



D-19459



Escuela Superior Politécnica del Litoral
FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA Y CIENCIAS DE
DE LA PRODUCCION



“Estudio de Factibilidad de una
Planta Mezcladora de Aceites
Lubricantes”

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentada por:

ALBERTO JACINTO REYES LOOR



Guayaquil - Ecuador

Año - 1999

AGRADECIMIENTO



A los Ingenieros Manuel Helguero, Ernesto Martinez y, Gabriel Cárdenas por su incondicional colaboración y apoyo en la realización de este trabajo de tesis.

DEDICATORIA



A Dios, a mis padres,
hermanos, y mi esposa
por vuestro apoyo
permanente.



TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Mario Patiño
Sub-Decano FIMCP

Ing. Manuel Helguero
Director de Tesis

Ing. Ernesto Martínez
Vocal

Ing. Francisco Andrade
Vocal

RESUMEN

Es importante destacar, que para lograr mantenerse y hasta la supervivencia misma de muchas empresas, es necesario ser muy eficientes y mantener muy bajos costos de producción.

En nuestro País, en el campo de comercialización y distribución de aceites lubricantes, existe una competencia muy agresiva y todo esto acompañado de una economía muy débil, lo que obliga necesariamente a los competidores a ser muy eficientes para lograr mantenerse.

Actualmente, existe un mercado potencial de marcas de aceites lubricantes, las cuales no poseen planta propia, realizando el mezclado en plantas de la competencia. Estas marcas dependerán de la eficiencia de las plantas mezcladoras, para poder obtener precios competitivos y poder generar una rentabilidad atractiva.

El presente tema de tesis versa sobre el estudio de factibilidad de una planta mezcladora de aceites lubricantes: empezando con una breve introducción del mercado de aceites Ecuatorianos acompañado de un estudio

de mercado. Así mismo, analizaremos la ubicación geográfica de la planta en mención. También, explicaremos las materias primas utilizadas en el proceso y principales aceites lubricantes comercializados en nuestro País con sus respectivas aplicaciones.

En el Capítulo 2, describiremos una planta mezcladora de aceites lubricantes, además evaluaremos los equipos que se requieren para el proceso.

Posteriormente, el Capítulo 3 versará en el diseño y selección de mezcladoras, tanques de almacenamiento de materia prima, líneas de transporte de producto, cálculos de necesidad de vapor y selección de los equipos.

En el Capítulo 4, expondremos el diseño y selección de equipos de controles de calidad y además, el diseño de sistema de bodegas. Por otro lado, presentaremos un diagrama de Pert del proceso de montaje de la Planta.

Finalmente, en el último Capítulo, realizaré un análisis técnico y económico de la factibilidad de la Planta mezcladora de aceites, propuesta como una alternativa más al actual mercado de aceites en nuestro País.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.	6
INDICE GENERAL.	8
INDICE DE FIGURAS.	10
INDICE DE TABLAS.	11
CAPITULO I	
INTRODUCCION.	12
1.1. ANTECEDENTES.	13
1.2. ESTUDIO DE MERCADO.	14
1.3. ANALISIS DE UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA PLANTA.. . . .	23
1.4. ANALISIS DE MATERIAS PRIMAS USADAS EN EL PROCESO Y LOS PRINCIPALES ACEITES LUBRI- CANTES CON SUS RESPECTIVAS APLICACIONES. .	25
CAPITULO II	
2.1. DESCRIPCION GENERAL DE UNA PLANTA MEZCLA- DORA DE ACEITES LUBRICANTE.	45
2.2. EQUIPOS QUE SE REQUIEREN PARA EL PROCESO. .	55
2.3. DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA.	57
CAPITULO III	
3.1. DISEÑO Y SELECCION DE MEZCLADORA.	62
3.2. CALCULO DE LA NECESIDAD DE VAPOR Y, SELEC- CION DE LOS EQUIPOS	80

3.3. CALCULO Y SELECCION DE LOS EQUIPOS ADICIONALES	82
3.4. CALCULO Y DIMENSIONES DE LOS TANQUES PARA ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.	94
3.5. DISEÑO DE LAS LINEAS DE TRANSPORTE DE PRODUCTO, DESDE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO HASTA MEZCLADORA.	100
3.6. DISEÑO DE LAS LINEAS DE TRANSPORTE DE PRODUCTO, DESDE LA MEZCLADORA HASTA LA LINEA DE ENVASADO.	102
CAPITULO IV	
4.1. DESCRIPCION Y SELECCION DE EQUIPOS DE CONTROLES DE CALIDAD Y DISEÑO DE SISTEMA DE BODEGA.	105
4.2. DIAGRAMA DE PERT DEL PROCESO DE MONTAJE. ..	127
CAPITULO V	
5.1. ANALISIS TECNICO Y ECONOMICO DE LA FACTIBILIDAD DE LA PLANTA.	128
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
APENDICES.	139
BIBLIOGRAFIA	147
ANEXOS	148

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA No. 1 Participación de aceites por Familia de producto	20
FIGURA No. 2 Diagrama de Flujo de Planta . . .	60
FIGURA No. 3 Curva de Rendimiento de Bomba . .	91
FIGURA No. 4 Diagrama de Pert del Proceso de Montaje	127

INDICE DE TABLAS

		Pág.
TABLA No. 1.1	Factores Socioculturales y Económicos	14
TABLA No. 1.2	Marcas de Aceites que participan En el mercado de lubricantes . .	18
TABLA No. 1.3	Consumos anuales de aceites para Motores a gasolina y diesel. . .	18
TABLA No. 1.4	Participación de mercado por Marcas de aceites lubricantes. .	19
TABLA No. 1.5	Principales posicionamientos por Marcas de aceites.	19
TABLA No. 1.6	Consumos de aceites por Provincias	21
TABLA No. 1.7	Inversión publicitaria por Marcas de aceites.	23
TABLA No. 3.1	Tanques de mezcla.	66
TABLA No. 3.2	Area de chaquetas de tanques . .	73
TABLA No. 3.3	Velocidades de Llenado	92
TABLA No. 3.4	Aceites básicos utilizados en Procesos de mezclas.	95
TABLA No. 3.5	Tanques de almacenamiento. . . .	99
TABLA No. 5.1	Listado de equipos y accesorios	130
TABLA No. 5.2	Presupuesto tentativo.	131

CAPITULO I

INTRODUCCION

En el Ecuador se comercializa aproximadamente 16'000.000 de galones de aceites al año, de los cuales el 95% son realizados por Plantas mezcladoras ubicadas en nuestro País y, el 5% restante corresponde a aceites importados.

La marca de aceite líder en nuestro País, marca "A", posee el 30% de participación en el mercado, siguiendo la marca "B" con un 22%, la marca "C" con un 17% y finalmente la marca "D" con un 12%. Estas cuatro marcas poseen planta propia, sumando su participación nos da un 81% del mercado y, si sumamos el 5% de las marcas importadas, nos da un total del 86%, lo cual significa que existe un 14% del mercado que es atendido por marcas de aceites que no poseen Planta propia.

Considero que existe una oportunidad de negocio en materia de lubricantes, instalando una quinta planta mezcladora de aceites lubricantes, la cual brindara el servicio de mezclado al 14% del mercado, que es atendido por marcas que no cuentan con la misma. Además, esta planta traerá inversión extranjera y generara fuentes de trabajo para muchas personas.

En el presente capitulo expondré ciertos antecedentes de necesario conocimiento acerca del proyecto en mención, a mas de explicar algunos conceptos básicos sobre aceites lubricantes y sus aplicaciones. Así mismo, analizare la importancia de la ubicación geográfico de la planta mezcladora.

1.1 ANTECEDENTES

La planta mezcladora en referencia estará dirigida y diseñada principalmente ha atender el 14 % del mercado que es cubierto por marcas que no poseen planta propia. Esto significa, que tendrá una capacidad de producción de mas de 2'300.000 de galones de aceites al año. Este galonaje justifica la creación de una Planta mezcladora de aceite, y en

el futuro podrá incrementarse llegando a convenios con otras Plantas o la posibilidad de exportar aceites terminados al sur de Perú, y/o el norte de Colombia, aprovechando la coyuntura que existe con el actual Pacto Andino.

Es por estas razones que decidí emprender el presente proyecto de estudio de factibilidad de una nueva planta mezcladora de aceites en nuestro País.

1.2 ESTUDIO DE MERCADO

1.2.1 Factores externos de la industria

A.- Socioculturales-Demograficas (Ecuador)	
Población estimada 1998	12'500.000 hab.
Menores 20 años	6'140.000 hab.
Mayores 20 años	6'360.000 hab.
Hombres	49%
Mujeres	51%
Población urbana	55%
Población rural	45%
B.- Económicos (Ind. Anual)	
Inflación 1998	45%
Devaluación 1998	55%
Inflación (Proyectada) 1999	56%
Devaluación (Acumulado Mayo) 1999	30%

Tabla 1.1 Factores socioculturales y económicos

1.2.2 La Industria

Definición: En el Ecuador se comercializa aproximadamente 16'000.000 galones de aceites lubricantes al año (Año 1997: 15'000.000), el cual representa ventas de US.\$68'750.000 en el año, de donde el 95% es mezclado y producido en plantas ubicadas estratégicamente en nuestro País, el 5% restante representa productos importados de diferentes países, como por ejemplo Estados Unidos, Venezuela, Argentina, otros.

Actualmente nuestro País cuenta con cuatro plantas mezcladoras de aceites lubricantes.

Estas Plantas, a mas de producir o mezclar sus propias marcas, realizan el mezclado a otras marcas de lubricantes.

Aproximadamente el 60% del consumo de aceites lubricantes en el País, se lo realiza en el mercado automotriz (motores a Diesel y Gasolina), el 20% corresponde al mercado industrial, el 12% a las empresas estatales y un 8% al mercado marino-

artesanal. El mercado automotriz es el único que presenta un crecimiento considerable, el cual es del 5% al 8% por año, sin embargo, para 1999 se espera que estos porcentajes de crecimiento disminuyan considerablemente por la actual recesión económica existente en el país.

Para el presente estudio de mercado, se escogió analizar las líneas de lubricante automotriz, (aceites para motores a Diesel y Gasolina) por presentar el mayor porcentaje de consumo en nuestro país, el de mejor porcentaje de crecimiento por año y además facilidad de acceso a información actualizada.

1.2.3 Medio Ambiente Competitivo.-

A) Cantidad de Competidores:

Existe mucha rivalidad en el mercado, esto se debe a que nuestro mercado de lubricantes esta en una etapa de crecimiento comparado con otros mercados que se encuentran en etapa de madurez.

Actualmente, entre marcas de producción local e importadas, existen aproximadamente 20 marcas de aceites lubricantes, las cuales viven una guerra diaria de precios y promociones con el fin de captar la preferencia del consumidor final.

B) Diferencia de Productos.-

Todas las marcas poseen varias presentaciones, tanto para envases en galón, litro ó, balde.

Envases de galón / litro - metálico

Envases de galón / litro - plástico

Balde de 5 galones - plástico

C) Las marcas importadas tienen presentación en envases plásticos.

1.2.4 Competidores Actuales

Los grupos que participan en el mercado de lubricantes son los siguientes:

Marca de Aceite	Comercializadora
Texaco	Lyteca
Shell	Shell del Ecuador
Valvoline	Lubriansa
Mobil	Cangel
Castrol	Cepsa
Esso	Importadora Andina
Gulf	Lubrifilsa
Marcas importadas	Penzoil-Chevron-otros

Tabla No. 1.2 Marcas de aceite que participan en el mercado de lubricantes.

1.2.5 Descripción del mercado.-

Lo hemos dividido en segmentos por tipos de vehículos y por participación por marcas, como lo detallamos en las tablas No. 3 y No. 4 respectivamente.

Segmento	Cantidades (Apróx.)1998
Motores a Diesel (Total cambios por años: 18)	
Vehículos	46,192
Consumo promedio (Gls.)	5
Consumo total año (Gls.)	4,157,292
Motores a gasolina (Total cambios por año:8)	
Vehículos	432,697
Consumo promedio (Lts.)	5
Consumo total año (Gls.)	4,326,977

Tabla No. 1.3 Consumos promedios anuales de aceites para motores a diesel y gasolina.

VENTAS DE LUBRICANTES 1998	
MARCA	% DE PARTICIPACION
Texaco	30
Mobil	22
Shell	17
Valvoline	12
Castrol	5,0
Esso	3,0
Gulf	2,3
Otras marcas- importadas	8,7
TOTAL GENERAL	100 %

Tabla No. 1.4. Participación de mercado por marcas de aceites lubricantes.

1.2.6. Principales Posicionamientos

MARCA	% DE PARTICIPACION
Texaco y Marcas importadas	Producto de alta calidad dirigido al consumidor exigente, en cuanto a calidad y presentación del producto (percepción)
Valvoline Shell Mobil	Producto de alta calidad dirigido al consumidor selectivo, posición socioeconómica media-alta
Otras marcas	Dirigido al consumidor de menor recurso económico, media-baja.

Tabla No. 1.5. Principales posicionamientos por marcas de aceite.

1.2.7 Participación de aceites por familias de productos:

A continuación en la **Figura No. 1** podemos apreciar la participación en porcentaje por familia de aceites lubricantes comercializados en el Ecuador:

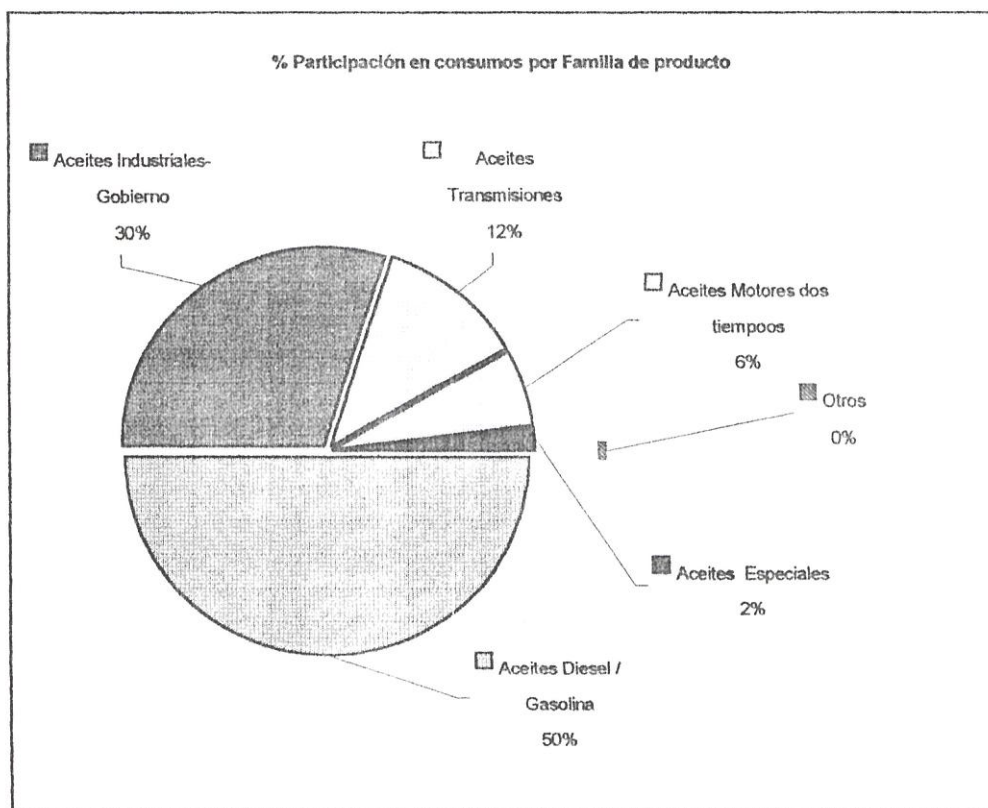


Figura No.1 Participación de aceites por familia de producto

1.2.8 Consumos de aceites lubricantes por provincias.-

A continuación presento los consumos promedios de aceites lubricantes automotrices, por provincias. Esta información fue obtenida gracias a las estadísticas de vehículos matriculados en el país durante 1997 y, proyectando los consumos por tipo de vehículo durante un año.

Provincia	Consumo galones/año	% Consumo
Guayas	2,628,559	31
Pichincha	2,555,300	30
Manabi	460,250	5.5
Azuay	392,030	4.5
El Oro	343,490	4
Los Rios	291,010	3.5
Cotopaxi	289,280	3.4
Tungurahua	264,040	3.1
Imbabura	233,330	2.8
Chimborazo	222,100	2.6
Otros	804,880	9.6
Total Consumo	8,484,269	100

Tabla No. 1.6 Consumos de aceites por provincias

1.2.9 Formas de Venta

Los precios en el mercado, por lo general, los impone la empresa. Los seguidores y retadores se

ubican como estrategia de precios entre un 5% y 10% por debajo de los precios del Líder. Estos precios por lo general van acompañados con descuentos por volúmenes de compras o regalías, según sea la promoción (gorras, camisetas, llaveros, etc.)

En cuanto a condiciones de crédito, la empresa líder otorga 30 días a sus clientes, mientras que el resto de empresas otorgan hasta 60 días de crédito a sus clientes. Los descuentos normales a crédito son del 35% y 40% de sus precios de lista, en ciertas empresas, otorgándoles un 5% de descuento adicional por compras de contado.

1.2.10 Publicidad

A continuación presentamos los gastos de publicidad y promoción de estas marcas a nivel Nacional en el año 1997. (Esta información fue obtenida de algunos medios televisivos y Agencias de publicidad).

MARCA	INVERSION PUBLICITARIA US.\$
Texaco	400.000
Shell	320.000
Mobil	180.000
Valvoline	50.000
Otras marcas	150.000

Tabla No.1.7 Inversión publicitaria por marca a nivel nacional, durante 1998.

1.3 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA PLANTA.

El 100 % de la materia prima utilizada para elaborar aceites lubricantes es importado desde otros países, tales como Venezuela, E.E.U.U, etc. Esta materia prima es transportada en barcos desde refinerías de los países mencionados, lo cuál nos obliga, por conveniencias económicas, ha elegir la ubicación de la planta mezcladora en alguna ciudad del Ecuador que posea puerto.

Nuestro país cuenta con cuatro puertos marítimos, los cuales están ubicados en Guayaquil, Manta, Esmeraldas y Machala.

En el estudio de mercado, analizado en el punto 1.2, observamos que los consumos de aceites en el Ecuador, en gran parte están concentrado en las provincias del Guayas, Pichincha y Manabi, lo cual nos permite sugerir que la ubicación de la planta deberá estar en estas provincias ó, lo más cerca posible. Esta sugerencia, la hacemos basados en estrategia de ubicación, esto nos permitirá mantener mejor cobertura de distribución para estas provincias, precios competitivos por ahorros en transportes, facilidad de acceso de los clientes a la planta y, algo muy importante, presencia de marca.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, he considerado que la ubicación de la planta mezcladora propuesta deberá estar ubicada en la ciudad de Guayaquil. Así mismo, he considerado la posibilidad de que se instale en el sector sur de la ciudad, como por ejemplo en el Guasmo Sur, con el objetivo de tener salida al río Guayas, contando con un muelle de descarga para aceites básicos. Este sector, además de contar con vías de fácil acceso,

existen disponibles varios terrenos como para la instalación de la planta.

Por otro lado, debemos considerar beneficioso, que las cuatro plantas de aceites existentes en nuestro País, se encuentran localizadas en la ciudad de Guayaquil, lo que nos permitirá mantener un mejor acercamiento entre plantas, realizar posibles convenios estratégicos y, tal vez, poder aprender alguna experiencia profesional por parte de ellos.

1.4 ANALISIS DE MATERIAS PRIMAS USADAS EN EL PROCESO Y LOS PRINCIPALES ACEITES LUBRICANTES CON SUS RESPECTIVAS APLICACIONES.

Las bases lubricantes usadas para formular aceites lubricantes son normalmente de origen mineral (petróleo) o de origen sintético; aunque también se usan aceites vegetales para aplicaciones especiales.

Las bases sintéticas pueden estar hechas a base de petróleo o aceites vegetales de tratamientos

especiales y son hechos con alta precisión para cumplir eficazmente su trabajo.

ACEITES MINERALES.- Las bases minerales refinadas pasan algunos procesos de selección, comenzando desde los barriles de petróleo crudo. Por esta razón, la selección del crudo es muy importante.

Muchos de los crudos seleccionados, producen un alto índice de viscosidad IV (bases HVI), aunque también contienen un bajo nivel de ceras.

Para ciertas aplicaciones, se prefiere el petróleo nafténico porque produce bases lubricantes con un IV medio (MVI) y un IV bajo (LVI); ambos de alta calidad con un bajo contenido de ceras; y naturalmente un bajo punto de escurrimiento.

La destilación bajo presión atmosférica remueve la gasolina y componentes de la destilación de combustibles, dejando "residuos" que contienen aceite y asfalto.

Destilaciones superiores bajo vacío producen "destilados neutros" en su parte superior y dejan

residuos de asfalto. Tratamientos simples con ácido sulfúrico, cal y arcilla transforman los destilados en bases con un bajo índice de viscosidad aceptable.

Para bases de alto y medio índice de viscosidad HVI y MVI, algunas formas de extracción de solventes requieren remover colorantes, componentes inestables y otros elementos de bajo índice de viscosidad.

Finalmente, las ceras son removidas disolviendo el aceite en metil-etil-cetona (MEC), después son enfriadas y filtradas para obtener aceites con bajo punto de escurrimiento en el orden de los -10°C a -20°C .

Como una opción de refinamiento, el aceite puede pasar por un tratamiento final a base de hidrógeno para remover el azufre, nitrógeno y cuerpos de color.

La viscosidad de las bases obtenidas son determinadas por el rango del punto de ebullición de sus componentes.

La mayoría de los refinados provienen de tres o hasta

cuatro bases de las cuales a partir de sus mezclas se obtienen el rango de los aceites terminados.

Para extraer aceites solventes de alto índice de viscosidad (HVI), es usual un índice de viscosidad en el rango de 90 a 100.

Una alternativa para un proceso de refinación, que puede sustituir un tratamiento profundo de hidrógeno para la extracción de solventes, puede producir aceites de índice de viscosidad de valores superiores a los 100.

Una ventaja adicional de este método es que un proceso de este tipo puede incrementar la producción de componentes de alto índice de viscosidad (HVI) de casi todos los crudos.

En lugar de componentes no deseados de bajo índice de viscosidad (LVI) que han sido extraídos, se los puede transformar en materiales de un alto índice de viscosidad (HVI), que usualmente son de bajo peso molecular. Esto permite posteriormente realizar mezclas para obtener aceites livianos (por ejemplo

SAE 5W-30) para los cuales existe un gran mercado en expansión.

Los principales productos lubricantes obtenidos siguen un orden por tipo de aplicación en las siguientes categorías:

- Lubricantes automotrices; Aceites de motor, aceites de transmisión, otros fluidos automotrices, grasas lubricantes.
- Lubricantes industriales; Aceites minerales, aceites sintéticos y grasas lubricantes.
- Lubricantes Marinos y de Aviación.
- Productos especiales y de proceso; Aceites de corte, plastificantes, otros productos de proceso, emulsiones de cera.

Los aditivos fortalecen o modifican ciertas características del aceite base para permitir que alcancen ciertos requerimientos que están más allá de sus propiedades básicas. Los principales aditivos utilizados en los aceites modernos son:

- **Detergentes:** Ayudan a mantener limpio el motor mediante productos que reaccionan para detener la formación de incrustaciones de productos insolubles.
- **Inhibidores de Oxidación:** Ayudan a impedir el aumento de la viscosidad, el desarrollo de ácidos orgánicos y la formación de materia carbonosa.
- **Dispersantes:** Impiden la formación de sedimentos diseminando y manteniéndolos en suspensión para que fluyan libremente por el sistema.
- **Agentes Alcalinos:** Neutralizan los ácidos y mantienen alto el valor del TBN.
- **Agentes Antidesgastes:** Reducen la fricción formando una película sobre las superficies.
- **Mejoradores de Viscosidad:** Impiden que el aceite pierda su viscosidad al aumentar la temperatura, es decir, mejoran el índice de viscosidad.

1.4.1 COMPOSICION DE UN ACEITE DE MOTOR:

Un aceite lubricante moderno tiene aproximadamente la siguiente composición:

El aceite Base mineral o sintético determina la viscosidad final del producto.

Los agentes de viscosidad determinan el comportamiento viscosidad / temperatura.

El paquete de rendimiento contiene elementos como dispersantes, detergentes y agentes antidesgaste que le dan cualidades al aceite.

1.4.2 PROPIEDADES DEL ACEITE LUBRICANTE

Viscosidad e Índice de Viscosidad.- La viscosidad es una de las propiedades más importantes de un aceite lubricante, se refiere al espesor del aceite y a la resistencia al movimiento uniforme de su masa. La viscosidad esta en relación directa con la habilidad del aceite para lubricar y proteger las superficies en contacto. Cuando más viscoso sea el aceite, más gruesa será la película lubricante y permanecerá mejor en la superficie que esta lubricando. Sin embargo, si el aceite es demasiado

espeso, a temperaturas bajas habrá demasiada resistencia y no podrá fluir lo suficientemente rápido como para alcanzar las superficies que requieren lubricación.

Al aumentar la temperatura se aumenta la fluidez del aceite. La medición de esta proporción se llama Índice de Viscosidad (V.I.). Mientras mayor sea este valor el aceite conservará su viscosidad al aumentar la temperatura.

Numero de Base Total TBN.- La mayoría de los combustibles contienen azufre, el cual al producirse la combustión crea subproductos como ácidos sulfurosos y sulfúricos que producen corrosión en el motor. Para contrarrestar esto los aceites contienen aditivos alcalinos formulados para neutralizar estos ácidos.

VISCOSIDAD "SAE": La SAE (Society of Automotive Engineers) de Estados Unidos ha establecido un sistema de clasificación basado exclusivamente en la viscosidad, excluyendo cualquier otra

consideración de calidad u otras propiedades. Los aceites se clasifican en:

Grados para Clima Frío.- Se representan mediante un número seguido de la letra W (Winter). Mientras menor es este número mayor es la capacidad del aceite para fluir en frío. Los grados en frío más usados son; 5W - 10W - 15W - 20W.

Grados para Clima Cálido.- Se representan por un número sencillo que indica la capacidad del aceite para lubricar a elevadas temperaturas. Mientras mayor sea este número el aceite posee mayor lubricidad a alta temperatura. Los grados más utilizados son: 30 - 40 - 50. Este tipo de aceites se conocen con el nombre de **monogrados** porque poseen un único grado de viscosidad.

En el **Anexo 1**, podemos apreciar una tabla comparativa de las diferentes clasificaciones de viscosidad de los aceites lubricantes.

ACEITES MULTIGRADOS: Con la aparición de los aditivos mejoradores de la viscosidad, se han

podido desarrollar aceites que combinan las propiedades de dos o más grados SAE sencillos. Estos aceites se denominan **multigrados** y se designan por dos números separados por la letra W, por ejemplo 20W50, en donde, la primera cifra y la letra (20W) representan el grado SAE en frío, el cuál indica el comportamiento del aceite a baja temperatura.

El segundo número (50) representan el grado en caliente del aceite. Indicando el grado SAE de viscosidad del aceite a elevadas temperaturas.

1.4.3 SISTEMA DE CLASIFICACION API PARA ACEITES DE MOTOR:

Clasificación API (American Petroleum Institute) de servicio en motor de combustión interna, para guía en la selección de los Aceites para Motor.

"S" SPARK COMBUSTION:

- **SA** antiguamente para Servicios en Motores a Gasolina y Diesel.- Servicio típico de motores antiguos operados bajo condiciones ligeras, tales

que la protección proporcionada por los aceites compuestos no es requerida.

- **SB** para Servicio en Motores a gasolina de trabajo

Ligero.- Servicio típico de motores a gasolina bajo condiciones ligeras tales que solamente se desea la protección mínima ofrecida por los aceites compuestos. Los aceites designados para este servicio han sido usados desde los años 1930.

- **SC** Para servicio de Mantenimiento por garantía en Motores a Gasolina 1964.- Servicio típico de motores a gasolina en automóviles y algunos camiones de los modelos 1964 a 1967.. Los aceites designados para este servicio proveen control de depósitos a baja y alta temperatura, desgaste, herrumbre, y corrosión.

- **SD** para Servicio de mantenimiento por garantía en Motores a Gasolina Modelo 1968.- Servicio típico de motores a gasolina y algunos de los modelos 1968 a 1970. Los aceites designados para este

servicio proveen más protección contra depósitos a baja y alta temperatura, desgaste, herrumbre y corrosión en motores a gasolina.

- **SE** para Servicio de Mantenimiento por Garantía en Motores a Gasolina Modelo 1972.- Servicio típico de motores a gasolina en automóviles y algunos camiones a partir de 1972 y algunos 1971, operando bajo las garantías de los fabricantes de motor. Los aceites designados para este servicio proveen más protección contra la oxidación del aceite, depósitos a alta temperatura, herrumbre y corrosión en motores a gasolina.
- **SF** para Servicio de Mantenimiento por Garantía de Motores a Gasolina Modelo 1980.- Servicio típico de motores a gasolina en automóviles y algunos camiones de 1980. Los aceites designados para este servicio proveen más protección contra la oxidación del aceite, depósitos a baja y alta temperatura, desgaste, herrumbre y corrosión en motores a gasolina.

- **SG** para Servicio de Mantenimiento por Garantía de Motores a Gasolina Modelo 1989.- Servicio típico de motores en vehículos de pasajeros, camionetas y camiones livianos empezando con los modelos 1989. La nueva categoría está diseñada para mejorar el control de depósitos en el motor, oxidación del lubricante y desgaste del motor.
- **SH / SJ**.- para Servicio de Mantenimiento por Garantía de Motores a Gasolina Modelo 1994. La nueva categoría está diseñada para mejorar el control de depósitos en el motor, oxidación del lubricante y desgaste del motor.

"C" COMBUSTION BY COMPRESSION:

- **CA** para Servicio de Motores Diesel de Trabajo Ligero.- Servicio típico de motores diesel operados en trabajo ligero a moderado. Los aceites designados para este servicio proveen protección contra la corrosión de cojinetes y formación de depósitos en las ranuras de los anillos en algunos motores a diesel de aspiración

natural. Estos se usaron mucho a fines de los años 1940 y 1950.

- **CB** para Servicio en Motores Diesel de trabajo Moderado.- Servicio Típico de motores en trabajo ligero a moderado, pero con combustibles de más baja calidad, los cuales necesitan más protección contra el desgaste y la formación de depósitos. Los aceites designados para este servicio fueron introducidos en 1949.
- **CC** para Servicio en Motores Diesel y Gasolina.- Servicio típico para algunos motores diesel de aspiración natural, turbocargados o supercargados operados en servicio de trabajo moderado a severo y ciertos motores a gasolina de trabajo pesado. Los aceites designados para este servicio proveen protección contra depósitos a alta temperatura y corrosión de cojinetes en motores a diesel. Estos aceites fueron introducidos en 1961.
- **CD** para Servicio en Motores a Diesel.- Servicio típico de algunos motores diesel de aspiración natural, turbocargados o supercargados en trabajo

severo cuando usan combustibles de un amplio rango de calidad, incluyendo a los combustibles con alto contenido de azufre. Los aceites designados para este servicio fueron introducidos en 1955 y proveen protección contra la corrosión de cojinetes y depósitos a alta temperatura en motores a diesel.

- **CD-II** para Servicio en Motores Diesel de 2 tiempos.- Servicio típico de algunos motores diesel de 2 tiempos que operan en condiciones severas. Los aceites designados para este servicio cumplen los requisitos de la categoría CD y pasan la prueba 6V-53T de Detroit Diesel.
- **CE** para Servicio en Motores Diesel.- Servicio típico de motores diesel de trabajo pesado turbocargados y sobrecargados fabricados desde 1983 y operando bajo condiciones de baja y alta carga y de alta velocidad y alta carga.
- **CF-4** para Servicio en Motores Diesel.- Servicio típico de motores diesel de trabajo, de 4 tiempo y alta velocidad, turbocargados y sobrecargados

fabricados desde 1990. Los aceites CF-4 exceden los requerimientos de los aceites de categoría CE y están diseñados para remplazarlos. La nueva categoría CF-4 provee mejor control de consumo de aceite y depósitos en los pistones.

- **CG-4.-** para Servicio en Motores Diesel.- Servicio típico de motores diesel de trabajo, de 4 tiempo y alta velocidad, turbocargados y sobrecargados fabricados desde 1994. Los aceites CF-4 exceden los requerimientos de los aceites de categoría CE y están diseñados para remplazarlos. La nueva categoría CG-4 provee mejor control de consumo de aceite y depósitos en los pistones.
- **CH-4.-** para Servicio en Motores Diesel.- Servicio típico de motores diesel de trabajo, de 4 tiempo y alta velocidad, turbocargados y sobrecargados fabricados desde 1998. Los aceites CH-4 exceden los requerimientos de los aceites de categoría CG-4 y están diseñados para remplazarlos. La nueva categoría CH-4 provee mejor control de consumo de aceite y depósitos en los pistones.

1.4.4 CLASIFICACION API PARA ACEITES DE TRANSMISION Y DIFERENCIAL:

- **API GL-1.-** Especifica el tipo de servicio característico de ejes, engranajes automotrices, sinfín, cónico espiral y algunas transmisiones manuales operadas bajo condiciones livianas, con presiones unitarias bajas y velocidades de deslizamiento bajas tales, que un aceite mineral es satisfactorio.
- **API GL-2.-** Especifica el tipo de servicio característico de ejes de engranajes automotrices de tipo sinfín, que operan bajo condiciones de carga, temperatura y velocidad de deslizamiento tales, que los lubricantes de la clasificación API GL-1 no satisfacen.
- **API GL-3.-** Especifica el tipo de servicio característico de transmisiones manuales y ejes de engranajes cónico- espirales, que operan bajo condiciones moderadamente severas de velocidad y carga.

- **API GL-4.-** Especifica el tipo característico de servicio de engranajes, particularmente hipoidales en automóviles y otros de equipos automotrices que operan bajo condiciones de alta velocidad y bajo par de arranque; baja velocidad y alto par de arranque.
- **API GL-5.-** Especifica el tipo de servicio de engranajes, particularmente hipoidales en automóviles y otros equipos automotrices, que operan bajo condiciones de alta velocidad y carga de impacto; alta velocidad y par de arranque bajo; y baja velocidad y alto para de arranque.

1.4.5 FUNCIONES QUE DESEMPEÑA EL ACEITE EN UN MOTOR:

Un aceite moderno es un producto altamente especializado y desarrollado cuidadosamente por ingenieros para efectuar funciones importantes que son las siguientes:

- Permite un fácil arranque

- Lubrica las partes del motor y previene el desgaste.
- Reduce la fricción
- Protege contra la herrumbre y la corrosión
- Mantiene limpias las partes del motor
- Reduce los depósitos
- Enfria las partes del motor
- Sella las tolerancias entre partes

Para cumplir con éstas funciones, el aceite debe poseer especiales características físicas y químicas, que las define el tipo de aceite base usado y su grado de refinación, así como también la clase y cantidad de aditivos incorporados.

1.4.6 MISION DE UN ACEITE LUBRICANTE

La misión del aceite lubricante es evitar el contacto metálico directo entre piezas que se

deslizan unas sobre las otras, eliminar el calor que esta fricción produce y mantener dentro de los límites aceptables las perdidas de potencia mecánica. El aceite forma entre las partes una película lubricante que las separa y reduce a un mínimo la resistencia del rozamiento y al calentamiento.

El aceite lubricante puede obtenerse de dos modos:

- Por la refinación del petróleo crudo, de donde se obtienen los llamados aceites básicos que posteriormente se mezclan para producir un producto con las propiedades deseadas.
- Por la vía sintética, al hacer reaccionar químicamente productos de bajo peso molecular para producir un fluido de gran peso molecular diseñado para tener ciertas propiedades predecibles.

CAPITULO II

2.1 DESCRIPCION GENERAL DE UNA PLANTA MEZCLADORA DE ACEITES LUBRICANTES

A continuación detallo los principales objetivos de una planta lubricante:

a) Mezclar bases lubricantes y aditivos para obtener lubricantes.

b) Se mezclarán las líneas de los siguientes lubricantes:

1.- Motor

2.- Transmisión

3.- Industriales

4.- Marina y aviación

5.- Aceites especiales

c) Se mezclará según formulación de Marcas de aceites internacionales.

Las bases de lubricantes se traerán al granel en buques de los países más tradicionales y funcionales para esta operación , como puede ser:

Venezuela, Curacao, U.S.A. (otros), para su descarga se contará con un muelle.

Los aditivos provienen de U.S.A., México, Venezuela, etc, y serán suministrados por compañías especialistas en este ramo; el suministro será en tambores de 55 galones.

El aceite será envasado en envases de producción local, almacenado y luego distribuido al mercado.

Esta operación se inicia por la carga de los aceites bases en puertos extranjeros a buques tanques.

Se importarán y embarcarán aditivos en buques de tráfico cuando estos se compra directamente fuera del país, y aún en caso de la compra local de ellos; siempre estos son de procedencia extranjera.

Los aceites básicos se descargarán al granel en el muelle de la planta y, se almacenan en tanques contruidos bajo normas A.P.I.

Los aditivos se almacenan en tambores de 55 galones en la bodega.

El diseño potencial (humano - máquinas) de la planta está calculado inicialmente para:

a) Mezclar en un turno de ocho horas.

b) Envasar 200 tambores de 55 gls. / turno 11,000 gls.

500 baldes de 5 gls. / turno	2,500 gls.
------------------------------	------------

600 cajas de gl. / turno ó,	4,800 gls.
-----------------------------	------------

500 cajas de $\frac{1}{4}$ gl. / turno	
--	--

TOTAL POR TURNO	18,300 gls.
------------------------	--------------------

Si asumimos trabajar 20 días al mes, tenemos una capacidad conservadora de 366,000 gls. por mes ó 4,392,000 gls. por año, más adelante demostraremos estos valores.

Una vez almacenada la materia prima podemos indicar que la operación en la planta para llegar con un producto listo para la venta en el mercado, debe seguir los siguientes pasos y para ello se cuentan con las correspondientes secciones que intervienen en:

- Mezclado Sección mezclado
 Sección control de calidad
- Envasado Sección envasado para
 - 1.- 55 gls.
 - 2.- 5 gls.
 - 3.- Galón.
 - 4.- Cuarto de galón (lt.)
- Bodegaje Bodega
- Auxiliares Mantenimiento, servicios

- Operaciones Gerencias, Administración, otros.

2.1.1 Mezclado.- Este nace de una fórmula respecto a las materias primas que se usan y, a la demanda en lo que a volúmenes y tipos de envase se refiere.

2.1.2 Fórmula.- Esta es suministrada por las Empresas Internacionales dueñas de las marcas lubricantes, la cuál es manejada por control de calidad (laboratorio).

2.1.3 Mezcla.- Esta se realiza en tanques que tienen sistema de agitación y circulación para lograr una buena homogenización de las materias primas indicadas en la fórmula siguiendo una secuencia:

a) Los aceites bases se bombean desde los tanques de almacenamiento a través de medidores de flujo hacia los tanques de mezcla.

b) Las cantidades de aditivos según la fórmula se pesan y se vacían al tanque de aditivo que está ubicado en la parte baja del tanque de mezcla.

c) Para obtener una buena homogenización se necesitan bajar la viscosidad para lo cual el aceite se calienta activando las "chaquetas de calefacción" que tienen, tanto el tanque de mezcla como el de aditivo; la transferencia de calor se hace por medio de circulación de flujo térmico, este se calienta en un caldero circular por medio de una bomba que forma parte integral del caldero.

d) Independientemente cada conjunto tanque de mezcla y aditivo tiene una bomba que trabaja con las siguientes alternativas;

- Succionar desde el fondo del tanque de mezclado y retornar a él para homogenizar.
- Succionar desde el tanque de mezcla y pasar al tanque de aditivo el básico ya mezclado para prediluir el aditivo que es muy viscoso.
- Succionar desde el tanque de aditivo y retornar al mismo y lograr ya una homogenización.

- El tanque de aditivo puede usarse en forma independiente para mezclar aceites en volúmenes que aproximadamente son $1/5$ del volúmenes del tanque de mezcla correspondiente.

2.1.4 Envasado.- El envasado cumplirá con lo mencionado en el punto 4, para ello contará con:

- a) Llenadora semiautomática digital 55 gls.
- b) llenadora semiautomática digital 5 gls.
- c) llenadora para gl. Ó $\frac{1}{4}$ de gl. Semimanuales. Esta línea, deberá contar con un sistema de sellado, tanto para tapar envases plásticos ó metálicos.
- d) Para los envases plásticos se colocan sellos metálicos de protección.
- e) Usando las llenadoras de rodillos por gravedad se logra una eficiencia en relación a estos volúmenes parecidos al de una línea automática.

2.1.5 Bodegaje.- Detallamos a continuación el sistema de bodegaje;

a) Se contará con un mezanine, para el almacenamiento de envases menores, cajas vacías, gl, 5 gls., $\frac{1}{4}$ gl.

b) Para el almacenamiento de productos terminados contaremos con una bodega, la misma que deberá permitir almacenar por un tiempo mínimo de un mes de producción, en las siguientes presentaciones:

- Tambores de 55 galones
- Canecas de 5 galones
- Cajas de 8 X 1 para galones plásticos ó, 6 X 1 para galones metálicos.
- Cajas de 24 X 1 para litros plásticos ó metálicos.

c) Para la movilización y despacho de esta operación se contará con dos montacargas y, una plataforma de despacho a la que pueden atracar cuatro camiones al mismo tiempo.

2.1.6 Servicios Auxiliares:

a) El proceso requiere de calor por lo cual contaremos con un sistema de calentamiento por medio de "fluido térmico", el mismo, que se calienta en un caldero, transmitiendo calor pero únicamente a la presión que levanta la bomba y sobre el caldero gravitara a la altura que estará ubicado el tanque de expansión y compensación.

b) Para los efectos de limpieza de tubería se soplará con aire comprimido para lo cuál contaremos con un compresor rotativo de tornillo.

c) Existirá un departamento de mantenimiento preventivo dirigido más a un mantenimiento preventivo, los trabajos mayores y las respectivas reparaciones se contratarán con terceros.

d) El laboratorio ejercerá una función de auditoría permanente sobre la producción y por lo tanto trabaja independientemente respecto a cualquier autoridad relacionada con producción.

El laboratorio contará con un completo equipo como para análisis de aceites y lubricantes en general. Contará con los equipos tradicionales como son:

- Viscosímetro
- Calorímetros
- Equipos para destilación
- Determinadores de T.B.N.
- Equipo para determinar puntos de escurrimiento
- Toda la cristalería necesaria, como vikers, vidrios, reloj, termómetros, probetas, otros.
- Espectrofotómetro; Infrarojo, Absorción atómica.

2.2 EQUIPOS QUE SE REQUIEREN PARA EL PROCESO:

A continuación detallamos listado de equipos y accesorios varios que se requieren para instalar e implementar la planta mezcladora de aceites propuesta, los cuales han sido divididos en varios grupos:

a) Tanques de Almacenamiento.- Es donde procederemos a almacenar las materias primas, es decir, los aceites bases, los cuales son traídos desde refinerías de otro país. La capacidad total de producción de aceite lubricantes proyectada al año es de 2,500,000 Gls. Hemos considerado, por expansión en ventas, un incremento de 300,000 Gls. La recepción de aceites básicos esta proyectada para cada dos meses, es decir, seis veces al año. En el capítulo III procederemos a calcular las correspondientes capacidades para cada tanque de almacenamiento, de los diferentes básicos a almacenar (HVI 55, HVI 160 y, HVI 460).

b) Tanques de Mezcla.- Es donde se realizará la

elaboración de los aceites, en otras palabras, se procede a homogenizar el aceite lubricante con la ayuda de venturís, los cuales originan turbulencias en el interior del tanque. Por recomendaciones técnicas, se necesitarán cuatro tanques de mezclado, para producir diferentes tipos de familia de aceites lubricantes, esto es, aceites para motores, transmisiones automotrices, aceites hidráulicos y, aceites para motores de dos tiempos. Así mismo, las capacidades serán determinadas en el capítulo III.

c) Caldero.- Contaremos con un caldero, él cual se utilizará principalmente para calentamiento del aceite térmico. Este aceite térmico, pasará a través de chaquetas de calentamiento (tanques de mezclado), las cuales por transferencia de calor secarán la mezcla de aceite, quitando la humedad interna que posee el aceite básico. Los parámetros para su selección, como cantidad de BTU requerida, perdidas, otros, serán determinados en el capítulo III.

d) Sistemas de Bombeo.- Comprende las bombas propiamente dichas y, los materiales correspondientes.

Contaremos con dos bombas; una bomba para aceites pesados "bomba 1" y, otra independiente para aceites ligeros "bomba 2". Los parámetros para su selección, como presión, caudal, viscosidad de productos a fluir, otros, serán calculados en el capítulo III.

d) Llenadoras.- Contaremos con tres líneas de llenado; una llenadora para tambores de 55 galones, para baldes de 5 y, una tercera para envases de galones y litros. La selección de las mismas será determinada en el capítulo III.

e) Tuberías: Esta parte comprende además de tuberías, codos, tees, bridas, reducciones y soportes.

f) Accesorios: Comprende válvulas, acoples, codos, reducciones, transportadoras, otros.

2.3 DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA:

Para la planta de lubricantes propuesta, he diseñado los siguientes segmentos, detallando posibles áreas a requerir, las misma que han sido previamente determinadas,

- a) **Edificio Principal.**- Estaría ubicado en el extremo este de las instalaciones, comprenderá un área de 900 m² y, alberga todas las oficinas administrativas de la compañía y sus respectivos parqueos.
- b) **Area de despachos.**- Estaría ubicada junto al edificio principal y la bodega de productos terminados. Deberá tener espacios disponibles y facilidades para ingresos y salidas de vehículos de repartos. Para lo cuál contaremos con un área de aproximadamente 1,400 m².
- c) **Bodega de Productos Terminados.**- Estaría ubicado en el centro de las instalaciones, abarca un área aproximada de 4,000 m². Comprende la bodega de productos terminados, tales como tanques de 55 galones, cajas de galones y litros, canecas. Así mismo paralela a esta, contaremos con un mezanine en donde se almacenarán los envases vacíos a ser llenados y, además cajas de galones y litros ha utilizarse.
- d) **Planta de elaboración.**- Es donde se realizarán los procesos de mezclado y envasado de los aceites lubricantes.

Contaremos con tanques de mezclado, bombas de circulación de aceite, líneas de llenado, otros. Para lo cuál necesitaremos un área de 1,000 m², aproximadamente.

e) Area de tanques de Almacenamiento.- Estaría ubicado en la parte oeste de las instalaciones y, contaría con un área aproximada de 1,000 m². Con el objetivo de prevenir derrames, proponemos un muro de contención ubicado en el perímetro del área de tanques.

f) Patio Exterior.- Estaría ubicado junto a los tanques de almacenamiento, y frente al área de despacho, comprende un área aproximada de 2,500 m², se lo utilizará para almacenar tambores de 55 galones vacíos y tambores de aditivos.

g) Muelle.- Como es obvio, deberá estar instalado en el extremo oeste de las instalaciones.

Con relación a lo expuesto en los literales anteriores, podríamos resumir que el área total necesaria para la planta mezcladora propuesta y,

considerando un factor del 10% de seguridad, es de aproximadamente 12,000 m².

En el **apéndice A**, proponemos un esquema de la planta mezcladora de aceites, en donde se detalla las principales instalaciones.

Finalmente, deseo proponer un diagrama de flujo de la planta de aceites en cuestión, según lo muestro en la **Figura No. 2**.

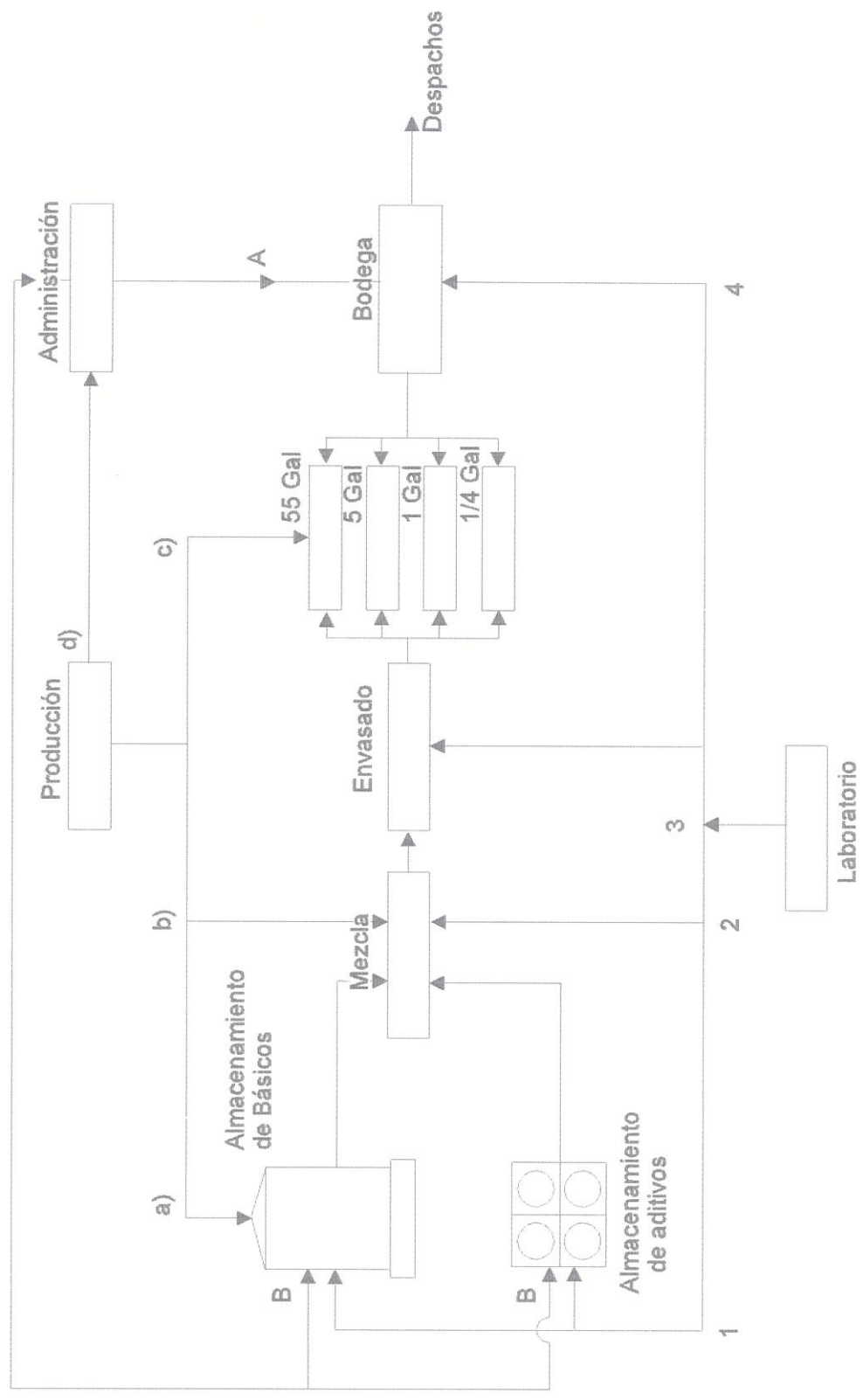


Figura No.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA

CAPITULO III

3.1 DISEÑO Y SELECCIÓN DE TANQUES DE MEZCLADO

El diseño y selección de tanques de mezclado lo realice siguiendo una secuencia lógica, la misma que detallo a continuación:

a) Para obtener las capacidades de los tanques de mezclado, debemos partir de los volúmenes proyectados a comercializar anualmente, esto es, establecer la capacidad total de producción proyectada de la planta mezcladora para el primer año, la misma que correspondería a **2,400,000 galones**. Sin embargo, he considerado necesario proyectar ventas para los próximos 10 años y, como segunda consideración, he establecido un crecimiento en ventas anual del **6 %**, lo cuál, nos da una capacidad máxima de producción

proyectada de **4,300,000 galones** por año.

Una vez determinada la capacidad de producción anual, establecemos la producción de aceites lubricantes por mes, el cuál correspondería a **360,000 galones** y, de igual forma, establecemos la producción diaria de aceite, **18,000 galones**. Este último, se considero cuatro semanas por mes y, veinte días laborales.

Finalmente, para conocer las capacidades requeridas de cada uno de los tanques de mezclado, lo hacemos a través de los porcentajes de comercialización de lubricantes por familia de productos existentes en el Ecuador, estos porcentajes fueron establecidos en el capítulo 1, de donde obtenemos, que necesitaríamos cuatro tanques de mezclado con capacidades de, **9,000, 5,291, 2,645 y, 1,322 galones**. Esto representa un total de **18,000 galones** por día.

Por razones técnicas, es recomendado instalar tanques de mezclado de aceites para motores, aceites industriales, aceites para transmisiones y, aceites especiales, que corresponden a las principales familias de productos comercializados en el Ecuador.

b) Luego de conocer las capacidades de mezclado de cada tanque, de igual forma, procedo a determinar las dimensiones de cada uno de ellos, los mismos que se determinaron de la siguiente manera:

Para facilitar los cálculos, realizo los mismos únicamente al tanque de mezcla de 9,000 galones, al cuál lo he denominado como tanque No. 1, el resto de cálculos para los otros tanques de mezcla serán tabulados.

Tanque. No. 1

Capacidad: 9,000 galones = 34 Mts. 3

Asumiendo, $D = 3.0$ Mts.

$$V = \frac{\Pi(D^2)(H)}{4} [m^3] \quad (E \ 3.1)$$

Donde:

V: Capacidad del tanque (Mts. 3)

Π : Constante pi = 3.1415

D: Diámetro del tanque (Mts.)

H: Altura del tanque (Mts.)

Despejando L, tenemos:

$$H = \frac{4V}{\pi(D^2)}[m] \quad (E \ 3.2)$$

De ahí que:

$$H = \frac{4(34)}{\pi(1.5)^2}[m]$$

$$H = 4.81[m]$$

De igual forma, procedí a determinar las dimensiones necesarias para los tres tanques de mezclado restantes, según lo muestra **la Tabla No. 3.1**

c) A continuación, procedí a determinar el espesor de plancha requerida en los tanques de mezclado y, para simplificar cálculos he considerado prudente realizarlo en el de mayor capacidad, manteniendo el espesor calculado para el resto de tanques, según lo detallado:

Tanque. No. 1

Capacidad: 9,000 galones = 34 mts. 3

Altura: 4.81 Mts.

Asumiendo que el fondo de los tanques es plano.

No.	H (mm)	D (mm)	E (mm)	Producto
1	4,810	3,000	6.0	Aceites para Motores
2	3,770	2,600	6.0	Aceites Industriales
3	3,180	2,000	6.0	Aceites Transmisiones
4	2,490	1,600	6.0	Aceites Especiales

Tabla No. 3.1 Tanques de mezcla

$$e = \frac{62.37(H)12}{288(S)T} + C[mm.] \qquad (E\ 3.3)^1$$

Donde:

e : Espesor de plancha

1 Tomado del libro "Proccese Equipment Desing de Lloyd Brownell"

H : Altura de tanque

S : Resistencia permisible del acero= 3,800 Kg / cm³

T : Factor de eficiencia de la junta = 0.85 m.m

C :Espesor de aumento a causa de corrosión =1.59 m.m

De ahí que:

$$e = \frac{62.37(4,810)12}{288(3,800)(0.85)} + 1.59[mm.]$$

$$e = 5.46[mm.]$$

Debido a que en el medio se comercializa planchas de acero con espesores mínimo de 6.0 m.m, escojo éste espesor como mejor alternativa, por lo tanto:

$$e = 6.0[mm.]$$

d) A continuación, procedí a determinar el área de transferencia de calor requerida, chaquetas de calentamiento, para secar el aceite que se mezcla en los tanques de mezclado, reduciendo al mínimo la humedad.

Tanque. No. 1

Debemos partir calculando la cantidad total de calor requerido para secar 9,000 galones de aceite, esto es:

Condiciones del proceso;

Tipo de fluido para transferencia: Aceite Térmico

Cantidad de aceite a secar: 9,000 galones = 64,451 Libras

$$Q = (m)(C_p)(T_f - T_i)(BTU / hr) \quad (E 3.4)^2$$

Donde:

Q : Cantidad total de calor requerido x hora $\left[\frac{BTU}{hr} \right]$.

m : Masa de aceite a secar (Libras)

$$C_p: \text{Calor específico del aceite} = 0.72 \left[\frac{BTU}{hr} \right].$$

Ti: Temperatura inicial de bombeo de aceite: $30^{\circ}\text{C} = 86^{\circ}\text{F}$

Tf: Temperatura máxima de secado: $60^{\circ}\text{C} = 140^{\circ}\text{F}$

De ahí que:

$$Q = (64,451)(0.72)(54) \left[\frac{BTU}{hr} \right]$$

$$Q = 2,500,000 \left[\frac{BTU}{hr} \right]$$

Procedemos a determinar el área de transferencia requerida;

Asumo flujo paralelo

Asumo que el secado lo hacemos en dos horas, por lo tanto "Q" requerido;

$$Q = 1,250,000 \left[\frac{BTU}{hr} \right]$$

A continuación estableces la ecuación que estudia el proceso de transferencia de calor a través de dos superficies cilíndricas, de longitud L y, radio interior r_1 y, radio exterior r_2 ;

$$Q = \frac{2\pi(L')(T_m)(f)}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \left[\frac{BTU}{hr} \right] \quad (E 3.5)^3$$

Donde:

$$Q = \text{Flujo de calor} \left[\frac{BTU}{hr} \right].$$

$$\pi = \text{Constante } \pi = 3.1415$$

$$L' = \text{Altura de chaqueta de transferencia calor (ft.)}$$

$$f = \text{Coeficientes superficiales térmicos del aceite} =$$

$$0.2 \left[\frac{BTU}{hr - ft[^\circ F]} \right].$$

$$r_1 = \text{Radio interior del tanque (ft.)}$$

3 Tomado del libro "Kent", página 29

r_2 = Radio exterior del tanque (ft.)

T_m = Diferencia de Temperatura en el proceso de transferencia ($^{\circ}\text{F}$)

$$T_m = \frac{\left((Th_1 - Tc_1) - (Th_2 - Tc_2) \right)}{\ln \frac{(Th_1 - Tc_1)}{(Th_2 - Tc_2)}} [^{\circ}\text{F}] \quad (\text{E 3.6})^4$$

Donde:

Th_1 = Temperatura de entrada del aceite térmico = 600°F

Th_2 = Temperatura de salida del aceite térmico = 370°F

Tc_1 = Temperatura de entrada del aceite = 86°F

Tc_2 = Temperatura de salida del aceite = 140°F

De ahí que;

⁴ Tomado del libro "Energy Analysis of Machinery", pág. 20-12

$$T_m = \frac{((600 - 86) - (370 - 140))}{\ln \frac{(600 - 86)}{(370 - 140)}} [^{\circ}F]$$

$$T_m = 350^{\circ}F$$

Despejando L' en la ecuación E 3.5, tenemos;

$$L' = \frac{Q \left(\ln \frac{r_2}{r_1} \right)}{2\pi(T_m)(f)} [m] \quad (E \ 3.7)$$

$$L' = \frac{1,250,000 \left(\ln \frac{4.930}{4.920} \right)}{2\pi(350)(0.2)} [ft]$$

$$L' = 5.68 ft = 1.73 [m]$$

El área de transferencia de calor en la chaqueta, la determinamos según la siguiente ecuación;

$$A = 2\pi R' L' [m^2] \quad (E \ 3.8)$$

Donde;

A= Area de transferencia de calor a través de la chaqueta (m^2)

Π = Constante pi = 3.1415

R' = Radio exterior de la chaqueta = 1.556 Mts.

L' = Altura de la chaqueta = 1.73 Mts.

De ahí que,

$$A = 2(\Pi)(1.556)(1.73)$$

$$A = 16.91(m^2)$$

De igual forma, procedí a determinar las áreas de transferencias de calor a través de las chaquetas de los Tres tanques de mezclado restantes, según lo muestra la **tabla No 3.2**

No.	L' (mm)	Area de Transferencia (m2)
1	1,730	16.91
2	1,320	10.01
3	1,110	7.36
4	870	4.08

Tabla No. 3.2 Tanques de mezcla, áreas de chaquetas de transferencia de calor

e) Ahora procedemos a determinar el aislamiento térmico requerido en el proceso, para reducir al máximo la perdida por conducción de calor a través de la chaqueta del tanque al exterior, medio ambiente;

Tanque No. 1

Escojo como aislamiento térmico, lana de vidrio, espesor de 0.492 ft.

$$Q = \frac{2\Pi(L')(T_1 - T_{n+1})}{\left(\frac{1}{K_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{K_2} \ln \frac{r_3}{r_2} + \dots \dots \dots \frac{1}{K_n} \ln \frac{r_{n+1}}{r_n}\right)} \left[\frac{BTU}{hr} \right] \quad (E 3.9)^5$$

Donde;

$$T_1 = T_m = 350^\circ F$$

$$T_{n+1} = \text{Temperatura del medio ambiente} = 86^\circ F$$

K_1 = Coeficientes superficiales térmicos del aceite

$$= 0.2 \frac{BTU}{(hr)(ft)(^\circ F)}$$

⁵ Tomado del libro "Kent", pág. 29

$$K_2 = \text{Conductividad térmica del acero} = 25 \frac{BTU}{(hr)(ft)(^{\circ}F)}$$

$$K_3 = \text{Conductividad térmica aislamiento} = 0.02 \frac{BTU}{(hr)(ft)(^{\circ}F)}$$

De ahí que:

$$Q = \frac{2(3.1415)(5.68)(264)}{(0.0002 + 4.606)}$$

$$Q = 2,045 \frac{BTU}{hr}$$

Estos 2,045 BTU / hr, representa la cantidad de calor que se pierde al medio ambiente, por conducción, en el proceso de secado a través de la chaqueta de transferencia, para las condiciones de aislamiento establecidos.

Con el objetivo de evitar pérdidas de calor por conducción en las tuberías que transportan el aceite térmico, recomiendo al momento de la instalación de las mismas, recubrirlas con aislamiento térmico.

$$P = 32,000 + 2,900 + 1100$$

$$P = 36,000 \text{ Kg.} = 353,160 \text{ N}$$

Seguidamente, determinamos la carga crítica que soportará una columna del tanque;

Asumimos un factor de diseño de $N_d = 4$

$$P_{cr} = (N_d) \left(\frac{P}{4} \right) \quad (\text{N}) \quad (\text{E 3.11})^6$$

$$P_{cr} = (4) \left(\frac{353,160}{4} \right)$$

$$P_{cr} = 353,160 \text{ N}$$

Seguidamente, determinamos el área requerida por la columna para soportar la carga crítica determinada anteriormente;

Para efectos de cálculo, asumo que tenemos una columna de longitud intermedia con carga central, utilizando la siguiente ecuación;

$$P_{cr} = \frac{1}{2}(A)(S_y) \quad (N) \quad (E \ 3.12)^7$$

Donde;

P_{cr} = Carga crítica (N)

A = Area requerida en la columna para soportar la carga crítica (cm²)

S_y = Resistencia de fluencia máxima del acero 10115 = 340 Mpa.

Luego, despejando "A" en la ecuación E 3.12, tenemos;

$$A = \frac{1}{2}(P_{cr})(S_y) \quad (cm^2) \quad (E \ 3.13)$$

$$A = \frac{2(352,160)(100)^2}{(340)(10)^6}$$

$$A = 20.8 \text{ cm}^2$$

6,7 Véase Joseph Shigley - Charles Mischke, "Diseño en ingeniería mecánica", pag. 140.

Luego de conocer el área mínima requerida en la columna, esto es 20.8 cm², recurrí a los catálogos de fabricantes de los mismos, seleccionando la columna que detallo a continuación;

Columna en "U", doble

L = Largo de columna: 2,000 mm

A = Area de la columna: 21.64 cm²

I = Momento de Inercia: 679.49 cm⁴

e= Espesor de la columna: 6.0 mm

Tipo de Acero SAE 1015

g) Finalmente, creo necesario recomendar que en el momento de la fabricación de los tanques de mezcla, consideren varios accesorios, tales como; tubos de venteo, tapa bridada de limpieza, válvulas para ingreso y egreso de producto, según lo muestro en el **Anexo E.** También, deberá considerarse la cimentación requerida, la cuál deberá ser calculada por el ingeniero civil, basado en los parámetros

establecidos, como son, capacidad de carga, tipo de soportes, otros.

3.2 CALCULO DE LA NECESIDAD DE VAPOR Y, SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS:

Por razones de tipo económico y, por tratarse de un proceso en donde no se requerirá de altas temperaturas, he considerado conveniente para éste proyecto no utilizar vapor, sino otro tipo de fluido para transmitir calor, como es el caso del aceite térmico.

Basado en la decisión anterior, el siguiente paso es seleccionar el tipo de caldero requerido, según lo detallo a continuación;

Luego de conocer la capacidad total de calor requerido (BTU / hr), para secar 18,000 galones de aceite en un tiempo máximo de 2 horas, esto es 2,500,000 BTU / hr y, considerando un factor por pérdida de aproximadamente 5%, tenemos;

$$Q \text{ (Requerido)} = 2,600,000 \frac{BTU}{hr}$$

Así mismo, para este tipo de proceso, escojo como fluido de transferencia de calor "Aceite Térmico".

Con los datos expuestos anteriormente, me remito a los manuales de fabricantes de calderos, seleccionando el que detallo a continuación;

Marca: Fulton

Modelo: 0260

Heat Out Put: 2,600,000 BTU / hr

Thermal Fluid Content: 31 Gls.

Pump Motor: 15 HP

Fluid Supply / Return: 2 ½ Plg.

Tanque de Expansión: FT - 1000 L (Capacidad Máxima 264 Gls.)

3.3 CALCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS ADICIONALES

Luego de haber establecido un sistema de tuberías, con sus correspondientes accesorios, como válvulas, reducciones, otros, para el transporte de aceite, pase a seleccionar el tipo de bomba que se requerirá, tanto para los tanques de almacenamiento, como para los tanques de mezclado. De igual forma, procedí a seleccionar el tipo de llenadoras ha utilizarse.

Como parte del proceso, se tuvo que diseñar y dimensionar el sistema de bombeo, el cuál impulsa y produce el flujo de aceite a través de las tuberías, a un adecuado caudal.

Esta etapa comprendió el diseño, selección y dimensionamiento de los siguientes componentes;

a) Bomba para Tanques de Almacenamiento: Por razones técnicas, he sugerido se disponga de dos de bombas, una destinada para bombear aceites básicos ligeros, esto es, HVI 55 y, HVI 160 y, la otra destinada para

bombear aceites básicos pesados, esto es HVI 650.

Estas bombas deberán ser de tipo de desplazamiento positivo, lo cuál nos permitirá garantizar un manejo tanto de caudal como de presión.

Para determinar las capacidades de las bombas, asumimos que el tiempo máximo requerido para llenar el tanque de mezcla de mayor capacidad es de dos horas, por lo tanto asumo la capacidad mínima de las bombas de 100 GPM.

El siguiente paso fue dimensionar la capacidad de la bomba, calculando el Cabezal Dinámico Total (TDH), que viene dado por la presión que necesitamos suministrar en el punto más lejano del Sistema, más las correspondientes pérdidas por fricción en la tubería, accesorios, y la diferencia de nivel.

Es así que tenemos:

$$\text{TDH} = h_l + h_d \quad (\text{pies}) \quad (\text{E 3.17})^8$$

Donde:

h_l = Pérdida de carga y caída de presión en válvulas y accesorios.

h_d = Cabezal de desnivel

De ahí que;

$$h_l = \frac{0.00259(K)(Q)^2}{(4)^4} \quad (\text{pies}) \quad (\text{E 3.18})^9$$

Donde;

K = Suma de pérdidas en codos, válvulas, tuberías = K_c
+ K_v + K_t

Q = Caudal del fluido = 80 GPM

d = Diámetro interno de la tubería = 4 plg.

Luego determinamos K ;

K_c = Pérdidas en codos

8,9 Véase Manual de Crane, flujo de fluidos en válvulas accesorios y tuberías, cap. 3, pag. 3-5.

$$K_c = 30 (F_t) (N) \quad (E 3.19)^{10}$$

Donde;

$$F_t = \text{Coeficiente de fricción} = 0.017$$

$$N = \text{Números de codos} = 8, \text{ codos de } 90$$

$$N = \text{Números de válvulas} = 4$$

$$K_c = 30 (0.017) (8)$$

$$K_c = 4$$

$$K_v = \text{Pérdidas en válvulas}$$

$$K_v = 8 (F_t) (N) \quad (E 3.20)^{11}$$

$$K_v = 8 (0.017) (4)$$

$$K_v = 0.5$$

10,11 Véase Manual de Crane, flujo de fluidos en válvulas accesorios y tuberías, cap. 3, pag. 3-5.

K_t = Pérdidas en tubería

$$K_t = \frac{(F)(L)}{(d)} \quad (E 3.21)^{12}$$

Donde;

F = Coeficiente de fricción en tubería de 4" de diámetro = 0.024

L = Longitud total de tubería = 282 pies

Remplazando valores tenemos:

$$K_t = \frac{(0.024)(282)(12)}{(4)}$$

$$K_t = 20.3$$

Luego, procedemos a calcular el valor de K , esto es;

$$K = K_c + K_v + K_t$$

¹² Véase Manual de Crane, flujo de fluidos en válvulas accesorios y tuberías, cap. 3, pag. 3-5.

$$K = 24.8$$

El valor K, fue determinado tomando en cuenta tres tipos principales de accesorios, tales como; válvulas, codos y reducciones. En la mayoría de los fabricantes de este tipo de accesorios y, en libros de mecánica de fluidos, podemos encontrar los valores correspondientes de K de los accesorios en cuestión, como lo muestro a continuación:

Con el valor de K conocido, procedemos a determinar h_l , remplazando en la ecuación E 3.18;

$$h_l = \frac{(0.00259)(24.8)(100)^2}{(4)^4}$$

$$h_l = 2.5 \text{ (pies)}$$

El siguiente paso, fue determinar el valor del cabezal de desnivel, el cuál es igual a la diferencia neta de alturas en el recorrido de la tubería, es así que:

$$h_d = 20 \text{ pies}$$

Luego de calculados los valores anteriores, pasé a calcular el Cabezal Dinámico Total:

$$\text{TDH} = 22.5 \text{ pies}$$

Aplicando un factor de servicio del 15 %, tenemos:

$$\text{TDH} = 22.5 \quad (1.15)$$

$$\text{TDH} = 26 \text{ pies}$$

Finalmente, con los valores ya conocidos de Capacidad (GPM) y Cabezal (pies) recurrí a los manuales de Curvas de rendimiento proporcionados por los fabricantes de bombas, en donde procedí a seleccionar el tipo de bomba requerida, en función de la potencia, eficiencia y otras características que detallaré a continuación:

Marca: Blackmer

Modelo: 5015

Capacidad: 100 GPM

Tipo: Desplazamiento Positivo

Motor: Eléctrico

Potencia Nominal (Motor): 15 HP

Velocidad (Motor): 1,750 RPM

Eficiencia: 82 %

Rango de trabajo: 60 - 70 Psi

b) Bombas de tanques de mezcla: Para su selección se siguió el mismo procedimiento que para seleccionar las bombas anteriores, salvo que para este caso la capacidad mínima de bombeo deberá ser 60 GPM.

Estas bombas deberán ser de tipo centrífugo, la misma que nos permitirá un manejo del caudal durante el proceso de mezclado y llenado, en la Figura No. 3 podemos apreciar el gráfico de rendimiento de las bombas seleccionadas.

De ahí que las bombas seleccionadas para los tanques de mezcla, una por cada tanque y de iguales capacidades, tienen las siguientes características técnicas y, demás datos sobre su funcionamiento;

Marca: Gould Pump

Modelo: 3196

Capacidad: 60 GPM

Tipo: Centrífugo

Motor: Eléctrico

Potencia Nominal (Motor): 10 HP

Velocidad (Motor): 3,500 RPM

Eficiencia: 85 %

Rango de Trabajo: 40 - 60 PSI

c) Los accesorios empleados junto a la tubería unen y completan el sistema de bombeo, de tal manera que este funcione de manera lógica y eficiente. Por otro lado, los diámetros seleccionados tanto de tuberías como accesorios, son los más frecuentes utilizados y de fácil acceso en el mercado.

3500 RPM

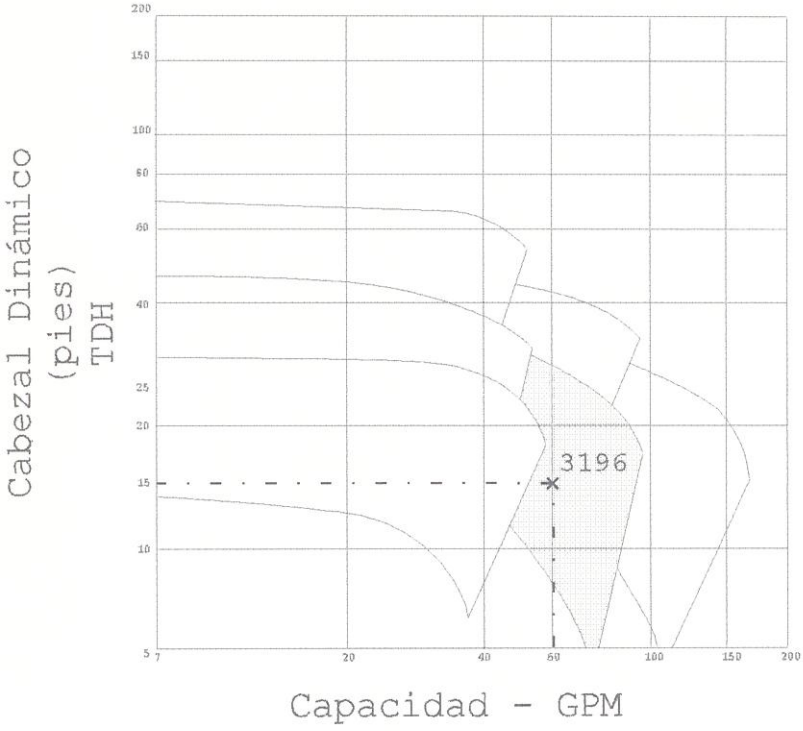


Figura No.3 Curva de rendimiento de bomba

d) Llenadoras: Luego de haber establecido las líneas de llenado y, seleccionado los tipos de bombas requeridos para el proceso de mezclado, pase a seleccionar los tipos de llenadoras requeridos para el proceso en cuestión.

Por razones de producción, he establecido disponer de tres tipos de llenadoras, una para la línea de envasado de galones y litros, otra para la línea de envasado de baldes de 5 galones y, una última para la línea de tanques de 55 galones.

A continuación, en la tabla No.3.3 propongo ciertas velocidades de producción en las líneas de llenado, para las diferentes presentaciones de productos, a considerar en la selección de las llenadoras:

No	Llenadora	Tiempo requerido (Hrs.)	Velocidad llenado / gls (Por turno)	Velocidad llenado/und. (Por turno)
1	Tanques	4	11,000	200
2	Canecas	4	2,500	500
3	Cajas	4	4,800	600

Tabla No. 3.3 Velocidades de producción en líneas de envasado.

Con los datos anteriormente expuesto, tipo de producto a fluir, velocidades requeridas de envasado por turno y, presentaciones de productos disponibles, recurrí a los manuales de fabricantes de llenadoras, seleccionando las misma como detallo a continuación;

- Llenadora de Tanques, de 55 galones:

Marca: Crandall International

Modelo: DNI-DR-ID

Serie: 1135

Velocidad de llenado: 1 tanque por minuto a 60 F.

- Llenadora de Baldes de 5 galones;

Marca: Crandal International

Modelo: KNI-25-SD

Serie: 2034

Velocidad de llenado: 125 Canecas por hora.

- Llenadora de galones y litros;

Marca: Electronic Liquid Fillers

Modelo: 20CONV

Serie: 19626-1

Velocidad de llenado: 150 cajas de galón por hora.

Cada línea de llenado contará con dos filtros de malla de 125 mesh. Además, sugiero también se instalen filtros entre las líneas de las bombas de succión de los tanques de almacenamiento hacia los tanques de mezcla.

3.4 CALCULO Y DIMENSIONES DE LOS TANQUES PARA ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA.

De igual forma que el punto anterior, el diseño y selección para los tanques de almacenamiento de aceites básicos, lo realice siguiendo una secuencia lógica, la misma que detallo a continuación:

Primeramente debemos considerar la frecuencia de recepción de aceite básico, la cuál será de aproximadamente cada dos meses, esto quiere decir, que necesitaremos almacenar 720,000 galones de aceites básicos, según lo determinado en el punto 3.1 literal a.

a) Luego, gracias a datos proporcionados por empresas vinculas al área de lubricación, he logrado establecer una relación en porcentajes de tipos de aceites básicos utilizados en el proceso de elaboración ó, mezclado de aceites lubricantes;

Aceite Básico	% Utilizados en el proceso	Cantidad en galones
HVI 55	15	108,000
HVI 65	65	468,000
HVI 650	20	144,000
Total	100	720,000

Tabla No. 3.4 % de aceites básicos utilizados en los procesos de mezcla.

Con estos datos, podemos calcular y diseñar los tanques de almacenamiento, considerando un tanque

para cada tipo de aceite básico ha almacenar, los mismos que a continuación detallo;

Por razones de simplificar cálculos, he seleccionado el tanque para almacenar el producto HVI 650, al cuál lo denominé tanque No. 5 y, para el resto de tanques los cálculos serán tabulados.

Tanque No. 5

Producto; HVI 650

Capacidad de Almacenamiento: 144,000 galones=544 m³

Asumiendo, altura del tanque de: 7.0 m

$$V = \frac{1}{4}(\Pi)(D)^2(H) \quad (\text{m}^3) \quad (\text{E 3.14})$$

Donde:

V= Capacidad del tanque (m³)

Π = Constante pi = 3.1415

D = Diámetro del tanque (m)

H = Altura del tanque (m)

Despejando D, tenemos:

$$D = \sqrt{\frac{4(V)}{(\pi)(H)}} \quad (\text{m}) \quad (\text{E 3.15})$$

De ahí que:

$$D = \sqrt{\frac{4(544)}{(3.1415)(7)}} \quad (\text{m})$$

$$D = 10.0 \text{ m}$$

A continuación, procedí a determinar el espesor de plancha requerida en los tanques de mezclado y, para simplificar cálculos he considerado prudente realizarlo en el de mayor capacidad, manteniendo el espesor calculado para el resto de tanques, según lo detallado:

Altura: 7.0 m

Asumiendo que el fondo de los tanques es plano.

$$e = \frac{62.37(H)(12)}{(288)(S)(T)} + C \quad (\text{mm}) \quad (\text{E 3.16})$$

Donde:

e : Espesor de plancha

H : Altura de tanque

S : Resistencia permisible del acero = 3,800 Kg/cm²

T : Factor de eficiencia de la junta = 0.85 m.m

C : Espesor de aumento a causa de corrosión = 1.59 mm

De ahí que:

$$e = \frac{62.37(7,000)(12)}{(288)(3,800)(0.85)} + 1.59 \quad (\text{mm})$$

$$e = 7.22 \quad \text{mm}$$

Debido a que en el medio se comercializa planchas de acero con espesores de 8.0 mm, escojo éste espesor como mejor alternativa, por lo tanto:

$$e = 8.0 \quad \text{mm}$$

De igual forma, procedí a determinar las dimensiones necesarias para los tanques restantes, según lo muestra la Tabla No. 3.3

No.	H (mm)	D (mm)	e (mm)	Producto
5	7,000	10,000	8.0	HVI 650
6	7,000	8,600	8.0	HVI 55
7	7,000	12,500	8.0	HVI 160
8	7,000	12,500	8.0	HVI 160

Tabla No. 3.5 Tanques de almacenamiento

Por razones de espacio y debido a la gran cantidad de aceite básico ha almacenar en el tanque que contendrá HVI 160, he propuesto se construya dos tanques de igual capacidad.

En el **apéndice B**, proponemos un levantamiento del área de tanques, tanto de almacenamiento como de mezcla, en el cual podremos observar su distribución y tamaño.

Finalmente, creo necesario recomendar que en el momento de la fabricación de los tanques de

almacenamiento, consideren varios accesorios, tales como; tubos de venteo, tapa bridada de limpieza, válvulas para ingreso y egreso de producto y, escaleras tipo caracol para la parte exterior del tanque y, tipo marinero para la parte interior, según lo muestro en el **apéndice C**. También, deberá considerarse la cimentación requerida, la cuál deberá ser calculada por el ingeniero civil.

3.5 DISEÑO DE LINEAS DE TRANSPORTE DE PRODUCTO, DESDE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO HASTA LA MEZCLADORA.

El siguiente paso del diseño fue hacer una distribución general y bosquejo del recorrido de la tubería principal que va desde el muelle de recepción de aceites básicos hasta los tanques de almacenamiento, considerando el recorrido más adecuado y económico.

En el **apéndice D** propongo un esquema preliminar, en donde apreciamos que el sistema se compone de una tubería principal de 6" de diámetro que parte desde el muelle, recorriendo el área de tanques de

almacenamiento. De esta tubería principal, se desprenden 4 ramales, que conectarán en los tanques de almacenamiento, existiendo por cada ramal una válvula de compuerta. Además se detallan otros accesorios como codos, reducciones.

El diámetro de la tubería principal ha sido seleccionado basado en el mismo tamaño del diámetro de descarga de la bomba del barco que transporta el aceite básico, esto es, 6", reduciendo de esta forma pérdidas por fricción en la tubería.

En este punto, considero que es importante destacar que el bombeado de aceite básico desde el muelle a los tanques de almacenamiento, lo deberá realizar la bomba del barco que transporta el producto, esto implica que en este punto sólo necesitaremos de una válvula de compuerta y, otra de tipo cheque.

De igual forma al bosquejo general explicado anteriormente, propongo una distribución de tuberías, para el transporte del aceite básico, que va desde los tanques de almacenamiento hasta los tanques de

mezclado, así mismo, considerando el recorrido más adecuado y económico para su instalación.

En el mismo apéndice, propongo un esquema preliminar, en donde apreciamos que el sistema se compone de cuatro tuberías principales de 4" de diámetro cada una, con sus correspondientes válvulas de compuertas, que parte desde los tanques de almacenamiento hasta los tanques de mezclado.

Las capacidades de las bombas empleadas para este proceso de bombeo de aceite básico, una bomba para aceites pesados y otra para aceites ligeros, serán determinadas y seleccionadas más adelante.

3.6 DISEÑO DE LINEAS DE TRANSPORTE DE PRODUCTO, DESDE LA MEZCLADORA HASTA LA LINEA DE ENVASADO.

El siguiente paso fue hacer una distribución general y bosquejo del recorrido de la tubería que va desde los tanques de mezclado, luego de obtener los aceites lubricantes, hasta las líneas de envasado de las diferentes presentaciones, esto es, galones, litros,

canecas y tanques, considerando el recorrido más adecuado y económico, para su instalación.

En el **apéndice E** propongo un esquema preliminar, en donde apreciamos que el sistema se compone de una tubería principal, que sale de cada tanque de mezclado, esto es cuatro tuberías de 4" de diámetro cada una, hasta las líneas de envasado. En este diseño propongo se instalen válvulas de compuerta, tanto a la salida de los tanques de mezclado, como a la entrada de cada línea de envasado. Además se detallan otros accesorios como codos, reducciones.

En este punto, también propongo un diseño del sistema de recirculación de aceite en el tanque de mezclado, lógicamente considerando la admisión y mezcla de aditivos, obteniendo los aceites lubricantes deseados, como lo apreciamos en el **apéndice F**.

En este diseño podemos apreciar que el aceite básico es admitido por la parte superior del tanque de mezcla, existiendo dos tuberías, ambas conectadas a diferentes bombas, por razones que una transportará aceite básico ligero y, la otra pesado. Así mismo,

podemos apreciar que en la parte inferior del tanque sale una tubería, la cuál permitirá recircular el aceite en el tanque, gracias a la bomba, luego de introducirlo nuevamente por la parte inferior del tanque por dos tuberías, las cuales poseen unos venturis, ayudando a mejorar la homogenización. Por otra parte, tenemos la bandeja de mezclado, la misma que utilizaremos como su nombre lo indica a realizar la primera mezcla de aceite básico con aditivo. Los aditivo serán proporcionados mediante tambores de 55 galones, por la parte superior de la bandeja.

Finalmente, en el **apéndice G** propongo un esquema completo de la planta de aceites propuesta, incluyendo tanques de mezcla, almacenamiento y líneas de transporte de producto.

CAPITULO IV

4.1 DESCRIPCION Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CONTROLES DE CALIDAD Y DISEÑO DE SISTEMA DE BODEGA.

En este punto propongo varias pruebas y equipos que se deberán considerar para determinar la calidad de aceites nuevos.

Los análisis físicos y químicos en los aceites lubricantes son de considerable valor en el Control de Calidad de los mismos y, para esto diferentes organismos internacionales han estandarizado métodos de ensayo.

Entre las principales organizaciones están:

A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials)

A.P.I. (American Institute of Petroleum)

I.S.O. (International Standards Organization)

S.A.E. (Society Automotive Engineers)

Aunque muchas son las pruebas usadas en lubricantes, considero que las siguientes son las más importantes para definir las propiedades físicas y químicas de un aceite:

4.1.1 Gravedad específica o densidad API:

La densidad es una expresión que relaciona el peso y el volumen de un producto. Cualquier producto se expande cuando es calentado, reduciéndose por consiguiente el peso por unidad de volumen. Debido a esto, la densidad es usualmente reportada a una temperatura normal. Existen tablas que convierten la densidad de una temperatura a otra.

La densidad puede ser expresada en dos escalas. La Gravedad específica es definida como la relación entre el peso de un volumen dado del producto y el peso de un volumen igual de agua, teniendo como temperatura de referencia 60°F.

Sin embargo, en la industria del petróleo, la Densidad API es más utilizada. Esta es una escala arbitraria, calibrada en grados y que relaciona la gravedad específica a 60°F, por medio de la siguiente fórmula:

$$DensidadAPI(Grados) = \frac{141.5}{Gravedad - especifica} - 131.5$$

Como resultado de esta relación, entre mayor sea la gravedad específica de un producto, menor es su densidad API.

En cierta forma, la densidad sirve para identificar el tipo de producto de petróleo, así mismo, nos permite calcular la carga en aviones y buques, eficiencia de la combustión, entre otros.

La densidad es determinada por medio de un **hidrómetro** que flota en el líquido y, es leído como el punto en el cuál la superficie de la muestra, intercepta la escala del hidrómetro. La temperatura de la muestra es determinada introduciendo el termómetro en ella. Estas lecturas son anotadas como densidad observada y temperatura observada.

En cualquier caso, si la temperatura de la prueba es diferente a 60 F, la densidad observada es corregida a 60°F utilizando una tabla.

4.1.2 Punto de Fluidez:

Es la temperatura mínima a la cuál fluye el aceite por gravedad.

Es útil conocer hasta que temperatura un aceite de petróleo puede llegar, antes de perder sus características de fluido. Esta información debe ser considerada de importancia considerable, por las variaciones existentes en este aspecto entre diferentes aceites, aun entre aquellos que tiene viscosidades similares.

Si un aceite lubricante es lo suficientemente enfriado, éste alcanzará una temperatura a la cuál no fluirá más, bajo la influencia de la gravedad. Esta condición puede ser causada tanto por el espesamiento del aceite que por lo general va acompañado por la reducción de la temperatura, como también de la cristalización de los materiales parafínicos que están contenidos en el aceite y que pueden reducir el flujo de las partes fluidas.

El rango hasta el cuál un aceite puede ser enfriado en forma segura, se llama el punto de fluidez, la temperatura más baja la cual un aceite puede fluir desde un recipiente por si mismo.

El equipo requerido para determinar el punto de fluidez o escurrimiento de un aceite, debera permitirnos alcanzar temperaturas por debajo de -30 C, esto lo podemos realizar con la ayuda de un equipo de refrigeracion.

4.1.3 Punto de Inflamación:

El punto de inflamación es la temperatura a la cuál el líquido esta suficientemente evaporado para crear un mezcla de aire combustible, para arder si es encendida. La combustión a esta temperatura sólo se mantiene por un instante. Por el contrario, el punto de combustión significa algo más, este es la temperatura a la cual el vapor es generado a una velocidad lo suficientemente constante, para mantener la combustión.

Temperatura de Inflamación, es la temperatura leída en el termómetro en que aparece una llamarada fugaz en cualquier punto en la superficie de la muestra.

Temperatura de Combustión, para determinar el punto de combustión, debemos continuar el calentamiento y, es la temperatura a la cuál la muestra se combustiona y se mantiene así por lo menos cinco segundos.

El punto de inflamación no es un índice total del aceite si no de la fracciones más livianas del mismo.

Es de gran importancia para las condiciones de un aceite usado, pues determina el grado por presencia de combustible.

Para realizar esta prueba, necesitaremos varios equipos, tales como, resistencia eléctrica, copa abierta, termómetro ASTM C11.

4.1.4 Espuma:

La formación de espuma en los sistemas de aceites industriales es una condición severa, que puede interferir con el rendimiento satisfactorio del mismo sistema y aún permitir el daño del equipo.

Aditivos especiales le imparten al aceite resistencia a la espumación, aumentando también la habilidad para expulsar el aire atrapado en forma rápida, bajo condiciones que normalmente causan espuma.

La espuma consiste en burbujas de aire que ascienden rápidamente hacia la superficie del aceite, pero debe ser diferenciada del atrapamiento del aire que es el ascenso lento de burbujas dispersas a través

de todo el aceite. Estos dos fenómenos son afectados por varios factores, siendo evaluados en pruebas diferentes de laboratorio. Las primeras causas de espumación son mecánicas, esencialmente una condición de operación que tiende a producir turbulencia en el aceite en presencia del aire.

Para realizar esta prueba, necesitaremos de una probeta de 1000 cm³ de vidrio, soporte universal, medidor de flujo de 10 cm³, piedra difusora de aire, compresor de aire, el mismo que nos permitira crear un flujo de aire.

4.1.5 Color ASTM:

El color en productos de petróleo es observado por la transmitancia de la luz que pasa a través de ellos. Su variación va de claros o transparentes con tonos rojizos.

Varias escalas son utilizadas para determinar los colores de un producto de petróleo. La conversión y comparación aproximada de las más comunes escalas de

color, pueden ir acompañadas con el uso de la respectiva carta.

Las escalas de color más comunes son; Colorímetro Saybolt, Sistema platino-cobalto, colorímetro Tag-Tobinson. Escala ASTM, colorímetro Unión, entre otros.

Para esta prueba, deberemos contar con escalas de color ASTM, con valores que esten entre:

0.0 - Aceites Blancos

8.0 - Aceites Oscuros.

La importancia del color en el aceite, es más de tipo comercial y, de utilidad en el proceso de producción. Por otro lado, el color en un aceite es independiente de la calidad del mismo.

4.1.7 Demulsibilidad:

En la industria del petróleo, el término emulsión se aplica del aceite y agua. Aunque son solubles solamente en un pequeño grado, estas sustancias

pueden, bajo ciertas circunstancias, ser dispersadas íntimamente una en otra para formar mezclas homogénea. Esta mezcla es una emulsión aceite-agua, que usualmente de apariencia oscura o color leche.

Un aceite mineral puro resiste la emulsificación, aún después de una fuerte agitación con agua, un aceite de este tipo tiende a separarse del agua, cuando la mezcla esta nuevamente en reposo. Sin embargo, la emulsión puede ser llevada a cabo por la agitación y adición de ciertos ingredientes al aceite. Cuándo más rápido se forma una emulsión y mayor su estabilidad, mayor es la emulsibilidad del aceite.

El agua ayuda a la corrosión o herrumbre en las partes de hierro y acelera la oxidación del aceite. Para una eliminación positiva de agua, el aceite debe tener buena característica de demulsibilidad.

El método utilizado para medir la demulsibilidad, normalizado por la ASTM es el D-1401, el cuál determina la habilidad de los aceites de petróleo o fluidos sintéticos para separarse del agua.

Para esta prueba, deberemos contar con probetas de vidrio.

4.1.8 Número de Neutralización:

Es el grado de acidez o alcalinidad de un aceite y, dependiendo de su origen, proceso de refinación, contenido de aditivos o deterioro en el servicio.

Los términos acidez y alcalinidad están relacionados con la disociación, un fenómeno de las soluciones acuosas. La disociación es una forma de ionización, lo cual es un rompimiento natural de las moléculas en iones positivos y negativos. Si la composición química de las soluciones acuosas es tal que los iones de hidrógeno (positivo) son más numerosos que los iones de hidróxilos (negativo), la solución es considerada ácida, en caso contrario se dice que la solución es alcalina ó, básica. Un mayor exceso de cualquiera de estos dos iones, mayor es la acidez o alcalinidad de la solución. Si la cantidad de iones hidrógeno o hidróxilo son iguales, la solución es por definición neutra.

Debido a que la acidez y la alcalinidad son características opuestas, una solución ácida puede ser neutralizada, mediante la adición de una base. Lo contrario también se puede lograr. En ambos casos la neutralización va acompañada de titulación, la adición gradual de un reactivo hasta que un punto final específico es logrado. El número de neutralización (N.N) se expresa en mg/gramo, necesarios para neutralizar un gramo de muestra.

El número total ácido, se lo abrevia con las siglas, T.A.N.

El número total básico, se lo abrevia con las siglas, T.B.N.

Para esta prueba, deberemos contar con un determinador de TBN.

4.1.9 Viscosidad:

Es la medida de la resistencia a la movilidad a fluir de un líquido a cualquier temperatura.

La viscosidad es probablemente la propiedad física más importante de un aceite lubricante de petróleo. Esta es la medida de las características del flujo del aceite, entre más espeso sea, mayor es su viscosidad y mayor su resistencia a fluir. El mecanismo para establecer la adecuada película de lubricante, depende en gran parte de la viscosidad.

Para evaluar la viscosidad de un aceite, numéricamente, cualquiera de las muchas pruebas estándares pueden ser utilizadas. Aunque estas pruebas difieran unas de otras en mayor o menor grado, utilizan básicamente el mismo principio. Todas ellas miden el tiempo requerido por una cantidad específica de aceite, a una temperatura dada, para fluir por acción de la gravedad a través de un orificio o estrangulamiento de dimensiones específicas. Entre más espeso sea el aceite, mayor será el tiempo requerido para que pase.

Es importante tener un control de la temperatura. La viscosidad de cualquier aceite de petróleo aumenta cuando el aceite es enfriado y disminuye cuando este es calentado. Por la misma razón, el

valor de la viscosidad de un aceite debe ir siempre acompañado por el de la temperatura al cual fue determinado, por sí solo, no significa nada.

Los dos métodos más comunes para probar la viscosidad de un aceite lubricante son el Saybolt y el Cinemático.

La viscosidad en un aceite, influye sobre el grado de fricción fluida del mismo, sobre el consumo de lubricante, además, temperatura de funcionamiento del equipo, aplicación, lugar condiciones, etc.

4.1.10 Índice de viscosidad:

Indica la variación de la viscosidad en relación con la temperatura. Muchas veces, como los líquidos de petróleos, los cambios de viscosidad pueden tener marcados efectos en el rendimiento de un producto ó, en su factibilidad para sus aplicaciones. La propiedad de resistir a cambios en la viscosidad con los cambios en la temperatura, es expresado como el índice de viscosidad (IV). Este índice es un valor abstracto y empírico. Entre

mayor sea el IV, menor es el cambio de viscosidad con la temperatura.

Los valores de IV varían entre 0 y 100;

- I.V. Bajos: entre 0 y 50
- I.V. Moderados: entre 50 y 90
- I.V. Elevados: entre 90 y 150
- I.V. Excelentes: mayores de 150.

El índice de viscosidad está relacionado con la buena calidad del aceite. Su cálculo está basado en los valores de las viscosidades a 40°C (100°F) y 100°C (210°F), recurriendo a tablas.

4.2 Diseño de sistema de bodega:

En esta parte, propongo como obtener los mejores beneficios en el almacenamiento de productos en base a las características volumétricas de cajas de

cartón, baldes plásticos y, tanques metálicos. Así mismo, propongo varias normas básicas de mantenimiento de bodegas:

A continuación detallo sugerencias de almacenamiento de productos terminados:

a) Almacenamiento de cajas;

Almacenamiento de cajas en bodegas cubiertas, en ambiente secos y con buena ventilación: la humedad es uno de los factores que más afecta la resistencia y duración de las cajas en arrumes.

Arrume las cajas sobre las plataformas de madera ó, superficies elevadas del piso para protegerlas de la humedad, el derrame de líquidos y suciedades en general. Si el primer tendido falla por exceso de humedad la estabilidad del arrume se perderá, obteniendo como resultado un costoso derrumbamiento de cajas.

En los arrumes las cajas deben alinearse en forma vertical, de tal manera que la tapa de los litros ó galones estén en la parte superior de las cajas.

Deben coincidir sus cuatro esquinas, sin trabarlas entre sí. En las esquinas se concentran su mayor resistencia vertical de las cajas, si se arruman en columnas haciendo coincidir las esquinas, se obtendrá el máximo de aprovechamiento de esta propiedad.

Estructuralmente las cajas no pueden soportar un peso superior a 8 cajas, límite de arrume máximo que debe respetarse.

b) Almacenamiento de baldes;

Los baldes deben ser guardados en lugares cerrados y ventilados, evitando el sol directo y el calor ya que el excesivo calor ya que el material plástico se fragiliza.

Arrume los baldes en pallets de madera, separables del suelo, con lo que aislaríamos de consecuencias como: derrame del producto, goteras del tacho, otros.

Siempre arrume los baldes en posición vertical y al mismo tiempo señalando en la misma dirección.

Unicamente por tiempos limitados podemos agrupar hasta 3 baldes verticalmente. Se ha tenido experiencias desfavorables con este factor de acomodamiento, por lo que sugerimos sea de hasta dos baldes por altura.

Cuando almacenen los baldes en perchas hacerlos en pallets en grupos máximos de 5 x 4 x 2 baldes.

c) Almacenamiento de tanques;

Siendo preferible almacenar los tambores en ambientes secos y bajo techo, es imperativo tomar ciertas medidas de control cuando almacenamos tanques a la intemperie.

El sol radiante va deteriorando la pintura, lo que podría ocasionar una disminución en la visualización de los rótulos de identificación.

La lluvia es el principal factor para la contaminación de los tanques a la intemperie. La parte superior debe ser ubicada como fondo para no permitir la aspiración del agua que se estancaría sobre los tanques.

Se debe verificar que los tapones que poseen los tanques (los dos tapones de 2" y $\frac{3}{4}$ " respectivamente) y ajustados con un par de torque de 20 a 30 Lbf - pie.

Se debe almacenar los tanques en arrumes máximos de hasta tres pallets de altura, cada uno con cuatro tanques.

La velocidad máxima de transporte para montacargas cargados con tanques es de 15 Km / hora.

Si no contamos con plataformas o pallets, debemos inclinar los tanques de su posición vertical con una calzada ó taco de madera, esto impedirá que se acumule agua sobre los tanques.

A continuación detallo varias normas de mantenimiento de bodegas;

d) Normas de recepción de producto:

Los productos deberán ser recibidos por la bodega desde planta de mezcla, de tal manera que puedan reconocerse por su empaque y por su denominación.

Para la recepción de cajas, éstas deben ir completas y selladas, debidamente marcadas en su exterior para su distribución y reconocimiento.

En lo referente a baldes, éstos tener sellos de seguridad, pueden ser de plásticos ó de plomo. Debemos recibir los baldes completamente limpios de producto y suciedad.

Para la recepción de tanques, éstos deben ir rotulados con etiquetas en la parte superior indicando el nombre del producto y la características técnicas del mismo. Además, deberán poseer el logotipo ó marca correspondiente en la parte central de cada tanque, así como el sello de seguridad sobre cada tapón de drenaje.

e) Normas de presentación del producto:

Debemos hacer énfasis en la importancia que tiene la presentación de los lubricantes, que siendo de consumo masivo popular, requiere de un exhaustivo cuidado para mantener la correcta imagen que queremos proyectar del producto y de nuestra empresa.

Las cajas y baldes deberán llegar al consumidor final limpias y debidamente marcadas. Además, debemos verificar que no se encuentren incompletas, ni manchadas con producto derramado.

Los tanques no deben lucir golpeados u oxidados, deben estar debidamente rotulados.

Considero de gran importancia, para las personas que estén inmersas en el manipuleo y logística de despacho, el peso de los empaques de productos, expresados en libras, según lo detallamos:

- Cajas de cartón. 47 Lbs.
- Baldes de 5 galones 19 Lbs.
- Baldes de 10 galones 37 Lbs.
- Tanques de 55 galones 440 Lbs.

f) Normas de recuperación de producto.

Los productos que se devuelven, rechazan o simplemente se deterioran en la las bodegas deben

separarse para verificar su daño y proceder a su recuperación. Deberemos notificar el daño a la brevedad posible debido a que en la mayoría de los casos el producto está escapándose y por ende perdiéndose paulatinamente.

g) Rotación en la entrega de productos:

Al recibir los productos que ingresarán a las bodegas, éstos deben almacenarse por grupos de tal manera que se utilicen primero los más antiguos.

Para ellos es conveniente memorizar la fórmula FIFO (del inglés, First in, First out) que significa lo primero que entra es lo primero que debe salir.

4.2 DIAGRAMA DE PERT, DEL PROCESO DE MONTAJE DE PLANTA MEZCLADORA.

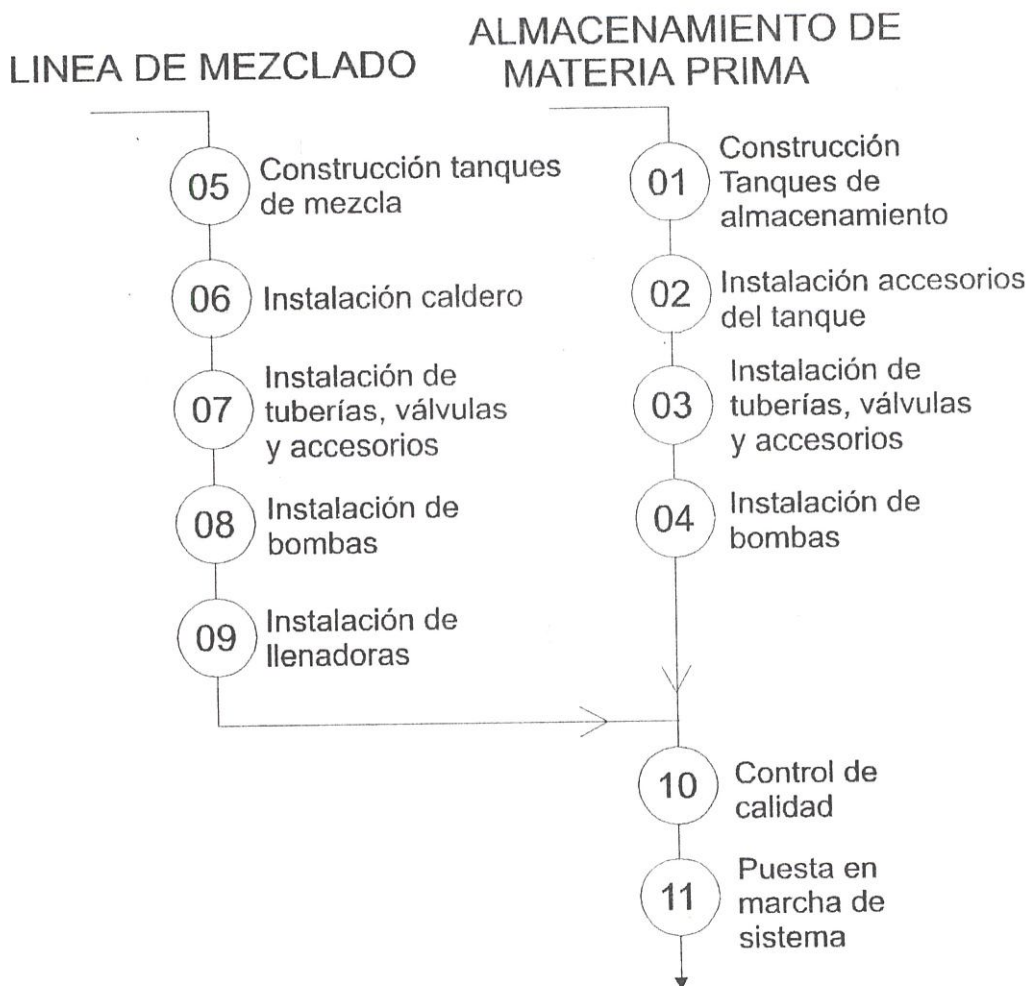


Figura No.4 Diagrama de Pert del proceso de montaje

CAPITULO V

5.1 ANALISIS TECNICO Y ECONOMICO DE LA FACTIBILIDAD DE LA PLANTA:

Si bien no forma parte del proceso de diseño, he considerado conveniente incluir en este capítulo final de la presente tesis, la lista de equipos, tanques, bombas, accesorios, otros, necesarios para la instalación de la planta en cuestión.

Además, propongo también un presupuesto no definitivo de los costos de materiales y, mano de obra correspondientes a los trabajos de instalación, con el objetivo de brindar una información más completa al respecto y, poder tener una idea de la inversión

necesaria para instalar una planta mezcladora de aceites lubricantes en los actuales momentos.

5.1.2 Listado de equipos en general y accesorios:

Por conveniencia, lo he dividido en tres grandes grupos, los que detallo a continuación;

Tanques de almacenamiento y mezclado: Comprende los tanques propiamente dichos, con sus correspondientes bases, soportes y, sistema de calentamiento.

Equipos requeridos: Comprende, Caldero, bombas, llenadoras.

Tuberías y Accesorios: Esta parte corresponde no sólo a la tubería, sino válvulas, codos, tees, bridas, reducciones, otros.

En la **tabla No. 5.1** detallamos listado de accesorios para cada uno de los grupos, indicando la unidad y cantidad total para cada rubro.

5.1.3 Presupuesto Tentativo:

Así mismo, en la tabla No. 5.2 propongo un presupuesto preliminar en donde considero lo referente a equipos y materiales requeridos, como lo referente a la mano de obra.

TANQUES	UNIDAD	CANTIDAD
Tanques de almacenamiento	1	4
Tanques de mezcla	1	4
EQUIPOS REQUERIDOS		
Caldero	1	1
Bomba principal	1	2
Bombas de mezclado	1	4
Llenadoras	1	3
ACCESORIOS DE TUBERÍA		
Tubería de 6" Ced 40	m.	80
Tubería de 4" Ced 40	m.	100
Tubería de 2½" Ced 40	m.	331
Codo de 6"	1	2
Codo de 4"	1	8
Codo de 2½"	1	95
Válvula de Compuerta de 6" (bridada)	1	7
Válvula cheque de 6" (bridada)	1	1
Válvula de compuerta de 4" (Bridada)	1	4
Válvula de compuerta de 2½" (Bridada)	1	248

TABLA No. 5.1 Listado de equipos y accesorios

Considero que es importante destacar, que los valores asignados a cada rubro corresponden a precios referenciales a la fecha de terminado el presente proyecto y no deben ser considerados como definitivos.

TANQUES	COSTO (\$.)
Costos de tanques de almacenamiento (4)	95,000
Costo de tanques de mezcla (4)	11,000
Montaje de tanques	6,000
Sub-Total	112,000
EQUIPOS REQUERIDOS	
Costo de caldero	25,000
Costo de bombas (6)	10,000
Costo de llenadoras (3)	12,000
Montaje e instalación de equipos	4,500
Sub-Total	51,500
ACCESORIOS DE TUBERIA	
Costo de línea de 6" (completa)	3,040
Costo de línea de 4" (completa)	2,300
Costo de línea de 2½" (completa)	4,631
Costo total de válvulas, codos.	35,000
Costo de instalación de accesorios y tuberías	2,500
Sub-Total	47,471
TOTAL GENERAL INVERSION (\$.)	210,971

TABLA No. 5.2 Presupuesto Tentativo

5.1.4 Análisis económico:

A continuación, deseo realizar el análisis respectivo de la instalación de la planta de aceites propuesta:

Inversión del proyecto, aproximadamente: \$ 900,000.

- Costo del terreno: \$ 200,000 (Estimado)
- Costo instalaciones civiles, vehículos, otros:
\$500,000 (Estimado)
- Costo de planta aceite: \$ 210,000 (Calculado)

Volúmenes de ventas proyectado para el primer año:
2,500,000 galones.

Costo promedio del galón de aceite (P.V.): \$ 2.20

Ventas proyectadas en dólares, primer año:
\$5,000,000

Utilidad Neta esperada de las ventas: 15 %

Utilidad en el primer año: \$ 825,000

Sí consideramos que la instalación y puesta en marcha de la planta, nos tomará aproximadamente nueve meses, esto implica que el retorno de la inversión la realizaremos antes del tercer año, esto es, 21 meses.

CONCLUSIONES

El presente tema de tesis se basó exclusivamente en el proceso que seguí para diseñar y dimensionar los diferentes componentes que se requieren para instalar una planta mezcladora de aceites lubricantes, además, de un estudio del mercado ecuatoriano en materia de lubricantes, el mismo que nos permite tener una idea más amplia de la necesidad de instalar una quinta planta de aceites lubricantes, para atender principalmente marcas de aceites que no cuentan con la misma, incluso, poder comercializar con otros países, tales como Perú, Colombia, entre otros, aprovechando las buenas relaciones por la que estamos

atravesando con los vecinos países. Finalmente, realice un análisis económico de la factibilidad de instalar la planta en cuestión.

A continuación deseo resumir las principales conclusiones de la presente tesis:

1. A pesar de la difícil situación económica y política por la que atravesamos, considero que nuestro país esta en plena capacidad de efectuar un proyecto de esta magnitud, además, de la instalación y montaje del mismo, contando con personal y mano de obra calificada.
2. Considero que he demostrado en el capítulo No. 5, que es bastante factible económicamente, instalar una quinta planta mezcladora de aceites en nuestro país. Como podemos apreciar en él capítulo en mención, el retorno de la inversión se lo hará antes del tercer año, lo que lo convierte en un negocio muy rentable, incluso, debemos tomar en cuenta que el mantenimiento de este tipo de planta no es costoso.

3. Por otro lado considero que existe la probabilidad de mezclar marcas de aceites que actualmente cuentan con planta propia, por razones, que sus instalaciones podrían estar actualmente obsoletas. De esto darse, podríamos pensar hasta en una fusión de plantas mezcladoras, manteniendo las marcas de aceites por separado, esto con el único objetivo de no perder el posicionamiento de marca ganado en el mercado.
4. Así mismo, considero acertada la decisión de instalar la planta de aceites en la ciudad de Guayaquil, por las razones mencionadas en el Capítulo No. 1.
5. Finalmente, creo conveniente el que se sepa seleccionar tanto el terreno, como los gastos que se incurran en las diferentes instalaciones civiles, vehículos, otros, ya que representa aproximadamente el 70 % del costo total de la instalación de una planta, lo que significa, que podríamos recuperar la inversión en menos tiempo de lo proyectado, si logramos disminuir considerablemente los gastos antes mencionados.

RECOMENDACIONES

A continuación, deseo recomendar los siguientes puntos:

1. Como lo expuse en el Capítulo 3, punto 3.3, recomiendo utilizar un aceite térmico como fluido de transferencia de calor, en vez de vapor, debido a que no se requerirá de altas temperaturas, además, la instalación y mantenimiento de un caldero con aceite térmico es más económico comparado con uno de vapor.

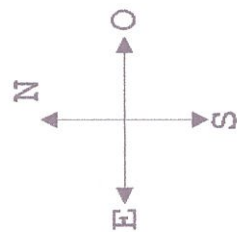
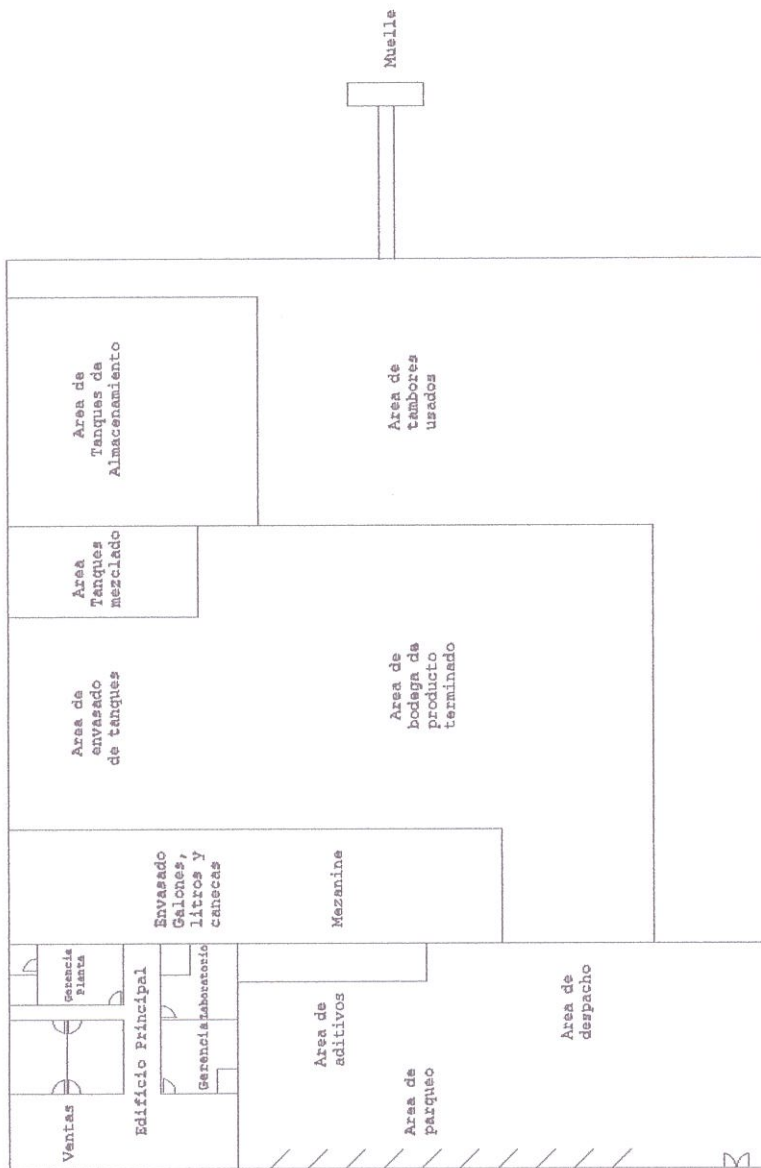
2. Considero necesario instalar un generador de

emergencia que alimente de energía a la planta, en el momento de requerirla.

3. Así mismo, considero necesario instalar un sistema contra incendio en la planta, para lo cuál sugiero revisar la tesis de grado del Ing. George Karovac, la misma que basa en un sistema contra incendio de una planta de aceites.
4. Finalmente, recomiendo se realicen estudios ingenieriles para la instalación y montaje de un muelle, para recibir los barcos que transportan el aceite básico.

APENDICES

- | | |
|------------|--|
| APENDICE A | Plano General de las instalaciones |
| APENDICE B | Plano de Area de Tanques |
| APENDICE C | Esquema de Tanques de Almacenamiento |
| APENDICE D | Esquema de Tubería principal del sistema |
| APENDICE E | Esquema de Tubería de línea de envasado |
| APENDICE F | Esquema de tanque de mezcla |
| APENDICE G | Esquema general de la Planta de aceite. |



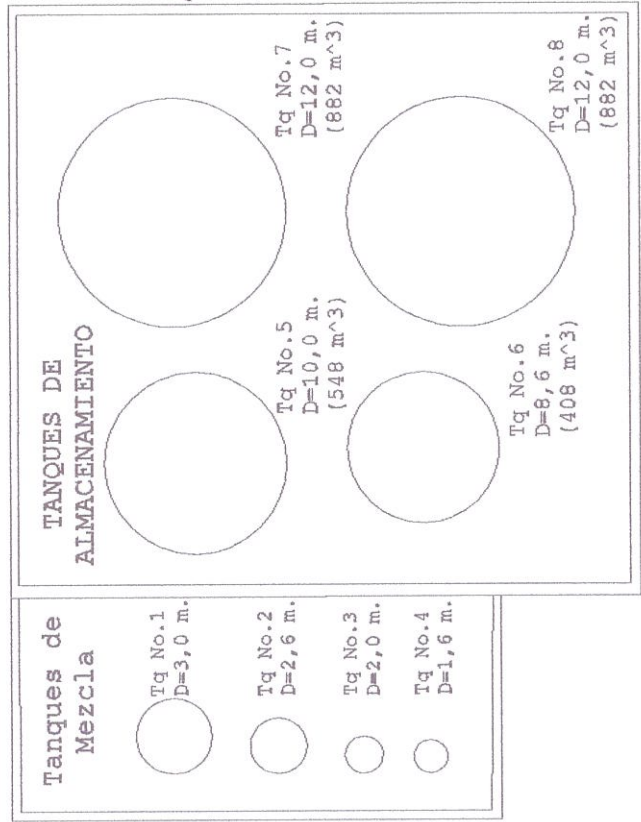
E.S.P.O.L.

Alberto Reyes Loor

Esquema general
Apéndice A de planta

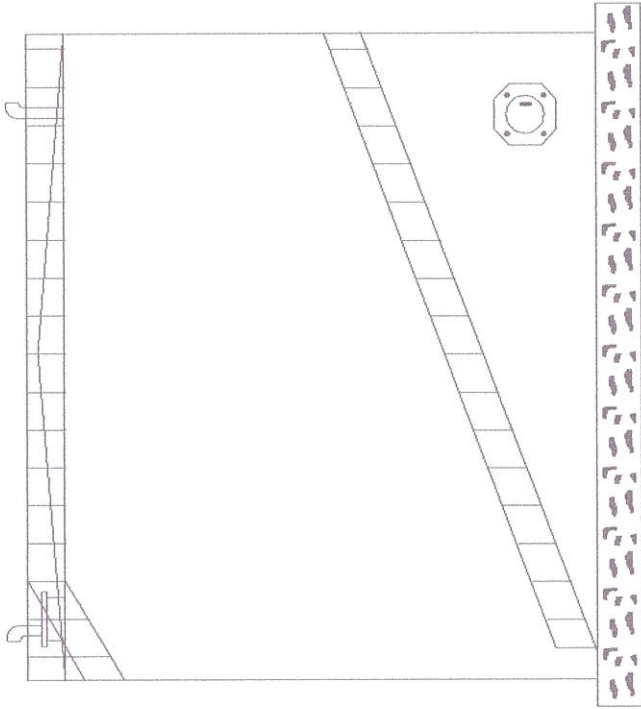
Fecha: Mayo/99 Escala: 1:100

Muro de contención
contra derrames de
1 m. de alto



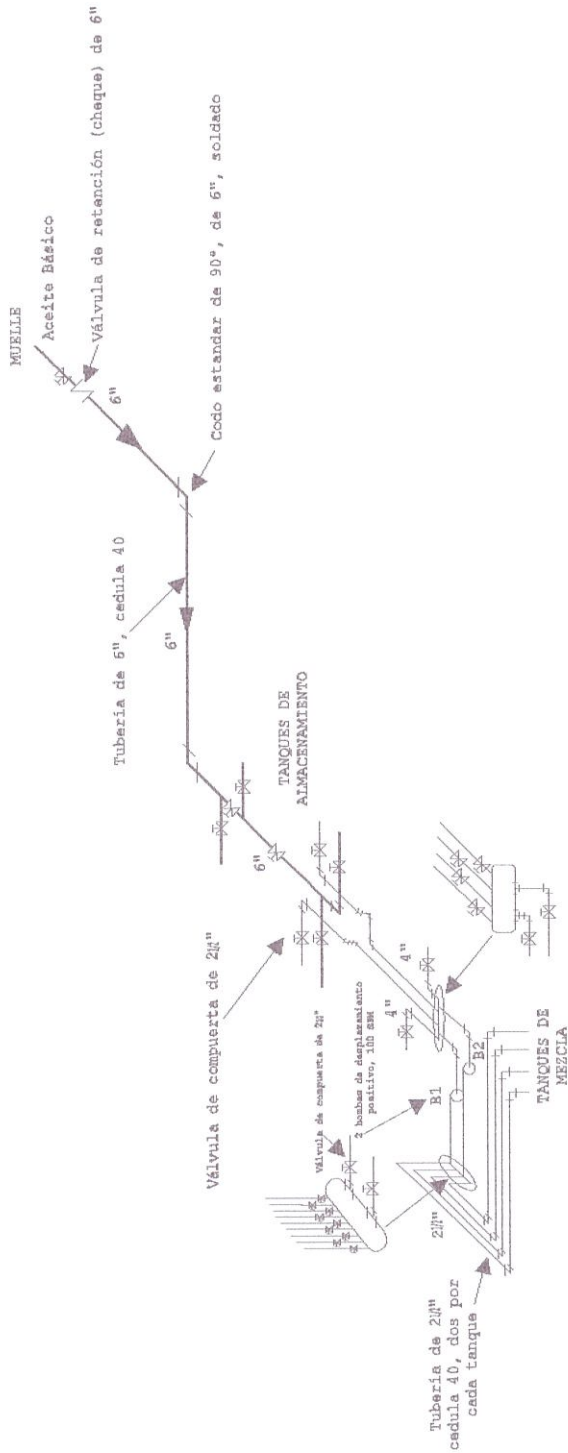
E.S.P.O.L.			
Alberto Reyes Loor			
Apéndice B		Plano de Área de Tanques	
Fecha:	Mayo/99	Escala:	1:20

AREA DE TANQUES



Tanque de Almacenamiento
(Tq No. 6)

E.S.P.O.L.	
Alberto Reyes Loor	
Apéndice C	Esquema de tanque de almacenamiento
Fecha: Mayo/99	Escala: 1:10

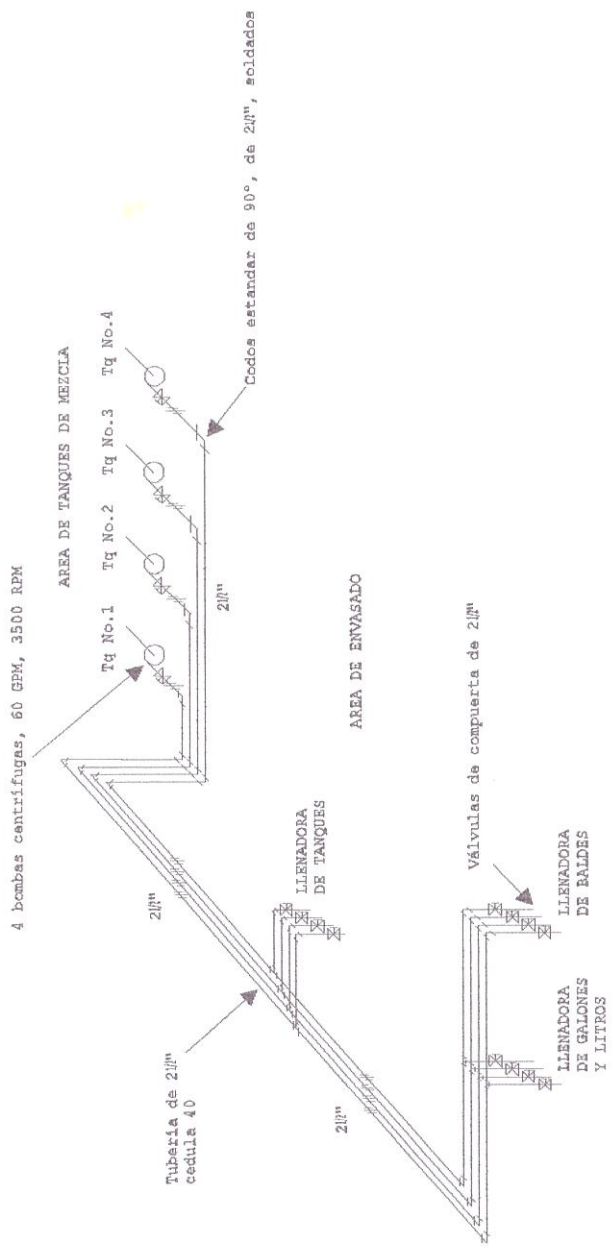


ESQUEMA DE TUBERIA PRINCIPAL

E.S.P.O.L.

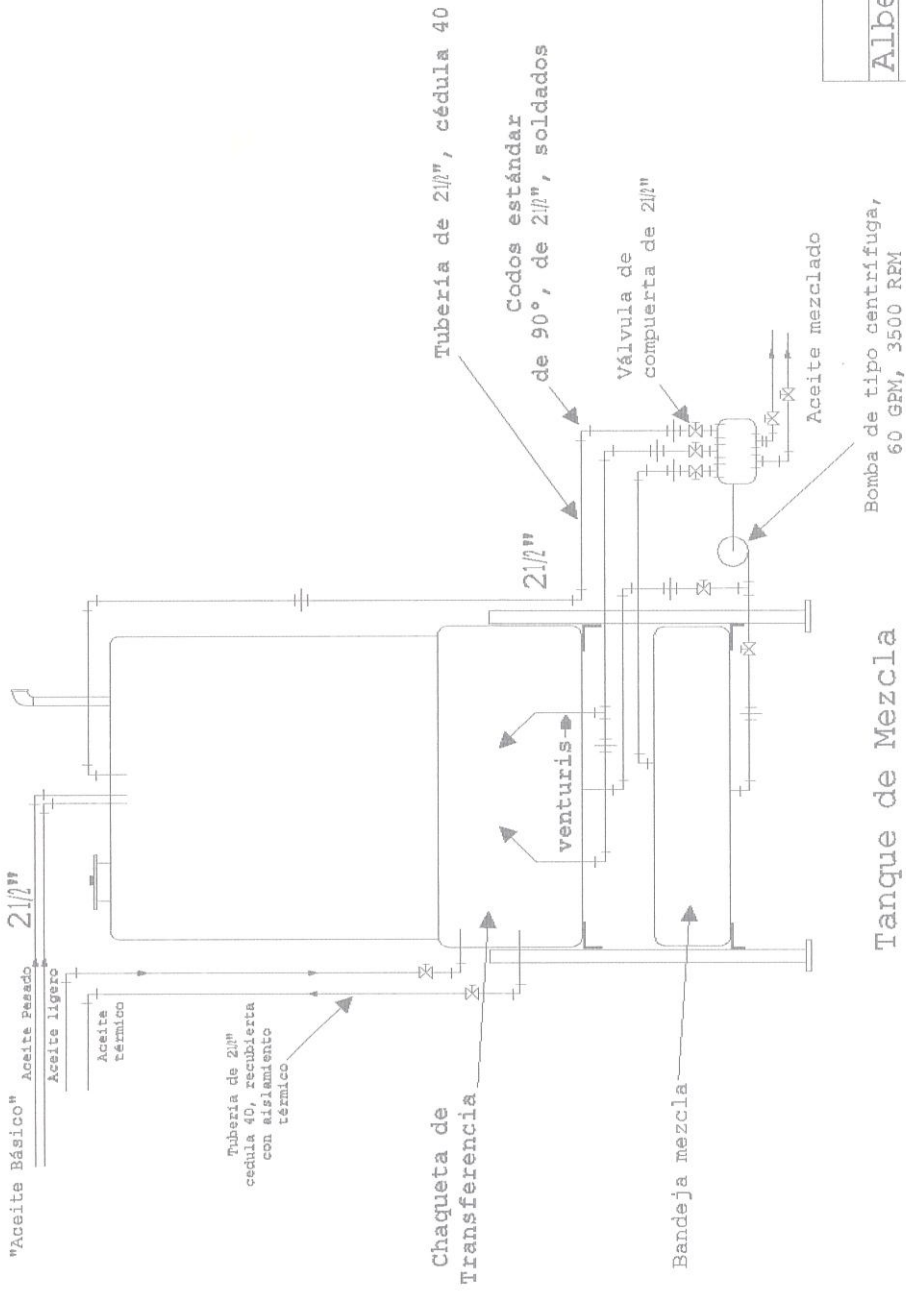
Alberto Reyes Loor

Apéndice D		Esquema de Tubería principal "Tanques Almacenamiento"	
Fecha:	Mayo/99	Escala:	1:100



ESQUEMA DE LINEA DE ENVASADO

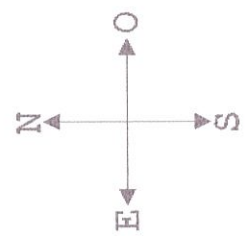
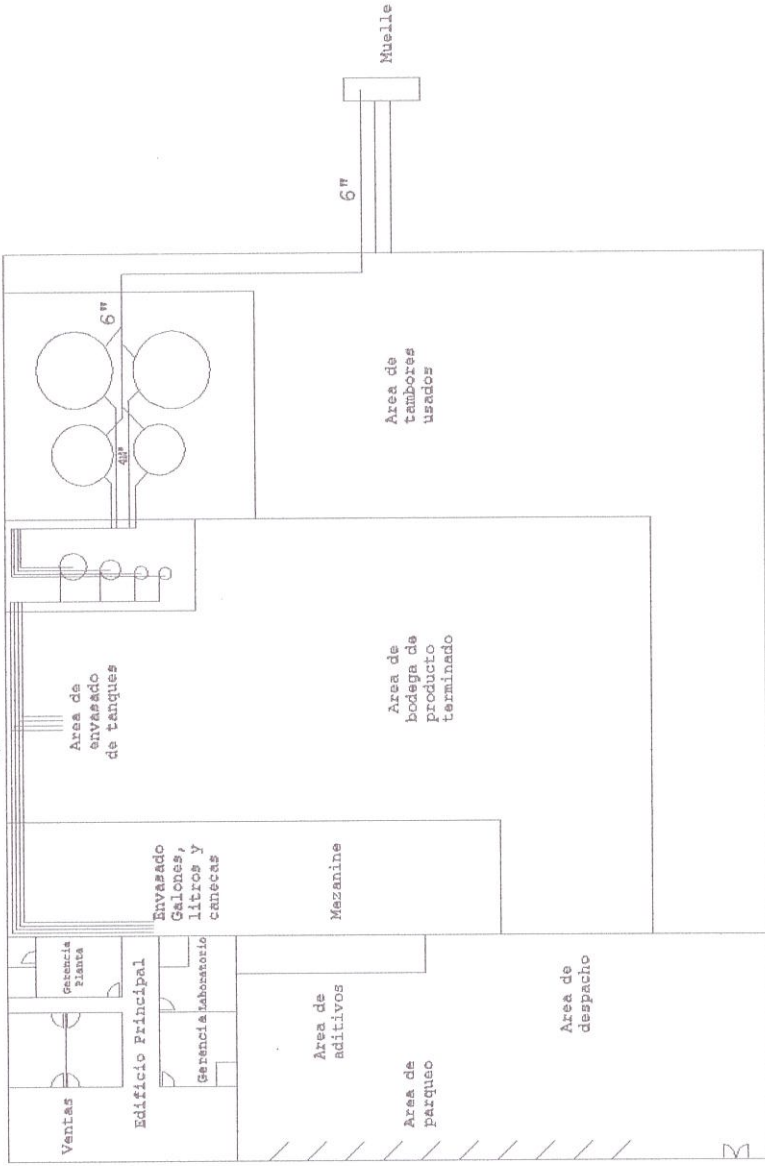
E.S.P.O.L.	
Alberto Reyes Loor	
Apéndice E	Esquema de Tubería "Línea de envasado"
	Fecha: Mayo/99 Escala: 1:50



Tanque de Mezcla
(Tq No. 3)

E.S.P.O.L.		
Alberto Reyes Iloor		
Apéndice F	Esquema de Tanque Mezcla	
Fecha: Mayo/99	Escala: 1:50	

217

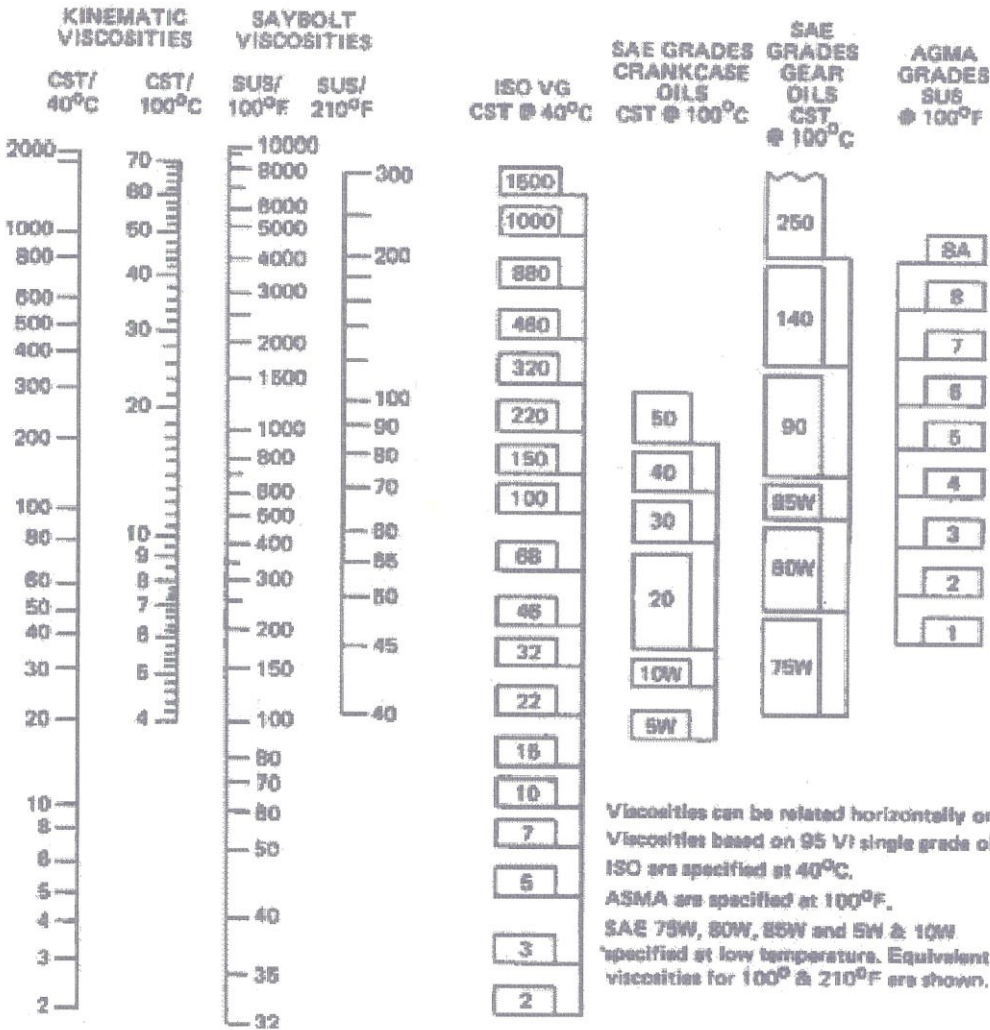


E.S.P.O.L.	
Alberto Reyes Loor	
Apéndice G	Esquema general de planta
Fecha: Mayo/99	Escala: 1:100

ANEXO

ANEXO 1 Escala comparativa de clasificaciones
de viscosidad de aceites lubricantes.

ANEXO 1. ESCALA COMPARATIVA DE CLASIFICACIONES DE VISCOSIDAD DE ACEITES LUBRICANTES.



BIBLIOGRAFIA

1. CRANE. Flujo de Fluidos en válvulas, accesorios y tubeías, McGraw-Hill, México, 1989.
2. SHIGLEY, J.E. & MISCHKE, R. Diseño en Ingeniería Mecánica, McGraw-Hill, México, 1990.
3. LUBRIZOL. Ready Reference for Lubricant and Fuel Performance, Lakeland Boulevard, E.E.U.U., 1998.
4. KENNETH J. Mechanic Engineeri Hand Book, E.E.U.U., 1962.
5. HÜTTE. Manual del Ingeniero, Editorial Gustavo Gill, S.A. Barcelona, capítulo 4, 1957.
6. U.S. NAVAL INSTITUTE. Energy Analysis of Naval machinery, Maryland, capítulo 20, 1950.