

INDICE

TEMA	PAG
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO.....	4
CAPITULO I FUNDAMENTO TEÓRICO	
1.1 Aguas Residuales.....	6
1.2 Contaminantes Básicos del Agua.....	6
1.3 Contaminación por Crudo.....	7
1.4 Procesos Primarios de Refinación de Petróleo.....	8
1.5 Desalación del Crudo.....	10
1.5.1 Descripción del Proceso de Desalado.....	12
1.5.2 Descripción del Flujo Típico en el Proceso de Desalado.....	14
1.6 Sistemas de Tratamiento Convencionales.....	15
1.6.1 Principales Métodos Utilizados en el Tratamiento de Agua de Refinerías.....	16
1.7 Clarificadores DAF.....	20
1.7.1 Operación del Sistema.....	20
CAPITULO II DESARROLLO DEL PROYECTO	
2.1 Antecedentes.....	24
2.2 Problemática a Abordar.....	28
2.3 Caracterización del Departamento de Protección Ambiental.....	30
2.4 Propuesta del Sistema de Recuperación de Hidrocarburo.....	31
2.5 Cálculo y Dimensionamiento de los Equipos.....	35
2.5.1 Cálculo del Tanque Homogenizador.....	35
2.5.2 Cálculo para la Homogenización de la Concentración de Grasas y Aceites.....	39
2.5.3 Cálculo para el Diseño del Tanque de Sedimentación.....	43
2.5.4 Cálculo del Sistema de Flotación.....	49
2.6 Localización del Sistema dentro de la Refinería.....	52

CAPITULO III RESULTADOS

3.1 Esquemas y Dimensionamiento de los Equipos.....	54
3.1.1 Tanque de Homogeneización.....	54
3.1.2 Tanque de Sedimentación.....	58
3.1.3 Sistema de Flotación.....	61
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFIA.....	66
ANEXOS.....	67

Agradecimientos:

A mis padres:

Por todo el apoyo que me han brindado en cada minuto mi existencia, por ser unos padres excepcionales y darme lo mejor, su tiempo, desvelos, preocupaciones, alegrías y sus consejos puntualmente acertados, de verdad gracias. A ustedes les debo todo y doy gracias a Dios de tenerlos conmigo para compartir estos momentos maravillosos, los Amo, son mi fuerza, ejemplo y mi mayor alegría.

A mis Hermanos:

Por estar siempre al pendiente de mi, por su apoyo incondicional, sus consejos y el aliento de seguir adelante, por la familia maravillosa que hemos formado, y el cariño que nos tenemos, de verdad muchas gracias por creer en mi, y cuidar mis pasos.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

En la sociedad actual el petróleo y sus derivados son imprescindibles como fuente de energía y para la fabricación de múltiples productos de la industria química, farmacéutica, alimenticia, etc.

Por otro lado, alrededor del 0,1 al 0,2% de la producción mundial de petróleo acaba vertido al mar. El porcentaje puede parecer no muy grande pero son casi 3 millones de toneladas las que acaban contaminando las aguas cada año, provocando daños en el ecosistema marino.

La mayor parte del petróleo se usa en lugares muy alejados de sus puntos de extracción por lo que debe ser transportado por barcos petroleros u oleoductos a lo largo de muchos kilómetros, lo que provoca espectaculares accidentes de vez en cuando. Estas fuentes de contaminación son las más conocidas y tienen importantes repercusiones ambientales, pero la mayor parte del petróleo vertido procede de tierra, de desperdicios domésticos, automóviles y gasolineras, refinerías, industrias, etc.

Se han ensayado distintas técnicas para limitar o limpiar los vertidos del petróleo. Pronto se comenzaron a usar detergentes y otros productos, pero en el accidente del Torrey Canyon se comprobó que los productos de limpieza utilizados habían causado más daño ecológico que el propio petróleo vertido.

Actualmente se emplean productos de limpieza menos dañinos y diferentes técnicas y maquinarias, como barreras flotantes, sistemas de recogida, etc., que en algunos casos pueden ser bastantes eficaces, aunque no son la solución definitiva. Evitar la contaminación es la única solución verdaderamente aceptable.

Este trabajo presenta una propuesta de un sistema de recuperación de hidrocarburos del agua de salida de las desaladoras, que son equipos utilizados

en los procesos primarios de refinación del petróleo, y por el cual se incorporan grandes cantidades de hidrocarburo a los efluentes de la planta. Además de la propuesta, se hace el cálculo y dimensionamiento de cada uno de los equipos que integran el sistema.

En el capítulo I, se aborda el fundamento teórico del trabajo, todo lo que se necesita saber para tener una visión profunda del problema y de las posibles soluciones de este. El capítulo II se enfoca más al problema a tratar y se desarrolla la propuesta de solución. En el capítulo 3 se presentan los esquemas y el dimensionamiento de los equipos del sistema.

OBJETIVO

Realizar el cálculo y dimensionamiento de un sistema de tratamiento para los efluentes de las desaladoras de la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas”, que permita recuperar al menos el 85% de los hidrocarburos presentes.

CAPITULO I

FUNDAMENTO TEORICO

CAPITULO I

FUNDAMENTO TEORICO

1.1 AGUAS RESIDUALES

Con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el ahorro y uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su reuso. (Art. 92 LGEEPA).

Se le denominan **Aguas Residuales** a las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas. Y **Carga Contaminante** a la cantidad de un contaminante, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.

1.2 CONTAMINANTES BASICOS DEL AGUA

Los Contaminantes básicos del agua son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. En lo que corresponde a la Norma Oficial Mexicana (NOM-001-SEMARNAT-1996) se consideran los siguientes:

- Grasas y aceites
- Materia flotante
- Sólidos sedimentables
- Sólidos suspendidos totales
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

- Nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl, de nitritos y de nitratos, expresadas como mg/litro de nitrógeno)
- Fósforo total
- Temperatura
- pH.

Descarga se le llama a la acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

1.3 CONTAMINACION POR CRUDO

Las descargas accidentales y a gran escala de petróleo líquido son una causa de contaminación de las costas. Los casos mas espectaculares de contaminación por crudo suelen estar a cargo de los barcos superpetroleros empleados para transportarlos, pero hay muchos otros barcos que vierten también petróleo, y la explotación de las plataformas petrolíferas marinas supone también una importante aportación de vertidos.

La contaminación por crudo consiste en contaminar el hábitat con cualquier hidrocarburo líquido. Se trata de una de las formas mas graves de contaminación del agua, y el término se emplea sobretodo en relación con el vertido de petróleo al medio ambiente marino; en este caso, la masa que se produce tras el vertido y que flota en el mar se conoce con el nombre de marea negra.

Solo un 10% del petróleo que va a parar al mar procede de accidentes marinos. Otras fuentes son la atmósfera, la filtración natural, la contaminación de los ríos, las refinerías de petróleo situadas en la costa, las plataformas petrolíferas marinas, descargas operativas de petroleros y otras causas (como el vertido en el

Golfo Pérsico durante la Guerra del Golfo en 1991, que se estima en unas 460.000 toneladas).

El petróleo vertido en el medio ambiente marino se degrada por procesos físicos, químicos y biológicos. Al principio, un vertido de petróleo se extiende con rapidez sobre la superficie del mar, y se divide en una serie de “hileras” paralelas a la dirección del viento dominante. La evaporación se produce rápidamente: los compuestos volátiles se evaporan en unas 24 horas. Las manchas de petróleo ligero se pueden perder hasta un 50% en cuestión de horas. Las fracciones remanentes de petróleo mas pesadas se dispersan en el agua en forma de pequeñas gotas, que terminan siendo descompuestas por bacterias y otros microorganismos. En algunos casos se forma una emulsión de agua en petróleo, dando lugar a la llamada Mouse de chocolate en la superficie.

En el mar, la contaminación por crudo es sobre todo dañina para los animales de superficie, en especial para las aves marinas, pero también para los mamíferos y reptiles acuáticos. El petróleo daña el plumaje de las aves marinas, que también pueden ingerirlo al intentar limpiarse. En la costa hay ciertos hábitats especialmente vulnerables y sensibles a este tipo de contaminación. Estos incluyen los corales, las marismas, y los manglares. La contaminación por crudo también puede ser muy dañina para los cultivos marinos (en particular para las jaulas de salmones y las bandejas de ostras) y para los centros recreativos, como las playas y los centros de deportes acuáticos.

1.4 PROCESOS PRIMARIOS DE REFINACION DE PETROLEO

El petróleo crudo no tiene uso; es por eso que se somete a un proceso de conversión de energía primaria a secundaria llamado refinación. Se conoce como refinación del petróleo, al conjunto de procesos que se aplican al petróleo crudo con la finalidad de separar sus componentes útiles y además, adecuar sus

características a las necesidades de una sociedad en cuanto a productos terminados.

La refinación del petróleo crudo se lleva a cabo en diferentes etapas para poder obtener los diferentes productos energéticos, con la calidad con la que se consumen cotidianamente. La función de una refinería, es transformar el petróleo en productos derivados que satisfagan la demanda en calidad y cantidad. Cabe destacar, que tal demanda es variable con el tiempo, tanto en el volumen total de derivados como en su estructura por productos.

La industria de refinación de petróleo encierra una serie de procesos físicos y químicos a los que se somete el petróleo crudo para obtener de él por destilación y transformación química, los diversos hidrocarburos o las familias de hidrocarburos.

Dependiendo del tipo de petróleo a procesar y de las necesidades de productos terminados, la estructura de una refinería puede cambiar, sin embargo, las operaciones que se presentan más frecuentemente son:

- Destilación primaria o atmosférica,
- Destilación secundaria o al vacío,
- Desintegración térmica,
- Desintegración catalítica y
- Otros procesos de refinación
- Reducción de viscosidad
- Reformación de naftas
- Desulfuración (hidrodesulfuración)
- Fraccionamiento de líquidos
- Alquilación
- Isomerización, etc.

PEMEX- Refinación, es el organismo responsable de la producción distribución y comercialización de petrolíferos en todo el territorio mexicano. Los anteriores procesos se llevan a cabo a través del Sistema Nacional de Refinación, el cual se integra por:

- 6 Refinerías (Cadereyta, Madero, Tula, Salamanca, **Minatitlán** y Salina Cruz) con una capacidad conjunta de refinación equivalente a 1,560 millones de barriles por día de destilación atmosférica;
- 12,670 kilómetros de oleoductos (para el transporte de petróleo crudo) y poliductos (para el transporte de productos terminados como gasolinas y diesel);
- 77 terminales terrestres y 15 terminales marítimas para el almacenamiento y distribución de los hidrocarburos combustibles en todo el territorio nacional.

1.5 DESALACION DEL CRUDO

En este trabajo se abordará el tema del desalado del crudo y en específico de los equipos para desalar (desaladoras). El propósito de las desaladoras es eliminar la sal y otras impurezas del crudo, para evitar que se depositen en los equipos de proceso de destilación, estas sales (cloruro de sodio, magnesio y calcio) normalmente se disuelven en el agua residual contenida en el crudo, la cual se encuentra en forma de gotas pequeñas, ampliamente dispersas en el crudo. Eliminar esta agua mediante asentamiento por gravedad resultaría prácticamente imposible, la forma de realizar lo anterior es mediante el uso de equipos de desalado.

Además del agua, todos los crudos contienen materiales sólidos como son. arenas, carbón y azufre, como impurezas o contaminantes. Estas contaminantes pueden ser arrastrados por las pequeñas gotas de agua dispersas en el crudo y eliminarse en el desalado.

Los contaminantes del crudo (sales, agua y sólidos) si no son eliminados, causan serios problemas en los diferentes equipos de la planta, ya sean bombas, cambiadores de calor, calentadores e incluso en las torres de destilación, disminuyendo los tiempos de corrida de las unidades de destilación primaria.

La sal contenida en el crudo puede causar los efectos siguientes:

1.- Transformarse en ácido, causando una corrosión en líneas de proceso, cambiadores, acumuladores, calentadores y torres de destilación durante la operación.

2.- Favorecer la formación de carbón en los calentadores.

3.- Junto con los sólidos en suspensión en el crudo, reducen la eficiencia térmica en los cambiadores de calor por:

- Depositarse en el interior del tubo, en forma de películas o capas
- Taponar los tubos de los cambiadores de calor, representándose los tubos libres.
- En los calentadores se presenta el mismo efecto que en los cambiadores de calor, pero como estos equipos están sometidos a fuego directo, el inconveniente es mayor, pues al haber depósitos en el área interior del tubo, el crudo le quita poco calor, pues la transferencia total de calor está interferida por el depósito, apareciendo lo que llamamos “puntos calientes” sobre todo en la sección de radiación de los calentadores.

La industria de refinación de petróleo, tiene en las llamadas desaladoras (coalescedores electrostáticos o precipitadores electrostáticos) la base para purificar el petróleo crudo, quitándole las sales y sedimentos de origen, que producen corrosión asociados con un residuo aproximado de 3% BS&W (BASIC

SLUDGE & WATER) o sea, sedimento básico y agua en el petróleo crudo de los campos de explotación.

En el proceso de desalinación o desalado electrostático, por medio de una mezcla íntima de aproximadamente 5% de agua fresca con petróleo crudo caliente, se hace la separación de los elementos de contaminación, reduciéndolos a cantidades bajas. Este efecto se lleva a cabo a temperaturas que fluctúan en los 120°C. y aproximadamente 14 Kgr/cm². en recipientes de alta presión, generalmente cilindros horizontales de 3.6 M de diámetro por 18.3 M de longitud. Estos equipos están diseñados para operar en forma continua, por períodos de 5 años.

1.5.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE DESALADO

La emulsión que entra al recipiente es heterogénea, las gotitas acuosas desunidas son distribuidas, la mayoría de estas gotitas tienen de 1 a 10 micrones de diámetro y en orden de magnitud más pequeñas de lo que puede distinguirse a simple vista, estas pequeñas gotas responden a la influencia del campo eléctrico casi instantáneamente.

La acción interior del campo aplicado y las gotitas deformadas y polarizadas dan como resultado una destrucción intergota de intensidad y dirección variable. Las gotitas individuales, propulsadas por la acción interior del campo resultante y su desequilibrada distribución de cargas, chocan con otras gotitas que se mueven opuestamente bajo su respectiva fuerza de propulsión.

El campo origina la concentración de cargas, alargamiento de las gotas en forma esferoide ovalada y se promueve el contacto agua/agua por estiramiento del material "interfacial" en los polos de las gotitas. Si la fuerza eléctrica de atracción aplicada es suficiente, permitirá que las fuerzas intermoleculares de atracción de

los sistemas agua/agua sean efectivos, las gotitas, como consecuencia, se condensan en gotas más grandes.

Debido al flujo irregular turbulento, que está entrando al recipiente, el proceso de coagulación y coalescencia, tiene una asociación más íntima, activado por el fenómeno de acción interior del campo, lo anterior promueve la condensación hasta que el campo, estáticamente disminuye o se atenúa, esto ocurre cuando las gotas tienen una distancia aproximadamente de 8 veces su diámetro, cuando una gota crece, ésta se acerca a un tamaño crítico en donde recibe un campo de coalescencia (precipitación) causando que las gotas reciben unafilamiento abrupto emitiendo una serie de finas gotitas que son mucho mas pequeñas que la gota pariente, la dispersión atenúa al tamaño de las gotas. El tamaño de las gotas varía de acuerdo con la tensión interfacial y es reciproca al cuadrado del gradiente eléctrico (KV/cm)

Los gradientes generalmente aplicados, tienen variaciones de 0.5 a 5.0 KV/cm, valores más altos conducen a una eficiencia reducidamente marcada, pues disipan la fuerza de coalescencia y aumenta la ruptura de las gotas más grandes. La coalescencia en un campo eléctrico, es operativa en cualquiera de los dos sistemas eléctricos AC (corriente alterna) o DC (corriente directa), ocurriendo en el espacio abierto entre los electrodos.

El sistema de corriente alterna (AC), tiene la ventaja de un costo más bajo en el equipo y la estructura de los electrodos, para economía en la operación.

El petróleo crudo tiene una conductividad muy alta (10^9 mho/cm) lo anterior sujeta al volumen mínimo de aceite que pasará por el campo eléctrico. Para aumentar el porcentaje de coalescencia y la separación de fase, la viscosidad del aceite es reducida por calentamiento y la vaporización consecuente que pudiera interferir con el asentamiento del líquido y original mal funcionamiento del sistema eléctrico, está prevenido por medio de la presión interna en el tanque. El

calor es beneficioso en la desestabilización de la emulsión, pero dañino porque aumenta la conductividad del aceite originando cargas eléctricas parasitarias.

1.5.2 DESCRIPCION DEL FLUJO TIPICO EN EL PROCESO DE DESALADO

El crudo fluye de la bomba de carga a través de los cambiadores de calor de precalentamiento, entrando a la desaladora, con un rango de temperatura determinado (90-105°C). Por la calidad de crudo.

El demulsificante químico, si se especifica es agregado al crudo, inyectándose mediante una bomba dosificadora con un rango de (0 a 2 quarts/1000 barriles) 0.1.982 lts/158.932 lts de crudo. La solución química normalmente deberá ser inyectada en la succión de la bomba de carga de crudo o bien en un punto, antes de los precalentadores.

La sosa cáustica, cuando se requiere, es inyectada al flujo de crudo, mediante una bomba dosificadora adelante de la válvula mezcladora, el rango de inyección es una función de la concentración cáustica y acidez del crudo, pero deberá ser menor de (10lbs NaOH/1000 bls. de crudo) 4.5 Kgr/158.982 lts. de crudo .

El agua de proceso es agregada al crudo, inyectándose adelante de la válvula mezcladora, por medio de una bomba de agua a un rango del 5 al 8% por volumen, del volumen del flujo del crudo, en adición a esto, deberá preverse una inyección adicional de 1 a 2% de agua de proceso en la succión de la bomba de carga de crudo o sobre el flujo que viene de los precalentadores de carga.

La mezcla de crudo, agua, sosa y demulsificante químico, fluye a través de la válvula mezcladora, la cual emulsiona íntimamente el agua y los productos químicos con el crudo. La energía requerida a través de la válvula mezcladora para un eficiente desalado es determinada solamente por el entrenamiento y el

método se describe en el procedimiento de arranque. La caída de presión en esta válvula, usualmente es del rango de (10 psi a 30 psi) 0.703 a 2.109 Kgr/cm².

En el recipiente de la desaladora, la emulsión fluye a través de los cabezales de distribución y arriba del campo eléctrico formado por la diferencia de potencial de los electrodos. En la parte superior y por exterior, los transformadores mantienen esta diferencia de potencial.

La acción del campo de alto potencial, en la emulsión de agua y aceite brevemente se describe como sigue: Cada gota de agua entrando al campo, es atraída por una gota vecina y en un corto tiempo, relativamente son formadas grandes gotas y por coalescencia (precipitación) caen, las gotas así formadas tienen suficiente masa para caer a través del crudo y asentarse en la capa de agua acumulada y mantenida en el fondo del recipiente.

El agua solubiliza las sales, impurezas y contaminantes del crudo y continuamente se está descargando, manteniendo el volumen de agua constante en el fondo de la desaladora y a su vez está siendo removido en forma continua. Este volumen dentro del recipiente es controlado por medio de un control de nivel de líquido y a una distancia de 24" a 30", medida desde el fondo de la desaladora.

Antes de hacer fluir el crudo por los electrodos en la desaladora, el crudo tratado es descargado, del cabezal distribuidor, por medio de las boquillas colocadas en el mismo y dispuesto este cabezal en la parte superior del recipiente, posteriormente se realiza el proceso de coalescencia y el crudo continúa, en el circuito, por la parte superior al proceso de refinación.

1.6 SISTEMAS DE TRATAMIENTO CONVENCIONALES

Los principales sistemas que se pueden adoptar para reducir el volumen de los residuos en las refinerías son:

- 1) Reducción de las fugas de petróleo, mediante mantenimiento preventivo
- 2) Impidiendo la formación de emulaciones de petróleo tratándolas por separado
- 3) Eliminación del petróleo flotante en separadores, situados lo más cerca posible de la fuente de contaminación.

Los métodos de tratamiento de vertidos que son aplicables a las refinerías son principalmente:

- 1) Físicos (separadores por gravedad, flotación con aire y evaporación),
- 2) Químicos (coagulación-sedimentación y flotación con aire y productos químicos)
- 3) Biológicos (lodos activados, filtros bacterianos, lagunas con aireación y lagunas de oxidación)
- 4) Terciarios (carbón activado y ozono)
- 5) Métodos especiales en la planta (extracción de azufre en agua, neutralización y oxidación)

1.6.1 PRINCIPALES MÉTODOS UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUA DE REFINERÍAS

En las Refinerías se han adoptado los métodos más efectivos en el tratamiento de efluentes, en base a las características muy particulares del agua residual. Estos métodos se enuncian y clasifican según la Tabla 1.

Tabla 1. Principales Métodos de Tratamientos de Agua

METODOS	APLICACIÓN, EFICIENCIA Y CONSIDERACIONES ESPECIALES
Físicos	Eliminación de aceite flotante (50-99%), sólidos decantables

	(10-85%) DBO, DQO y fenoles
Químicos	Eliminación del petróleo en emulsión y sólidos suspendidos y disueltos
Biológicos	Eliminan materiales orgánicos, DBO (70-95%) DQO (30-70%), Fenoles y Cianuros (65-99%). Requieren tratamiento previo para eliminar el petróleo y controlar sustancias tóxicas y pH
Terciarios	Eliminación de sabor, olor y sustancias orgánicas de difícil tratamiento
Especiales	Reducen de forma importante la carga de vertido a los sistemas de tratamiento

Los desemulsificadores orgánicos son muy efectivos y producen efluentes de una mayor calidad, además la dosificación es menor que en el caso de las sales orgánicas.

Los métodos de tratamiento mecánico para romper las emulsiones incluyen la flotación (DAF) la ultrafiltración (UF), la adsorción de carbón activado (CA) y la coalescencia.

La flotación es una técnica análoga a la sedimentación por gravedad con la diferencia que el material a eliminar se junta en la superficie y no en el fondo del separador. Existen tres tipos de sistemas de flotación por aire disuelto: aireación directa, parcial y recirculación del efluente.

En cualquiera de los casos, la introducción al líquido de burbujas de aire con diámetros entre 100 micras y carga negativa pequeña, forma partículas combinadas aire-aceite por mecanismos de adherencia, adsorción o entrapamiento. Estas partículas tienen una gravedad específica menor a la del

agua y subirán a la superficie donde se combinarán con otras partículas hasta formar un flotante que puede ser eliminado mecánicamente. Puede añadirse un polímero de peso molecular elevado a la corriente antes de que entre a la unidad de flotación.

En el caso de la unidad de ultrafiltración, se fuerza el paso de la emulsión aceitosa a través de los poros de una membrana, la cual deja pasar solamente el agua o los materiales disueltos. La ventaja de este método es que el filtro no se tapa, ya que las partículas son mucho mayores a los poros y no penetran en la estructura de la membrana.

El carbón activado se ha utilizado como un paso pulidor para limpiar aguas de desecho con cantidades menores a los 100 mg/l.

Los coalescedores se usan cuando el aceite está en forma libre o débilmente emulsificado. A menudo las emulsificaciones de aceite de desecho fugitivas solo pueden separarse mediante calentamiento y un periodo de asentamiento en reposo. La temperatura tiene un efecto muy importante en la separación de las emulsiones, un aumento de la misma disminuye la gravedad específica tanto del aceite como del agua, pero la disminución es más importante en el aceite, lo que favorece la separación de ambos.

Los aceites libres y las grasas flotantes se eliminan por gravedad, debido a que tienen una densidad menor a la del agua. La eficiencia de la remoción dependerá de las gotas de aceite, la cual determina la velocidad de separación. En el caso de emulsiones con gotas finamente dispersas, puede ser necesario introducir una etapa de coalescencia antes del separador o adicionar agentes floculantes que permitan la asociación de varias gotas para formar agregados más gruesos que se separarán más rápidamente (Eckenfelder 1982). También pueden agregarse floculantes para formar agregados menos densos que sedimenten en el fondo de los separadores.

La ruptura de emulsiones es un proceso muy complejo que requiere de pruebas a escala laboratorio o piloto antes de establecer definitivamente el proceso a aplicar. Y Muchas veces se tiene que pasar por experimentos a prueba y error para encontrar la mejor alternativa.

Ciertas emulsiones pueden romperse por la acción de una corriente eléctrica. En este caso la emulsión se coloca entre dos electrodos conectados a una fuente de poder de alta tensión. Las gotas de aceite sufren una atracción eléctrica y coalescen hasta formar agregados suficientemente voluminosos para ser separados por gravedad.

Los separadores por gravedad especificados por la American Petroleum Institute (API) se basan en la eliminación de gotas de aceite con diámetros superiores a los 150 micras y número de Reynolds inferior a 0.5, de tal manera que la ley de Store sea aplicable. Tienen una gran capacidad de adsorción de sedimentos y se adecuan en especial para el petróleo con alto grado de solidificación. Los tiempos de retención hidráulica son generalmente de dos horas y la profundidad efectiva es de 1-2 metros.

La eficiencia de este tipo de separadores puede ser mejorada mediante la utilización de tubos o placas paralelas (PPI) o corrugadas (CPI) que permitan que las gotas para formar otras mas voluminosas. Estos dispositivos permiten un flujo laminar del líquido y disminuyen de manera importante la distancia necesaria para asegurar la retención de gotas de aceite. Estos sistemas permiten separar gotas de aceite con diámetros superiores a las 60 micras con tiempos de retención entre 20-25 minutos. Las placas paralelas generalmente tienen una separación aproximada de 10 cm y las corrugadas de 2 cm.

1.7 CLARIFICADORES DAF

Los clarificadores DAF (Por sus siglas en inglés: Dissolved Air Flotation, es decir, Flotación por Aire Disuelto) se utilizan normalmente para remover sólidos suspendidos, grasas, aceites y partículas flotantes en el agua de deshecho.

Consta de un influente que se presuriza con aire disuelto y se transfiere al clarificador ahí se libera la presión y millones de burbujas de aire son liberadas, adhiriéndose a los sólidos suspendidos y otros contaminantes, elevándose a la superficie. El material flotante y el sedimentado, es removido por brazos desnatadores en la superficie y por una rastra en el fondo, para su desalojo. Estos sistemas son 100% presurizados, y se pueden diseñar con recirculación. Mezclan floculación, clarificación y engrosamiento de lodos en una sola operación. Su capacidad es de 8 a 1,000 gpm. Y en sus usos comunes remueve partículas suspendidas así como grasas, emulsiones, etc

1.7.1 OPERACIÓN DEL SISTEMA

El sistema DAF lleva un funcionamiento como el que se muestra en el siguiente esquema (Figura 1.1), y cada uno de los pasos del proceso se explican a continuación.

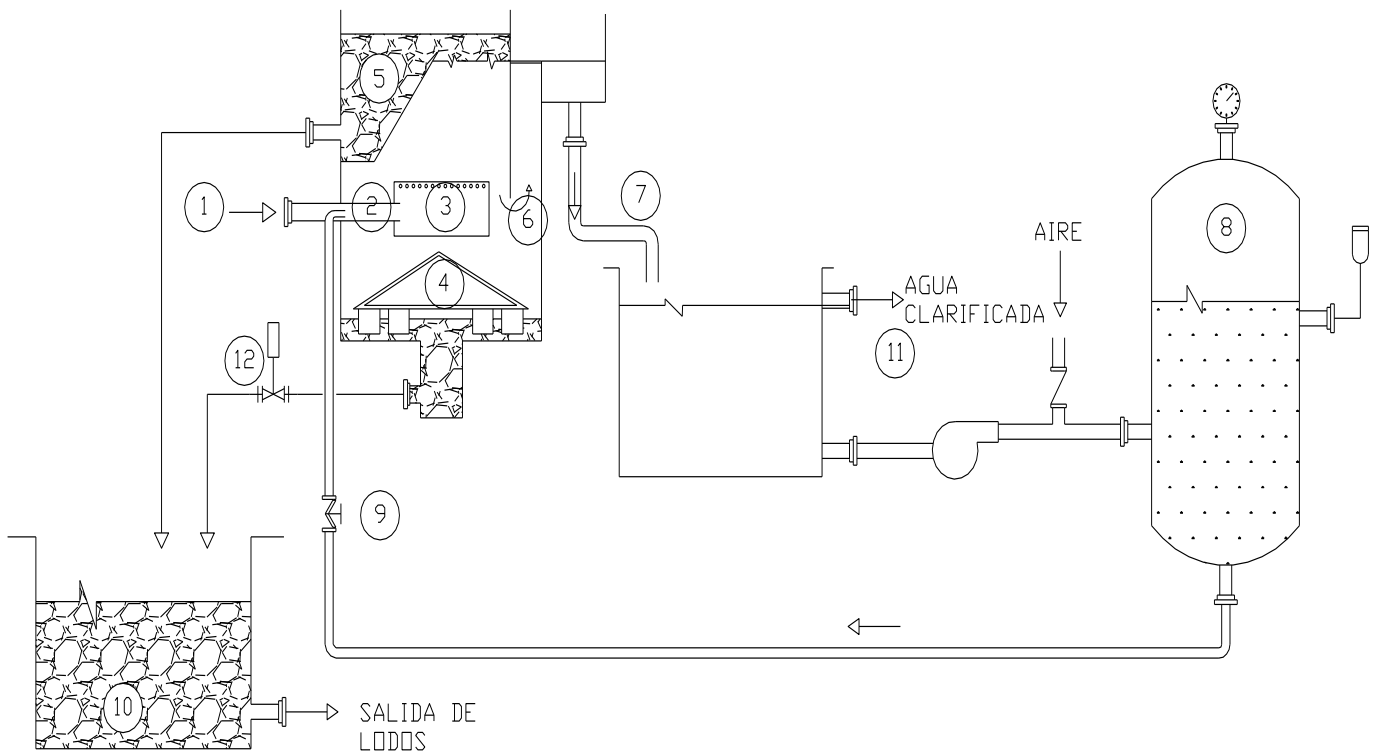


Figura 1.1 Sistema DAF

a) TUBOS DE MEZCLA DEL INFLUENTE: El influente es llevado al centro del tanque donde se distribuye por un tubo de mezcla (1). El agua reciclada y saturada de aire es también introducida al distribuidor principal a través de aspersores que logran una turbulencia para mezclado (2). La presión del agua reciclada es reducida a presión atmosférica a través de la válvula de control (9). Aquí se logra una uniformidad con el aire saturado en el agua residual que condiciona el influente y lo lleva al siguiente paso.

b) **MEZCLA CENTRAL Y DISTRIBUCIÓN:** Se despresuriza el agua reciclada que se mezcla con el influente principal en el distribuidor central (3). La cámara central se diseña para retener la mezcla y realizar una distribución general en el tanque. Esta cámara también permite el tiempo adecuado para que las moléculas de aire

puedan adherirse y aglomerarse a los sólidos suspendidos, produciéndose una sustentación hidráulica.

c) REMOCIÓN DE MATERIAL FLOTANTE Y SEDIMENTOS: Si existieran sólidos pesados, se irán directamente al fondo del tanque del DAF. Una rastra (4) los recoge e impide se acumulen en el fondo, llevándolos al centro para ser desalojados. La válvula (12) puede ser cerrada o abierta de manera manual o automática para desalojar los lodos sedimentados. Un desnatador en la superficie remueve los sólidos que flotan hacia la descarga superficial (5). Ambos lodos son recolectados en el tanque de colección de lodos (10).

d) CELDAS DAF: El flujo disminuye dramáticamente cuando va la cámara de distribución al tanque de flotación. Esto se debe a que el tanque ha sido diseñado para dar espacio y tiempo a que los sólidos viajen a la superficie, formen una capa de nata lo suficientemente espesa para ser removida con facilidad por el desnatador. El agua tratada y clarificada es expulsada del tanque por las Celdas DAF de salida (6).

e) CÁMARA DE SALIDA: El flujo de agua clarificada, por acción de vasos comunicantes es llevado a un tanque de rebombeo (7), de aquí se tomará una parte para reciclar y el resto para descarga o reuso (11).

f) UNIDAD DE PRESURIZACIÓN: La porción del agua clarificada que se recicla, es el medio que llevará el aire disuelto al equipo DAF. Este efluente es inyectado al tanque de presurización (8) con aire comprimido a una presión determinada por el diseñador. El nivel de este tanque es controlado para evitar que aire sin disolver llegue a la cámara del DAF. El agua presurizada y el aire comprimido son mezclados y retenidos lo suficiente para crear una solución saturada. Esta solución saturada pasará por la válvula reductora de presión (9).

CAPITULO II

DESARROLLO DEL PROYECTO

CAPITULO II

DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES

En el proceso de desalado de crudo se genera una gran cantidad de contaminantes que se incorporan a los efluentes, entre los que destaca la presencia de altas concentraciones de hidrocarburos, esto es debido a que dentro de este proceso el agua entra directamente en contacto con el crudo y por medio de una precipitación electrostática se remueven las sales contenidas en el crudo, pero no solo la sal se incorpora al agua, sino que también concentraciones significativas de hidrocarburos, debido a la baja eficiencia que presentan estos equipos y a la calidad del crudo que entra a desalado.

La Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” se ha ido modernizando cada vez más y debido a su Sistema Integral de Administración Seguridad y Protección al Ambiente (SIASPA) se ha puesto mucho interés en el cuidado del medio ambiente al tener como prioridad ser una Industria que cumpla con los requisitos establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas y todos los trámites y obligaciones que implica una empresa de este nivel ante la Secretaría de Medio Ambiente, pero es un hecho de que cumplir con las normas o con estar solo un poco debajo de los límites y requisitos no es suficiente, se debe estar siempre un paso adelante en pro del bienestar de la sociedad y del medio ambiente, así que hay mucho que hacer, en especial en cada uno de los puntos que pueden aportar en algún momento dado una cantidad significativa de contaminantes o que represente un riesgo de impacto al ambiente;

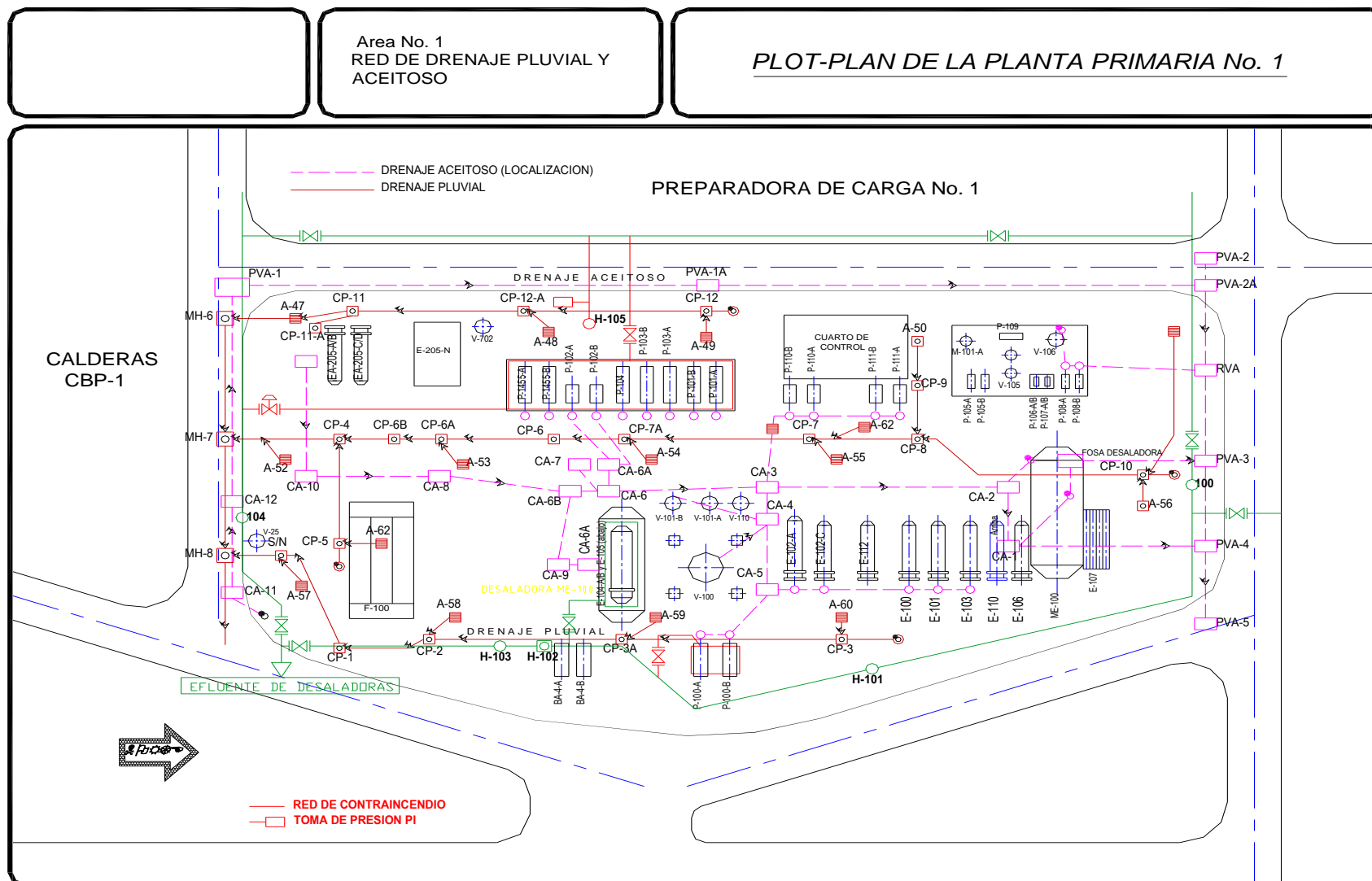
El planteamiento del diseño de un sistema de recuperación de hidrocarburos, surgió a partir de la necesidad en la refinería de disminuir la cantidad de hidrocarburos de los efluentes, que se incorpora al agua a través de muchos

puntos en la red de drenajes, lo cual trae diversos problemas y afectaciones para la empresa.

Se cuenta con una red de drenajes uno de tipo aceitoso, y otro pluvial, que en términos de diseño, no deberían de tener comunicación, pero la realidad es que en ambos se han encontrado hidrocarburos presentes.

En la Figura 2.1, se observa un ejemplo de la red de drenajes correspondiente a la planta Primaria 1 del área No. 1, contiene localización de drenaje aceitoso, drenaje pluvial, y también incluye una línea de tubería separada de las anteriores, especialmente para el agua de salida de las desaladoras.

En los anexos de este trabajo se muestran las redes de drenaje de las otras plantas primarias y la general hasta desembocar en los separadores.



Todos estos efluentes son captados en drenajes generales y llega a los separadores de agua-aceite especificados por la American Petroleum Institute (API) (Figura. 2.2), los cuales tienen el encargo de separar el hidrocarburo del agua y enviarlo a tanque de aceite recuperado. La eficiencia de éstos separadores varía en función de la temperatura, el flujo y la concentración de aceites.



Figura. 2.2 Separadores tipo API de la Refinería

Después de pasar por los separadores el efluente se manda a un cárcamo regulador, para enviarse a la Planta de Tratamientos de agua (PTAR), que después de ser procesada, se recicla a la Refinería nuevamente hacia los procesos.

Como se había mencionado anteriormente, el agua que se envía a la PTAR, tiene que cumplir una serie de parámetros para evitar causar daños a equipos y afectar sus procesos, por lo que continuamente se hacen monitoreos y muestreos por parte de la Superintendencia de Química en la Refinería, y por parte del personal

de la Planta de Tratamiento de Aguas, para tener un control, y llevar un registro de los datos para su vigilancia y conocimiento de las tendencias, así como de los cambios de la calidad del agua por determinadas actividades fuera del proceso normal de la planta.

En la Refinería, diariamente se toman muestras de los diversos efluentes, principalmente en todos los puntos que pudieran aportar altas concentraciones de carga contaminante al agua, y todos aquellos que sean significativos para la interpretación de los resultados.

A partir de datos históricos de los reportes de análisis del agua, se obtuvo que uno de los procesos que más aporte de hidrocarburo tiene a los efluentes es el proceso de desalado del crudo, y se incrementa aún mas la cantidad de contaminantes al ser un equipo que opera con grandes flujos de agua.

Cuando la concentración de las grasas y aceites en los efluentes de las desaladoras es significativa, quiere decir que hay una gran cantidad de hidrocarburos que se está perdiendo, incorporándose al agua y contaminándola, puesto que el flujo es alto.

Es por todo esto por lo que se propone un sistema de recuperación de hidrocarburos de los efluentes de las desaladoras, capaz de separar y recuperar los hidrocarburos para resolver los problemas ambientales, técnicos y económicos que esto representa.

2.2 PROBLEMÁTICA A ABORDAR

La presencia de altas concentraciones de hidrocarburos en los efluentes provoca un problema ambiental indeseable para la empresa y los trabajadores, el cual se

refleja de manera más notoria en épocas de lluvia, cuando los drenajes y cárcamos rebasan su capacidad.

Al incorporarse los hidrocarburos al agua en diferentes concentraciones hace que sea difícil de remover o recuperarlo utilizando los equipos con los que cuenta la planta, generalmente, al tenerse un gran volumen de hidrocarburos en los efluentes se rebasan las capacidades de remoción de los separadores agua-aceite tipo API con los que cuenta la refinería, y en el caso de que el efluente enviado a la Planta de Tratamiento de Agua (PTAR) exceda los parámetros de calidad, afecta la operación de la misma.

Los hidrocarburos que se incorporan a los efluentes en el proceso de desalado de crudo representa también una pérdida económica para la empresa al desechar materia prima, así también se generan costos para la remoción de este en los separadores.

A lo largo de este trabajo se identificaron y seleccionaron los problemas más significativos ocasionados por la gran cantidad de Hidrocarburos presentes en los efluentes del proceso de desalado, como lo son:

- Sobrepasar el diseño de los separadores de agua-aceite tipo API con los que cuenta la Refinería
- Afectación a la Planta de Tratamiento de Aguas por exceder en grasas y aceites los límites de diseño.
- Manchar superficies y líneas de Tuberías con Hidrocarburos al rebosarse los registros y drenajes en épocas de lluvia
- Pérdida de crudo al incorporarse al efluente de agua

Sobrepasar el diseño de los separadores de agua-aceite tipo API con los que cuenta la Refinería, es un problema que se presenta al ser alta la concentración

de hidrocarburos en el agua, puesto que al rebasarse los límites de diseño, teniendo como consecuencia un efluente todavía con concentraciones significativas de hidrocarburos. También se sobrepasa el diseño afectando la remoción de hidrocarburos, cuando el flujo que llega a los separadores es mayor que el normal; esto sucede generalmente en la época de lluvias.

La afectación a la Planta de Tratamiento de Aguas por exceder en grasas y aceites los límites de diseño, se deriva de que en los separadores de agua-aceite no se tuvo una remoción efectiva del hidrocarburos del agua, lo cual puede llegar a afectar equipos o alterar los procesos de tratamiento de la PTAR, así como también representa pérdidas para la empresa y atención inmediata del problema.

Manchar superficies y líneas de Tuberías con Hidrocarburo al desbordarse los registros y drenajes en épocas de lluvia; se presenta debido a obstrucción y asolvamiento de los drenajes por material sólido y al ser mas ligero el aceite que el agua, es lo primero en expulsarse hacia la superficie y expandirse manchando a su paso líneas de tuberías, equipos canales y pisos por los cuales es transportado por el agua.

Pérdida de crudo al incorporarse al efluente de agua. Se pierden cantidades relevantes de crudo por su incorporación al agua, esto se puede calcular conociendo su concentración en el efluente, flujo y densidad de los hidrocarburos.

2.3 CARACTERIZACION DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCION AMBIENTAL

El proyecto del diseño de un sistema de recuperación de Hidrocarburos en los efluentes de las desaladoras de la Refinería Gral. Lázaro Cárdenas, se realizó bajo la dirección del Departamento de Protección Ambiental de la Refinería, el cual a su vez pertenece a la Unidad de Seguridad Industrial y Protección Ambiental (USIPA), éste departamento se encarga del cumplimiento de la Legislación

Ambiental de la Refinería, de la Gestión Ambiental en Materia de Aguas, Aire, Residuos y Suelos, así como en caso de emisiones accidentales o descargas accidentales, y de la atención de tramites y obligaciones que implica una empresa de este nivel ante la Secretaría de Medio Ambiente.

El proyecto se conformó con la ayuda de otros departamentos que colaboraron con información necesaria para llevar a cabo la investigación, estos entre otros, la Superintendencia de Química, la cual se encarga de emitir los reportes de análisis de laboratorio del agua de salida de las desaladoras, y de todos los efluentes de la Refinería. El departamento de Operación quien fue el encargado de facilitar la información necesaria para conocer el proceso. Al departamento de Inspección Técnica y Seguridad Industrial, el cual proporcionó los planos necesarios, y los artículos de consulta encontrados en la biblioteca de la Refinería.

La Investigación se realizó sobre el area 1 de plantas de la Refinería, en específico de la planta Primaria 1, Primaria 2, Primaria 3 y Primaria 5 en donde se encuentran las desaladoras ME-100, ME-800, ME-1600, FA-101, respectivamente, así como de la red de drenajes de cada una de estas áreas y de la inspección la red, y de la localización e identificación de áreas disponibles para la implantación del sistema de recuperación. Se estudió también el proceso de desalado y las líneas de tuberías e instrumentos de cada desaladora, todo esto para tener todos los datos necesarios a la hora de efectuar el diseño del sistema de recuperación de hidrocarburos.

2.4 PROPUESTA DEL SISTEMA DE RECUPERACION DE HIDROCARBUROS

Se hace la propuesta del diseño de un sistema de recuperación de hidrocarburos desde la fuente de generación, que serían las desaladoras, ME-100, ME-800, ME-1600 y FA-101 de las plantas Primaria 1, Primaria 2, Primaria 3, y Primaria 5 respectivamente. Las tres primeras plantas se encuentran en una sola área de la Refinería denominada Área 1, y solo la Planta Primaria 5 corresponde a otra Área

denominada No. 4; pero su ubicación es a un costado de la primera, por lo que la recolección del efluente para un diseño de recuperación de Hidrocarburo no será difícil (Figura 2.3).

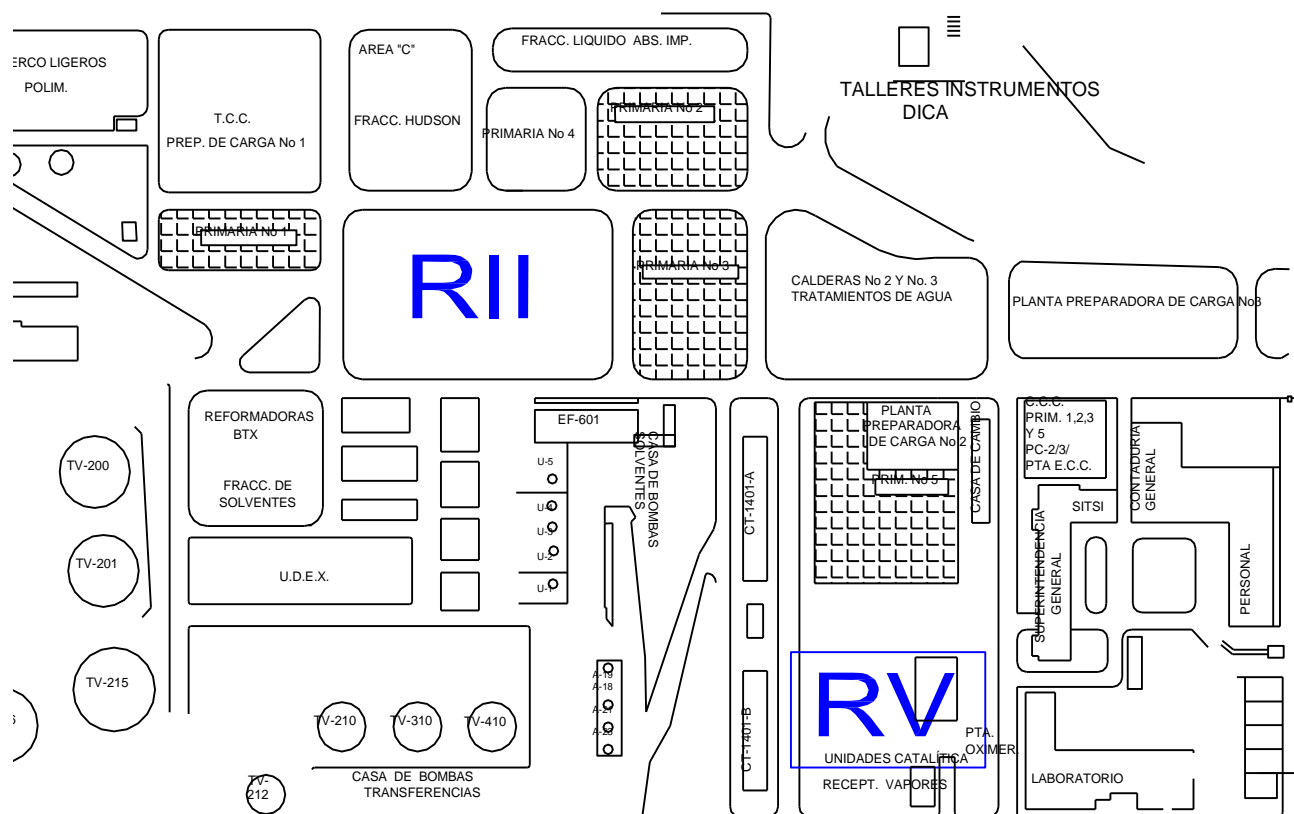


Figura 2.3 Ubicación de las Plantas Primarias en el interior de la Refinería

El sistema de Recuperación de Hidrocarburos consta de un tanque homogenizador de flujo y carga, un tanque sedimentador y por una unidad separadora de grasas y aceites por flotación (Figura 2.4).

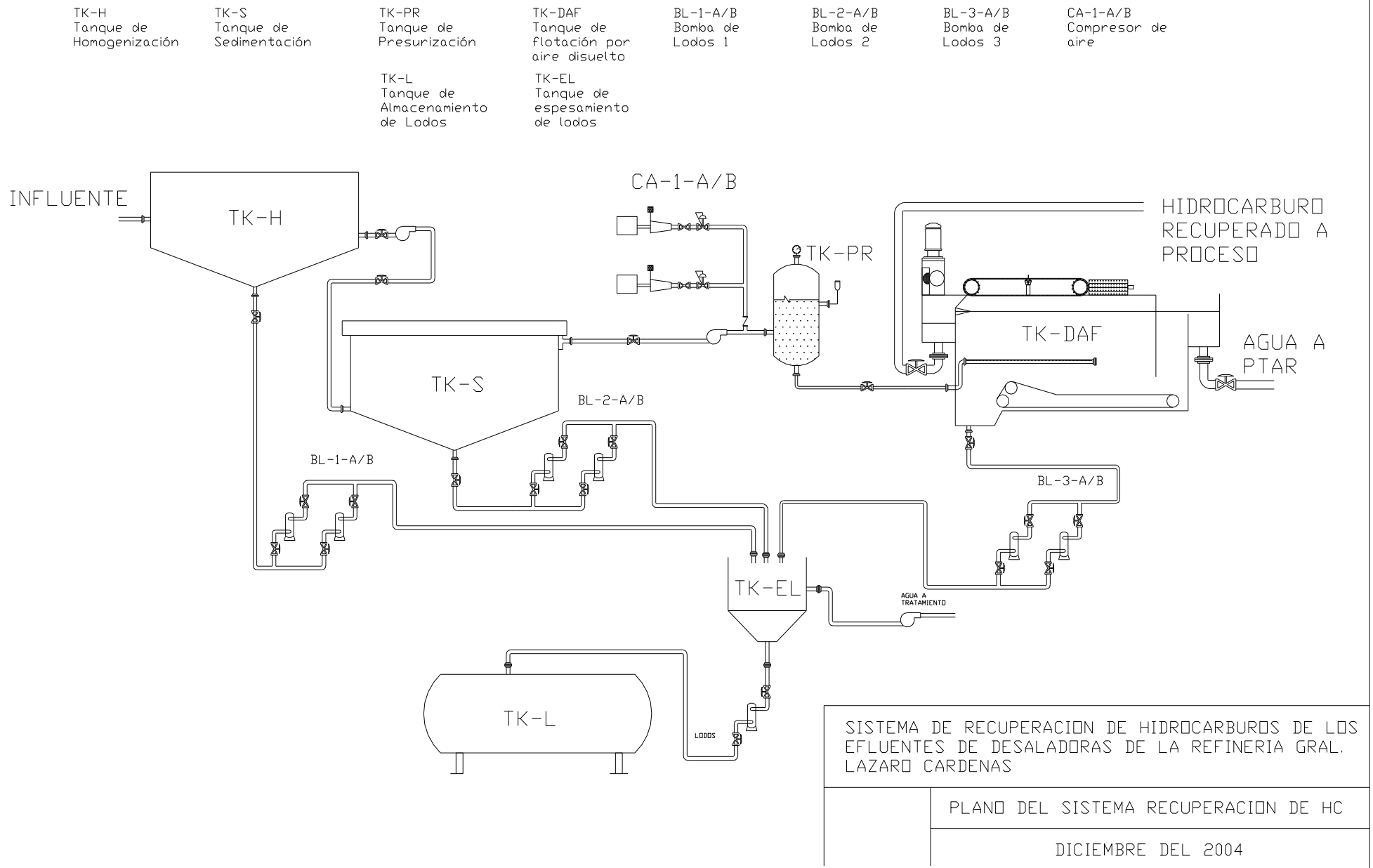


Fig. 2.4 Sistema de Recuperación de Hidrocarburos

Del tanque homogenizador se hace el cálculo y dimensionamiento a partir de una serie de cálculos estadísticos tomando como base los datos de carga y flujos a diferentes horas del efluente. Este tanque tiene como función igualar el flujo y la carga de grasas y aceites principalmente, esto es debido a que las condiciones de operación de las desaladoras son variables, por lo que es necesario ajustarlos para el diseño de un sistema de recuperación con flujos y cargas constantes.

Este tanque de Homogenización consta de una entrada de agua por un extremo y la salida por el otro, así como de una salida de lodos por el fondo. El lodo es extraído por bombeo y se envía a un tanque de almacenamiento para su posterior eliminación.

Para el estanque de sedimentación se calcula su proceso y dimensionamiento a partir de datos de los sólidos presentes en el efluente, y tiene como función separar todos aquellos sólidos sedimentables del efluente y evitar que pasen al sistema de flotación e interfieran con el proceso de recuperación de los hidrocarburos.

Consta de una entrada en un extremo y la salida por el otro extremo, así como de una salida de lodos por el fondo del tanque. El fondo del tanque tendrá una leve inclinación en forma de tolva para que sea más fácil la recolección de los lodos y la purga de éstos, para después enviarse por bombeo al tanque de almacenamiento de lodos.

El sistema de recuperación de hidrocarburos por flotación consta de un compresor que alimenta aire; el fluido pasa al tanque de presurización en el cual con la cantidad de aire suministrado por el compresor se obtiene la presión necesaria para evitar que llegue aire sin disolver a la cámara de flotación por aire disuelto (DAF), ahí el agua presurizada y el aire comprimido son mezclados y retenidos lo suficiente para crear una solución saturada.

La solución saturada de agua y aire pasa por una válvula reductora la cual dosificará la entrada al centro del tanque, en el que se distribuirá por un tubo de mezcla, y a través de aspersores se logra una turbulencia.

El tanque DAF retiene el fluido el tiempo necesario para que las moléculas de aire se adhieran a los hidrocarburos y se logre la flotación de estos. En el caso de que existieran sólidos pesados se irán directamente al fondo del tanque DAF, una rastra los recoge e impide se acumulen en el fondo, llevándolos al extremo del tanque para ser desalojados. La válvula puede ser cerrada o abierta de manera manual o automática para desalojar los lodos sedimentados.

Un desnatador en la superficie remueve los hidrocarburos que flotan y los arrastra hacia una celda en la cual se almacenan, para de ahí bombearlo y sea reutilizado en el procesamiento del crudo.

El agua clarificada es expulsada del tanque por la celda de salida, esta cuenta con una mampara anterior a la celda colocada levemente inclinada, puesta desde la superficie del tanque, hasta poco más abajo de los aspersores.

Después de salir del Sistema de Recuperación de Hidrocarburos, el agua tratada tiene como destino el cárcamo regulador de la Refinería, desde el cual se envía el agua a tratar hacia la PTAR.

2.5 CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

2.5.1 CÁLCULO DEL TANQUE HOMOGENIZADOR

Para hacer el diseño de la homogenización del flujo de entrada al sistema de recuperación de hidrocarburo fue necesario incluir un tanque de homogenización, para el cual se toma como referencia los datos de flujos durante 24 horas de operación (Tabla 2).

Hr	Flujo (m3/hr)
0	58.63
4	69.56
8	81.62
12	101.76
16	74.66
20	67.97
24	38.75

Tabla 2 Flujos de Desaladoras por 24 hr.

A partir de los datos anteriores se traza la gráfica para conocer la tendencia y las áreas del gráfico a calcular (Figura 2.5).

GRAFICA DE CAUDALES INSTANTANEOS (M3/HR) VARIACION EN EL TIEMPO (HR)

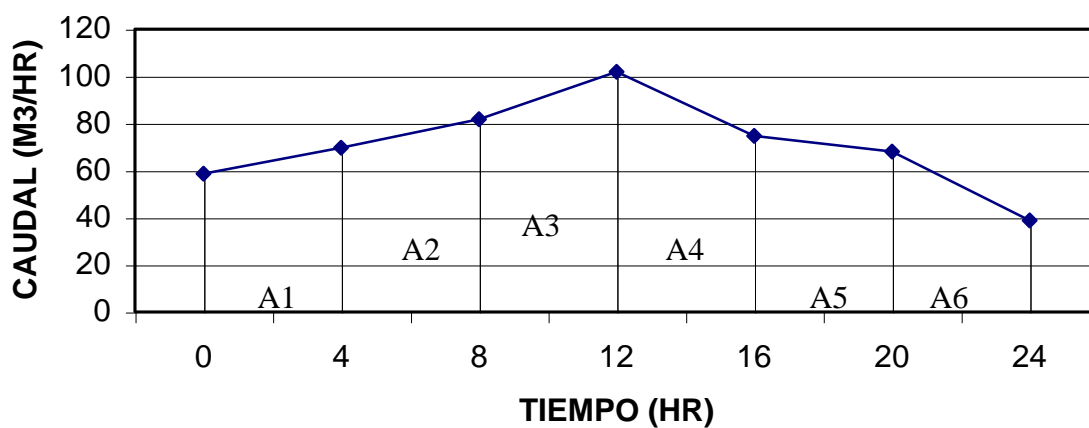


Figura 2.5 Gráfica de Caudales de Desaladoras a 24 horas

Posteriormente a partir de los datos de la gráfica, se obtiene el volumen total diario del efluente, determinando la sumatoria de las áreas de la siguiente manera:

$$V_{\text{total diario}} = \sum_{i=1}^{i=n} AT = A1 + A2 + A3 + \dots + An$$

Por lo que se calcula cada una de las áreas de la siguiente manera:

$$A1 = 4h \times \frac{1}{2}(69.56 + 58.63) = 256.38$$

$$A2 = 4h \times \frac{1}{2}(81.62 + 69.56) = 302.36$$

$$A3 = 4h \times \frac{1}{2}(101.76 + 81.62) = 366.76$$

$$A4 = 4h \times \frac{1}{2}(74.66 + 101.76) = 352.84$$

$$A5 = 4h \times \frac{1}{2}(67.97 + 74.66) = 285.26$$

$$A6 = 4h \times \frac{1}{2}(38.75 + 67.97) = 213.44$$

$$V_{\text{total diario}} = 1777.04 \text{ m}^3$$

A partir del cálculo del volumen diario se estima el caudal medio dividiéndolo entre 24 hr.

$$\text{Caudal Medio} = 1777.04 \text{ m}^3 / 24 \text{ hr} = 74.04 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$T = 4\text{hr}; \quad A1 = 256.38\text{m}^3$$

$$T = 8\text{hr}; \quad A1 + A2 = 558.74\text{m}^3$$

$$T = 12\text{hr}; \quad A1 + A2 + A3 = 925.5\text{m}^3$$

$$T = 16\text{hr}; \quad A1 + A2 + A3 + A4 = 1278.34\text{m}^3$$

$$T = 20\text{hr}; \quad A1 + A2 + A3 + A4 + A5 = 1563.6\text{m}^3$$

$$T = 24\text{hr}; \quad A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 = 1777.04\text{m}^3$$

A partir de los datos anteriores del volumen conforme al tiempo, se traza la gráfica de Volumen acumulado respecto al tiempo (Figura 2.6).

Volúmen Respecto al Tiempo

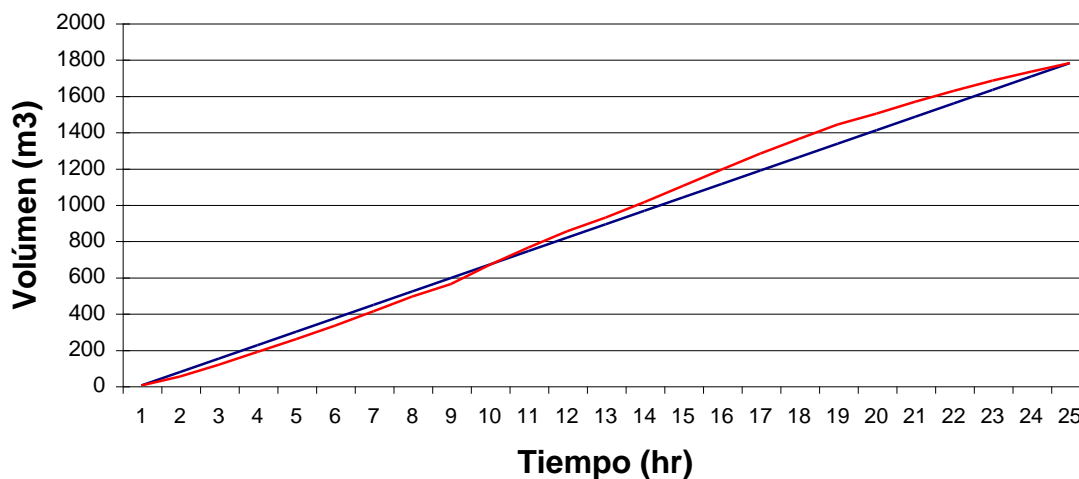


Figura 2.6 Gráfica de Volumen acumulado respecto del tiempo

En la Figura 2.6 se aprecia un volumen directamente proporcional de manera constante con respecto al tiempo, mientras que en la línea ligeramente curva, se observa un volumen con variaciones al de un flujo constante.

De la gráfica anterior se obtiene la siguiente tabla:

TIEMPO (a)	Q EN M3 FLUJO CONST.(b)	Q EN M3 CURVA (c)	b – c (d)	CONT. DEL ESTANQUE (M3) (e)
0	0	0	0	144.24
1	74.04	50	24.04	120.2
2	148.08	115	33.08	111.16
3	222.12	185	37.12	107.12
4	296.16	256.38	39.78	104.46
5	370.2	330	40.2	104.04
6	444.24	410	34.24	110
7	518.28	490	28.28	115.96
8	592.32	558.74	33.58	110.66
9	666.36	665	1.36	142.88
10	740.4	760	-19.6	163.84
11	814.44	850	-35.56	179.8

12	888.48	925.5	-37.02	181.26
13	962.52	1010	-47.48	191.72
14	1036.56	1100	-63.44	207.68
15	1110.6	1190	-79.4	223.64
16	1184.64	1278.34	-93.7	237.94
17	1258.68	1360	-101.32	245.56
18	1332.72	1440	-107.28	251.52
19	1406.76	1500	-93.24	237.48
20	1480.8	1563.6	-82.8	227.04
21	1554.84	1625	-70.16	214.4
22	1628.88	1680	-51.12	195.36
23	1702.92	1730	-27.08	171.32
24	1777.04	1777.04	0	144.24

Tabla 3 Volúmen acumulado en el tanque respecto al tiempo

De esta tabla se extrae el valor máximo y el mínimo obtenidos en la columna (d), los cuales serían: 40.2 y 107.28, éstos servirán para calcular el volumen del tanque:

$$\text{Vol. TK} = 40.2 + 107.36 = 147.56$$

Al cual se le aumenta un 15% de Seguridad = $147.56 * 1.15 = 169.56 \text{ m}^3$

2.5.2 CALCULO PARA LA HOMOGENIZACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GRASAS Y ACEITES.

Con los datos obtenidos en el cálculo anterior, y utilizando los datos del último monitoreo al efluente (Tabla 4) se obtiene:

No.	Concentración (mg/l)
Concentración 1	2785.10
Concentración 2	538435.30

Concentración 3	86122.40
Concentración 4	1321.8
Concentración 5	344363.9

Tabla 4 CONCENTRACION DE GRASAS Y ACEITES EN EL EFLUENTE

$$Q = 1774.04 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Concentración Promedio de GyA} = (\sum_i^n X_i) / n = 194,605.7 \text{ mg/Lt}$$

A partir de los datos anteriores se realiza el cálculo para la varianza, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V_i = \frac{\sum_i^n (x_i - x_i \text{ promedio})^2}{n - 1}$$

$$V_i = [(2,785.10 - 194,605.7)^2 + (538,435.30 - 194,605.7)^2 + (86,122.40 - 194,605.7)^2 + (1,321.8 - 194,605.7)^2 + (344,363.9 - 194,605.7)^2] / 4 =$$

$$V_i = 56,642,186,820 \text{ mg} / \text{Lt}$$

Se utiliza el cálculo obtenido de la varianza para calcular la desviación tipo σ :

$$\sigma_1 = (V_i)^{1/2} = (56,642,186,820 \text{ mg} / \text{Lt})^{1/2} =$$

$$\sigma_1 = 237,996.19 \text{ mg/Lt}$$

De la serie de datos utilizados para calcular la varianza se obtiene que

$$X_{e \text{ max}} = 538,435.3 \text{ mg/Lt}$$

$$X_i = 194,605.7 \text{ mg/Lt}$$

Un nivel de confianza $P(x)$ del 95% [$P(x) = 0,95$] significa que hay un 95% de probabilidad de que la concentración del efluente homogeneizado sea igual o inferior que la especificada como máxima, $x_{e, \text{max}}$. Se han desarrollado tablas de

probabilidades que relacionan el nivel de confianza o probabilidad. $P(x)$. con el valor de Y (Tabla 5). A partir de este cuadro, y para un valor específico de $P(x)$ puede obtenerse el valor normal acumulado, “ Y ”. El valor de $P(x)$ se puede establecer por el diseñador de la instalación: cuanto mayor sea este valor, más conservador será el diseño, y por tanto, el volumen de la balsa de estabilización será mayor. El intervalo normal de trabajo para $P(x)$ está comprendido entre 0.9 y 0.99.

Y	P(x)	Y	P(x)	Y	P(x)
0.00	0.5000	1.30	0.9032	2.55	0.9946
0.05	0.5199	1.35	0.9115	2.60	0.9953
0.10	0.5398	1.40	0.9192	2.65	0.9960
0.15	0.5596	1.45	0.9265	2.70	0.9965
0.20	0.5793	1.50	0.9332	2.75	0.9970
0.25	0.5987				
0.30	0.6179	1.55	0.9394	2.80	0.9974
0.35	0.6368	1.60	0.9452	2.85	0.9978
0.40	0.6554	1.65	0.9505	2.90	0.9981
0.45	0.6736	1.70	0.9554	2.95	0.9984
0.50	0.6915	1.75	0.9599	3.00	0.9987
0.55	0.7088	1.80	0.9641	3.05	0.9989
0.60	0.7257	1.85	0.9678	3.10	0.9990
0.65	0.7422	1.90	0.9713	3.15	0.9992

0.70	0.7580	1.95	0.9744	3.20	0.9993
0.75	0.7734	2.00	0.9772	3.25	0.9994
0.80	0.7881	2.05	0.9798	3.35	0.9996
0.85	0.8023	2.10	0.9821	3.45	0.9997
0.90	0.8159	2.15	0.9842	3.55	0.9998
0.95	0.8289	2.20	0.9861	3.75	0.9999
1.00	0.8413	2.25	0.9878	4.00	1.000
1.05	0.8531	2.30	0.9893		
1.10	0.8643	2.35	0.9906		
1.15	0.8749	2.40	0.9981		
1.20	0.8849	2.45	0.9929		
1.25	0.8944	2.50	0.9938		
P(x) = Nivel de Confianza					

Tabla 5 Distribución normal acumulada

$$P(x) \Rightarrow 95\% \Rightarrow Y=1.65$$

$$\sigma_e = \frac{x_{e \max} - x_i \text{ prom.}}{Y}$$

$$\sigma_e = (538,435.3 - 194,605.7)/1.65 = 208,381.57$$

$$V_e = \sigma_e^2 = (208,381.57)^2 = 43,422,878,720$$

$$V_e / V_i = \sigma_e^2 / \sigma_i^2 = (\Delta t / 2) T_h$$

Donde:

Δt = tiempo entre cada muestreo

T_h = Tiempo de Retención

$$T_h = (\Delta t / 2) * (V_i / V_e) = (4 \text{ hr} / 2) * (46,773,884,818 / 58,598,364,200) = 2.60 \text{ hr.}$$

A partir del cálculo del tiempo de retención, se estima el volumen del tanque con la siguiente fórmula:

$$V = Q \times T_h = (1777.04 \text{ m}^3/\text{d})(0.10833 \text{ día}) = 192.51 \text{ m}^3$$

Utilizando un Factor de Seguridad de 20%, da como resultado:

$$V \text{ (con factor de Seguridad)} = 192.51 * 1.20 = 231.012 \text{ m}^3.$$

Estimando una profundidad de $h=2.5 \text{ m}$, el área de sección horizontal del tanque será:

$$A = V / h = 231.012 \text{ m}^3 / 2.5 \text{ m} = 92.4048 \text{ m}^2.$$

Para la homogenización de flujo y de carga se utiliza el mismo tanque, es por lo que se escoge el volumen obtenido para la homogenización de las grasas y aceites, por ser mayor, pudiendo regular a flujo constante la salida por medio de válvula.

2.5.3 CALCULO PARA EL DISEÑO DEL TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

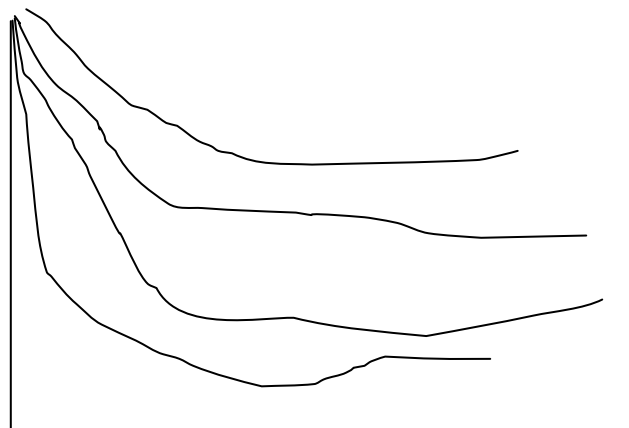
De acuerdo a los datos del monitoreo del afluente se tiene que la concentración de entrada promedio de sólidos es de 1188.97 mg/Lt , y que a un tiempo de retención de 30 min. se obtiene un 93.8% de remoción de sólidos, con un factor de carga de $4.6 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h}$, éste último valor es obtenido a partir de la media aritmética de los datos de factor de carga durante el monitoreo;

A partir de los datos de la Tabla 6 referente a las pruebas de sedimentación en laboratorio a diferentes concentraciones, en probetas de 1000 ml de 0.34 m de altura, se obtienen mediante graficas la concentración óptima a extraer de lodos del fondo del tanque:

Altura	Curva 1	Curva 2	Curva 3	Curva 4	Curva 5	Curva 6	Curva 7	Curva 8	Curva 9	Curva 10	Curva 11
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
900	0.618	0.708	1.0625	2.266	3.4	4.927	8.292	14.166	21.25	30.9	41.463
800	1.236	1.4116	2.125	4.532	6.8	9.854	16.584	28.332	42.5	61.81	82.926
700	1.854	2.124	3.1875	6.798	10.2	14.781	26.85	42.8	63.99	92.9	124.9
600	2.472	2.832	4.25	9.064	13.6	19.9	36.12	57.12	86	124.63	166.85
500	3.09	3.54	5.3125	11.33	17	25.2	48.24	72.9	108.2	156.54	209.31
400	3.9	4.35	6.4775	13.696	20.6	30.5	60.12	88.5	129.4	188.45	252.54
300	6.02	6.7	8.5	15.92	24.9	36.6	65.88	100.8	151.3	219.94	298.25
200	8	9.65	11.85	19.9	30	42.15	75.4	121.4	179.5	255.72	342.14
100	11.5	13.1	16	25.75	39.85	47.1	91.02	139.98	215.4	289.4	389.16
0	11.55	13.2	16.15	25.78	39.88	47.3	91.1	140	215.9	291	392.6

Tabla 6 Pruebas de Sedimentación en laboratorio

Utilizando los datos de la Tabla 6 se elabora la siguiente gráfica (Figura 2.7), la cual prolongando cada una de las curvas permite obtener los tiempos ideales de sedimentación que se utilizarán para calcular la velocidad de sedimentación de cada una de las pruebas.



Tomando como base la gráfica de la Figura 2.7 Se obtienen los datos para la tabla 7, en la que se registran los siguientes datos de tiempo.

Curva	Tiempo (min)
1	6.1818
2	7.0833
3	10.6250
4	22.6660
5	34.0000
6	49.2750
7	82.9260
8	141.6600
9	212.5000
10	309.0900
11	414.6300

Tabla 7 Tiempos ideales de sedimentación

Se elabora la siguiente tabla de datos (Tabla 8) en la que se muestra la concentración de cada curva, la velocidad de sedimentación calculada de acuerdo a las velocidades obtenidas en la Figura 2.6 y plasmadas en la Tabla 7, y se calcula el flujo de los sólidos en Kg. de sólidos / m² día (Gb) columna 4.

(1)	(2)	(3)	(4)
CURVA	X_i (mg/l)	$V_i = H_o / t = V_s$ (m/min)	$G_b = X_i V_i * 1.44$ (kg sol. / m ² .d)
1	500	0.0550	39.6000
2	1059	0.0480	73.1980
3	2264	0.0320	104.3251
4	3421	0.0150	73.8936
5	4630	0.0100	66.6720
6	5788	0.0069	57.5095
7	6982	0.0041	41.2217
8	8100	0.0024	27.9936
9	9265	0.0016	21.3465
10	10487	0.0011	16.6114
11	11400	0.0008	13.4611

Tabla 8 Concentración, Velocidad de Sedimentación y Flujo de Sólidos

Utilizando los datos de la Tabla 8 se elabora la Gráfica en función de la concentración de sólidos (X_i) y el caudal de sólidos en flujo discontinuo (G_b) (Figura 2.8), esto para conocer la concentración deseada de sólidos a extraer por el fondo del tanque (X_u). Se obtiene trazando una línea tangente a la curva de flujo discontinuo, en la que toque un solo un punto de la curva en donde se aprecia que comienza la compactación de los lodos, esta tangente se prolonga hasta que intercepte con la abcisa y se toma lectura de la concentración.

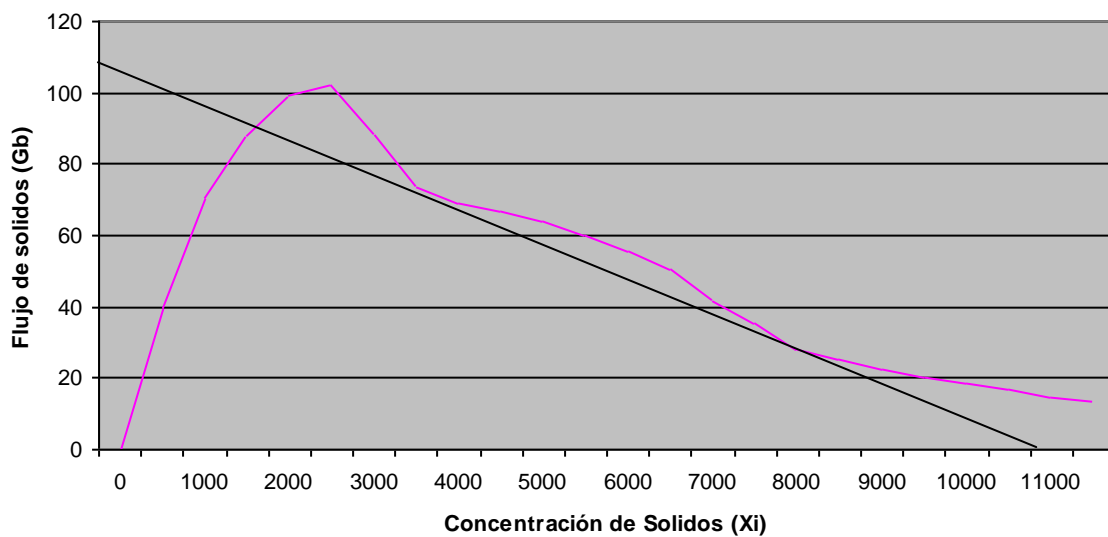


Figura 2.8 Gráfica de flujo discontinuo de los sólidos

De la Figura 2.8 se obtiene que la concentración de sólidos a extraer por el fondo es de $X_u = 11,150 \text{ mg/lit.}$

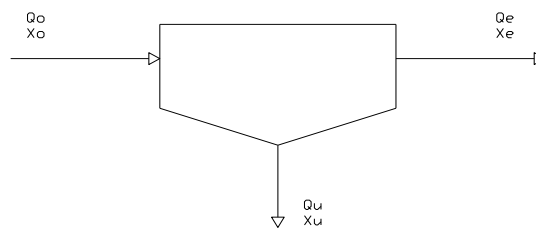


Figura 2.9 Representación Gráfica del planteamiento del Balance de Materia

Haciendo el balance de materia del proceso se tiene que:

$$Q_o = Q_e + Q_u$$

Y Que:

$$Q_o X_o = Q_e X_e + Q_u X_u$$

Utilizando las ecuaciones anteriores para conocer Q_e se tiene que:

$$Q_e = \frac{Q_o(X_u - X_o)}{(X_u - X_e)} = \frac{74.04 \text{ m}^3/\text{h} (11150 \text{ mg/Lt} - 1188.97 \text{ mg/Lt})}{(11150 \text{ mg/Lt} - 73.71 \text{ mg/Lt})}$$

$$Q_e = 66.58 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

Q_o = Caudal de Entrada

X_o = Concentración de Sólidos en la entrada

Q_e = Caudal de Salida

X_e = Concentración de Sólidos en la Salida
(93.8% de Remoción)

Q_u = Caudal de Salida de los lodos

X_u = Concentración de los lodos en el
fondo

Obteniendo Q_e , se sustituye en la primera ecuación del balance, para estimar Q_u :

$$Q_u = Q_o - Q_e = 74.04 \text{ m}^3/\text{hr} - 66.58 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_u = 7.46 \text{ m}^3/\text{h}$$

Teniendo el dato del Caudal de diseño de salida, se calcula el área del tanque:

$$A = \frac{Q_e}{\text{Factor de Carga}} = \frac{66.58 \text{ m}^3/\text{h}}{4.6 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h}}$$

$$A = 14.47 \text{ m}^2 \cdot 1.15 (\text{factor de Seguridad}) = 16.64 \text{ m}^2$$

Se hace el cálculo del Diámetro y Altura del tanque:

$$D = (4A / \pi)^{1/2} = [(4 \times 16.64) / 3.1416]^{1/2} = 4.6 \text{ m}$$

$$H = V / A = Q_o T / A = \frac{(74.04 \text{ m}^3/\text{h})(0.5 \text{ h})}{16.64 \text{ m}^2}$$

$$H = 2.22 \text{ m}$$

2.5.4 CÁLCULO DEL SISTEMA DE FLOTACIÓN

Hasta esta etapa del cálculo tenemos un efluente con las siguientes características:

Temperatura = 30° C

Caudal = 66.58 m³ / hr

Concentración de grasas y aceites = 194,605.7 ppm

Y se requiere hacer el dimensionamiento de un sistema de flotación con recirculación, para un factor de carga de 4.8 m³ / m² . h obtenido a partir de la media aritmética de los datos de factor de carga durante el monitoreo , y una altura no mayor a 1.8 m.

Teniendo una relación igual a 0.0002 kg / día de aire liberado por despresurización, sobre los kg./ día de sólidos para el influente (A/S). Este valor se Obtiene directamente de utilizando una curva típica de correlación para un agua residual, que tiene la forma indicada en la Figura 2.9.

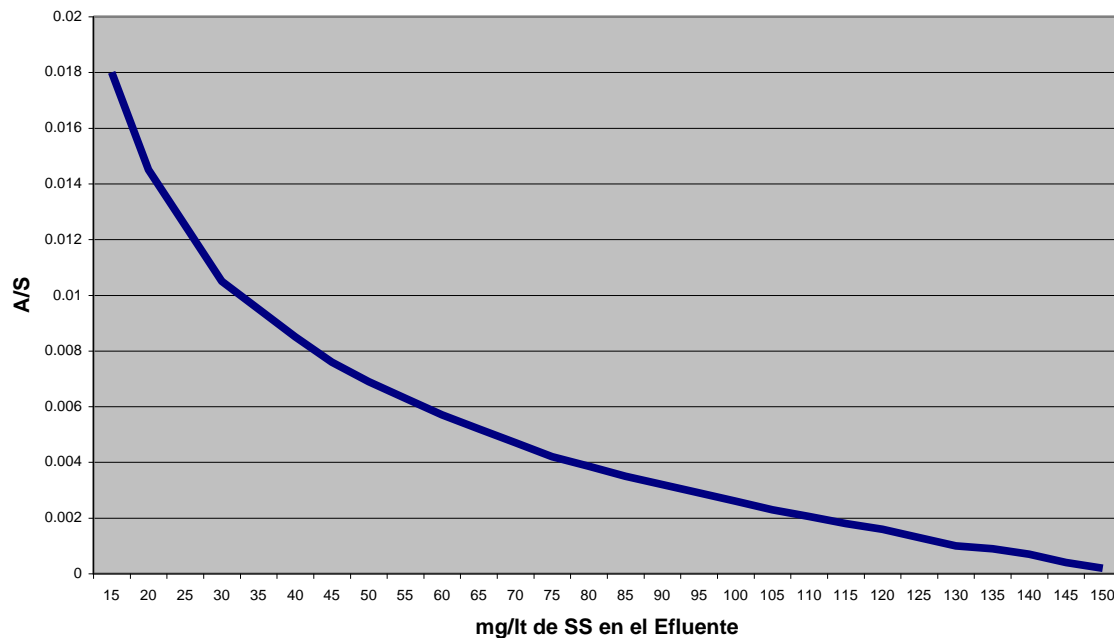


Fig. 2.10 Curva típica de correlación de aire liberado por despresurización por sólidos para el influente para un agua residual.

Gráficos como los de la Figura 2.10 permiten seleccionar la relación A/S para el grado de clarificación requerida en el efluente. Estas curvas indican un aumento de la relación A/S para el grado de clarificación requerida en el efluente. Estas curvas indican que un aumento en la relación A/S por encima de un valor óptimo no conduce a una reducción sustancial de los sólidos en el afluente.

La elección del valor de la relación A/S fué inmejorable, pues el aumento o disminución de éste actúa proporcionalmente en la presión de funcionamiento del equipo, la que debe de estar entre los intervalos típicos de funcionamiento para estos equipos, que es entre 2 y 7 atmósferas.

A partir de estos datos calculamos la presión a la cual se va a someter el fluido.

$$P = [(A/S)X_o / 1.2 S_a + 1] / 0.5$$

En donde A/S es la relación de kg/día de aire liberado por despresurización y los kg/día de sólidos en el influente

Xo es la concentración de entrada de grasas y aceites, y Sa es la solubilidad del aire en el agua a 30° C

Sustituyendo los datos se obtiene que:

$$P = [((0.0002) 194,605.7 \text{ ppm} / 1.2 \text{ } 15.7 \text{ cm}^3/\text{lt}) + 1] / 0.5 = 6.1317 \text{ Atm.}$$

Se calcula la recirculación a partir de la siguiente fórmula

$$R = [(A/S)X_o Q / 1.2 S_a (fP-1)]$$

En donde P es la presión anteriormente calculada y f depende del diseño del tanque de retención, el cual está normalmente entre 0.5 y 0.8, para el cual se tomará el valor más conservador que sería 0.5.

Sustituyendo los valores se tiene que:

$$R = [(0.0002) (194,605.7 \text{ mg/lt})(1597.92 \text{ m}^3/\text{dia}) / 1.2 (15.7 \text{ cm}^3/\text{lt}) ((0.5)(6.1317 \text{ atm})-1)]$$

$$R = 1597.94 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Utilizando el Factor de Carga de 4.8 m³/ m² . h, Entonces se calcula el área superficial

$$\text{Area Superficial} = (Q + R) / F_c$$

$$\text{Area Superficial} = (66.58 \text{ m}^3 / \text{h} + 66.5808 \text{ m}^3 / \text{h}) / 4.8 \text{ m}^3 / \text{m}^2 . \text{h} =$$

$$\text{Area Superficial} = 27.74 \text{ m}^2 * \text{Factor de Seguridad} = 27.74 * 1.15 = 31.9$$

$$\text{Volumen} = \text{Area Superficial} \times \text{Altura} = (31.9 \text{ m}^2) (1.8 \text{ m}) = 57.42 \text{ m}^3.$$

2.6 LOCALIZACION DEL SISTEMA DENTRO DE LA REFINERIA

La elección del sitio para la construcción de la planta, se propone en el área 6 de la Refinería, a un costado de los separadores agua-aceite, puesto que el efluente general de las desaladoras llega a ese sitio, además el agua de desaladoras, después de haber pasado por el Sistema de Recuperación de Hidrocarburos, pasa a los separadores, para recuperar el producto que no se haya podido separar en el Sistema.

En la Figura 2.11 se muestra la ubicación del sitio, al este colinda con los separadores de agua-aceite 4 y 5 y al oeste colinda con el cárcamo regulador de agua a la PTAR.

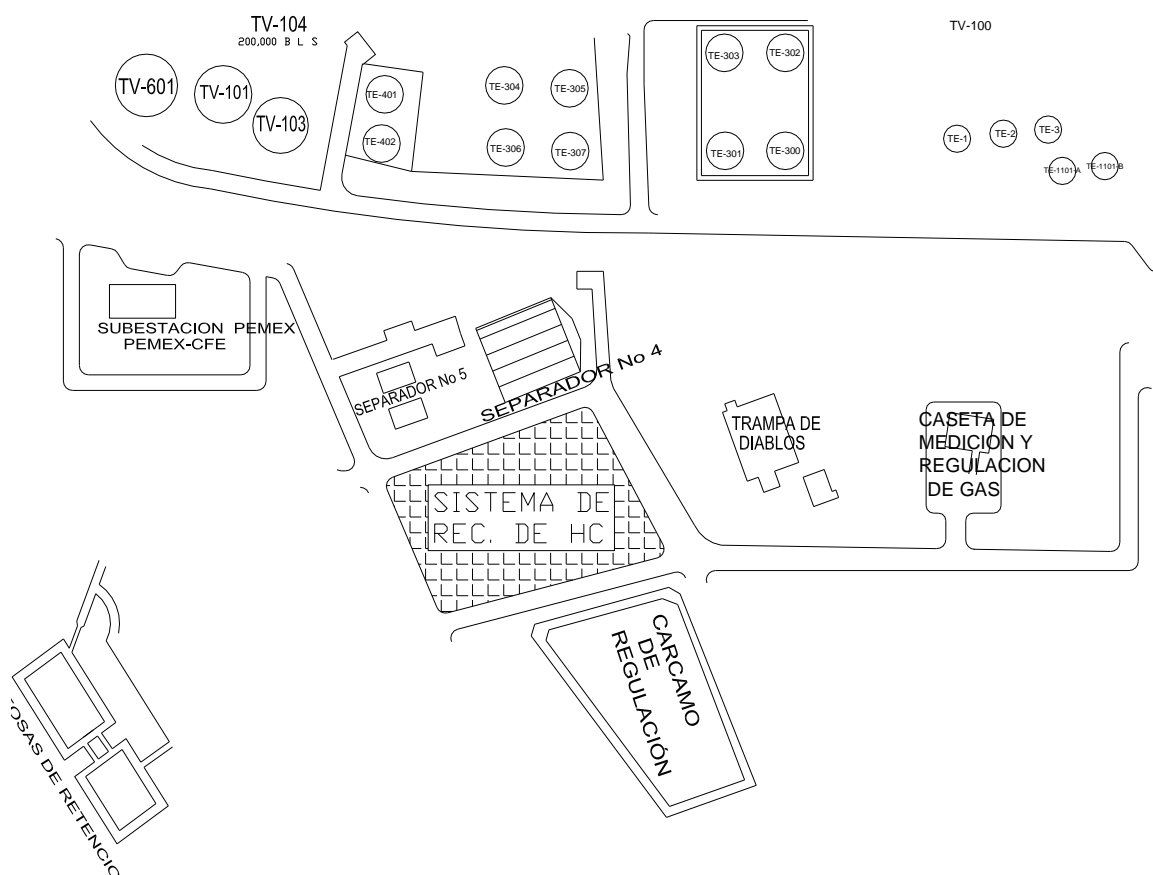


Figura 2.11 Ubicación propuesta para el Sistema de Recuperación de Hidrocarburos

CAPITULO III

RESULTADOS

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1 ESQUEMAS Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

De cada uno de los equipos propuestos en el Sistema de Recuperación de Hidrocarburos (Figura 3.1), los cuales se calcularon anteriormente se presenta la forma mediante esquemas, y las dimensiones de estos.

3.1.1 TANQUE DE HOMOGENIZACION

La interpretación física de la gráfica de la Figura 2.6 (ver capítulo anterior) es la siguiente. En el punto de tangencia inferior, el tanque de homogeneización está vacío. A partir de este punto, dado que el caudal que entra es superior al caudal medio (la pendiente de la curva de aportaciones es superior al caudal medio), el tanque de homogeneización empieza a llenarse, hasta alcanzar la media noche, momento en que empieza a vaciarse de nuevo.

En la práctica el volumen del tanque de homogeneización debe ser superior al determinado por consideraciones teóricas, hecho que se deriva de tener en cuenta los siguientes factores:

- 1) El funcionamiento continuo de los equipos de aireación y mezclado no permiten un vaciado total, a pesar de que puedan adoptarse configuraciones y estructuras especiales.
- 2) La recirculación de sobrenadantes y filtrados exige un volumen adicional, caso de que el retorno se realice al tanque de homogenización
- 3) Debe contemplarse la posibilidad de imprevistos y de cambios no previsibles en los caudales diarios.

A partir de los cálculos elaborados para el tanque de homogenización, se realiza el esquema y dimensionamiento de éste (Figura 3.2 y Figura 3.3).

3.1.2 TANQUE DE SEDIMENTACION

Los tanques de sedimentación, también llamados clarificadores, se clasifican según la geometría de su sección horizontal: Rectangulares o circulares, estos a su vez se pueden clasificar en alimentación central y en alimentación periférica.

Para este sistema se diseñó un tanque circular con un flujo de entrada de 1774.04 m³/ día, y en base a las características del agua a tratar, el volumen necesario del tanque debe ser de 37.02 m³ (Figura 3.4 y Figura 3.5)

3.1.3 SISTEMA DE FLOTACION

El sistema de flotación (Figura 3.6 y Figura 3.7) contará con dos compresores para alimentar el aire al fluido, un tanque de presurización para tener un instante al líquido permitiendo su saturación de aire, para aliviar la presión por medio de una válvula y pasar al tanque abierto, donde se despresurizará llevando a la superficie los hidrocarburos, para después ser recuperado con rastras mecánicas y enviarlo al proceso de refinación nuevamente. El fluido en el tanque DAF se inyecta por medio de aspersores provocando la turbulencia, el líquido se despresuriza a través del tanque y al final de este topa con una mampara, la cual se extiende desde la parte superior del tanque hasta un nivel inferior al del tubo de mezclado, esto para evitar que el agua salga del tanque sin haberse clarificado, para que finalmente llegue solo líquido clarificado al final del tanque, y este sea enviado a los separadores de agua-aceite tipo API y recuperarse los hidrocarburos que no se hayan podido separar en el sistema de flotación antes de enviarse a la PTAR.

Se estima en base a la relación Kg/día de aire liberado por despresurización por Kg/día de sólidos en el efluente, que podrá remover al menos el 85% del total de hidrocarburos presentes en el agua.

Por el fondo del tanque se expulsarán los lodos de sólidos que llegaran a sedimentar, removiéndolo con una rastra mecánica.

CONCLUSIONES

Actualmente la mayoría de las operaciones y procesos unitarios empleados en el tratamiento de aguas residuales están siendo sometidos a una intensa y continua investigación, tanto desde el punto de vista de ejecución, como de aplicación de los mismos. Como consecuencia de ello se han desarrollado nuevas operaciones y procesos de tratamiento y se han llevado a cabo muchas modificaciones en los procesos y operaciones existentes con el objetivo de conseguir su adecuación a los crecientes y rigurosos requerimientos.

Este sistema se elaboró a un nivel de diseño de propuesta de equipos, cálculo y dimensionamiento de estos, basándose en equipos utilizados en los tratamientos de aguas residuales industriales y tomando como referencia el tipo de agua a tratar y la necesidad que se tiene de recuperar los hidrocarburos que se pierden en los efluentes de las desaladoras. Una de las limitantes para este proyecto fué, el tiempo prolongado entre cada muestreo, principalmente del agua de salida de las desaladoras. Este se realiza cada semana, lo cual provoca incertidumbre al momento de interpretar los datos obtenidos.

Por el momento se alcanzó una etapa del diseño de un sistema de recuperación de hidrocarburos de los efluentes de desaladoras, a partir de datos de flujos, carga de contaminantes y monitoreos de efluentes, con lo cual se dio el primer paso en la solución del problema.

Cada uno de los Equipos que integran el Sistema de Recuperación de Hidrocarburos son de funcionamiento poco complejos, además que existe mucha experiencia en su operación puesto que son equipos convencionales de los tratamientos de aguas, muchas veces también utilizados en el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

RECOMENDACIONES

Tener un monitoreo del agua de salida de las desaladoras con intervalos de tiempo más cortos, puesto que al ser semanales los muestreos, existe incertidumbre al interpretar los datos.

Llevar un control estricto de los hidrocarburos que se pierden y de los que se recuperan de los efluentes para incorporarse nuevamente a los procesos de refinación.

Elaborar la ingeniería de detalle del diseño de cada uno de los materiales y equipos secundarios del sistema como son tuberías, bombas, válvulas, etc.

Indicar el tanque de almacenamiento al cual se enviarán los hidrocarburos recuperados.

Establecer el intervalo de tiempo en el cual se confinarán los lodos producidos en el sistema de recuperación de hidrocarburos, para que en base a este se calcule la dimensión del tanque de almacenamiento de lodos.

Establecer los cambios para las líneas y drenajes que serán necesarios para encausar el flujo de desaladoras hacia el sistema.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ <http://apuntes.rincondelvago.com/control-de-derrame-de-hidrocarburos.html>
- ❖ http://html.rincondelvago.com/petroleo_26.html
- ❖ http://www.acsmedioambiente.com/equipos/clarificadores_daf.htm
- ❖ <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaar/e/home.htm>
- ❖ <http://www.lenntech.com/espanol/tratamiento-de-aguas-residuales.htm>
- ❖ <http://netsalud.sa.cr/ms/decretos/ubicdec.htm>
- ❖ http://www.semarnat.gob.mx/ssfna/legislac%F3%20Ambiental/NormasO/agua/agua_nom001.htm
- ❖ Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- ❖ Metcalf & Hedi, Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse, 3 th. De., MacGraw Hill. 1991
- ❖ Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996
- ❖ Ramalho R. S. Tratamiento de Aguas Residuales, Reverté, S.A., Barcelona, España, 1991

ANEXOS

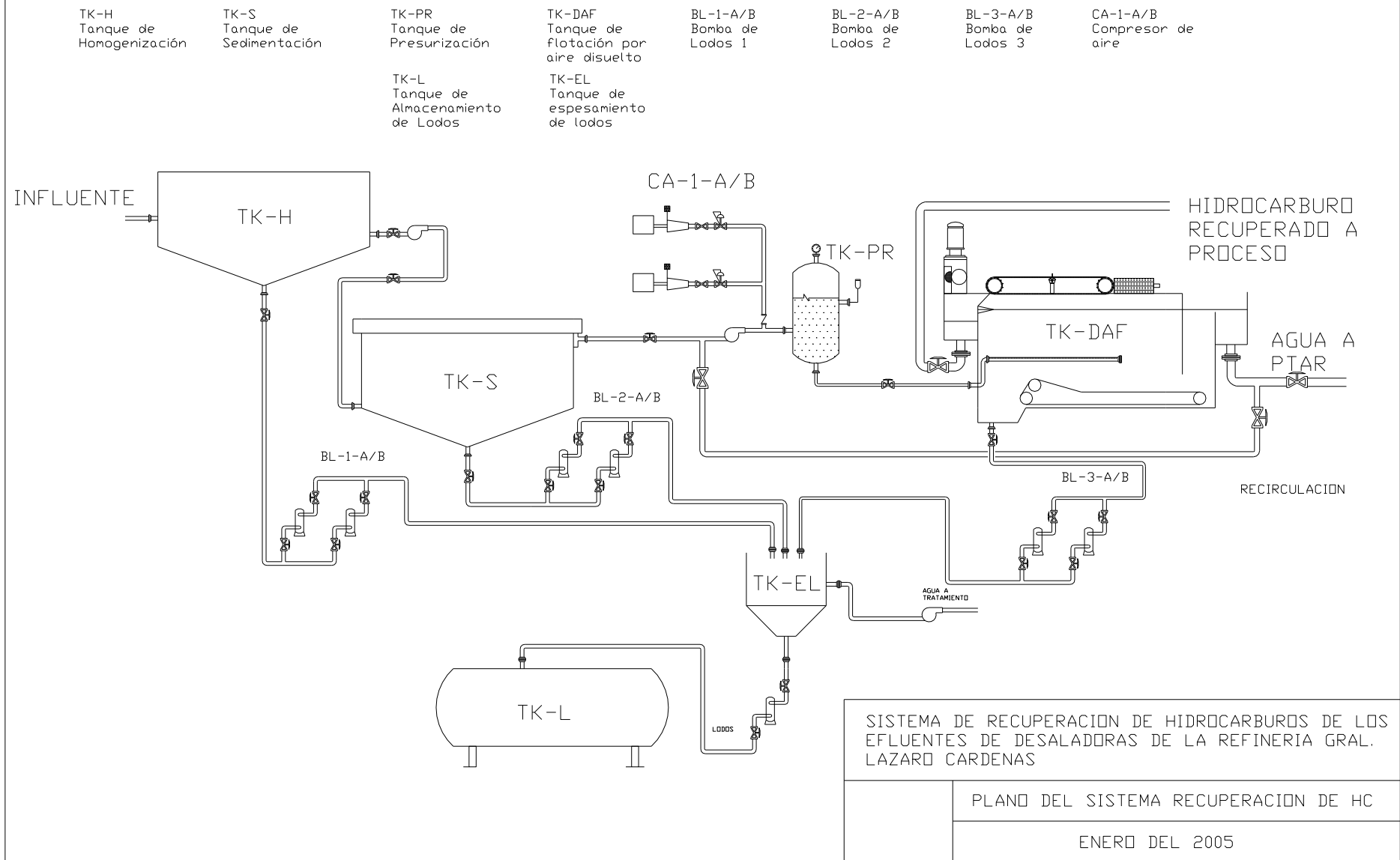
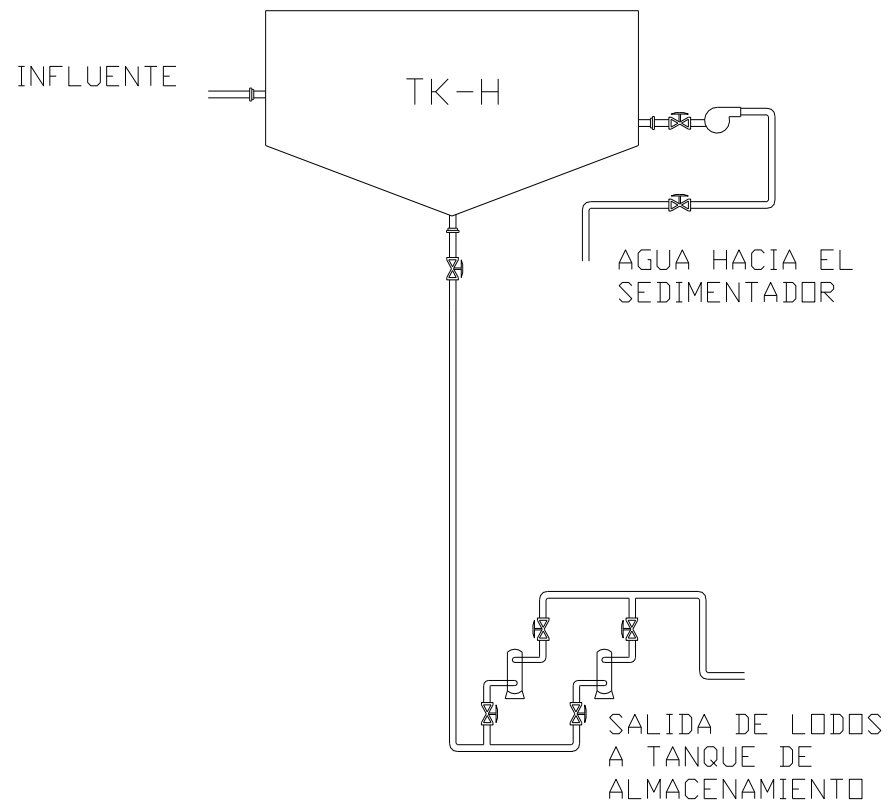


Figura. 3.1

TANQUE DE HOMOGENIZACION



Influente y Carga del Influyente Variable.
 Volúmen: 231 m³
 Diametro: 10.84 m
 Area Superficial: 92.4048 m²
 Altura: 2.5 m
 Tiempo de Retención: 2.6 hr
 Caudal de Salida: 1774.04 m³/dia.
 Concentracion de GyA de Salida: 194,605.7 ppm

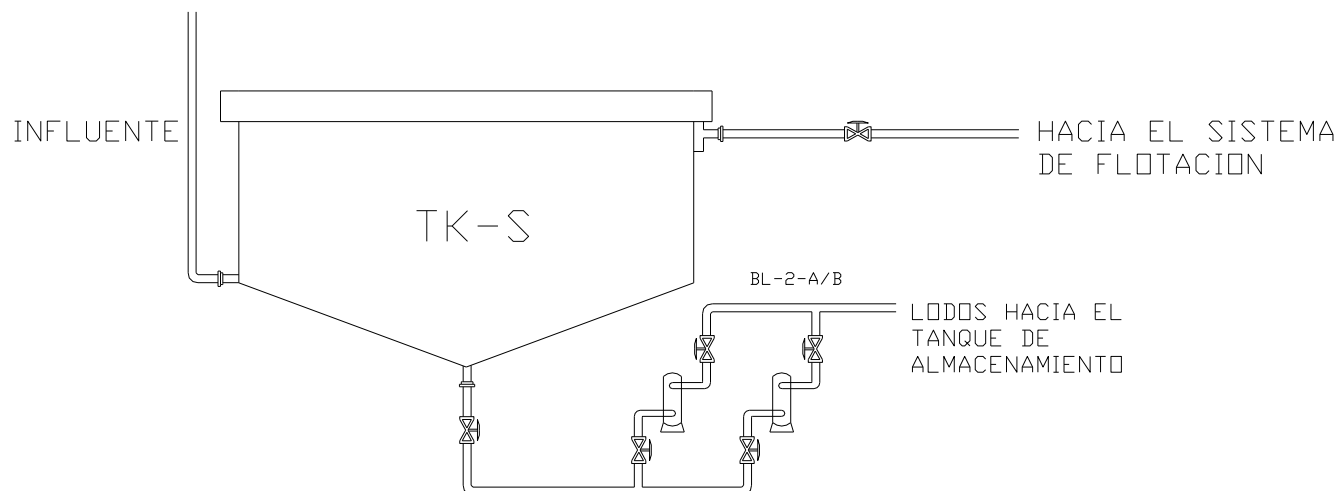
SISTEMA DE RECUPERACION DE HIDROCARBUROS DE LOS EFLUENTES DE DESALADORAS DE LA REFINERIA GRAL. LAZARO CARDENAS

TANQUE DE HOMOGENIZACION

ENERO DEL 2005

Figura. 3.2

TANQUE DE SEDIMENTACION



Flujo de Entrada: 1774.04 m³/día
 Volúmen: 37.02 m³
 Diámetro: 4.6 m
 Altura: 2.22 m
 Tiempo de Retención: 0.5 hr
 Caudal de Salida: 66.58 m³/hr
 Caudal de Salida de Lodos: 7.46 m³/hr

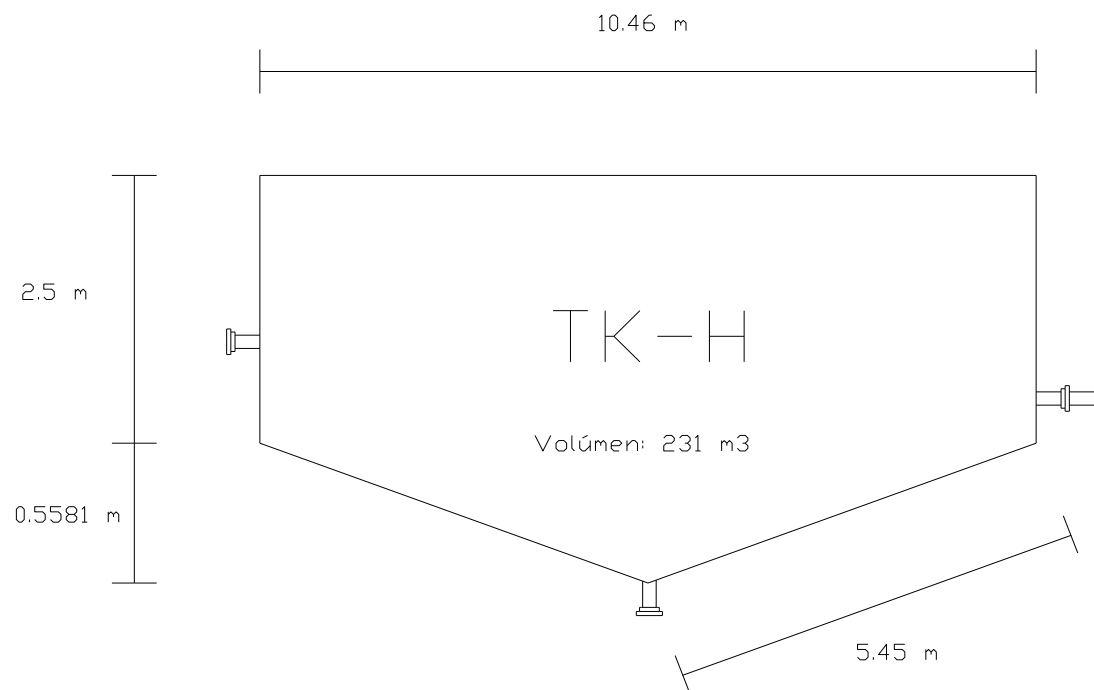
SISTEMA DE RECUPERACION DE HIDROCARBUROS DE LOS
 EFLUENTES DE DESALADORAS DE LA REFINERIA GRAL.
 LAZARO CARDENAS

TANQUE DE SEDIMENTACION

ENERO DEL 2005

Figura. 3.4

TANQUE DE HOMOGENIZACION



Influente y Carga del Influyente Variable.
 Volúmen: 231 m³
 Diametro: 10.46 m
 Area Superficial: 86 m²
 Altura: 2.5 m
 Tiempo de Retención: 2.6 hr
 Caudal de Salida: 1774.04 m³/dia
 Concentracion de GyA de Salida: 194,605.7 ppm

SISTEMA DE RECUPERACION DE HIDROCARBUROS DE LOS EFLUENTES DE DESALADORAS DE LA REFINERIA GRAL. LAZARO CARDENAS

TANQUE DE HOMOGENIZACION

ENERO DEL 2005

Figura. 3.3

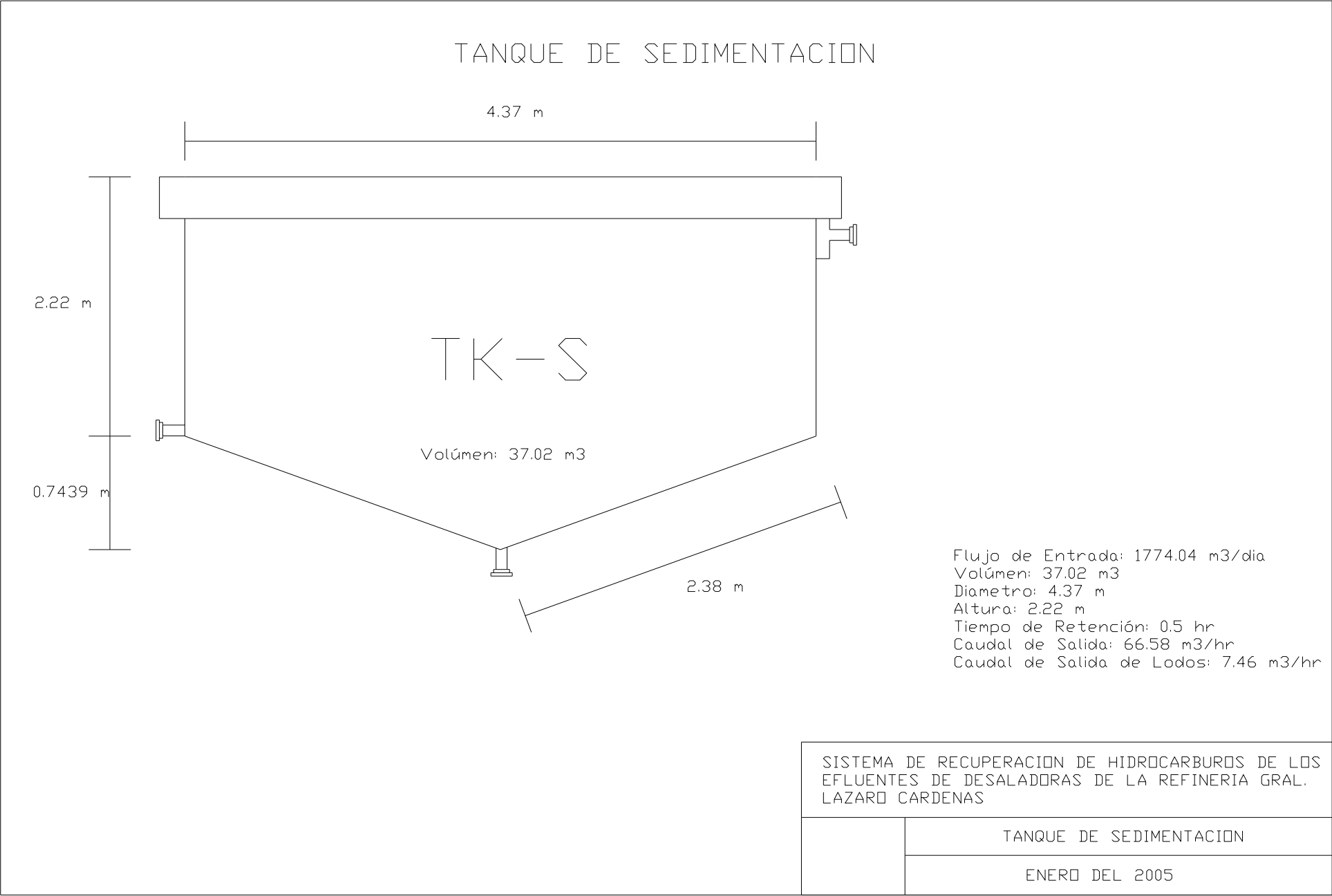
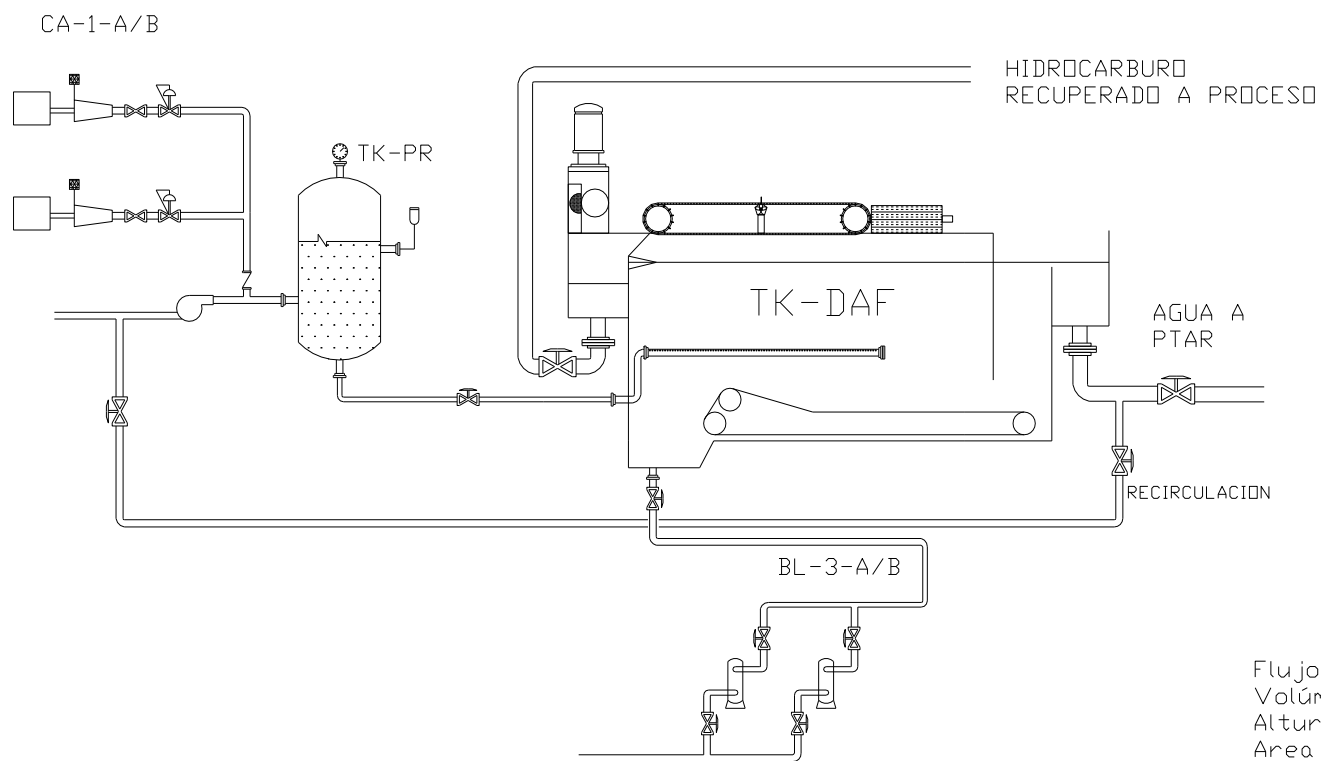


Figura. 3.5

UNIDAD DE FLOTACION (DAF)



Flujo de Entrada: 1597.92 m³/dia
 Volúmen: 57.42 m³
 Altura: 1.8 m
 Area Superficial: 31 m²
 Factor de Carga: 4.8 m³ / m² h
 Recirculación: 1597.94 m³/dia
 Tiempo de Retención: 45 min

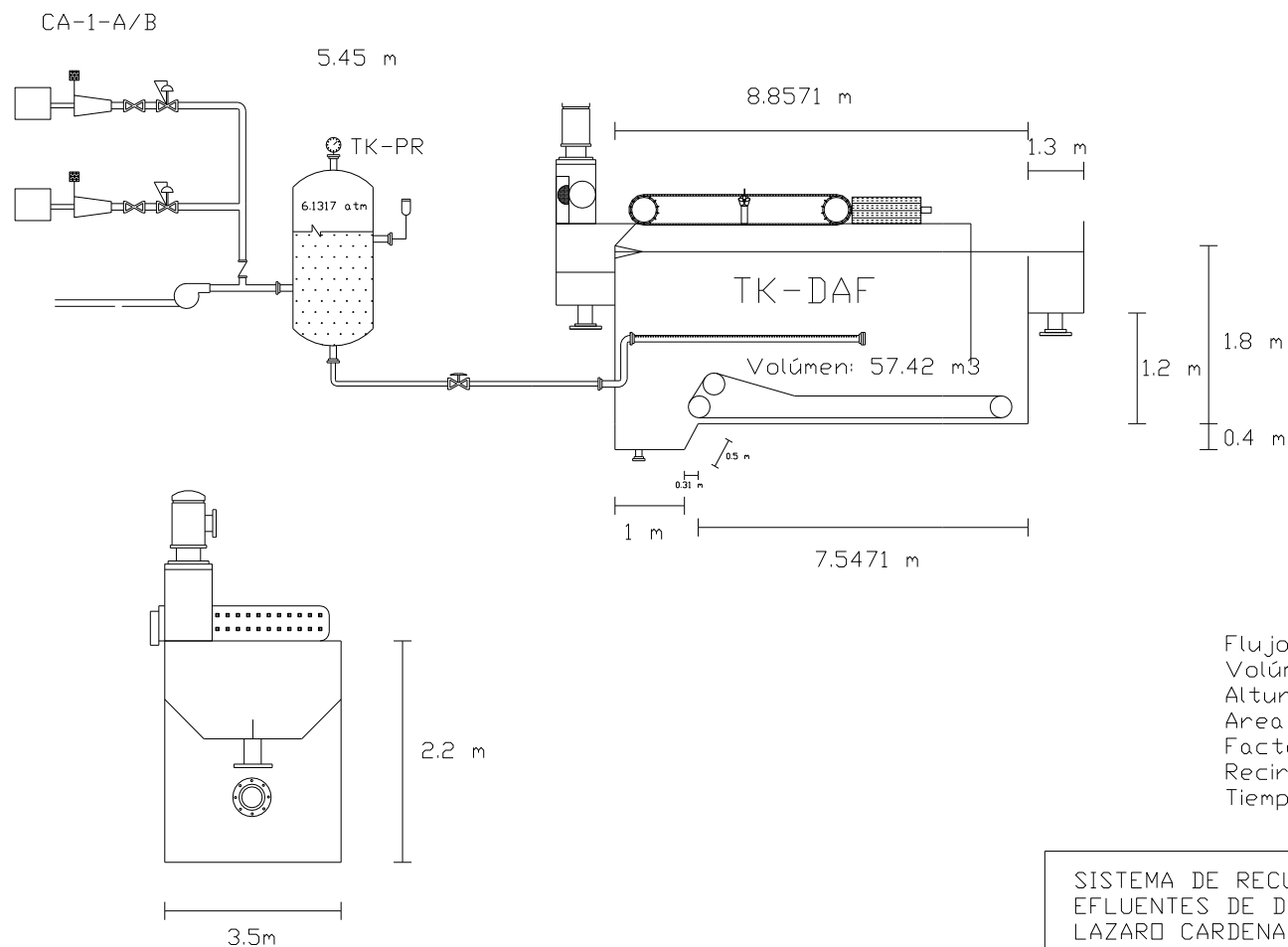
SISTEMA DE RECUPERACION DE HIDROCARBUROS DE LOS
 EFLUENTES DE DESALADORAS DE LA REFINERIA GRAL.
 LAZARO CARDENAS

SISTEMA DAF

ENERO DEL 2005

Figura. 3.6

UNIDAD DE FLOTACION (DAF)



Flujo de Entrada: 1597.92 m³/día
 Volúmen: 57.42 m³
 Altura: 1.8 m
 Área Superficial: 31 m²
 Factor de Carga: 4.8 m³ / m² h
 Recirculación: 1597.94 m³/día
 Tiempo de Retención: 45 min.

SISTEMA DE RECUPERACION DE HIDROCARBUROS DE LOS
 EFLUENTES DE DESALADORAS DE LA REFINERIA GRAL.
 LAZARO CARDENAS

SISTEMA DAF

ENERO DEL 2005

Figura. 3.7

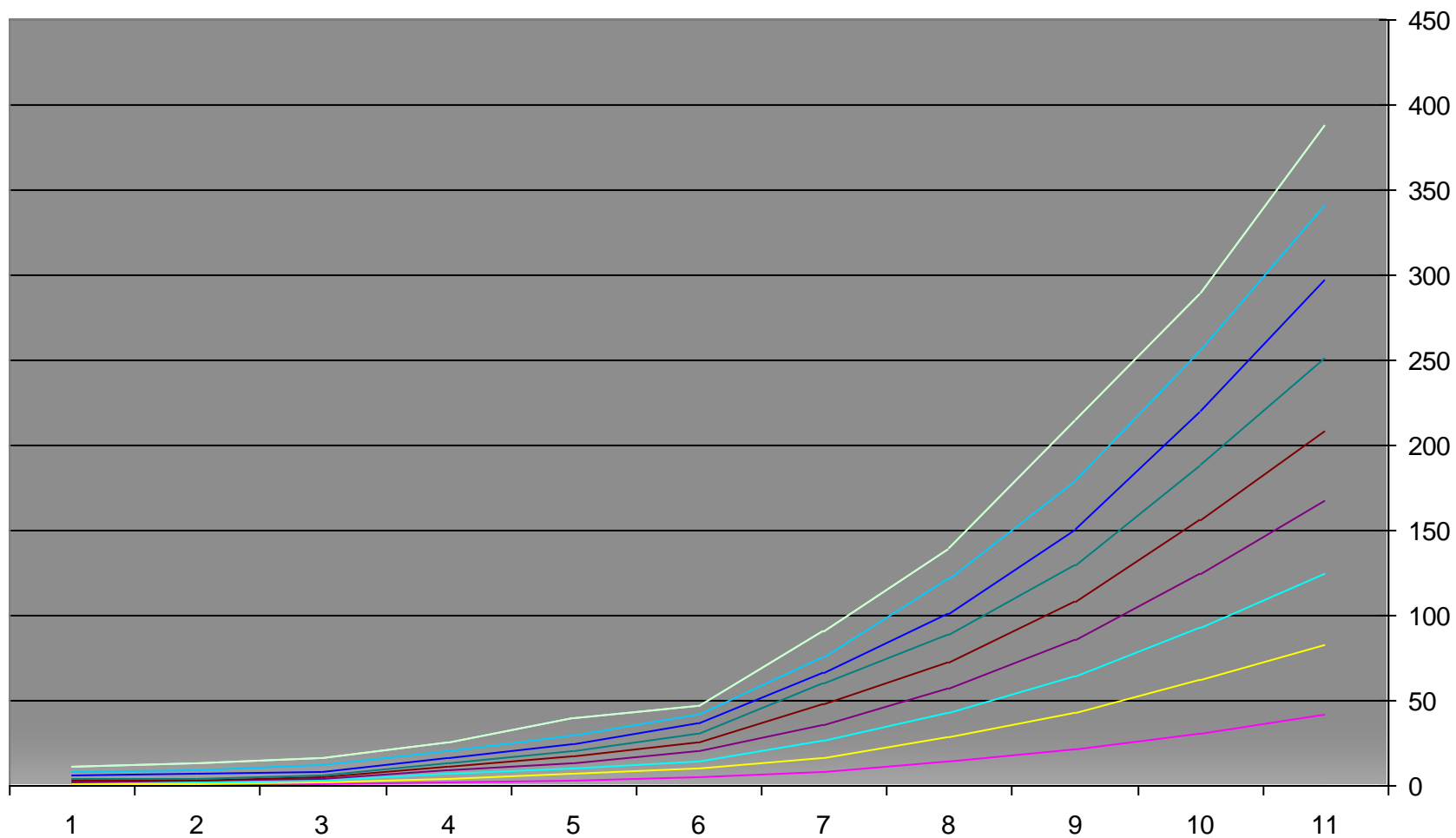


Figura 2.7 Gráfica de Curvas de Sedimentación de la Tabla 6

