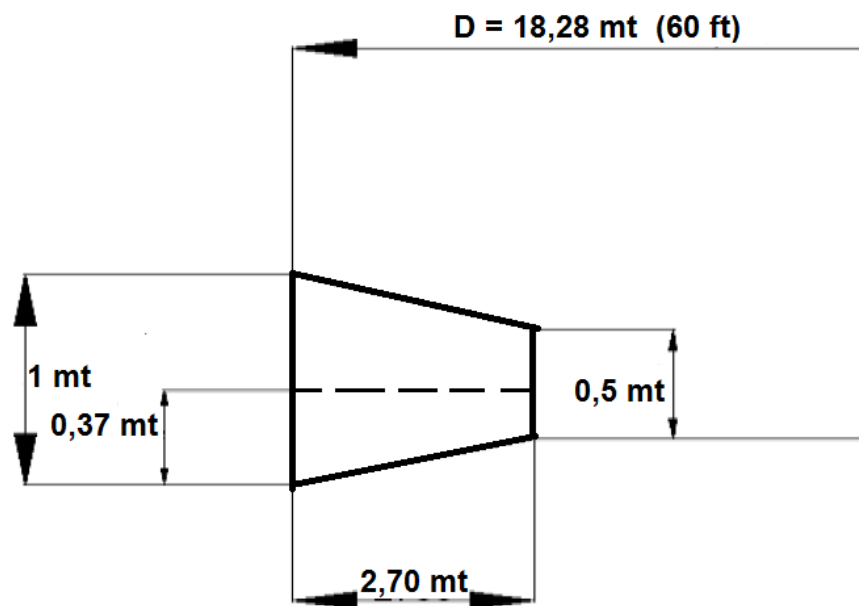


Figura N° 65 Dimensiones del pontón.

Fuente: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.3.6. Sello primario

Reduce las pérdidas de vapor debido a que actúa como un empaque, facilitando la centralización entre el techo flotante y el cuerpo del tanque. Para el presente caso se aplica una separación de 200 mm (0,2 m) entre las paredes del tanque y el techo flotante. Otra función del sello es que previene la contaminación por aguas lluvias.

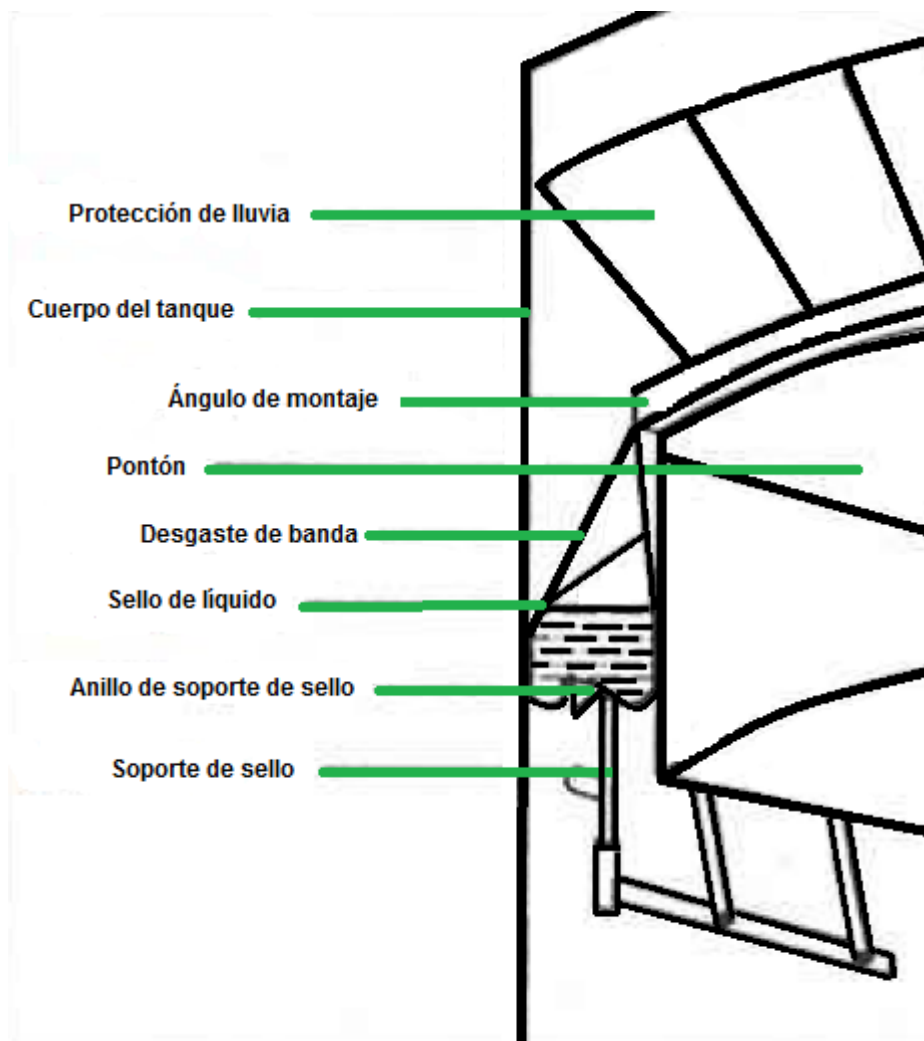


Figura N° 66 Sello primario, sello mecánico tipo zapata.

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.3.7. Drenaje del techo

Permite drenar las aguas lluvias que caen en el techo flotante. Está ubicado en la parte central del indicado techo, acompañado de un sistema de tuberías articuladas y flexibles.

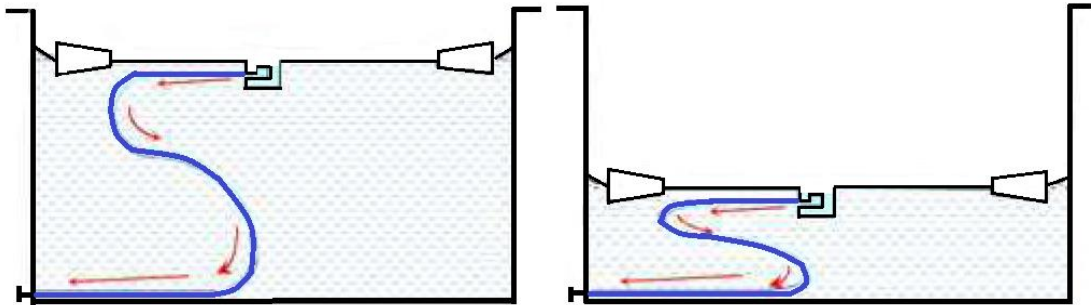


Figura N° 67 Sistema de drenaje

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.3.8. Tubería flexible

Consiste en un tubo flexible, el cual puede expandirse o contraerse a medida que se mueve el techo flotante sin tener ninguna articulación. En la figura siguiente se puede observar cómo está montado el sistema de drenaje.

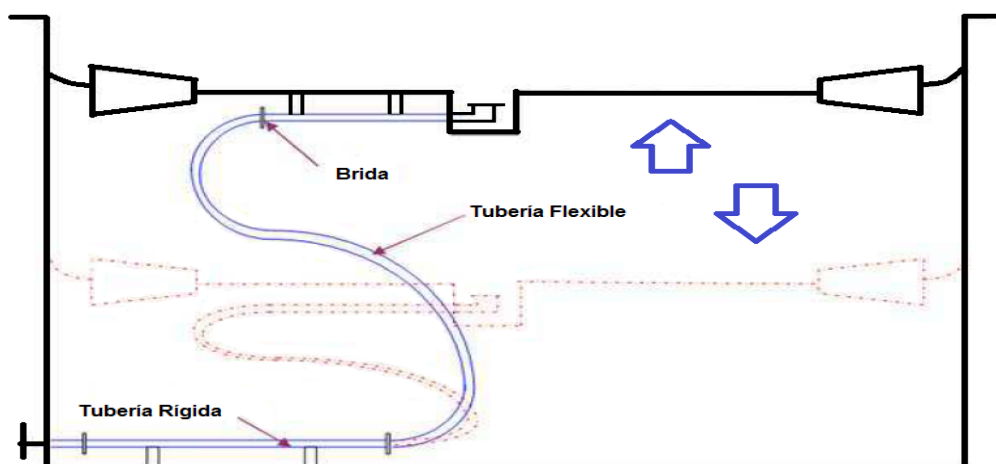


Figura N° 68 Diseño típico de una tubería flexible

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.3.9. Esquema de los accesorios

La figura anexa presenta una vista superior de la ubicación más común de los accesorios. En base a la calibración de un tanque de almacenamiento se obtienen los diámetros, alturas, profundidades y los accesorios que se detallan más adelante.

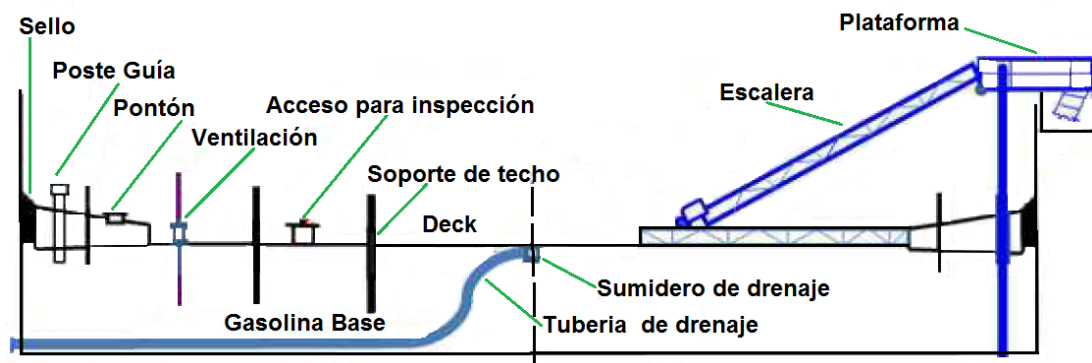


Figura N° 69 Accesorios básicos de un tanque flotante

Fuente: Larrea, P. (2012). Accesorios típicos de un techo flotante. Pág 86.

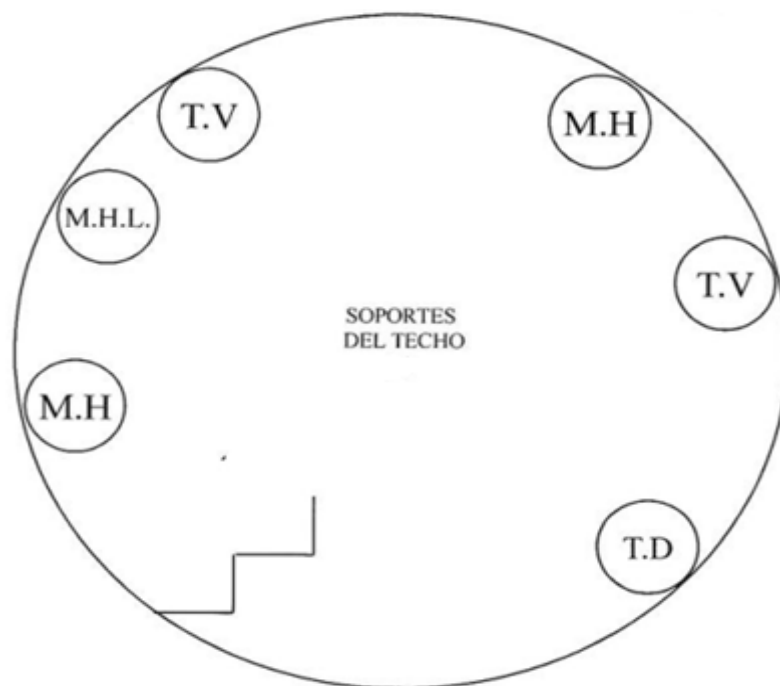


Figura N° 70 Vista superior de los accesorios del tanque flotante.

Fuente: VERIPET CIA. LTDA.

Tabla 44 Dimensiones de los accesorios del tanque básicos

Accesorios	
Manhole (M.H.L)	
Diámetro	24 in (60,96 cm)
Altura	0 in (0 cm)
Profundidad	5 in (12,7 cm)
Tubería con válvula (T.V)	
Cantidad	Dos
Diámetro	10 in (25,4 cm)
Altura	8 in (20,32 cm)
Profundidad	15 in (38,1 cm)
Manhole (M.H)	
Cantidad	Dos
Diámetro	24 in (60,96 cm)
Altura	17 in (43,18 cm)
Profundidad	7 in (17,78 cm)
Tubería con válvula (T.V)	
Diámetro	3 in (7,62 cm)
Altura	6 in (15,24 cm)
Profundidad	7 in (17,78 cm)
Soporte del techo	
Diámetro	2 in (5,08 cm)
Altura	0 in (0 cm)
Profundidad	55 in (139,7 cm)
Peso del techo	
Peso	4203,00 kg
Diámetro	4203,00 cm
Altura	55 in (139,7 cm)
Profundidad	0 in (0 cm)
Drenaje	
Diámetro	6 in (15,24 cm)
Altura	0 in (0 cm)
Profundidad	15 in (38,1 cm)

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.4.0. Accesorios

Selección de espesores para manholes y bridas

Se ingresa con el nivel del líquido. En este caso será con el valor 56 ft (17,06 m), luego aplicando la tabla se determinan los espesores de la plancha (tc) y de la brida empernada (tf).

Tabla 45 Espesores de tapa del manhole y brida

Máximo Nivel del Líquido ft	Presión Equivalente psi	Espesor mínimo de la plancha de la tapa (tc)				Espesor mínimo de la brida empernada (tf)			
		Manhole 20 in	Manhole 24 in	Manhole 30 in	Manhole 36 in	Manhole 20 in	Manhole 24 in	Manhole 30 in	Manhole 36 in
17,1	7,4	5/16	3/8	7/16	1/2	1/4	1/4	5/16	3/8
21,9	9,5	3/8	7/16	1/2	9/16	1/4	5/16	3/8	7/16
26,1	11,3	3/8	7/16	9/16	5/8	1/4	5/16	7/16	1/2
32,6	14,1	7/16	1/2	5/8	11/16	5/16	3/8	1/2	9/16
36,5	15,8	1/2	9/16	5/8	3/4	3/8	7/16	1/2	5/8
43,9	19	1/2	9/16	11/16	13/16	3/8	7/16	9/16	11/16
52,9	22,9	9/16	5/8	3/4	7/8	7/16	1/2	5/8	3/4
61	26,4	5/16	11/16	13/16	15/16	1/2	9/16	11/16	13/16

Fuente: API Estándar 650, 11 Edition Junio 2007, Table 5-3B Grosor de la plancha de cubierta de la boca de inspección y la brida de espárragos.

Tabla 46 Características de la tapa y brida del manhole

Diámetro del manhole	24 in
Espesor de la plancha de la tapa del manhole	0,625 in
Espesor de la brida	0,5 in

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Vista lateral de los accesorios

Tabla 47 Accesorios de un tanque de almacenamiento de G.B

Nº	SERVICIO
1	Manhole
2	Salida de producto
3	Drenaje
4	Entrada de producto
5	Puerta de limpieza

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.
Fuente: ARCH-P

En la siguiente figura, se puede observar la ubicación más común donde están ubicados los accesorios que debe tener un tanque de almacenamiento.

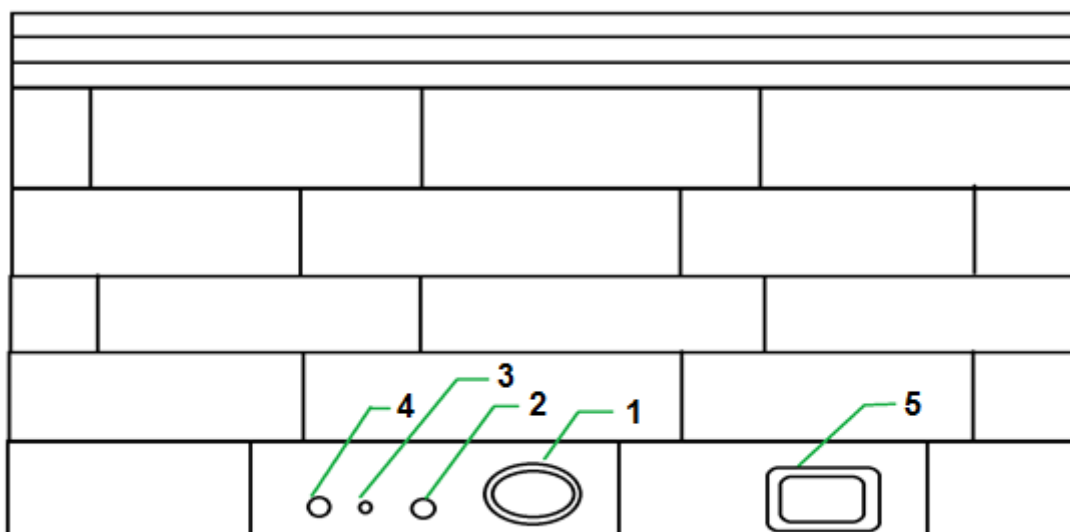


Figura N° 71 Vista lateral de los accesorios del tanque flotante

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.4.1. Diseño de tanque de despacho Gasolina Base

Este tanque se va a utilizar con el objeto de realizar la respectiva mezcla con el aceite de dos tiempos, el anterior se utilizará para recepción de la gasolina base.

Se fija un volumen de 5000 bls, se adiciona la capacidad no operativa del 10% que es 500 bls, por lo que la capacidad final será de 5500 bls, con dicho valor ingresamos en la tabla 30.

Tabla 48 Resumen de diseño del segundo tanque flotante de abastecimiento.

Características del tanque	
Diámetro	50 ft (15,24 m)
Altura	16 ft (4,87 m)
Número de anillos	2
Capacidad Nominal	5600 bls
Material	ASTM A 36 (Aleación de acero al carbono)
Espesor nominal de la plancha	¼ in (6 mm)
Esfuerzo de diseño S_d	23.206 psi (160 MPa)
Esfuerzo de prueba hidrostática S_t	24.801,5 psi (171 MPa)
Tolerancia a la corrosión CA (G.B)	1/8 in (3,175 mm)
Espesor de diseño del cuerpo (T_d)	4,6305 mm
$t_d = \frac{4.9 * D * (H - 0,3) * G}{S_d} + CA$	
D= 15,24 m	

H= 4,572 m	
Espesor de cuerpo de prueba hidrostática (T_t)	1,8655 mm
$t_t = \frac{4.9 * D * (H - 0,3)}{S_t}$	
Cálculo de los dos anillos	
t_d= espesor de diseño (mm)	
$t_d = \frac{4.9 * D * (H - 0,3) * G}{S_d} + CA$	
t_{d1} = 4,7354 mm cuando H=16 ft	
t_{d2} = 3,9041 mm cuando H=8 ft	
1 ft = 0,305 m	
t_t= espesor del cuerpo de prueba hidrostática (mm)	
$t_t = \frac{4.9 * D * (H - 0,3)}{S_t}$	
t_{t1} = 2,0000 mm cuando H=16ft	
t_{t2} = 0,9345 mm cuando H= 8ft	
Dimensiones de la plancha para los anillos	40 ft x 8 ft (12,19 m x 2,43 m)
Dimensiones de la plancha de fondo del tanque	1,8 m x 7,60 m
Espesor de fondo del tanque	$e_{fondo} = \frac{1''}{4} + \frac{1''}{8} = \frac{3''}{8}$
Espesores de las planchas del fondo anular	Según la tabla 38: 6 mm

<p>Módulo de sección Z</p> $Z = \frac{D^2 * H1}{17} * \left(\frac{V}{190}\right)^2$ <p>D= 15,24 m</p> <p>H= 4,87 m</p> <p>V= 140 Km/h</p>	<p>Z= 36,1242 cm³</p>
<p>Anillo de refuerzo</p>	<p>Según la tabla 39:</p> <p>Tamaño de anillo: 75x75x6mm</p> <p>Angulo de bordillo: 37,39</p>

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

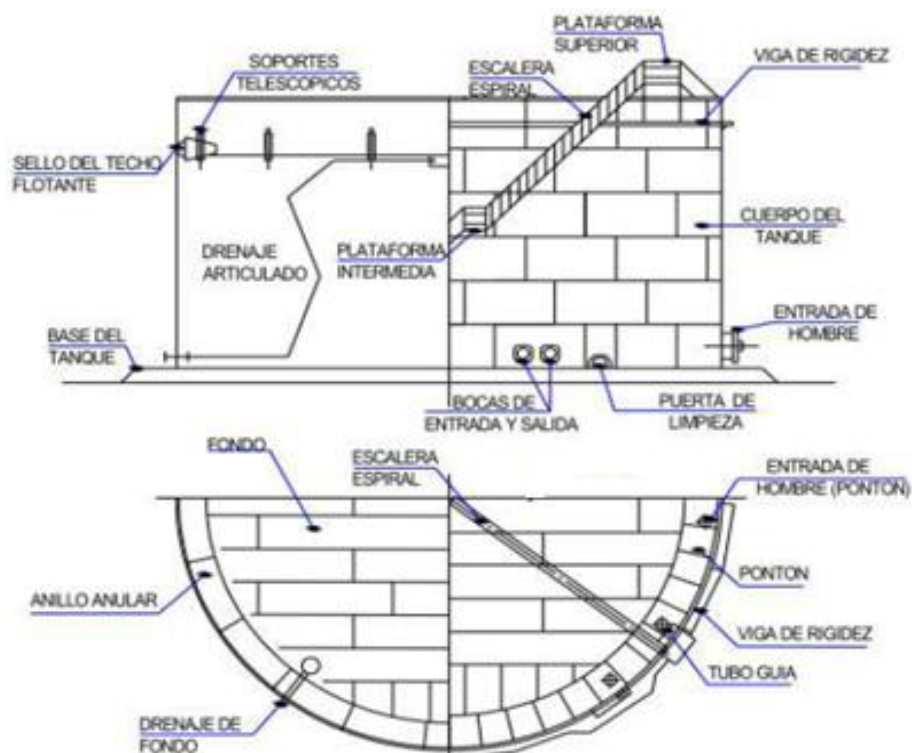


Figura N° 72 Diagrama de un tanque de techo flotante.

4.5.0. Diseño de un tanque fijo auto soportado

En este diseño se instalará un techo fijo en el tanque de almacenamiento del aceite de dos tiempos El volumen nominal será 20.000 gal (aproximadamente 476, 1904 bls). Este tipo de tanque es usado para almacenar productos no volátiles (no inflamables). La norma fija un diámetro hasta 24 ft (7,315 m).

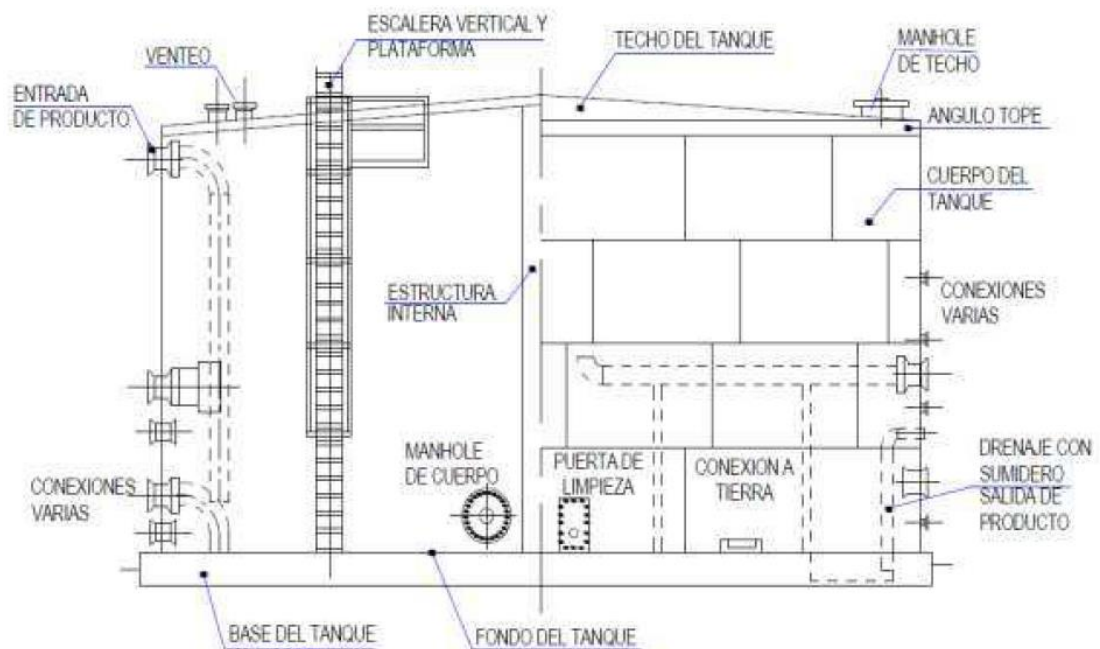


Figura N° 73 Diseño básico de un tanque de almacenamiento fijo

Fuente: Larrea, P. (2012). Tanque de almacenamiento techo fijo. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4943/1/CD-4480.pdf>

4.5.1. Pasos para el diseño de un tanque fijo

1. Se determina un volumen de referencia (477 bls), luego aplican un factor de seguridad de 10% de la capacidad de referencia.
2. Es decir, que se tendrán 47,7 bls dando como resultado 524,7 bls, valor que se ingresa a la tabla 49, para determinar el diámetro, altura y números de anillos con la normativa API 650.

Tabla 49 Determinación del diámetro, altura y números de anillo del tanque.

Diámetro Del Tanque (ft)	Capacidad por Pie de altura (Bls)	Altura tanque (ft) / Números de anillos						
		12/2	18/3	24/4	30/5	36/6	42/7	48/8
		Bls	Bls	Bls	Bls	Bls	Bls	Bls
10	14,0	170	250	335	420	505	-----	-----
15	31,5	380	565	755	945	1130	-----	-----
20	56,0	670	1010	1340	1680	2010	2350	2690
25	87,4	1050	1570	2100	2620	3150	3670	4200
30	126	1510	2270	3020	3780	4530	5290	6040
35	171	2060	3080	4110	5140	6170	7200	8230
40	224	2690	4030	5370	6710	8060	9400	10740
45	283	3400	5100	6800	8500	10200	11900	13600
50	350	4200	6300	8400	10500	13600	14700	16800
60	504	6040	9060	12100	15110	18130	21150	24190

Fuente: API Standard 650, Table A-1 Typical Sizes and Corresponding Nominal Capacities (barrels).

A continuación, se presentan algunos detalles del tanque de techo fijo auto soportado son:

Tabla 50 Característica del tanque de almacenamiento fijo

Diámetro	15 ft (4,575 m)
Altura	18 ft (5,49 m)
Numero de anillos	3
Capacidad	565 bls

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa

4.5.2. Capacidad de almacenamiento

Con la siguiente ecuación nos permitirá determinar la capacidad de almacenamiento del tanque fijo.

$$C = 0,14 * D^2 * H$$

Donde.

D = diámetro del tanque 15 ft (4,575 m)

H = Altura del tanque 18 ft (5,49 m)

C = Capacidad de almacenamiento (bls)

$$C = 0,14 * 15^2 * 18$$

$$C = 567 \text{ bls}$$

Se puede observar que la diferencia entre el valor obtenido en la anterior no varía mucha diferencia.

4.5.3. Determinar el espesor nominal de las planchas

A continuación, se procede a determinar el espesor de las planchas requeridas en función del diámetro, con ese objetivo se ingresa con un diámetro de 15 ft (4,575 m).

Espesor nominal de la plancha: 5 mm (3/16 in).

Tabla 51 Espesor nominal de la plancha

Diámetro nominal del tanque		Espesor nominal de la plancha	
(m)	(ft)	(mm)	(in)
< 15	< 50	5	3/16
15 a < 36	50 a < 120	6	1/4
36 a 60	120 a 200	8	5/16
>60	>200	10	3/8

Fuente: API Standard 650, Altura del tanque (ft) / Número de cursos en tanque completo.

4.5.4. Cálculo de los espesores por el método de un pie

Se aplican las ecuaciones siguientes:

$$t_d = \frac{4.9 * D * (H - 0,3) * G}{S_d} + CA$$

$$t_t = \frac{4.9 * D * (H - 0,3)}{S_t}$$

Esfuerzo de diseño (Sd): 160 MPa

Esfuerzo de prueba hidrostática (St): 171 Mpa

Cálculo del espesor del primer anillo:

Diámetro = 4,5722 m

Altura = 5,4864 m

Gravedad especifica = 0,88

CA = 6 mm (aceite de dos tiempos) ¹⁹

Sd = 160 MPa

Td = 171 MPa

$$t_d = \frac{4.9 * D * (H - 0,3) * G}{S_d} + CA$$

$$t_d = \frac{4.9 * 4,572 * (5,1816 - 0,3) * 0,88}{160} + 6$$

$$t_d = 6,6015 \text{ mm}$$

¹⁹ Storage tank Design, 4.5.1 Material Selection and Corrosion Assessment, pág 6.

Cálculo del espesor del primer anillo previa la prueba hidrostática:

$$t_t = \frac{4.9 * D * (H - 0,3)}{S_t}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 4,572 * (5,1816 - 0,3)}{171}$$

$$t_t = 0,6396 \text{ mm}$$

Tabla 52 Calculo de los valores Td y Tt con sus respectivas alturas

Acero A36; Sd: 160 MPa; St: 171 MPa.						
G = 0,88 ; CA= 6 mm aceite de dos tiempos						
Anillo N°	Ancho planchas in	Altura de anillos ft	Altura de anillos m	Espesores de diseño Td mm	Espesores pruebas hidrostática Tt mm	Espesores usados* in
2	96	18	5,4867	6,6391	0,6795	0,25
1	96	10	3,0481	6,3386	0,3600	0,25

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa

Nota: Para determinar la altura H₂ se debe realizar una diferencia entre H₁ y el ancho de la plancha 96 in (8ft).

Bajo la normativa API 650, se puede determinar el espesor de las planchas a utilizar en los anillos, en función del esfuerzo de la prueba hidrostática en el primer anillo, el mismo que tuvo un valor de 171 MPa. Donde se determinó un espesor nominal de 6 mm.

Tabla 53 Determinación del espesor mínimo del primer anillo

Espesor nominal del primer anillo (mm)	Esfuerzo de prueba hidrostática en el primer anillo (Mpa)			
	< 190 MPa	< 210 MPa	< 220 MPa	< 250 MPa
$t < 19$	6 mm	6 mm	7 mm	9 mm
$19 < t < 25$	6 mm	7 mm	10 mm	11 mm
$25 < t < 32$	6 mm	9 mm	12 mm	14 mm
$32 < t < 38$	8 mm	11 mm	14 mm	17 mm
$38 < t < 45$	9 mm	13 mm	16 mm	19 mm

Fuente: API Estándar 650, 11 Edition Junio 2007, Plate Thicknesses tb.

4.5.5. Angulo de corte para techo cónico

A continuación, se determina el ángulo de corte para el techo cónico. Este tipo de tanque se usa para almacenar pequeñas cantidades de fluidos, con diámetros máximos de 60 ft, pero lo recomendable es emplear diámetros menores de 40 ft. Los ángulos de corte para techos cónicos auto soportados tienen un rango entre 37° y $9\frac{1}{2}^\circ$ con respecto a la horizontal, con un espesor mínimo de $\frac{3}{16}$ in (4,7625 mm).

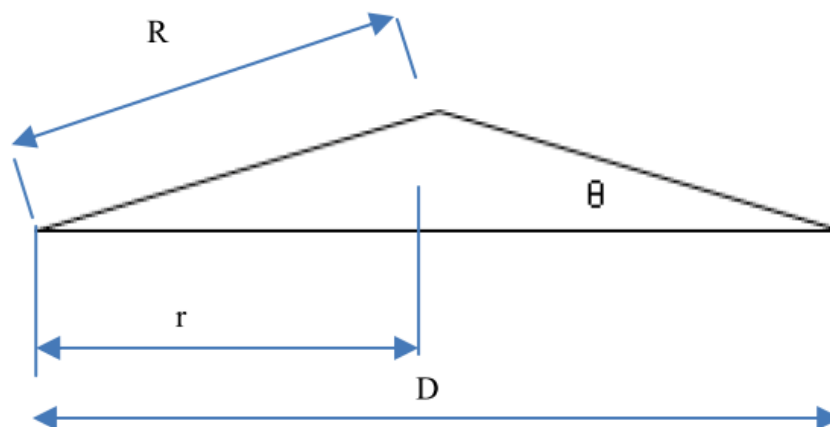


Figura N° 74 Ángulo de corte para el techo cónico.

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

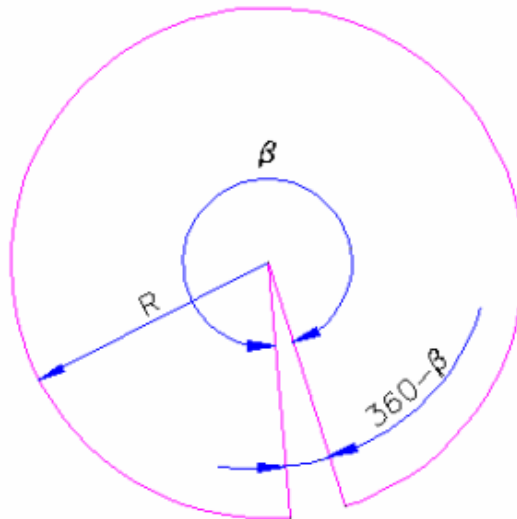


Figura N° 75 Vista superior del ángulo de corte para el techo cónico.

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Tabla 54 Datos técnico para determinar el ángulo de corte

Diámetro (D)	15 ft (4,5722 m)
Radio (R)	2,2861 m
Radio determina el comprador (r)	2,161 m
Factor de diseño	1/8 in - 2/5 in

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

$$\alpha = 360 - 360 * \left(\frac{R}{r}\right)$$

$$\alpha = 360 - 360 * \left(\frac{2,286 \text{ m}}{2,161 \text{ m}}\right)$$

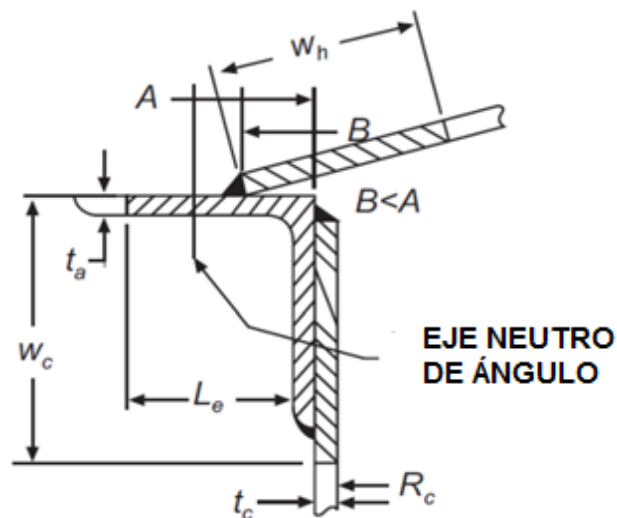
$$\alpha = - 20,8236 ^\circ$$

El ángulo de corte obtenido es óptimo porque se encuentra dentro del rango entre 37° y $9 \frac{1}{2}^\circ$ con respecto a la horizontal.

4.5.6. Diseño del ángulo de tope

Esta área es la unión entre el cuerpo y el techo cónico auto soportado, que se ajusta con el ultimo anillo superior.

Figura N° 76 Diseño del angulo de tope



Fuente: API Estándar 650, Permissible Details of Compression Rings.

Donde:

A = Recorrido desde el tope del anillo hasta el eje neutro del ángulo

B = Recorrido desde el tope del anillo hasta el tope de la lámina del techo

R_c = Radio Interior del tanque (2,2861 m)

t_c = Espesor del anillo superior (3,7765 mm)

W_c = Altura máxima del cuerpo

$$W_c = 0,6 * R_c * t_c * 0,5$$

$$W_c = 0,6 * 2,2861 * 3,7765 * 0,5 = 2,5901 \text{ m}$$

4.5.7. Diseño del fondo del tanque fijo

La norma recomienda un espesor mínimo de 6 mm para el fondo del tanque, sin considerar el espesor por corrosión (Corrosión admisible CA=1/8 in).

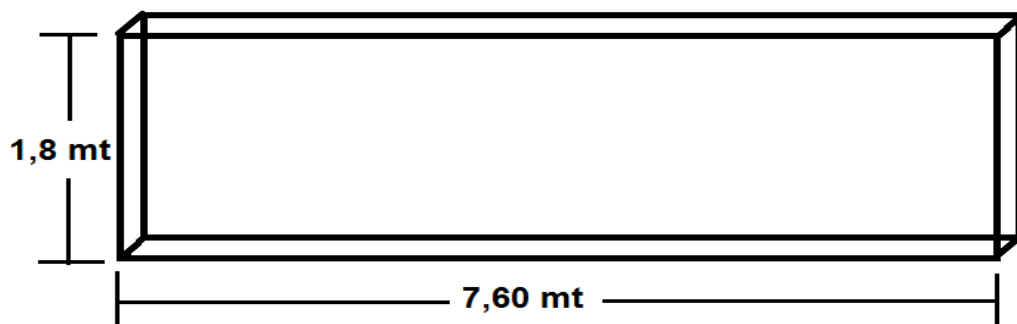
La plancha para el fondo del tanque será distribuida simétricamente, con las dimensiones bajo la normativa de 7,60 m para el largo y 1,8 m para el ancho, y un espesor mínimo de 9 mm.

Se considera 9 mm porque se adiciona el espesor por corrosión debido a las impurezas que se acumulan en fondo de los tanques.

$$\text{Espesor de fondo} = \frac{1}{4} \text{ in} + \frac{1}{8} \text{ in} = \frac{3}{8} \text{ in}$$

$$\text{Espesor de fondo} = 6,35 \text{ mm} + 3,175 \text{ mm} = 9,525 \text{ mm}$$

Figura N° 77 Plancha para el fondo del tanque



Elaborador por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Tabla 55 Dimensiones de la placa para la tapa (tc) y la brida empernada (tf)

Máximo Nivel del Líquido ft	Presión Equivalente (psi)	Espesor mínimo de la plancha de la tapa (tc)				Espesor mínimo de la brida empernada (tf)			
		Manhole 20 in	Manhole 24 in	Manhole 30 in	Manhole 36 in	Manhole 20 in	Manhole 24 in	Manhole 30 in	Manhole 36 in
17,1	7,4	5/16	3/8	7/16	1/2	1/4	1/4	5/16	3/8
21,9	9,5	3/8	7/16	1/2	9/16	1/4	5/16	3/8	7/16
26,1	11,3	3/8	7/16	9/16	5/8	1/4	5/16	7/16	1/2
32,6	14,1	7/16	1/2	5/8	11/16	5/16	3/8	1/2	9/16
36,5	15,8	1/2	9/16	5/8	3/4	3/8	7/16	1/2	5/8
43,9	19	1/2	9/16	11/16	13/16	3/8	7/16	9/16	11/16
52,9	22,9	9/16	5/8	3/4	7/8	7/16	1/2	5/8	3/4
61	26,4	5/16	11/16	13/16	15/16	1/2	9/16	11/16	13/16

Fuente: API Estándar 650, Grosor de la placa de cubierta de la boca de inspección y la brida de ajuste.

Tabla 56 Datos de la placa y brida

Espesor de la placa de la tapa (tc)	3/8 in
Espesor de la brida empernada (tf)	1/4 in
Presión de carga de agua (P)	9,5 psi

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.5.8. Dimensiones del cuello del Manhole del tanque de techo fijo

Se debe ingresar con el espesor del primer anillo, debido a que es el lugar donde se va instalar el Manhole. Para este caso, el espesor del primer anillo es ¼ in, equivalente a 6,35 mm aproximadamente. Con el valor de 20 in del Manhole obtenido en la anterior tabla, se determina el espesor del cuello del Manhole, mínimo ¼ in.

Tabla 57 Dimensiones del cuello del Manhole

Espesor del Shell y refuerzo de la placa del manhole	Espesor mínimo del cuello			
	Para diámetro de manhole 20 in	Para diámetro de manhole 24 in	Para diámetro de manhole 30 in	Para diámetro de manhole 36 in
3/16	3/16 in	3/16 in	3/16 in	3/16 in
1/4	1/4 in	1/4 in	1/4 in	1/4 in
5/16	1/4 in	1/4 in	5/16 in	5/16 in
3/8	1/4 in	1/4 in	5/16 in	3/8 in
7/16	1/4 in	1/4 in	5/16 in	3/8 in
1/2	1/4 in	1/4 in	5/16 in	3/8 in

Fuente: API Estándar 650, Dimensions for Shell Manhole Neck Thickness.

Tabla 58 Dimensiones del Manhole para el tanque de techo fijo

Manhole	20 in (508 mm)
Diámetro externo (OD)	25 3/8 in (645 mm)
Diámetro interno (ID)	20 in (508 mm)
Espesor	1/8 in (3,175 mm)

Fuente: API Estándar 650, Boca de inspección.

Tabla 59 Diámetro circular de los pernos y de la cubierta de la placa

Diámetro del manhole (OD) in	Diámetro circular de perno (Db) in	Diámetro de la cubierta de la placa (Dc) in
20	26 1/4	28 3/4
24	30 1/4	32 3/4
30	36 1/4	38 3/4
36	42 1/4	44 3/4

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: API Estándar 650, Dimensiones para el diámetro y la tapa del diámetro calcular.

Tabla 60 Diámetro circular de los pernos y de la cubierta de la placa

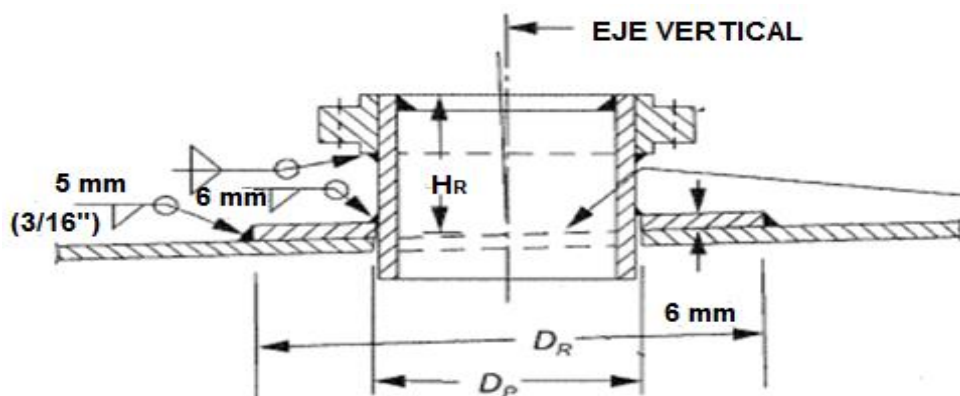
Para Manhole de 20 in	
Diámetro circular de agujeros (Db)	26 ¼ in (66,67cm)
Diámetro de la tapa del Manhole (Dc)	28 ¾ in (73,02 cm)

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: API Estándar 650, Dimensions for Bolt and Cover Circle Diameter.

4.5.9. Bridas y boquillas para el techo del tanque

Figura N° 78 Bridas y boquillas para el techo del tanque



Fuente: API Estándar 650, Threaded Roof Nozzles.

Tabla 61 Dimensiones de las boquillas y bridas en el techo del tanque.

Boquilla NPS	Diámetro exterior del cuello del tubo	Diámetro del agujero de la placa de refuerzo (Dp)	Altura mínima de la boquilla (Hr)	Diámetro exterior de la placa de refuerzo (Dr)
1 1/2	1.900	2	6	5
2	2 3/8	2 1/2	6	7
3	3 1/2	3 5/8	6	9
4	4 1/2	4 5/8	6	11
6	6 5/8	6 3/4	6	15

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Fuente: API Estándar 650, Dimensiones para boquillas y bridas de techo del tanque (in).

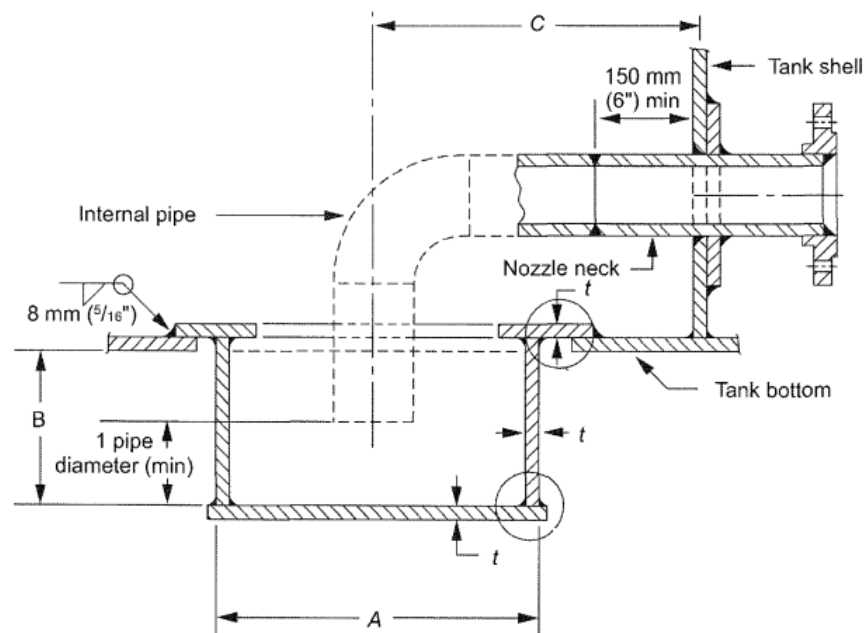
Tabla 62 Dimensiones para boquillas y bridas de techo del tanque.

Diámetro externo del cuello	4 ½ in
Diámetro del agujero en la placa de refuerzo del techo	4 5/8 in
Altura mínima para la boquilla	6 in
Diámetro externo de la placa de refuerzo	11 in

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

4.6.0. Sumidero

Figura N° 79 Sumidero



Fuente: API Estándar 650, Sumidero.

Tabla 63 Dimensiones para sumidero.

NPS	Diámetro del sumidero (in)	Profundidad del sumidero (in)	Distancia desde el eje del tubo a la pared (ft)	Espesor de la plancha del sumidero (in)	Espesor mínimo interno de la tubería (in)	Espesor mínimo del cuello de la boquilla (in)
	A	B	C	t	in	in
2	610 (24)	12	3 1/2	5/16	0,218	0,218
3	910 (36)	18	5	3/8	0,250	0,300
4	1220 (48)	24	6 3/4	3/8	0,250	0,337
6	1520 (60)	36	8 1/2	7/16	0,250	0,432

Fuente: API Estándar 650, Dimensions for Drawoff Sump.

Tabla 64 Dimensiones del sumidero

Diámetro del sumidero	24 in
Profundidad del sumidero	12 in
Distancia del eje del tubo al casco	3 ½ in
Espesor de placas del sumidero	5 1/16 in
Espesor mínimo del tubo	0,218 in
Espesor mínimo del cuello	0,218 in

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Tabla 65 Esquema de un tanque de almacenamiento de techo fijo

Diámetros de tuberías	
Sistema contra incendio (Agua)	4 in (101,6 mm)
Sistema contra incendio (Espuma - 1)	2 in (50,8 mm)
Sistema contra incendio (Espuma - 2)	3 in (76,2 mm)
Salida de producto	4 in (101,6 mm)
Entrada de producto	4 in (101,6 mm)

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

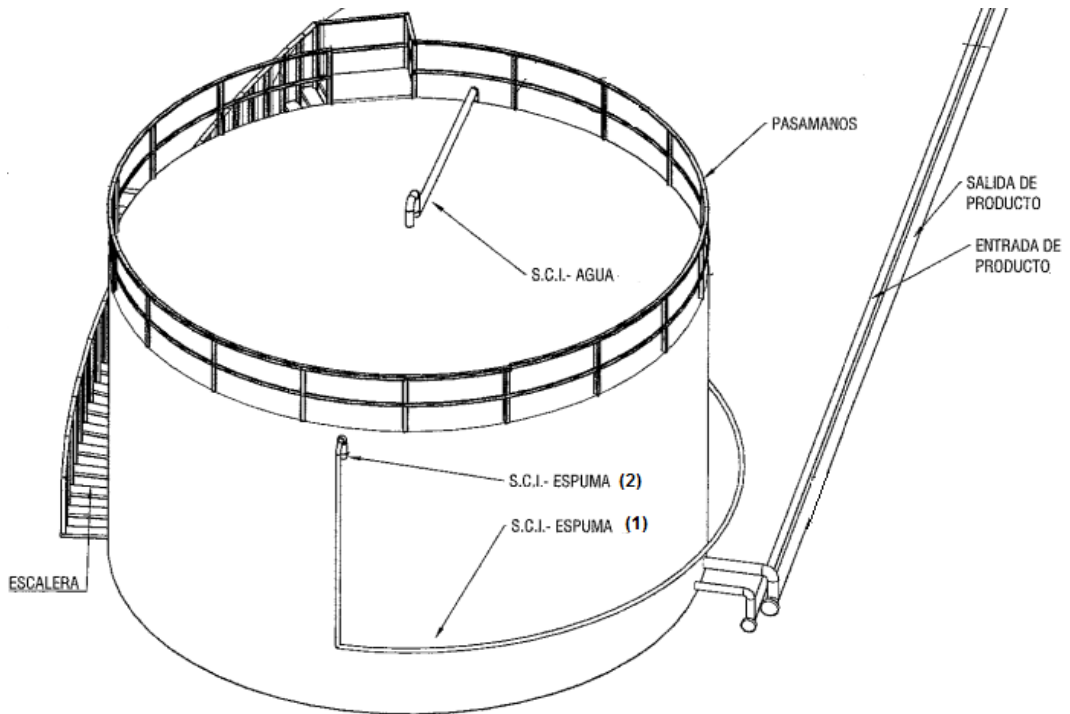


Figura N° 80 Accesorios básicos de un tanque de techo fijo.

Fuente: EP Petroecuador, ISOMETRIA.

4.6.1. Selección de dimensiones de limpieza

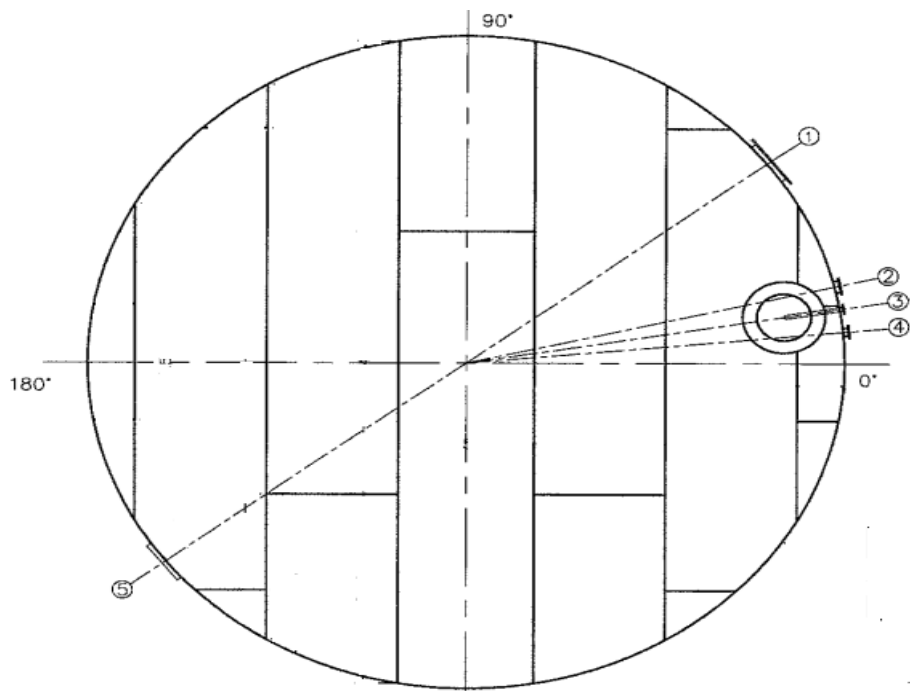


Figura N° 81 Vista superior de los accesorios del tanque de techo fijo

Fuente: ARCH

4.6.3. Corte lateral del tanque de techo fijo

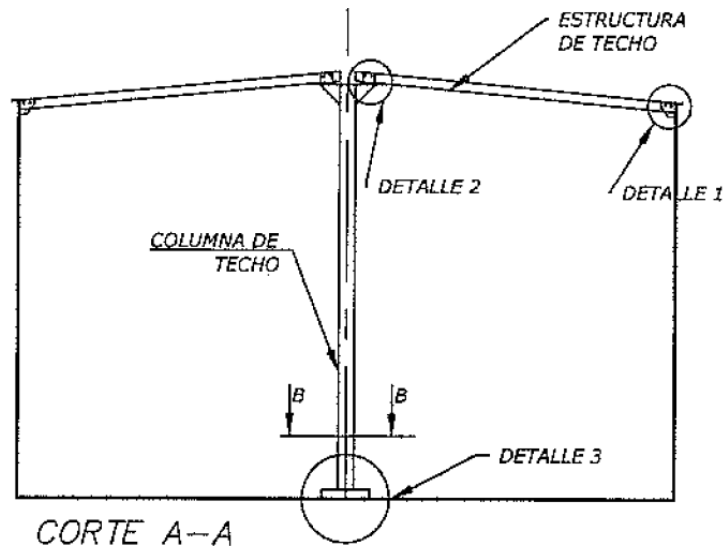


Figura N° 83 Corte A-A del techo fijo del tanque de almacenamiento.

Fuente: ARCH

4.6.4. Esquema de recuperación de vapor

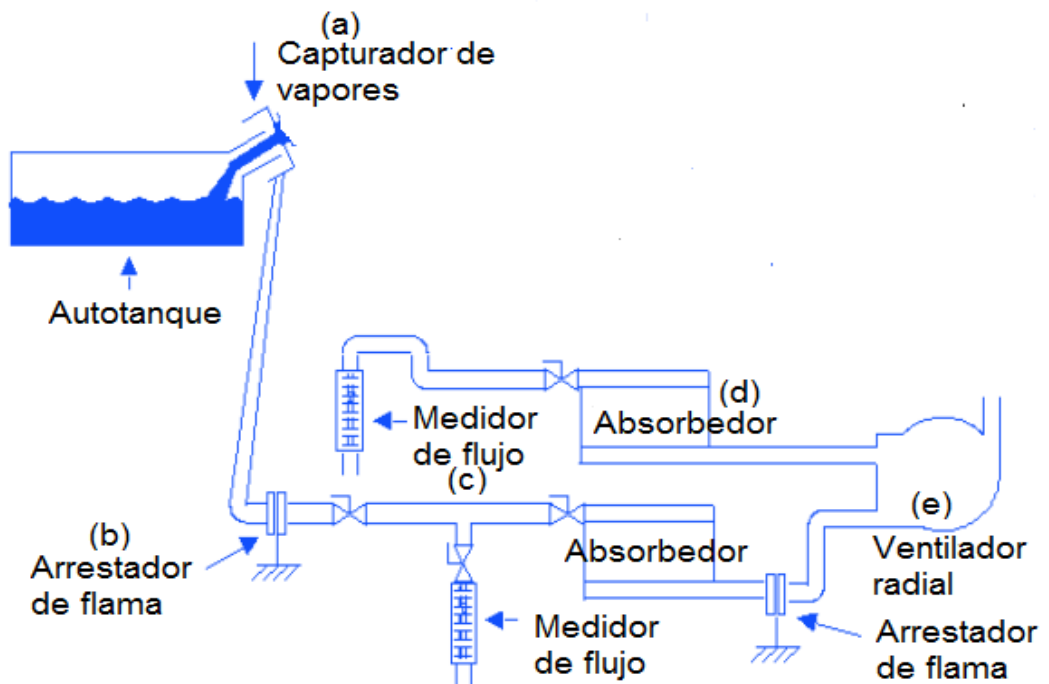


Figura N° 84 Unidad básica de una URV.

a. Capturador de vapores: el dispositivo diseñado especialmente para efectuar la captura de vapores de nafta durante el despacho de nafta al vehículo.

b. Arrestador de flama: es un dispositivo que permite que el gas pase a través de él pero detiene una llama para evitar un incendio o explosión mayor.

c. Medidor de flujo: también conocido como flujómetro es un instrumento que se usa para medir el caudal de un gas.

d. Adsorbedor de medición: dispositivo utilizado para adsorber vapores de nafta (gasolina) emitidos durante el llenado del autotanque. La limpieza de los adsorbedores se debe hacer mediante una aereación con el ventilador radial de alto rendimiento.

e. Ventilador radial: es un dispositivo que se compone de un impulsor alimentado por un motor eléctrico. El giro del impulsor hace que el aire se ponga en movimiento, y el aire se aspira desde el lado de entrada del ventilador y se expulsa por el lado de salida del ventilador. En un ventilador radial, la toma de entrada está ubicada de forma perpendicular (90°) a la salida.

4.7. Factibilidad proyectada.

Sistema actual:				
Capacidad de carga de autotanque promedio:		250 gal/min		
Tiempo de carga de GPA:		10.000 gal		
250 gal	1 min	X= 40 min		
10.000 gal	X			
Números de autotanques:		8 diario promedio		
Sistema propuesto:				
Capacidad de carga de autotanque promedio:		667 gal/min		
Tiempo de carga de GPA:		10.000 gal		
667 gal	1 min	x= 14,99 min = 15 min		
10.000 gal	x			
Sistema propuesto - 667 gal/min 100%				
Año	N° de Autotanque	Tiempo de llenado	Horas operativas	Horas
	A	B	A*B	(A*B)/60min
1	8	15 min	120 min	2 horas
2	9	15 min	135 min	2,25 horas
3	10	15 min	150 min	2,50 horas
4	11	15 min	165 min	2,75 horas
5	12	15 min	180 min	3 horas
				Σ 2,50 horas

Elaborado por: Manuel Eduardo Gonzabay Figueroa.

Rendimiento al 80%

Sistema propuesto al 80% – (667*80%) 533,6 gal/min 533 gal 1 min 10.000 gal x X=18,74 min = 19 min				
Año	N° de Autotanque	Tiempo de llenado	Horas operativas	Horas
	A	B	A*B	(A*B)/60min
1	8	19 min	152 min	2,53 horas
2	9	19 min	171 min	2,35 horas
3	10	19 min	190 min	3,16 horas
4	11	19 min	209 min	3,48 horas
5	12	19 min	228 min	3,80 horas
				Σ 3,06 horas
Sistema		Ingreso por año (A)	Factor por pérdidas (B)	A*B
Actual		\$15.175.584	0,005%	75.877,92 \$/año
Propuesto		\$15.175.584	0,001%	15.175,584 \$/año
Optimización \$/año				60.702,336 \$/año

Se realiza un análisis en función del tiempo, capacidad de carga y de observa que al 100% se establece un tiempo de operación de carga de 2,50 horas, y debido a la demanda del combustible de GPA, se estimada que la eficiencia de operación baje a un 80% obteniendo un tiempo de operación de 3,06 horas, se sugiere que el nuevo terminal de despacho labore medio tiempo (4 horas), reduciendo costos para la empresa y optimizando el sistema en ventas con 60.702,336 \$/año.

4.7.1. Recursos Humanos

Para este ítem se ha considera el personal que va intervenir en la operación del proyecto:

1. Ingenieros mecánicos. (1)
2. Técnicos para la construcción de un tanque de techo fijo. (4)
3. Técnicos para la construcción de un tanque de techo flotante. (4)
4. Asistentes. (2)
5. Chofer. (1)
6. Vehículo (1)

4.7.2. Materiales

Recursos que se utilizarán para la ejecución del proyecto:

1. Laptop. (2)
2. Impresora. (1)
3. Paquete de resma de hoja A4. (2)

4.7.3. Subcontratos y servicios

Estos costos se deben a la contratación de terceras personas que ayudarán para el desarrollo del proyecto.

1. Mantenimiento en el terminal de despacho. (5)
2. Limpieza de tanques. (2)
3. Centrales de aire.
4. Personal de seguridad. (2)
5. Alquiler de equipos.
6. Mantenimiento de áreas verdes. (2)

4.7.4. Costos fijos

Son aquellos que se amortizan durante la operación del terminal, y no interfieren en la producción.

1. Energía eléctrica.
2. Agua.
3. Alimentación.
4. Combustibles.
5. Personal técnico.

Análisis de flujo de caja:

Se obtuvo una Tasa Interna de Retorno, TIR = 15,81%, el cual permite determinar si el proyecto es viable. Y un Valor Actual Neto, VAN = \$6.431.772,63 los cuales cumplen con la principal condición que señala que esos indicadores deben ser mayores a cero, y para el presente caso lo cumplen. Además, están por arriba de la tasa de inflación del mes de septiembre/2019 que fue 0,39%.

4.7.5. Presupuesto Básico

	CAPACIDAD	TIEMPO	Glns/ minut			
SISTEMA ACTUAL	10000 glns	45 Minutos	250			
SISTEMA PROPUESTO	10000 glns	15 Minutos	667			
PRECIO POR GALÓN	SISTEMA PROPUESTO GAL/MIN	CARGA GPA \$/min	CARGA EN 1 HORA	TIEMPO DE DESPACHO 2 HORAS	20 DIAS LABORABLES	INCREMENTO EN VENTAS EN 1 AÑO
\$0,79	667	\$526,93	\$31.615,80	\$63.231,60	\$1.264.632,00	\$15.175.584,00
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS		\$15.175.584,00	\$18.400.239,00	\$21.029.658,00	\$24.659.077,00	\$25.288.495,00
TOTAL INGRESOS		\$15.175.584,00	\$18.400.239,00	\$21.029.658,00	\$24.659.077,00	\$25.288.495,00
EGRESOS						
1. RECURSOS HUMANOS						
1.1. INGENIERO MECÁNICO		\$12.000,00				
1.2. CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE FIJO		\$162.000,00				
1.3. CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE FLOTANTE 28200 BLS		\$460.000,00				
1.4. CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE FLOTANTE 5600 BLS		\$9.134,00				
1.5. UNIDAD DE RECUPERACIÓN DE VAPORES		\$7.560,00				
1.6. VEHICULO		\$20.000,00				
1.7. ASISTENTE		\$6.000,00				
1.8. CHOFER		\$4.632,00				
2. MATERIALES						
2.1. LAPTO		\$500,00				
2.2. IMPRESORA		\$150,00				
2.3. RESMA DE HOJA A4		\$10,00				
3. SUBCONTRATOS Y SERVICIOS						
3.1. MANTENIMIENTO		\$250.000,00	\$257.500,00	\$265.225,00	\$273.182,00	\$281.377,00
3.2. LIMPIEZA DE TANQUES		\$240.000,00	\$247.200,00	\$254.616,00	\$262.254,00	\$270.122,00
3.4. PERSONAL DE SEGURIDAD		\$106.000,00	\$109.180,00	\$112.455,00	\$115.829,00	\$119.304,00
3.5. ALQUILER DE EQUIPOS		\$25.000,00				
3.6. AREAS VERDES		\$120.000,00	\$123.600,00	\$127.308,00	\$131.127,00	\$135.061,00
4. COSTOS FIJOS						
4.1. ENERGIA ELECTRICA		\$180.000,00	\$185.400,00	\$190.962,00	\$196.691,00	\$202.592,00
4.2. AGUA		\$90.000,00	\$92.700,00	\$95.481,00	\$98.345,00	\$101.296,00
4.3. ALIMENTACIÓN		\$150.000,00	\$154.500,00	\$159.135,00	\$163.909,00	\$168.826,00
4.4. COMBUSTIBLE		\$48.000,00	\$49.440,00	\$50.923,00	\$52.451,00	\$54.024,00
4.5. PERSONAL TECNICO		\$432.000,00	\$444.960,00	\$458.309,00	\$472.058,00	\$486.220,00
TOTAL EGRESOS	-60000000	\$2.322.986,00	\$1.664.480,00	\$1.714.414,00	\$1.765.846,00	\$1.818.822,00
FLUJO DE EFECTIVO NETO						
PERIODO (AÑOS)		1	2	3	4	5
		\$12.852.598,00	\$16.735.759,00	\$19.315.244,00	\$22.893.231,00	\$23.469.673,00

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO	VALOR PRESENTE	INTERES
0	-\$60.000.000,00	-\$60.000.000,00	12%
1	\$12.852.598,00	\$11.475.533,93	
2	\$16.735.759,00	\$13.341.644,61	
3	\$19.315.244,00	\$13.748.209,16	
4	\$22.893.231,00	\$14.549.062,17	
5	\$23.469.673,00	\$13.317.322,76	
VALOR PRESENTE NETO		\$6.431.772,63	
TASA INTERNA DE RETORNO		15,81%	

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- 1) Con la implementación de un sistema de carga ventral en el nuevo terminal de despacho de GPA, se reducirán las pérdidas por evaporización de 3.559 gal/año, y por ende una mínima afectación de gases tóxicos al personal que operará sobre los autotanques, lo cual guarda relación con las normas estipuladas al respecto.
- 2) Al poner en ejecución el sistema de preparación y mezcla en línea de los dos productos (Gasolina base y aceite de dos tiempos), se eliminarán las pérdidas que se presentan por almacenamiento del combustible en los tiempos que no hay despachos.
- 3) En base al rediseño de las facilidades de superficies por aplicarse en el nuevo terminal de despacho, aplicando la normativa API 650 (Welded Steel Tanks for Oil Storage), se tendrá un sistema que permitirá reducir las pérdidas por descargas y almacenajes de productos.
- 4) El terminal podrá operar con un volumen promedio de 90.000 gal/d (2143 bls/d) de gasolina de pesca artesanal para ser distribuida en las provincias de Santa Elena, Guayas, Manabí y El Oro.
- 5) La construcción de este nuevo terminal de despacho GPA permitirá operar bajo condiciones seguras, mucho mejores que las que había en el terminal anterior, porque ahora si se aplicarán normas vigentes de seguridad industrial, garantizando una operación eficiente y que no representará ningún peligro para otras instalaciones y la colectividad.

5.2. Recomendaciones

- 1) El empleo de sistemas de carga ventral en base a las normativas vigentes, mejorará la eficiencia operativa de los terminales de despachos de productos con cargas más eficientes y rápidas, lo cual permitirá manejar caudales mucho mayores, precautelando la seguridad de los operadores, evitando incendios o derrames de productos.
- 2) La preparación en línea de los dos productos, empleando la relación de 50:1 (Gasolina base - Aceite de dos tiempos) a los compartimientos de los autotanques, mejorará la eficiencia operativa, y por ende reducirá el tiempo de carga del producto.
- 3) La construcción del nuevo terminal brindará mayor seguridad al ingreso y salida de los autotanques de despachos de GPA, evitando el uso de vías de acceso que tenían fuertes pendientes y curvas cerradas, que era como operaba el antiguo terminal. De esta forma quedaría independizada totalmente la Estación Cabecera La Libertad.
- 4) Con el diseño propuesto se aumentaría la capacidad de carga de 667 gal/min, por el precio del galón actual de \$ 0,79, se proyecta que en dos horas de carga se obtiene \$63.231,60, y en un año se obtiene un incremento en ventas de GPA de \$15.175.584,00.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barros, D & Morán, J. (2014). *Análisis del proceso de despacho de combustibles y su influencia en la productividad de la empresa EP Petroecuador Terminal Fuel Oil del cantón Guayaquil*. Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Ecuador.
2. Arteaga, A. (2010). *Análisis y Estudio en el sistema de recuperación de vapores producidos durante el despacho de Naftas en las islas de carga del terminal de productos limpios Beaterio (Petrocomercial), en el año 2010*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
3. Hernández, H. (2016). *Diagnóstico de los requerimientos para la carga ventral en los camiones cisterna de producto limpio y modelación de las emisiones fugitivas generadas en el patio de carga del plantel RECOPE El alto*. Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
4. Castillo, D. (2012). *Automatización en el llenado de los camiones en los planteles de RECOPE*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
5. Quiñonez, R. (2015). *Indecencia de producto (crudo petrolero) en la empresa Petroecuador EP Refinería Estatal Esmeralda*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
6. Baquero, J. (2010). *Sistema de carga ventral para auto-tanques e islas de distribución de combustibles (llenaderas), en terminales y depósitos de productos limpios en Petrocomercial*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
7. Rojas, V. (2011). *Especificaciones técnicas cisternas para carga ventral de productos limpios*.
8. Mayorga, M. (2013). *Inspección física y análisis estructural para determinar operatividad de un tanque cilíndrico vertical para almacenamiento de Fuel Oil de acuerdo a norma API 653 luego de un siniestro*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

9. Clavijo, D & Padilla, W. (2014). *Minimización de pérdidas en los tanques de almacenamiento de Naftas en Refinería Esmeraldas*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
10. Guainilla, A. (2010). *Análisis de pérdidas por evaporización en un tanque de almacenamiento de crudo de techo fijo para justificar el cambio a techo flotante en la estación AGIP OIL (BAEZA)*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
11. Fernández, R. (2008). *El crepúsculo de la era trágica del petróleo*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://www.rebelion.org/docs/68533.pdf>
12. Civacon. (2012). *Rom Link Installation Manual*. Recuperado de http://www.google.co.cr/url?sa=t&rct=j&q=h52883pa_rom-link-installation-manual.pdf&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.civacon.com%2FFile%2520Library%2FCivacon%2FTech%2520Support%2FIOMs%2FH52883PA_ROM-Link-Installation-Manual.pdf&ei=JSydUOK
13. Restrepo, J. (2007). *Código API 650 Y 653: Diseño, Montaje y Construcción de Tanques Soldados de acero*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/mobile/wioc78/api-650enespanol>
14. Gardner, D. (2014). *Carga y Descarga de Camiones Cisterna*. Recuperado de <http://www.emcowheaton.com/es/mercados/carreteras/carga-y-descarga-de-camiones-cisterna/>
15. Gardner, D. (2014). *Adaptador de Recuperación de Vapor*. Recuperado de <https://www.emcowheaton.com/es/componentes-para-camiones-cisterna/adaptador-de-recuperación-de-vapor/>
16. Gardner, D. (2014). *Tapas de Bocas de Hombre y Accesorios*. Recuperado de <https://www.emcowheaton.com/es/componentes-para-camiones-cisterna/tapas-de-bocas-de-hombre-y-accesorios/>

Anexos

ANEXOS Nº 1. Fotografías



Inspección técnica al Terminal de despacho GPA.
Fuente: ARCH-P.



Descarga del aceite de dos tiempos, volumen de 10 000 galones
Fuente: ARCH-P.



Bomba de inyección de aceite de dos tiempos, presentó fallas para la mezcla del aceite de dos tiempos con la gasolina base.
Fuente: ARCH-P.



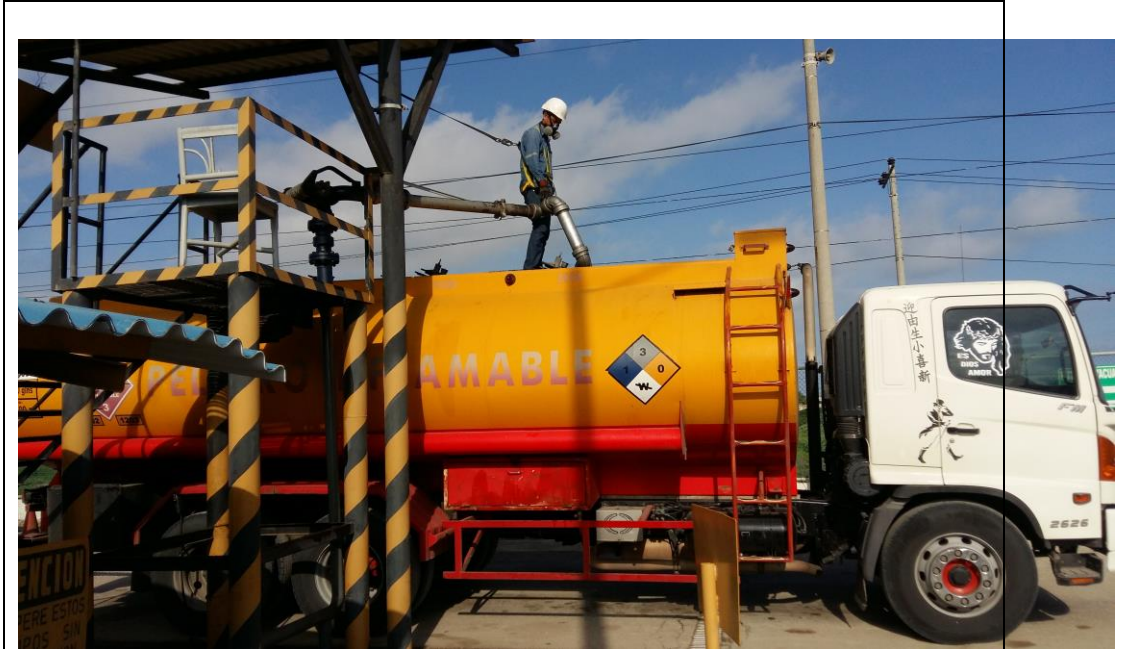
Se recomendó el cambio de la bomba de inyección para mejorar la calidad del producto (GPA).
Fuente: ARCH-P



Se realizó visitas técnicas al terminal de despacho del producto Ecopaís, para implementar un sistema de preparación y mezclado en la línea al rediseño de facilidades.
Fuente: ARCH-P.

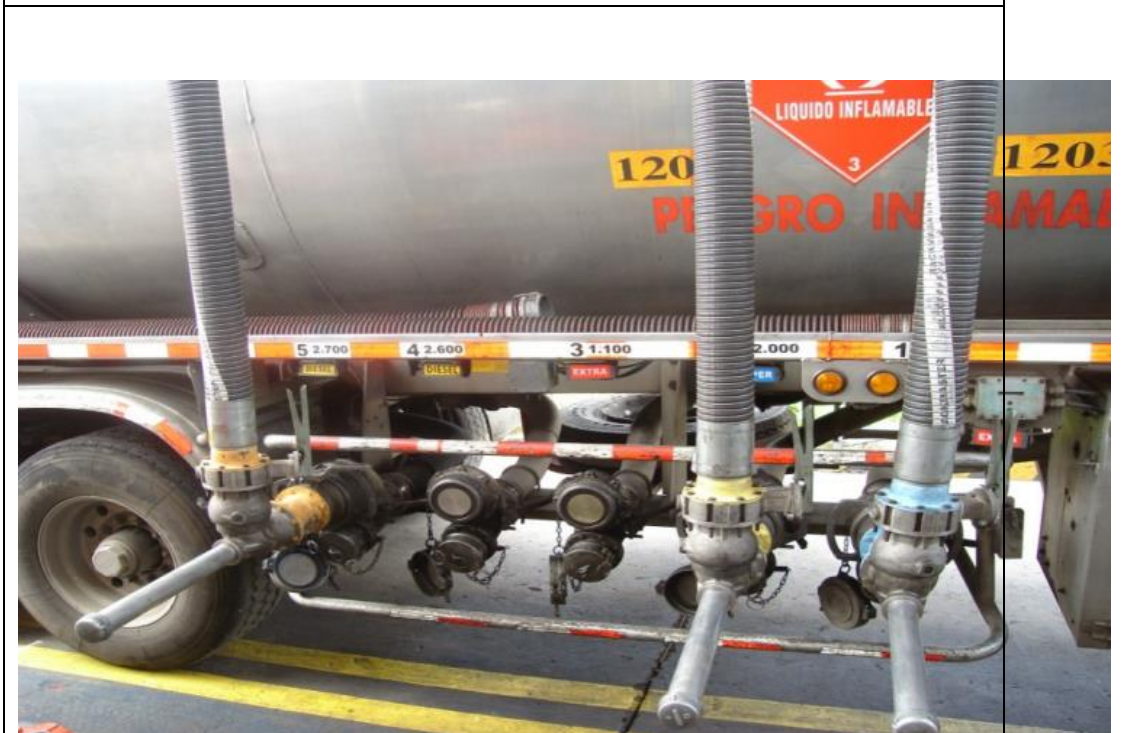


Sistema de mezclado en línea, para evitar el almacenamiento del GPA y reducir las pérdidas por desgasificación.
Fuente: ARCH-P.



Sistema de Carga Superior o Atmosférico, se produce pérdidas por evaporación y contaminación al operador.

Fuente: ARCH-P.



Con un Sistema de Carga Ventral o Inferior, se reduce las pérdidas por evaporización y la integridad del operador.

Fuente: Arteaga, A. (2010). Carga Ventral, pág. 26.

