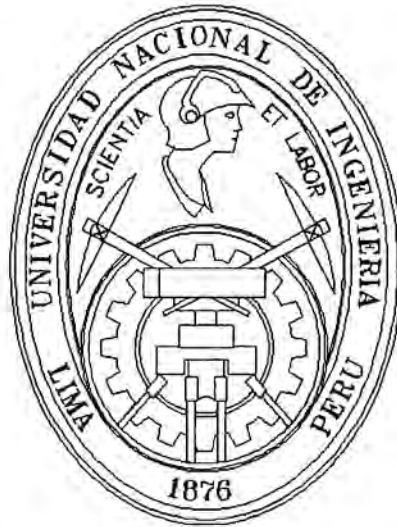


Universidad Nacional de Ingeniería
FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO



Rediseño de la Bateria 990
Ballena Lote X - Talara

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de :
INGENIERO DE PETROLEO

ULISES ANIBAL ESPINOZA GONZALES
PROMOCION 1984 - II

Lima - Perú
1995

Con profundo agradecimiento a la Empresa
Petróleos del Perú División Producción Talara
por las facilidades dadas para la ejecución del
presente trabajo.

Al Ing° Javier Pezo Ordozgoiti con
admiración, respeto y gratitud

A mi esposa Jesús, mis hijos Marie Anaís
y Jean Manuel con amor por su paciencia
y por forjar en mí grandes ideales.

A mis padres Teresa y Marcial por
darme la vida y confiar en mí

REDISEÑO DE LA BATERIA 990 BALLENA - LOTE X TALARA

- I.- INTRODUCCION**
- II.- ANTECEDENTES**
- III.- OBJETIVO**
- IV.- CONCLUSIONES**
- V.- RECOMENDACIONES**
- VI.- REDISEÑO DE LA BATERIA 990 BALLENA**
 - 1. FUNDAMENTO TEORICO**
 - 2. APLICACION**
 - 2.1 Sistema de Recolección y Medición**
 - 2.2 Sistema de Tratamiento**
 - 2.3 Sistema de Almacenamiento**
 - 2.4 Sistema de Transferencia**
- VII.- BIBLIOGRAFIA**
- VIII.- LAMINAS**
- IX.- TABLAS**
- X.- PLANOS**

I.- INTRODUCCION

Las Baterías de Producción son instalaciones donde se colectan los fluidos producidos por los pozos cercanos, separándolos en gas, petróleo y agua; además sirve como punto de inicio del Sistema de Transferencia de petróleo hacia una Estación de Bombas (Patio de Tanques) y de gas hacia una Estación de Compresores. Por otro lado debe contar con las facilidades necesarias para la adecuación a la Legislación Petrolera vigente (DS 046, 052, 055, etc.).

El presente trabajo describe la problemática que existía en el pasado debido a las deficiencias en infraestructura de la Batería 990 Ballena y cómo afectaba el normal desarrollo de las operaciones de recolección, tratamiento, almacenamiento y transferencia de petróleo crudo. Asimismo, se indica los trabajos programados y efectuados para reubicar equipos recuperados de otras baterías del Lote X, presentándose al final la actual situación de la Batería remodelada.

Para el logro de éste proyecto no se adquirió ningún equipo nuevo, resultando una economía muy favorable debido a que se consiguió una mayor confiabilidad de trabajo y una mejor calidad del producto final entregado.

II.- ANTECEDENTES

El Distrito Ballena se encuentra en la parte norte del Lote X, colindante con el Lote V (GMP), distrito Laguna Zapotal y distrito Taiman (Lámina N° 01).

Actualmente cuenta con 5 Baterías que reciben una producción diaria de campo de 1,500 barriles de petróleo crudo HCT que son transferidos hacia el Patio de Tanques El Alto; transferencia que es regulada por un sistema de turnos de bombeo, debido a que existe un sólo oleoducto de llegada a PT El Alto para los distritos de Laguna Zapotal (3100 BPD) y Ballena. La producción diaria del crudo HCT de Ballena se bombea a su vez en dos partes; inicia la Estación de Bombas 974 Organos Sur (400 BPD) y culmina la Batería 990 Ballena (1100 BPD) (Lámina N° 02). Además, cada tres días la EB 974 recibe 900 barriles provenientes del Lote V, crudo fiscalizado y comprado a la Cía. Graña y Montero Petrolera, que debe ser transferido al PT El Alto, ajustando para dichas ocasiones los horarios y ocasionando cambios operativos en los sistemas de bombeo.

Por lo expuesto, la Batería 990 resulta ser un punto estratégico para el desarrollo de las operaciones de producción.

Después de hacer un análisis de la situación existente, se presentó la necesidad de modificar la infraestructura de la Batería (Lámina N° 03). El diagnóstico arrojaba los siguientes problemas que debían ser solucionados (Tabla N° 1):

1. Baja capacidad de almacenaje y demasiados tanques pequeños
2. Bajo régimen de bombeo prolongando el horario de transferencia
3. Las líneas de succión de la Bomba estaban subdimensionadas.

4. Se contaba sólo con una bomba de transferencia y motor a gas
5. Pobre tratamiento de crudo por tener un Tanque lavador de sólo 500 bls.
6. Deficiencias en la medición de Producción de Gas de los pozos
7. Alto consumo de Gas Combustible y Gas al aire
8. Alto contenido de Aceites y Grasas en los efluentes líquidos
9. Separador Depurador de gas (scrubber) dentro de la Estación de Compresión, sin control de su operación.
10. Bombas de transferencia no contaban con válvulas de seguridad para subidas bruscas de presión.
11. Producción fiscalizada en PT El Alto con altos valores de BSW

III.- OBJETIVO

Mejorar las condiciones de operación en la Batería 990 Ballena en el Lote X Talara, reordenando y reparando los equipos existentes, instalando equipos recuperados de otras baterías, construyendo nuevas instalaciones y culminando los trabajos de gasfitería con las pruebas necesarias para la puesta en marcha de los equipos remodelados, de acuerdo al cronograma de trabajos que se muestra en la Tabla N° 2.

IV.- CONCLUSIONES

1. Se reubicaron tres tanques de 140 bls. en otras baterías del Lote X, se instaló un tanque de 800 bls. reubicado del Patio de Tanques Cabo Blanco, se reubicó el anterior tanque lavador de 500 bls. como tanque de almacenamiento aumentando el tancaje de 1170 a 2050 bls., permitiendo recibir la producción de la EB 974 y de la Batería 980 , mejorando el control de los volúmenes transferidos hacia el Patio de Tanques El Alto.
2. Se instaló una Bomba de mayor capacidad con motor eléctrico proveniente de la Batería 910 Taiman y se cambió la línea colectora de la succión de bombas de 4” a 8” aumentando el régimen de bombeo de 100 a 280 BPH y la presión de bombeo de 90 a 120 psig . Además, al tener dos bombas con motor a gas y eléctrica, permite transferir en forma normal cuando se producen cortes de corriente.
3. Se repararon tres registradores de presión, instalándose en los separadores de ensayo, completando así la medición del gas producido de todos los pozos de la Batería.
4. Se reordenaron los pozos en los múltiples de recolección de acuerdo a la curva ABC permitiendo probar los pozos tipo A un mínimo de 3 ensayos por mes (el promedio de ensayo anterior era de 2.6 ensayos por mes).
5. Se instaló un tanque lavador de 1500 bls, recuperado de la batería 608 Carrizo, aumentando el tiempo de retención y el de lavado del crudo.
6. Se instaló un separador depurador de gas dentro del perímetro de la Batería, recuperado de la Batería 306 Organos Patria, mejorando el control de las entregas

de gas; se aumentó el volúmen de gas entregado a la Estación de Compresores de 345 MPCD a 476 MPCD y disminuyó el gas al aire de 94 MPCD a 33 MPCD.

7. La electrificación de todos los pozos de la batería permitió disminuir el gas combustible de 169 MPCD a 15 MPCD.
8. Se construyó una Poza de Separación de drenajes tipo API, recolectando los fondos de los separadores y tanques, así como también del tanque lavador, evitando descargar al medio ambiente agua de producción con elevados valores de contenido de aceites y grasas, obteniendo como valor promedio 10 ppm de acuerdo a los Monitoreos efectuados por la Universidad de Piura.
9. Debido a las roturas ocasionadas por sobrepresión de bombeo se instalaron válvulas de seguridad en cada una de las bombas permitiendo eliminar fugas de petróleo por dicha causa.
10. Al tener un mejor tratamiento de crudo en la Batería se logró disminuir el porcentaje de BSW de transferencia hacia Patio de Tanques El Alto a 0.20 % y por consiguiente se tiene que el Factor de Fiscalización del Distrito ha mejorado de 0.89 a 0.94.

El plano de la Batería actualizado se puede observar en los Planos N° 01 y 02, así como también la situación actual de pozos, sistemas de producción, volúmenes de producción de gas y petróleo con el respectivo inventario de equipos de batería en la Tabla N° 3.

V.- RECOMENDACIONES

1. Independizar los oleoductos de los distritos Laguna Zapotal y Ballena.
2. Automatizar las instalaciones con equipos electrónicos: medidores, controles e indicadores de nivel en separadores y tanques, automáticos de arranque/parada, alarmas, etc.
3. Completar las conexiones para recibir la producción de la EB 974 Organos Sur.
4. Instalar un quemador de gases excedentes y una poza de evaporación para el agua producida.
5. Todas las Baterías de Producción deben tener un sistema alternativo de transferencia en casos de corte de corriente; como por ejemplo, tener una bomba con motor a gas.

VI.- REDISEÑO DE LA BATERIA 990 BALLENA

1.FUNDAMENTO TEORICO

Los equipos principales en una Batería de Producción son:

SEPARADORES

DEPURADOR DE GAS (SCRUBBER)

BOMBA INYECTORA DE DEMULSIFICANTE

TANQUE LAVADOR (GUN BARREL)

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

BOMBAS DE TRANSFERENCIA

POZAS DE SEPARACION Y DE EVAPORACION

INSTRUMENTOS: MEDIDORES DE VOLUMEN POSITIVO

(VOLUMETER)

MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

(FLOCO)

MEDIDORES DE GAS

REGLAS DE MEDICION

VALVULAS DE CONTROL AUTOMATICO

SEPARADORES PETROLEO-GAS

Son recipientes de baja presión (125 psi) que se usan para separar el petróleo, con pequeñas cantidades de agua, del gas provenientes de un pozo o un grupo de pozos que llegan a la batería de producción. El fluido ingresa aproximadamente a la mitad de la altura y la separación tiene lugar en pequeñas gotitas de petróleo que se juntan y caen por gravedad en contracorriente del gas que asciende; burbujas de gas aún continúan escapándose del petróleo acumulado en el fondo del recipiente. La entrada tangencial de la mezcla fluido-gas y el sistema de deflectores permite una separación primaria eficiente debido a la fuerza centrífuga originada por el abrupto cambio de dirección. Adicionalmente, los separadores tienen extractores de humedad que van colocados en el tope y que son hechos de un relleno de enmallado de alambre, lográndose una descarga de gas casi seco. Las salidas tanto del gas como del petróleo son controladas por válvulas neumáticas (Lámina N° 06).

Los separadores verticales son usados debido a las siguientes razones:

- Son fluidos que producen con poca cantidad de agua (BSW promedio = 16 %) y gas (GLR promedio = 700).
- Son fluidos que contienen apreciable cantidad de arena, parafina, barro y pequeñas partículas sólidas.
- Son fluidos donde el régimen de producción es muy irregular y a veces se incrementa demasiado o, cesa de producir; tales como pozos que producen por cabeceo o en forma intermitente.

DEPURADOR DE GAS

Estos recipientes se localizan después que los fluidos han pasado por los separadores petróleo-gas. El gas húmedo ingresa al recipiente y pasa a través de un baño de petróleo u otro líquido que lo limpia de suciedades, humedad y otras impurezas. El gas que sale es seco y está listo para ser usado en la Estación de Compresores y en el sistema de gas combustible de la Batería.

BOMBA INYECTORA DE DEMULSIFICANTE

El uso de estas bombas de inyección está generalizada en el Noroeste y cumplen a cabalidad sus funciones.

Son regulables mediante una válvula de ingreso de gas que disminuye las emboladas o las aumenta en forma directamente proporcional. Poseen una regla graduada en cuartos de galón que sirve para diferenciar los niveles que se observa en un visor de vidrio en un lapso de un minuto; el número de divisiones leídas se divide entre cuatro y nos dará los galones por día del producto demulsificante inyectado. En el caso de la Batería 990, debido a las características de los fluidos producidos el régimen de inyección es de 0.5 GPD.

TANQUE LAVADOR (GUN BARREL)

Son equipos utilizados para tratar emulsiones de agua en petróleo. El tratamiento consiste en hacer pasar la emulsión por un colchón de agua, de tal manera que las gotas de agua tomen contacto con éste y se favorezca la coalescencia. Estos tanques cumplen doble finalidad: disminuir la salinidad y reducir el porcentaje de BSW final (Lámina 05).

Principio de Operación

El fluido compuesto por la emulsión y algo de gas entra al **Degasificador** por la parte superior, en donde se separa el gas, y el líquido desciende por gravedad al **Distribuidor**. Una vez que la emulsión ha sido distribuída asciende a través del colchón lavador en donde se promueve la coalescencia y se incrementa el tamaño de las gotas, luego pasa a la interfase donde el ambiente fluido dinámico favorece la separación. La emulsión ingresa luego a la zona de decantación, la eficiencia de ésta zona depende de la distribución del fluido para evitar corrientes convectivas, que reducirían su eficiencia. Una vez que el petróleo llega al **Colector** es evacuado al tanque de almacenaje. El agua que se separa se drena utilizando un **Sifón** que permite mantener fija la posición de la interfase.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Son los depósitos donde se acumula la producción de la batería, el crudo transportado de los tanques de campo, el crudo transportado de los pozos suabeados y el crudo bombeado de otras Baterías del Distrito.

En la industria del petróleo, los tanques se clasifican:

1. Por su construcción en empernados y soldados.
2. Por su forma en cilíndricos y esféricos.
3. Por su función en techo fijo y techo flotante.

BOMBAS DE TRANSFERENCIA

Se denomina así al conjunto bomba-motor que permite trasladar el petróleo crudo existente en la Batería hacia otro centro de recolección mayor para su posterior fiscalización.

El tipo de bombas más usadas son las bombas reciprocantes y centrífugas.

Bombas Reciprocantes

Son bombas de desplazamiento positivo que operan como un resultado del movimiento de un pistón dentro de un cilindro. Las bombas de pistón pueden ser de doble acción, en que el fluido es forzado a salir del cilindro a la línea de descarga, a la vez que detrás del pistón se va llenando de líquido conforme éste se vaya desplazando. Si el líquido es bombeado sólo en una dirección, la bomba se clasifica de simple acción. Bombas con 2 cilindros son llamadas Duplex y las de 3 cilindros Triplex.

Bombas Centrífugas

Están compuestas de una rueda rotaria central llamada Impeler, la cual imparte una gran velocidad al líquido por efecto de la fuerza centrífuga y convierte la mayor parte de ésta velocidad en presión, el líquido se mueve en la bomba aún en descargas de presiones mayores que la que pueda dar por diseño.

POZAS DE SEPARACION Y DE EVAPORACION

La actual legislación sobre protección ambiental en las actividades de hidrocarburos (DS 046-93-EM) obliga a todas las empresas del ramo a controlar sus efluentes líquidos emitidos al ecosistema, y sobre todo incide más en el contenido de aceites y grasas del agua producida que en promedio no debe sobrepasar los 15 ppm.

Es por éste motivo que se sugieren construir las pozas de separación, que consisten en unidades diseñadas para separar el petróleo del agua y eliminar sólidos sedimentables.

Entre los equipos utilizados para éste fin están los separadores API (Lámina N° 07) o CPI, los cuales eliminan el aceite libre, pero no el que se encuentra emulsionado. La poza de evaporación permitirá almacenar el agua separada evitando su propagación por las quebradas adyacentes a la Batería y propiciando su eliminación por evaporación y filtración.

INSTRUMENTOS

Medidores de Volumen Positivo (Volumeter)

Son recipientes automáticos que accionan neumáticamente con presión de gas del propio separador o del sistema de gas combustible de la Batería (Lámina N° 08). Acumulan diferentes volúmenes de acuerdo a su tamaño: 0.25, 0.50, 1.0, 2.0 y 5.0 barriles. Nos indican la cantidad de barriles que han pasado en 24 horas que el pozo ha estado en ensayo, de acuerdo al número de disparos multiplicado por su graduación respectiva. Cada disparo se hace efectivo cuando la boya que éste equipo tiene interiormente, acciona el piloto indicando que está en el límite superior; abriéndose en ése momento la válvula de descarga del medidor, cerrándose cuando la boya llega al límite inferior, empezando nuevamente el ciclo de llenado.

MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO (FLOCO)

Son medidores tipo turbina, debido a que se constituyen por un conjunto de paletas que al ser giradas por el flujo del líquido van sumando pequeños volúmenes preestablecidos y que son leídos directamente de un contómetro adherido a éste equipo. Su precisión de lectura depende de la calidad del líquido medido, pues son muy delicados ante la presencia de pequeños sólidos y suciedades.

MEDIDORES DE GAS

La industria del petróleo actualmente dispone para elegir una serie de instrumentos y controles, algunos de los cuales son bastante sofisticados. La elección de un medidor depende del volumen involucrado y del rango de producción. Hay una serie de medidores pero el que más se acomoda a nuestras operaciones es el medidor de orificio.

El principio básico de un medidor de orificio es reproducir las condiciones ideales de un flujo lineal concéntrico. El medidor consiste de un tubo colocado antes y otro después de una brida de orificio. El registro de la presión estática y diferencial, se lleva a cabo por medio de un medidor diferencial tipo fuelle o tubo de mercurio en U; un reloj hace girar la carta a la vez que una pluma registra continuamente esas presiones por un período de 24 horas (pozos en ensayo) y por 7 días (balance de gas).

Con estos valores, los diámetros de la línea de conducción y de un plato de orificio, se puede usar una relación matemática o un integrador electrónico para determinar los pies cúbicos de gas producidos a condiciones estándar.

REGLAS DE MEDICION

Son varas graduadas en pies y pulgadas que al ser sumergidas por la parte superior de los tanques nos indica el nivel superior de crudo, y que al ser comparadas con el anterior nivel se obtiene el volumen de crudo que ha ingresado o salido de dicho tanque. También se utilizan cintas metálicas graduadas con plomada para lograr mayor exactitud.

VALVULAS DE CONTROL AUTOMATICO

En una batería de producción se utilizan las siguientes:

Controles de Nivel

Son usados en separadores que trabajan a presión y que requieren mantener siempre dos fases en su interior. Consta de dos partes: Un Piloto y una Válvula Motora que abre y cierra de acuerdo a la señal recibida de parte del Piloto. Se usan en los separadores de totales y en los scrubber para drenar los líquidos atrapados y mantener en la descarga gas seco.

Controles de alta y baja presión

Son instalados en los separadores para evitar rangos excesivos de alta o baja presión que interfieran con la operación normal. Estos controles pueden ser mecánicos, neumáticos o eléctricos que actúan recirculando la producción antes del separador por cierre de una válvula de diafragma, además tocando una alarma o cumpliendo otras funciones a fin de proteger al personal y a los equipos.

Válvulas de Seguridad

Se instalan en el techo de los separadores, llevan un resorte que es calibrado a una presión menor que la de diseño del separador. Actúa como un aviso desfogando parcialmente el gas acumulado. En algunos casos, estas válvulas desfogan completamente cuando los separadores no tienen discos de ruptura, de ésta manera se evitan accidentes de trabajo y/o daños a la instalación.

Discos de ruptura

Es un dispositivo que contiene una membrana metálica delgada que es diseñada para que se rompa cuando la presión del separador excede a la presión de calibración de la válvula de seguridad. El disco de ruptura es $1 \frac{1}{4}$ a $1 \frac{1}{2}$ veces mayor que la presión de diseño. De ésta manera, en casos no previstos cuando la presión en el separador excede a la presión de operación, se abrirá primero la válvula de seguridad, si ésta es incapaz de evitar el incremento de presión, entonces la lámina metálica del disco de ruptura se romperá.

Controles de presión (BP , PR)

Son válvulas de diafragma reguladoras de presión antes (Back Pressure) y después (Pressure Regulator) de su ubicación. Son regulables de acuerdo a la necesidad operativa de la presión de trabajo de la Bateria. Un BP permitirá el paso del gas cuando la presión sobrepase el valor de la presión de trabajo (20 psig) y un PR sólo permitirá el paso de gas hasta una presión indicada, que generalmente es mínima (3 a 5 psig).

2. APLICACION

2.1 Sistema de Recolección y Medición

El sistema de recolección está constituido por cinco múltiples que se instalaron de acuerdo a la necesidad de las diferentes épocas de producción. Actualmente se reciben 58 pozos productores, los cuales son controlados en sus respectivos medidores de líquidos y gases y además están ordenados por clasificación ABC, esto quiere decir que los pozos tipo A (los de mayor producción), son ensayados por lo menos tres o cuatro veces por mes. Los pozos B y C se miden dos o una vez dependiendo del Programa Mensual de Ensayos de la batería.

La situación anterior (Tabla N° 1), no permitía medir los volúmenes de gas por la falta de tres medidores y los pozos no estaban clasificados por categorías ni se contaba con el programa de ensayos. La reubicación de los pozos en los diferentes múltiples y la instalación de los tres medidores faltantes permiten ahora un completo control acerca del aporte productivo de cada pozo en particular.

El criterio que se utiliza para confeccionar un programa de ensayos de pozos es medir más veces los pozos de mayor producción y viceversa. Los treinta días del mes se dividen de la siguiente forma:

SEPARADOR N° 1			
TIPO POZO	N° POZOS	ENSAYO/POZO	TOTAL ENSAYOS
A	2	4	8
B	4	3	12
C	5	2	10
TOTAL	11		30

2.2 Sistema de Tratamiento

Anteriormente no se tenía un separador depurador de gas dentro del perímetro de la batería lo que generaba una pobre calidad del gas entregado a la Estación de Compresión; generándose paradas frecuentes e incrementando el costo de mantenimiento de los compresores emitiéndose como consecuencia ,el gas no procesado al ambiente.

En vista que la batería requería de un separador se localizó uno fuera de servicio en la Batería 306 Organos (actualmente en reubicación). La labor inicial consistió en demarcar en la Batería 990 la ubicación del nuevo separador y el recorrido que seguirían las líneas de entrada y salida, para luego construir la base de concreto del separador y adquirir las válvulas de control, seguridad y demás accesorios que requería el separador para su puesta en funcionamiento. Una vez terminado estos pasos previos se procedió a transportar el separador y ubicarlo sobre su nueva base iniciándose

luego, los trabajos de instalación finales del separador. El tiempo que demandó estos trabajos fueron de tres meses hasta las pruebas finales (Tabla N° 2).

Con la instalación de éste equipo se consiguió asegurar la calidad del gas entregado a la Estación y por consiguiente bajar de 94 a 33 MPCD de gas venteado al aire (Tablas N° 1 y 3).

Para seleccionar el tamaño del separador a ser instalado se usaron las fórmulas empíricas desarrolladas por SAUDER BROWN conjuntamente con correlaciones de SIVALLS TANKS INC.

PROCEDIMIENTO:

DATOS:	PRODUCCION DIARIA	= 1000 BPD
	GLR	= 700 SCF/BL
	PRESION OPERACION	= 30 PSI

Determinación de la Capacidad de gas = 1000 bpd x 700 SCF/bl = 0.7 MMSCFD

De la Lámina N° 09, a 30 psig de presión, un separador de 24" x 5' manejará una capacidad de gas de 1.04 MMSCFD.

La capacidad de líquido se calcula con la siguiente fórmula:

$$W = 1440 \text{ VI} / \text{tr}$$

donde: W: Capacidad o caudal del líquido, expresado en BPD

VI: Volúmen de la sección de líquido, en Bls.

tr :Tiempo de retención en minutos.

Valores de tr, para separadores bifásicos de baja=1 min.

Usando la Tabla N° 4, un separador de 24" x 5' tendrá un volúmen de la sección de líquido de 0.65, luego:

$$W=1440 \times 0.65 / 1.0 = 936 \text{ BPD}$$

Para satisfacer las condiciones propuestas éste será el separador vertical seleccionado, y como se puede observar en el INVENTARIO (Tabla N° 3) el depurador (scrubber) y todos los separadores sobrepasan este requerimiento.

Los líquidos que salen de los separadores se dirigen hacia el TANQUE LAVADOR recibiendo antes de ingresar la dosificación adecuada de producto demulsificante (0.5 gpd).

TANQUE LAVADOR

El tanque que tenía la batería era de 15 pies de diámetro por 16 pies de altura con una capacidad de 500 bls., para tratar una producción diaria de 947 bls. totales, lo que hacía retener el crudo por 11 hrs. para su tratamiento. Por otro lado, podemos usar las siguientes relaciones para verificar que éste tanque no cumplía las normas API, en cuanto a las dimensiones mínimas:

Altura del Tanque: No menor de 24 pies.

Velocidad Ascensional: 1 pie/hora. La salida del petróleo estaba a 14' resultando una velocidad de 1.27 pies/hora, por encima del límite.

Considerando tanques estándar el API recomienda la siguiente fórmula para calcular el

diámetro del tanque:

$$d = 0.548 \sqrt{Q}$$

donde : d, expresado en pies

Q, caudal total en BPD

Para nuestro caso, $Q = 947 \text{ BPD}$, luego $d = 16.9 \text{ pies}$, que se encuentra por encima del diámetro del tanque que es de 15 pies.

Por estos motivos, que se traducían en permanentes problemas con la fiscalización diaria de petróleo al llegar altos volúmenes de agua al patio de tanques El Alto, se decidió reubicar éste tanque e instalar otro de mayor capacidad.

En la Batería 608 Carrizo, se había desactivado el Sistema de Bombeo Hidráulico y se estaban reubicando sus equipos en diferentes baterías que los requerían. Es así que se ubicó al Tanque de Fluído Motriz que trabajaría como Tanque Lavador en la Batería 990. Las labores de instalación que comprende: desconexión de su anterior ubicación, transporte hacia la Batería 990, inspección de ingeniería para determinar su real estado, reparación y modificaciones, preparación de la base de sand oil, reubicación del volumeter de totales, nuevas conexiones, prueba hidrostática, rectificaciones y puesta en operación, duraron 10 meses (Tabla N° 2).

El dimensionamiento del nuevo tanque se revisó con las mismas relaciones:

Altura del Tanque: 24 pies.

Velocidad Ascensional: La salida está a 20.5', el tiempo de retención es de 32 horas, luego la velocidad ascensional es de 0.63 pie/hora.

Para nuestro caso el diámetro recomendado es $d = 16.9$ pies , que se encuentra dentro del diámetro del tanque reubicado que es de 22 pies.

Partes del Tanque Lavador (Lámina N° 05)

Degasificador.- Es un recipiente que se encuentra a presión atmosférica y su objetivo es eliminar el gas de la emulsión para evitar su ingreso al tanque. La altura del degasificador debe ser 5 pies más alto que el tanque. La salida del gas debe estar conectado a parte superior del tanque lavador. La entrada de la emulsión al tanque

debe estar a 1' de la base. Debe tener un volumen tal que permita lograr la degasificación a presión atmosférica (Lámina N°04).

La fórmula para determinar el volumen del degasificador es:

$$V = \frac{Q \times T}{24 \times 60}$$

Donde:
Q = BPD
T = Tiempo de retención estimado, minutos.
V = Volumen, barriles.

Para nuestro caso, Q = 947 BPD y las dimensiones del degasificador son: 1.5' de diámetro y 4.58' de altura resultando un V = 1.4427 bls. Luego, el tiempo de retención es de 2.2 minutos.

Distribuidor o Plato Difusor.- Es una plancha en forma de mesa circular con bordes tipo dientes de cocodrilo o tubo ranurado que se encuentra en el ingreso del tanque creando una difusión de la emulsión impidiendo que se canalice a través del colchón de agua.

Colector.- Este sistema es utilizado para evacuar el petróleo tratado de la parte superior del tanque. Para éste dispositivo no existe requerimientos dimensionales, pero se debe tener en cuenta que a mayor área de drenaje más eficiente será la operación. El colector es una canaleta o plato invertido y su envolvente debe tener un perfil dentado.

Drenaje.- Este sistema desempeña un papel importante ya que debe regular la interfase agua-petróleo. Para fijar la posición de la interfase podemos utilizar cualquiera de los siguientes mecanismos:

1. Un flotador de interfase con válvula automática.

2. Un sensor capacitivo de interfase con válvula automática.
3. Un sistema hidráulico o pierna de drenaje, la cual puede ser fija o regulable.

En la lámina N° 05 se esquematiza el Tanque Lavador.

La pierna de drenaje se calcula mediante un balance de presiones:

Denominando H a las alturas , ρ_a a la gradiente del agua y ρ_p a la gradiente del petróleo, podemos escribir que:

$$\rho_a H_a + \rho_p H_p = \rho_a H \quad \dots\dots\dots (1)$$

que es un balance de presiones en el punto P . Como:

$$H_T = H_a + H_p$$

$$H_a = H_T - H_p$$

Reemplazando en (1):

$$\rho_a (H_T - H_p) + \rho_p H_p = \rho_a H$$

$$\rho_a H_T - \rho_a H_p + \rho_p H_p = \rho_a H$$

$$H_p = \frac{\rho_a (H_T - H)}{\rho_a - \rho_p} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Como H_T es fija, se desprende que variando la altura de la pierna H variaremos el espesor de la capa de petróleo H_p y por ende la posición de la interfase.

Para el caso de la Batería 990, se tienen los siguientes datos:

Gravedad específica del petróleo = 0.83 (39 °API)

Gravedad específica del agua = 1.05

Altura de descarga del petróleo = 19.92'

Altura del nivel de agua = 11.42'

Altura de la salida del agua = 6.5''

Luego, pasamos a calcular el espesor de la capa de petróleo: $8.5' = H_p$

El espesor de la capa de agua es de $11.42' = H_a$.

La gradiente del petróleo = $0.433 \times 0.83 = 0.3594 \text{ psi/pie} = \rho_p$

La gradiente del agua = $0.433 \times 1.05 = 0.455 \text{ psi/pie} = \rho_a$

Con estos valores y usando la fórmula (2), determinamos la altura de la pierna H, de donde: $H = 18.13'$.

En la práctica, se instala un regulador de ésta pierna, dándose un juego de $\pm 1'$, debido a ésta condición es que la altura máxima del sifón del tanque lavador de la Batería 990 es de $19.875'$.

La dosificación del producto demulsificante no se ha variado, y se han obtenido grandes resultados: se mejoró la calidad del crudo entregado a Patio Tanques El Alto teniendo como más alto valor de BSW = 0.20 %, mejorando el Factor de Fiscalización de 0.89 a 0.94, además se está tratando el crudo recolectado por las cisternas de los tanques de campo; es decir, existe una mayor confiabilidad en los reportes de campo.

Finalmente, la disposición del agua de producción se realiza por evaporación y filtración en una poza natural formada en una depresión contigua a la batería. El agua llega a éste lugar luego de haber sido previamente separada de los residuos aceitosos que arrastra en su camino. La separación se realiza en una poza de concreto armado con tres compartimentos acondicionados para decantar el agua y mantener en suspensión las partículas de aceite que luego son succionadas con la bomba de la batería para enviarlas a los tanques de almacenamiento. Los valores determinados por

el monitoreo de efluentes líquidos arrojan resultados muy positivos por estar debajo de los límites establecidos, indicando el buen tratamiento que se cuenta en la batería.

2.2 Sistema de Almacenamiento

El almacenamiento se presentó como uno de los principales problemas que se tenían que resolver en la Batería 990, por un lado tenía demasiados tanques en espacio reducido y por otro lado el tancaje era de sólo 1170 bls, para una producción de 881 BPD más 550 BPD provenientes de la Batería 980 Central, asimismo debido a la incorporación del Distrito Los Organos se prevee recibir los 400 BPD que transfiere ésta zona. Como se puede notar, existía muy poca confiabilidad y flexibilidad para afrontar diversas situaciones de emergencia, con el riesgo de derrames de crudo y producción retenida en el campo.

En primer lugar se presentó la etapa de identificación de tanques de mayor capacidad para ser reubicados, dando por resultado que había un tanque de 800 bls. en Patio de Tanques Cabo Blanco del sistema de drenaje de los tanques mayores que estaba fuera de servicio y que requería de un cambio de fondo; además, una vez instalado el tanque lavador se podía reconvertir el anterior tanque lavador en tanque de almacenamiento.

La siguiente etapa fué la planificación de los trabajos y un levantamiento topográfico para ubicar los tanques por instalar considerando el retiro de los tres tanques de 140 bls.

El cronograma de trabajos se presenta en la Tabla N° 2, y se observa que el mayor tiempo empleado corresponde al acondicionamiento de los tanques para su puesta en funcionamiento.

fondos que se encontraban corroídos, reubicación de los ingresos y salidas, instalación de escaleras para facilitar su medición manual y el pintado general de los tanques.

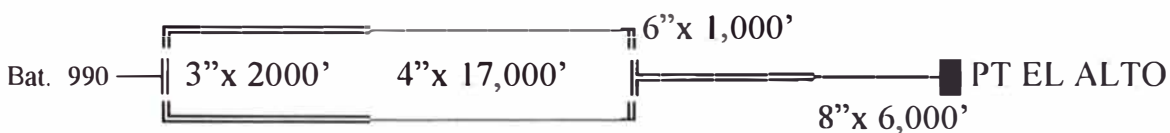
Una vez instalados estos tanques se ha mejorado la capacidad de almacenamiento a 2050 bls., evitándose de esta manera: los derrames de crudo por fallas en los sistemas de transferencia, el sobreesfuerzo de la bomba por el tiempo reducido para bajar los niveles de los tanques, el descontrol de los volúmenes recibidos de la Batería 980 Central al tener que bombear simultáneamente de ambas baterías con el consiguiente riesgo de no detectar a tiempo fugas de petróleo por roturas del oleoducto, el agrupamiento indebido de los tanques sin guardar las distancias especificadas en el DS 052-93-EM y finalmente los descontroles de los volúmenes transferidos a Patio de Tanques El Alto.

2.4 Sistema de Transferencia

Punto neurálgico resultaba todo el sistema: se tenía bajo régimen de bombeo, tan sólo de 100 BPH debido a que se contaba con una sólo bomba, la línea de succión era de 4” y tenía muchas curvas y desniveles restando eficiencia a la bomba, no tenía válvulas de seguridad para detener la bomba o recircular el crudo bombeado a los tanques de almacenamiento, es decir, se requería en forma urgente los cambios necesarios para dar confiabilidad a la transferencia y disminuir las horas de bombeo para no interferir con el programa de bombeo de la EB 951 Zapotal y EB 974 Organos.

dar confiabilidad a la transferencia y disminuir las horas de bombeo para no interferir con el programa de bombeo de la EB 951 Zapotal y B 974 Organos.

Para calcular la caída de presión originada por la fricción entre la descarga de la bomba y el punto de entrega en Patio de Tanques El Alto, en primer lugar calcularemos las distancias equivalentes para los diferentes diámetros y loops del oleoducto:



Convertiremos los loops en una sólo línea de 4" de diámetro, para lo cual usamos la siguiente relación, deducida de la igualdad que tienen las pérdidas por fricción para dos líneas paralelas que empiezan y terminan en el mismo punto:

$$\Delta P_f = \frac{2 f L v^2 \rho}{g D}$$

donde: f : factor de fricción = K/Re^n , para flujo turbulento: $K=0.04$ y $n=0.172$

$$Re: N^\circ \text{ de Reynolds} = \frac{D v \rho}{\mu}$$

$Re < 1,000$ flujo laminar, $Re < 4,000$ flujo en transición, $Re > 4,000$ flujo turbulento.

L : Longitud, pies.

v : velocidad, pies/seg.

ρ : densidad, libras/pie³

g: constante gravitacional, 32.2 pies/seg².

D: diámetro interno de la tubería, pies.

μ: viscosidad, libra/pie-seg

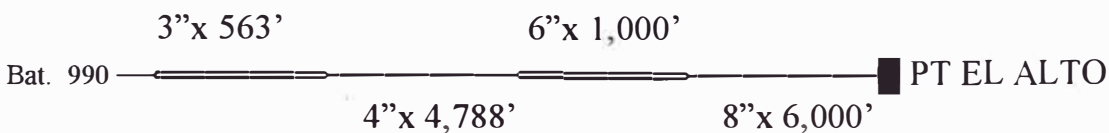
De la combinación de éstas fórmulas resulta la siguiente relación para determinar las longitudes equivalentes de un loop para expresarlo en un sólo oleoducto:

$$(v_a / v_b)^{2-n} = (L_a / L_b)$$

$$\text{Loop } 3'' \text{ } \emptyset: L_b = L_a \times (v_a / v_b)^{2-n} = 2000 \times (0.5)^{1.828} = 563 \text{ pies.}$$

$$\text{Loop } 4'' \text{ } \emptyset: L_b = L_a \times (v_a / v_b)^{2-n} = 17,000 \times (0.5)^{1.828} = 4788 \text{ pies.}$$

Ahora, tenemos la siguiente configuración del oleoducto:



Usamos, la siguiente relación de diámetros equivalentes: $L = L_b (D_e/D_b)^5$, determinamos las longitudes equivalentes en oleoducto de 4" Ø:

$$3'' @ 4'' \Rightarrow L = 563 \times (4/3)^5 = 2373 \text{ pies.}$$

$$6'' @ 4'' \Rightarrow L = 1000 \times (4/6)^5 = 132 \text{ pies.}$$

$$8'' @ 4'' \Rightarrow L = 6000 \times (4/8)^5 = 188 \text{ pies.}$$

Luego, el oleoducto total se puede simular como $2373 + 4788 + 132 + 188 = 7481 \sim 7500$ pies de oleoducto de 4" Ø, para efectos de los cálculos de diseño (26,000' de recorrido físico).

DETERMINACION DE LA PRESION DE DESCARGA DE LA BOMBA

Tenemos los siguientes datos:

$$D = 4'' = 0.34' \quad L = 7500 \text{ pies.}$$

$$Q = 1100 \text{ BPD} = 1100 \times 5.61 / 3600 \times 24 = 0.0714 \text{ pie}^3/\text{seg}$$

$$38.5^\circ \text{API} \Rightarrow 141.5 / 131.5 + 38.5 = \gamma = 0.8324$$

$$\rho = \gamma \times 62.4 \text{ lb/pie}^3 = 51.94 \text{ lb/pie}^3.$$

$$\mu = 2.687 \text{ centipoises} \times 0.000672 = 0.0018056 \text{ lb/pie-seg.}$$

$$H = \text{Diferencia de cotas} = 200 \text{ pies.}$$

$$\text{Utilizamos la siguiente relación: } \Delta P = \Delta P_f + \Delta X \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{donde: } \Delta P_f = \frac{2 f L v^2 \rho}{g D} \dots\dots\dots (2)$$

Para encontrar el valor de f, debemos calcular los siguientes valores:

$$\text{Velocidad } v = \frac{0.0714 \times 4}{\pi \times (0.34)^2} = 0.7867 \text{ pies/seg.}$$

$$\pi \times (0.34)^2$$

$$\text{N}^\circ \text{ Reynolds } Re = \frac{0.34 \times 0.7867 \times 51.94}{0.0018056} = 7694.$$

$$0.0018056$$

$$\text{Luego, } f = 0.04 / (7694)^n, \text{ donde } n = 0.172, \quad f = 0.00858.$$

Reemplazando valores en (2), obtenemos:

$$\Delta P_f = \frac{2 \times 0.00858 \times 7500 \times (0.7867)^2 \times 51.94}{32.2 \times 0.34} = 377.9 \text{ lb/pie}^2.$$

$$\Delta X = 200 \text{ pies} \times 51.94 \text{ lb/pie}^3 = 10,388.4 \text{ lb/pie}^2.$$

$$\text{En (1): } P_2 - P_1 = 14.7 \times 144 - P_1 = -377.9 - 10,388.4$$

$$P_1 = 2,117 + 377.9 + 10,388.4 = 12,883 \text{ lb/pie}^2 / 144 = 90 \text{ psia}$$

$$P_1 = 75 \text{ psig.}$$

Finalmente, la presión de descarga de la bomba será de 75 psig para llegar a Patio de Tanques El Alto.

Podemos concluir que la presión de bombeo estaba dentro de lo requerido, porque la presión de operación era de 90 psig. El inconveniente está en que el régimen de bombeo es muy bajo (45 BPH) lo que como se ha explicado, no está permitido por existir un horario de bombeo que para la Batería 990 es como máximo 12 horas.

DETERMINACION DE LOS CAUDALES MAXIMOS DE TRANSFERENCIA

Usamos el método de Capacidad del Oleoducto:

La presión de descarga con la bomba de 4 x 5 era de 90 psig. Con éste valor y la diferencia de cotas podemos calcular la caída de presión por fricción:

$$\Delta P_f = 90 \times 144 - 51.94 \times 200 = 2572 \text{ lb/pie}^2.$$

Usando correlaciones de John M. Campbell (Elements of Field Processing),

$$\begin{aligned} D/\mu [\frac{1}{2} D g \rho (\Delta P_f / L)]^{1/2} &= 0.34/0.0018056 [0.17 \times 32.2 \times 51.94 \times 2572/7500]^{1/2} \\ &= 0.34/0.0018056 \times 9.8743 = 1859.4 \end{aligned}$$

De la Lámina N° 10,

$$\underline{\rho v} = 11.65, \text{ despejando: } v = 2.215 \text{ pies/seg.}$$

9.874

Finalmente, el caudal máximo que atravesará el oleoducto será:

$$Q = 0.785 \times (0.34)^2 \times 2.215 = 0.201 \text{ pies}^3/\text{seg} = 130 \text{ BPH}$$

La bomba anterior desplazaba 100 BPH, luego la eficiencia de desplazamiento es de $100/130 = 77\%$.

Bajo las nuevas condiciones tenemos que la presión de descarga se ha incrementado a 120 psig, calculamos la nueva pérdida de presión por fricción:

$$\Delta Pf = 120 \times 144 - 51.94 \times 200 = 6892 \text{ lb/pie}^2.$$

Usando la correlación:

$$0.34/0.0018056 \left[\frac{1}{2} \times 0.34 \times 32.2 \times 51.94 \times 6892/7500 \right]^{1/2}$$

$$= 0.34/0.0018056 \times 16.164 = 3043.7$$

De la Lámina N° 10 :

$$\frac{\rho v}{\mu} = 12.25, \text{ despejando : } v = 3.812 \text{ pies/seg.}$$

$$16.164$$

Finalmente, el caudal máximo que atravesará el oleoducto será:

$$Q = 0.785 \times (0.34)^2 \times 3.812 = 0.346 \text{ pies}^3/\text{seg} = 222 \text{ BPH}$$

La bomba actual desplaza 280 BPH, luego la eficiencia de desplazamiento es de $280/222 = 126 \%$.

En la batería se contaba sólo con una bomba de transferencia, que funcionaba las 24 horas del día, pero luego de la integración del Proyecto Laguna Zapotal ocurrió que se tenía que compartir el oleoducto, reduciéndose por consiguiente el período disponible para bombear la producción del distrito de Ballena. Es así que se hizo necesario la instalación de una bomba de mayor capacidad; en la Batería 910 Taiman, estaban instaladas dos bombas para una producción diaria de 150 Bls., se hicieron las coordinaciones y se retiró la bomba Gardner-Denver 5x8 para ser instalada en la

Batería 990. Se hicieron algunos cálculos adicionales como los que indican a continuación:

Diseño de la polea del motor

Usando la relación: $\phi_m = GR \times \phi_b \times SPM_b / RPM_m$

donde: ϕ_m = Diámetro de la polea del motor en pulgadas.

GR = Relación de engranajes de la Bomba.

ϕ_b = Diámetro de la polea de la Bomba en pulgadas.

SPM_b = Golpes por minuto del pistón de la Bomba.

RPM_m = Velocidad del motor en revoluciones por minuto.

Para la Bomba Gardner-Denver 5 x 8 y motor eléctrico, tenemos los siguientes datos:

GR = 5.1, ϕ_b = 43 pulgadas, SPM_b = 65 y RPM_m = 1100

Obteniendo un ϕ_m = 13 pulgadas.

Para la Bomba Gardner-Denver 4 x 5 y motor a gas :

GR = 5.9, ϕ_b = 30 pulgadas, SPM_b = 65 y RPM_m = 580

Obteniendo un ϕ_m = 20 pulgadas.

Con estas poleas aseguramos no sobreesforzar a las bombas durante su operación.

Para calcular el desplazamiento de las bombas utilizamos la siguiente relación:

$BPH = SPM \times N^\circ \text{ de cilindros} \times Carrera \text{ (pulg)} \times Area \text{ Pistón (pulg}^2) / 161.7$

Para la Bomba Gardner-Denver 5 x 8 y motor eléctrico :

$BPH = 85 \times 2 \times 8 \times 25 / 161.7 = 210 \text{ BPH}$

Para la Bomba Gardner-Denver 4 x 5 y motor a gas :

$BPH = 80 \times 2 \times 5 \times 16 / 161.7 = 79 \text{ BPH}$

Luego, los caudales son incrementados por encima de sus valores de diseño debido a la mejora en los sistemas de succión y descarga entre los que podemos mencionar:

1. Se evitan codos de 90° y en cambio se usan de 45°.
2. El nivel de los tanques se encuentra por encima de las bombas.
3. La recirculación de las Bombas regresa a los tanques.
4. El diámetro de la línea de succión es de 8", mientras la succión de las bombas son de 4".

La instalación de una bomba de mayor capacidad, su reubicación, la modificación de las líneas de entrada y salida, el ordenamiento de los tanques de almacenamiento han permitido la eliminación de problemas operativos del pasado, cuando se quedaba crudo retenido en la batería, cuando se rebalsaban los tanques por los bajos caudales de transferencia, o cuando no se podía bombear por mantenimiento de la bomba. Luego, el problema que resolver era el desplazamiento y en menor repercusión la presión de bombeo.

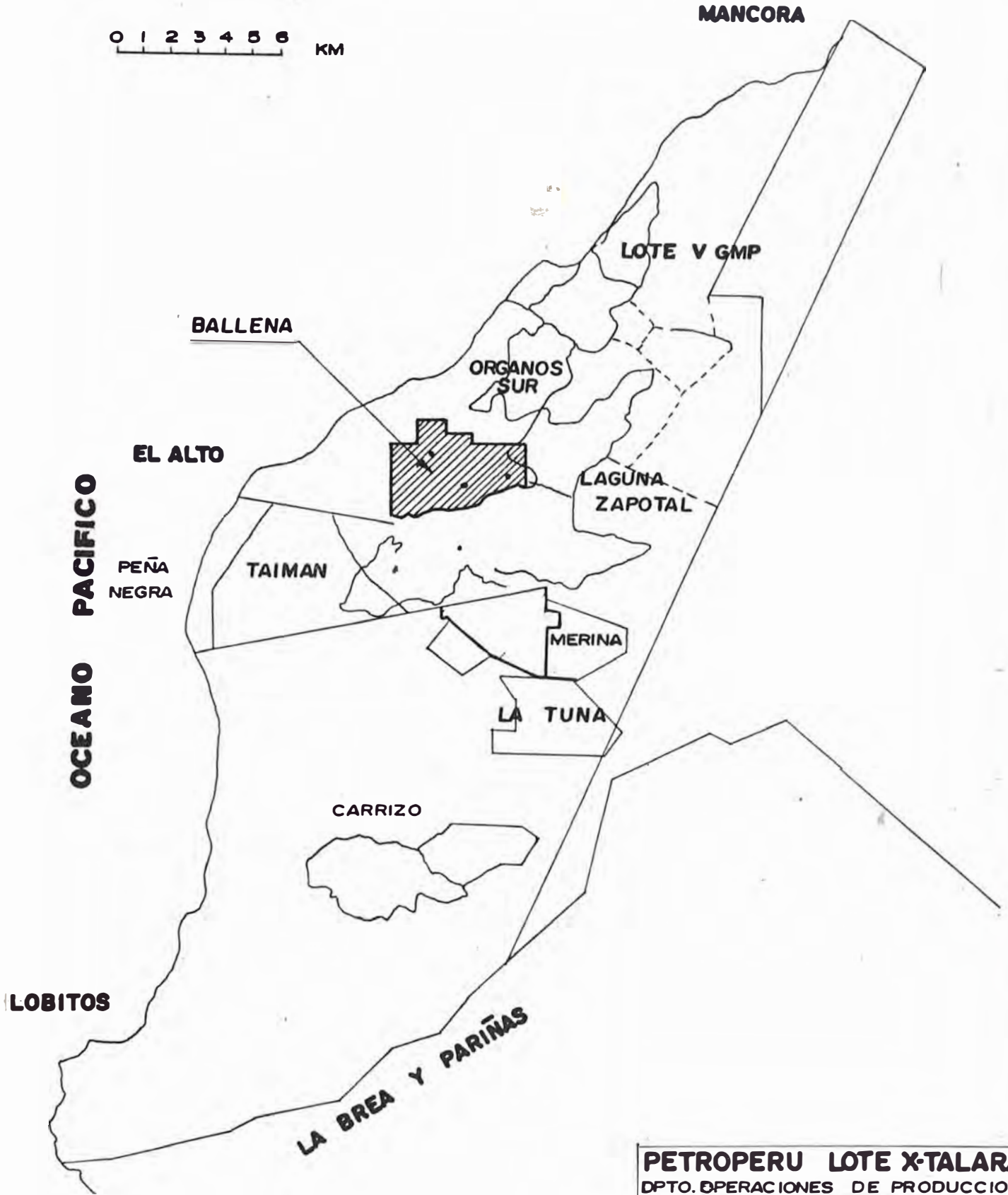
VII.- BIBLIOGRAFIA

1. CURSO PARA OPERADORES DE PRODUCCION - ING. NICANOR HURTADO DE MENDOZA.
2. DISEÑO DE SEPARADORES - TANQUES - CIA. SIVALLS TANKS INC.
3. DISEÑO DE TANQUES LAVADORES - PETROPERU S.A.
4. ELEMENTS OF FIELD PROCESSING - DR. JOHN M. CAMPBELL
5. MANUAL DISEÑO DE BATERIAS - ING. MARTIN SANCHEZ/FRANCISCO VELASCO/FILIBERTO ANAYA
6. MANUALES DE OPERACION - BOMBAS GARDNER DENVER
7. MANUALES DE OPERACION - METROL CORPORATION.

VIII.- LAMINAS

0 1 2 3 4 5 6 KM

MANCORA



PETROPERU LOTE X-TALARA
DPTO. OPERACIONES DE PRODUCCION

PLANO:
MAPA DE UBICACION

LAMINA N°

01

PROYECTISTA:
DIBUJO:
U. ESPINOZA . G

FECHA:
OCT- 95

OCEANO
PACIFICO



CABO BLANCO

Patio
Tanques
CABO BLANCO

BAT992

BAT 995

EL ALTO

Patio Tanques
EL ALTO

BAT911

BAT 914

BAT 910

BAT 942

6105

7301
5818
Carretera Panamericana Norte

BAT 990 BALLENA

L. 03"x2000'

BAT 980 CENTRAL

L. 03"x6500'

BAT976

EB 951
Zapotal

BAT973 (OXI)

EB 974

A los Organos
Ø 4"

A Laguna Zapotal

A Talara

RESTIN

LEYENDA

- CENTRO POBLADO
- CARRETERA PANAMERICANA
- CARRETERA AFIRMADA
- CURVA DE NIVEL
- BATERIA
- POZO DE PETROLEO

LEYENDA

- LINEA DE OLEODUCTO TRONCAL



PETROPERU LOTE X-TALARA

DPTO OPERACIONES DE PRODUCCION

PLANO:
SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE CRUDO
DIST. BALLENA

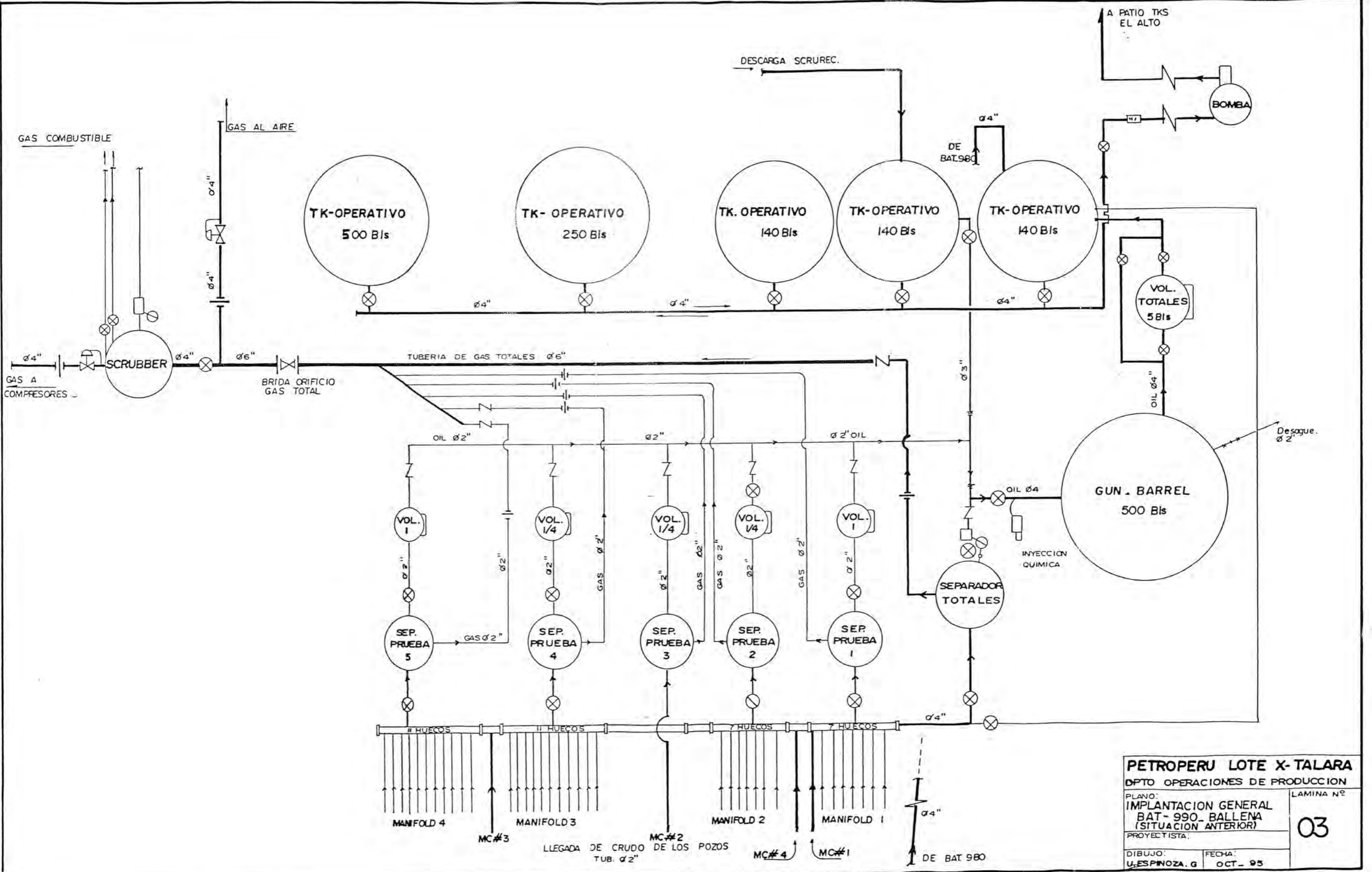
LAMINA N°

02

PROYECTISTA:

DIBUJO:
UESPINOZA, G

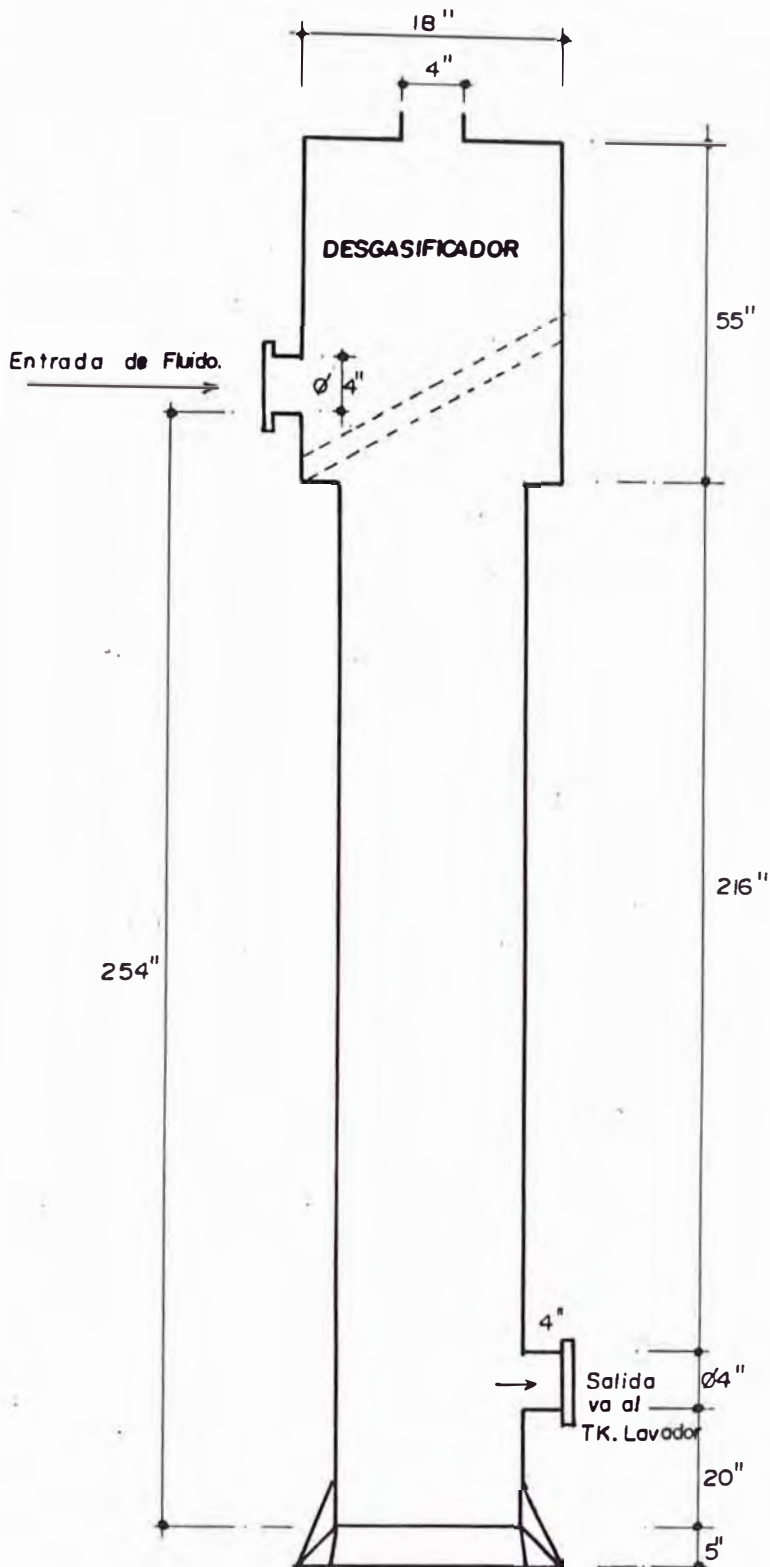
FECHA:
OCT. 93



PETROPERU LOTE X-TALARA
 DPTO OPERACIONES DE PRODUCCION
 PLANO: IMPLANTACION GENERAL
 BAT- 990. BALLENA (SITUACION ANTERIOR)
 PROYECTISTA:
 DIBUJO: U.ESPINOZA. G FECHA: OCT. 95

LAMINA N° **03**

BOTA



PETROPERU LOTE X-TALARA
DPTO OPERACIONES DE PRODUCCION

PLANO:

DISEÑO DE BOTA

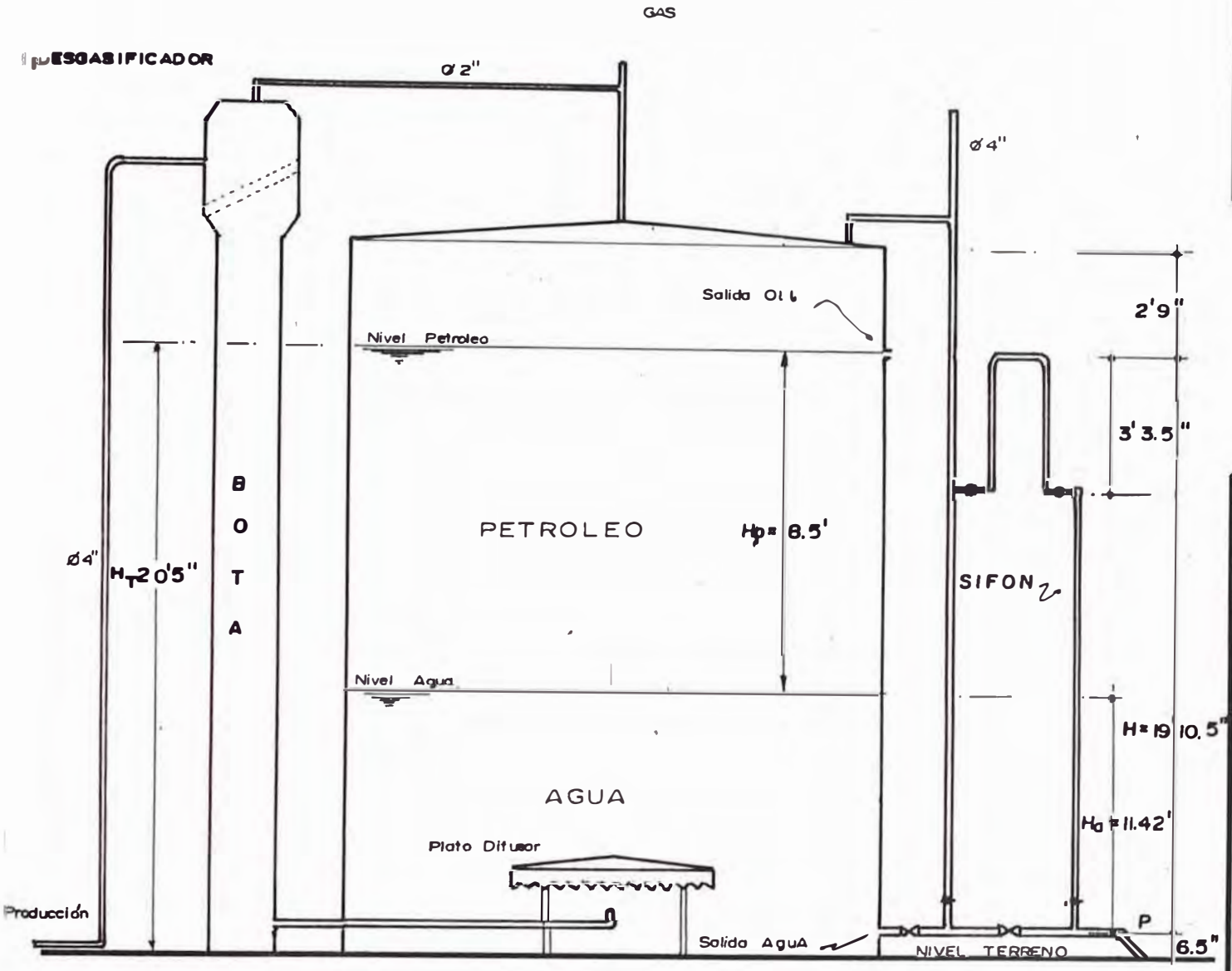
LAMINA:

04

PROYECTISTA:
ULISES ESPINOZA G

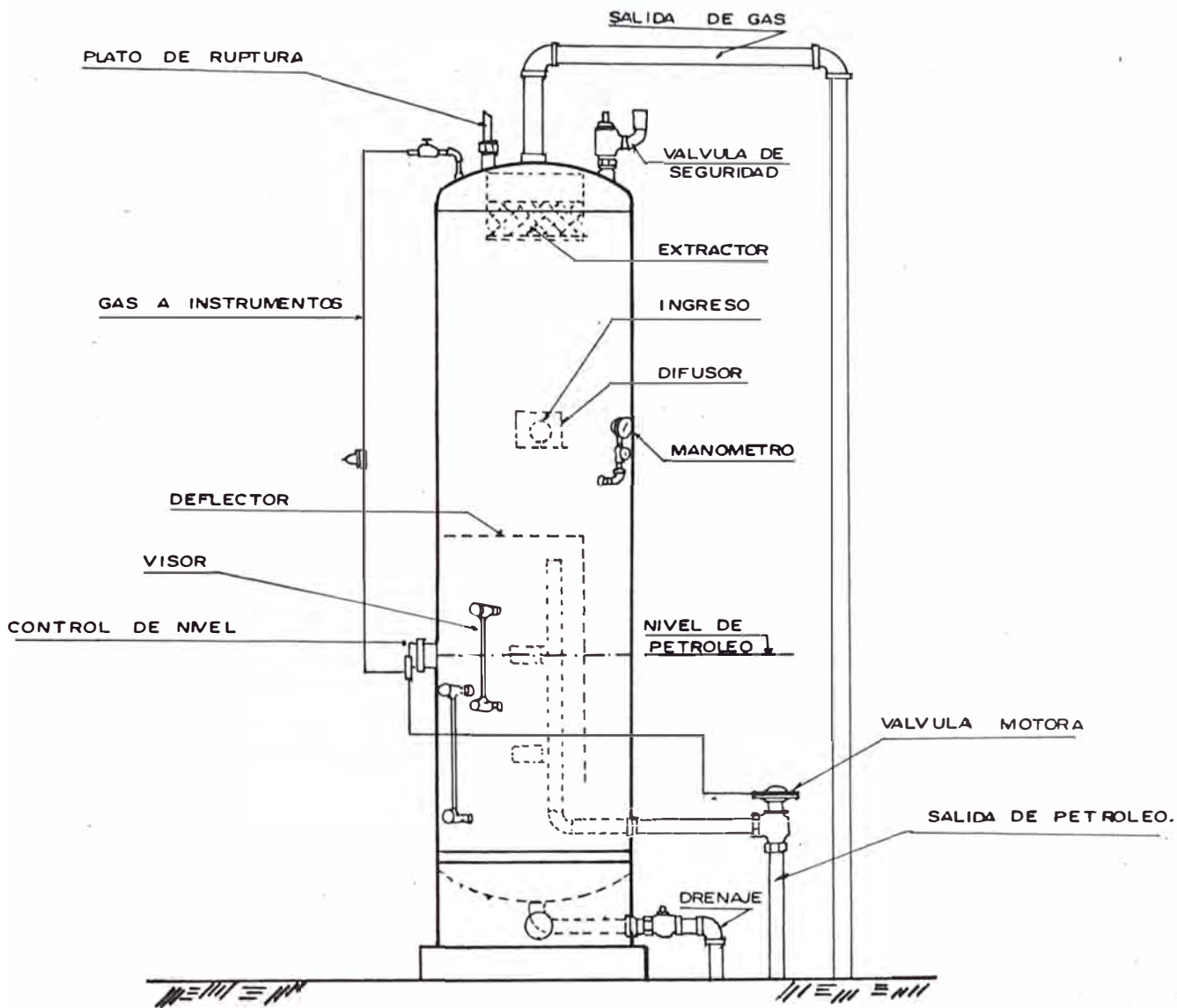
DIBUJO:
U. ESPINOZA G.

FECHA:
OCT..95



PETROPERU LOTE X-TALARA	
OPTO OPERACIONES DE PRODUCCION	
PLANO:	LAMINA N ^o
GUN BARREL	
(TANQUE LAVADOR)	
PROYECTISTA:	05
ULISES ESPINOZA G.	
DIBUJO:	FECHA:
U.ESPINOZA.G	OCT. 95

SEPARADOR



PETROPERU LOTE X-TALARA

DPTO OPERACIONES DE PRODUCCION

PLANO:

**SEPARADOR VERTICAL
PETROLEO - GAS**

LAMINA N°

06

PROYECTISTA:

ULSES ESPINOZA G.

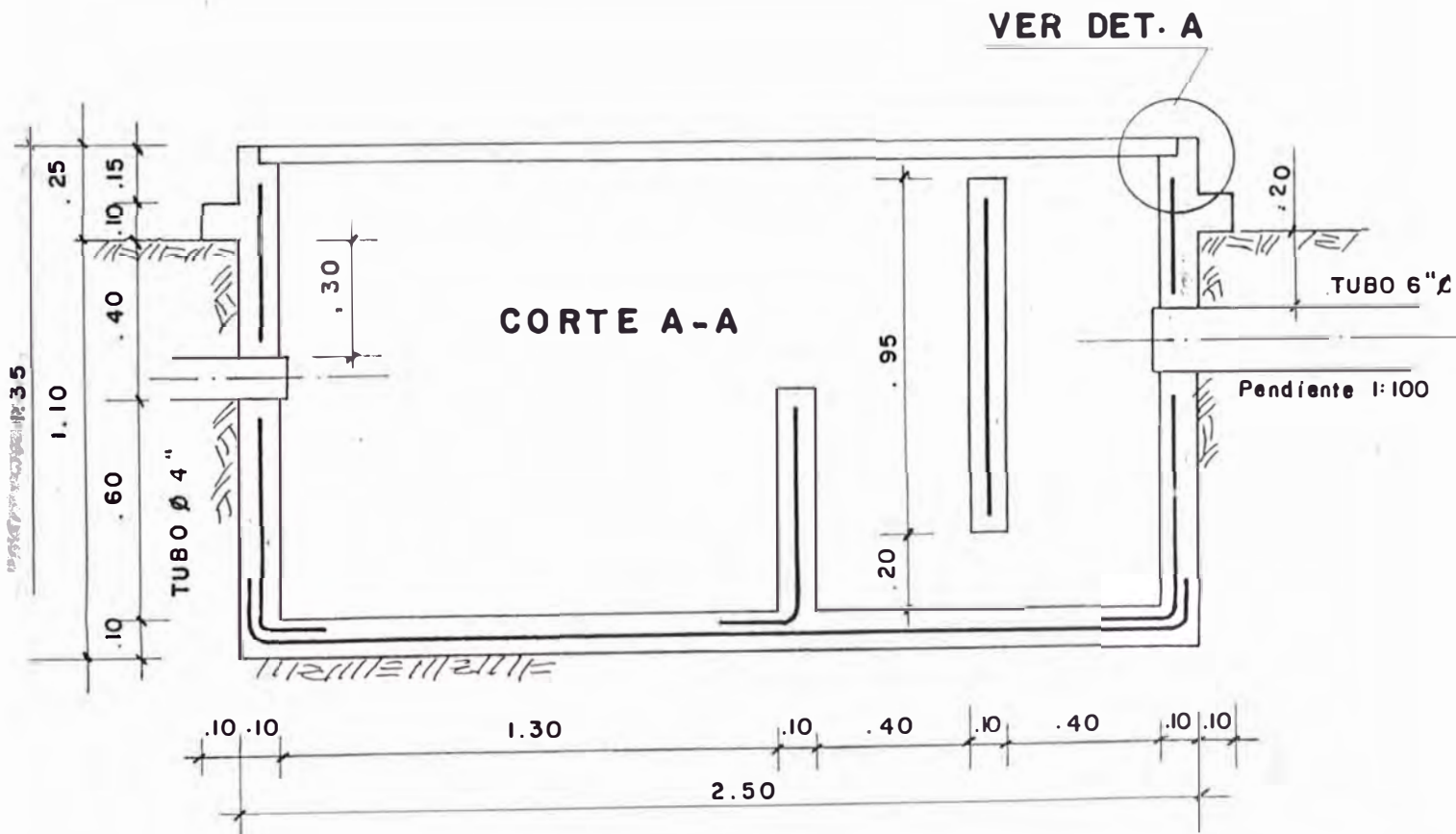
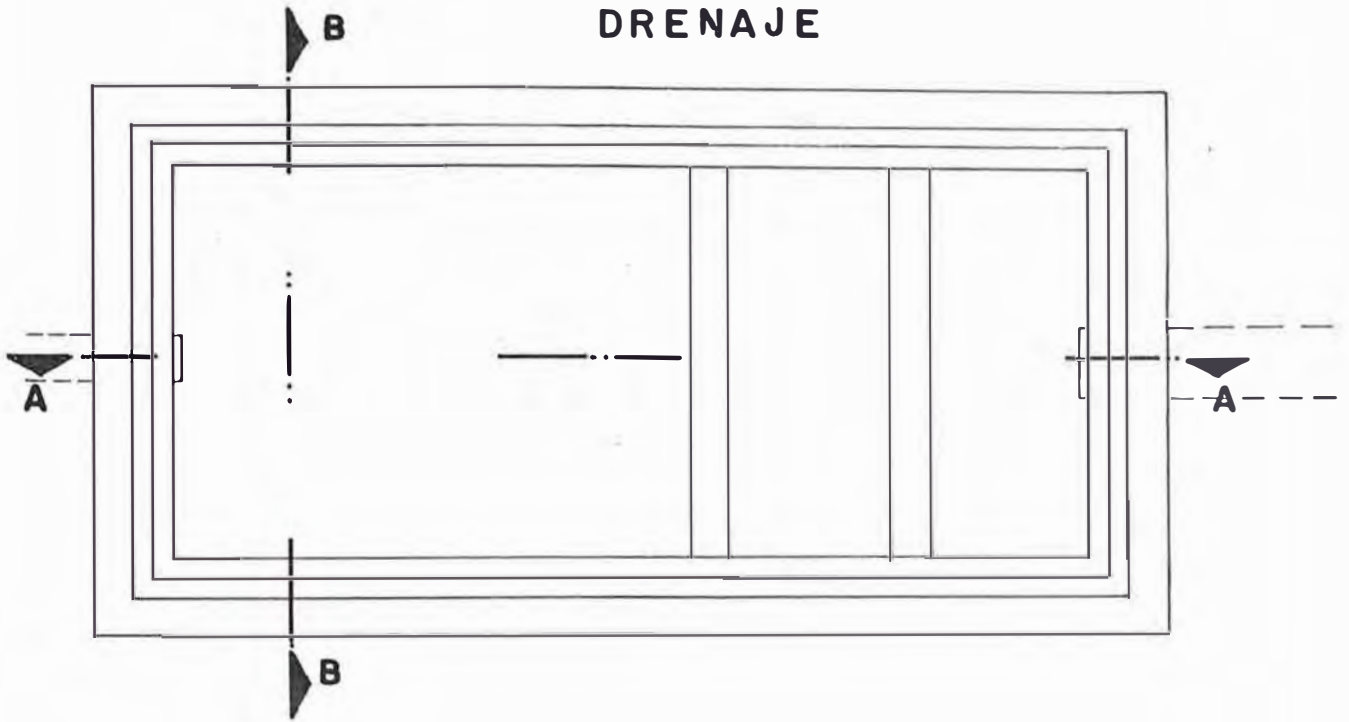
DIBUJO:

U. ESPINOZA G.

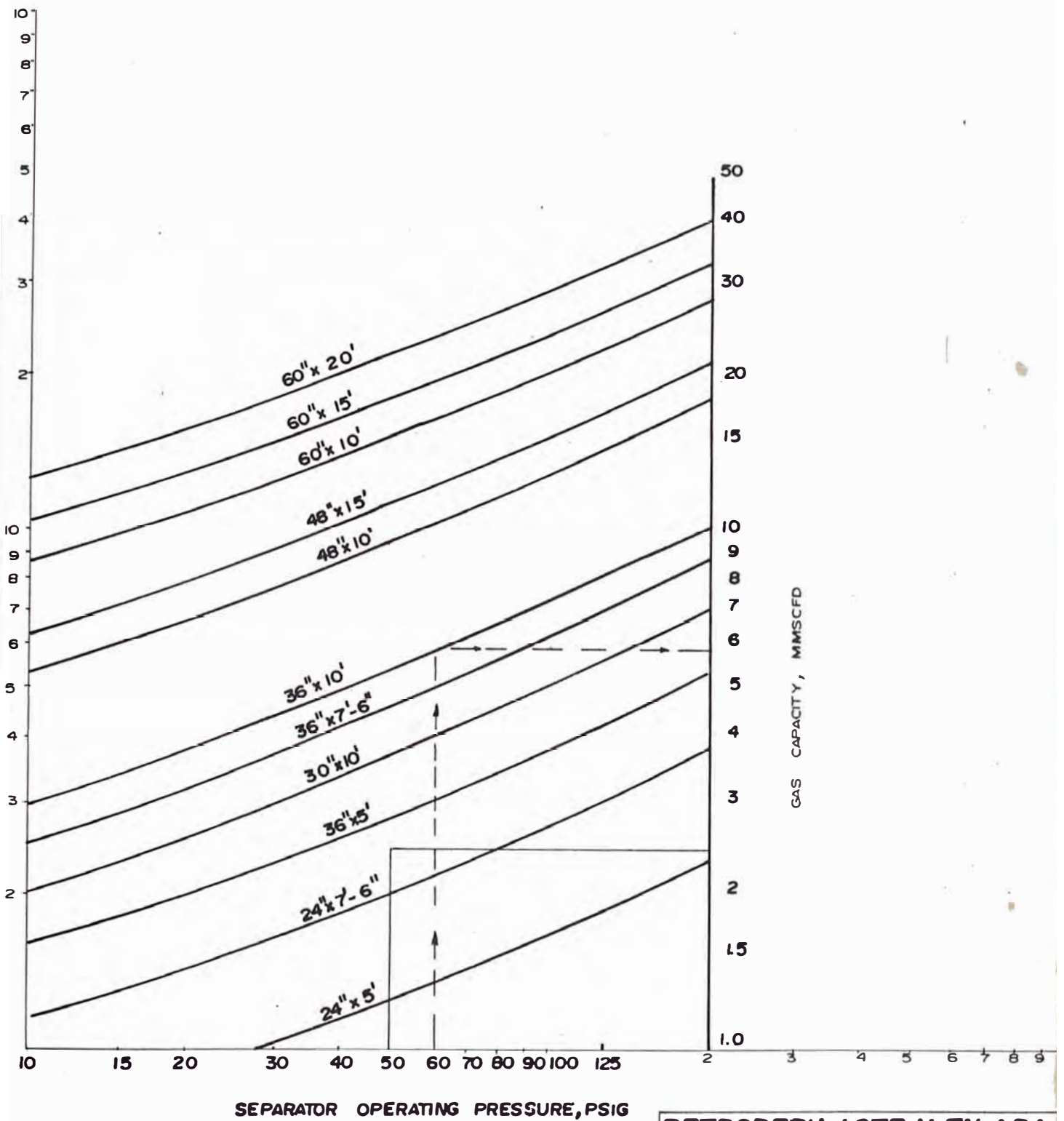
FECHA:

OCT. 95

PILETA RECUPERADORA DRENAJE

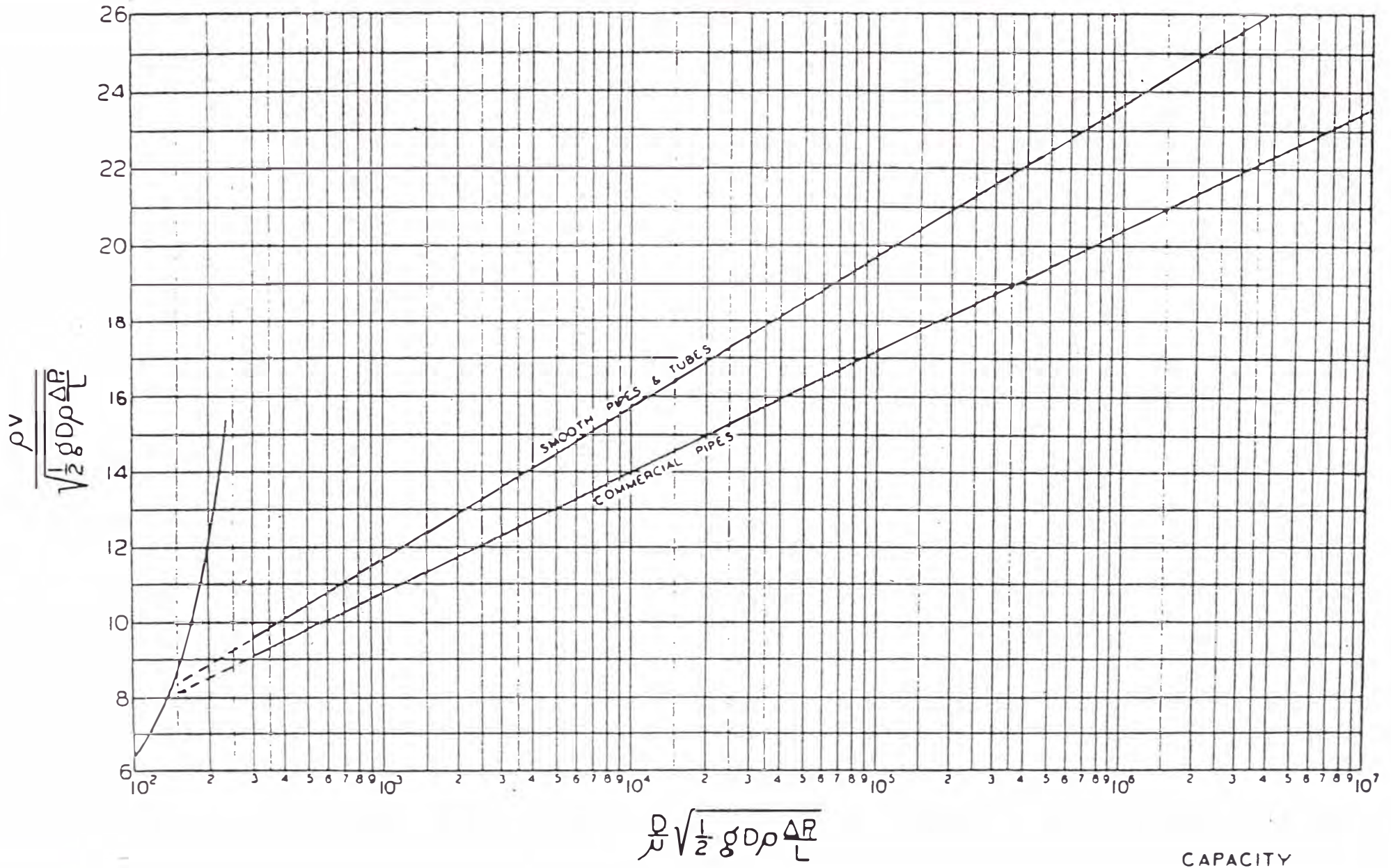


<p>POZA DE SEPARACION API</p>	<p>LAMINA N° 07</p>
-----------------------------------	--------------------------------



SEPARATOR OPERATING PRESSURE, PSIG

PETROPERU LOTE X-TALARA	
DPTO OPERACIONES DE PRODUCCION	
PLANO:	LAMINA N°
DIAGRAMA CAPACIDAD SEPARADOR	
09	
PROYECTISTA:	
U. ESPINOZA. G	
DIBUJO:	FECHA:
U. ESPINOZA. G	OCT - 95



RELOT OF FRICTION-FACTOR CURVES permits calculation of capacity of a given size of line when pressure drop and fluid properties are known. Re and f need not be determined. Fig. 1.

IX.- TABLAS

TABLA N° 1

SISTEMA	FW	PUG	PUE	SB	TOTAL
N° POZOS	01	04	55	04	64
BPD	60 x 0	82 x 9	739 x 57		881 x 66

TIPO PU	16D	40D	80D	160D	320D	TOTAL
N° POZOS	03	29	09	16	02	59
%	5	50	15	27	3	

PRODUCCION DE GAS

TOTAL	608 MPCD
COMPRESORES	345 MPCD
COMBUSTIBLE	169 MPCD
AL AIRE	94 MPCD

PROFUNDIDAD PROMEDIA DE POZOS = 4700'

FORMACIONES PRODUCTIVAS = MOGOLLON
OSTREA
ECHINO
HELICO

INVENTARIO DE EQUIPOS DE BATERIA

SEPARADORES

D x H	Presión	Modelo	Marca	N° Local	N°SHE	N° Serial	Construcc	Servicio
4.6' x 10'	125 psi	Vertical	NR	335	Y - 9107	NR	Soldado	Totales
2.4' x 9.5'	125 psi	Vertical	NR	NR	Y - 9108	NR	Soldado	Pruebas
2.4' x 9.3'	125 psi	Vertical	NR	3004	Y - 9109	NR	Soldado	Pruebas
2.2' x 13'	80 psi	Vertical	TESTED	3003	Y - 9110	NR	Remachado	Pruebas
3' x 10'	125 psi	Vertical	NR	3002	Y - 9111	NR	Soldado	Pruebas
2.6' x 9.3'	125 psi	Vertical	NATIONAL	NR	Y - 9112	810045	Soldado	Pruebas
4' x 10'	80 psi	Vertical	NR	33	Y - 9107	NR	Remachado	Scrubber

TANQUES

D x H	Bls.	Tipo	N° Local	N°SHE	N°Serial	Construcción	Servicio
10' x 10'	140	Cilindrico	NR	Y-9113	NR	Remachado	Almacenamiento
10' x 10'	140	Cilindrico	NR	Y-9114	NR	Remachado	Almacenamiento
10' x 10'	140	Cilindrico	NR	Y-9116	NR	Remachado	Almacenamiento
15' x 8'	250	Cilindrico	NR	Y-9115	NR	Soldado	Almacenamiento
19' x 10'	500	Cilindrico	NR	Y-9217	NR	Soldado	Almacenamiento
15' x 16'	500	Cilindrico	5C11.931	Y-9784	NR	Soldado	Gun Barrel
12' x 10'	200	Cilindrico	NR	NR	NR	Remachado	Descargadero
12' x 10'	200	Cilindrico	NR	NR	NR	Remachado	Descargadero
7' x 12'	80	Cilindrico	NR	NR	NR	Remachado	Descargadero

BOMBA DE TRANSFERENCIA

Marca	Tamaño	Modelo	N°Serial	N°Local	N°SHE	Tipo
GARDNER DENVER	4 x 5	1FXF172	561888	NR	B-0081	Reciprocante

MOTORES

Marca	Modelo	N°Serial	N°Local	N°SHE	Potencia	Polea	Fajas
Arrow	C-106	302308	NR	NR	32 HP	20 - 4B	B - 195

MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO - VOLUMETER

Marca	Modelo	N° SERIAL	D x H	BLS.	VALV. CARGA CRUDO	VALV. DESCAR CRUDO	VAL V ENT R GAS	VALV. DESCA GAS	PRESION DE TRABAJO	SERVICIO
Oil Meter	5CV01	NR	20" x 19"	0.50	2"	2"			15 psi	PRUEBA
Oil Meter	2.5CV01	1232	16" x 15"	0.25	2"	2"			15 psi	PRUEBA
Oil Meter	2.5CV01	1694	16" x 15"	0.25	2"	1"			15 psi	PRUEBA
National	2.5CV01	810020-6	16" x 15"	0.25	1"	1"			15 psi	PRUEBA
Oil Meter	5CV01	1145	20" x 19"	0.50	2"	2"			15 psi	PRUEBA
Oil Meter	50CV01	1635	36" x 52"	5.00	4"	4"	1"	1"	15 psi	TOTAL
Oil Meter	10CV01	NR	24" x 24"	1.00	3"	2"	1"	1"	15 psi	DESCAR GADERO

MEDIDORES DE GAS

Marca	MODEL O	N° LOCAL	N°SHE	Presión Diferencial	PRESION ESTATIC	ORIFICIO Y BRIDA	Reloj	Servicio
BARTON	202A	NR	NR	100 pulgadas	50 psi	3/4"x 2"	7D/24H	PRUEBAS
BARTON	202A	NR	NR	100 pulgadas	50 psi	1 1/4"x 2"	24H	PRUEBAS
BARTON	202A	NR	NR	100 pulgadas	50 psi	2" x 6"	7D	GAS TOTAL
BARTON	202A	NR	NR	100 pulgadas	50 psi	1 1/2"x 4"	7D	GAS AL AIRE
BARTON	202A	NR	NR	100 pulgadas	50 psi	1 1/4"x 2"	7D/24H	GAS MOTORES
BARTON	202A	7	NR	100 pulgadas	50 psi	1 1/4"x 4"	7D/24H	GAS COMBUSTIBLE

CONTROLES DE NIVEL

PILOTOS			VALVULAS MOTORAS			
Marca	Modelo	N° Serial	Marca	Modelo	N° Serial	Uso
KIMRAY	B-1051	237608	KIMRAY	C-1010	NR	SEPARADOR TOTALES
FULTON	BOYA	2154	FULTON	BOYA	NR	SCRUBBER

CONTROLES DE PRESION (BACK PRESSURE)

Marca	Modelo	N° Serial	Manómetro	Tamaño	Uso
KIMRAY	289	NR	0.30	4"	GAS A COMPRESORES
KIMRAY	189	998493	N/T	2"	GAS A MOTORES
KIMRAY	0-1007	NR	0.200	4"	GAS AL AIRE

INYECTOR DE QUIMICA

Marca	Modelo	N° Serie	N° SHE	Pto. de in
EXT CHEMICAL	37032	AP00377AEWO2	R-0306	TRETOLITE RP-628 Entrada al Gun Barrel

TABLA N° 2

CRONOGRAMA DE TRABAJO - REMODELACION DE LA BATERIA 990 BALLENA

	1 9 9 3											1 9 9 4											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
1. Instalación de Tanque de 800 bls. (Transporte de PT Cabo Blanco, preparación d bases, reparación y modificación,prueba hidrostática,puesta en operación).	X	X	X	X	X	X	X																
2. Instalación de Tanque Lavador de 1500 bls. (Transporte de Bat. 608 Carrizo preparación de bases, reparación y modificación, prueba hidrostática, puesta e operación).								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
3. Retiro de 3 Tanques de 140 bls. cada uno de la Bateria 990 Ballena a las Bateria 957 Laguna, 306 Organos y 998 Organos (Desconexión, Transporte, reparación d terreno desocupado)									X	X													
4.- Reinstalación de tanque de 500 bls. (Desconexión, limpieza, inspección ingeniería, refacción y modificaciones, bases, prueba hidrostática, rectificaciones operación)																		X	X	X	X	X	X
5. Instalación de Bomba con motor eléctrico (Transporte de la Bateria 910 Taiman preparación de bases, conecciones, puesta en marcha)										X	X												
6. Reemplazo de líneas colectoras de 4" a 8" (Adquisición de materiales, tendido d varillones con conecciones y accesorios, conecciones, pruebas, puesta en operación).										X	X	X	X										
7. Reparación de 3 registradores de presión Barton (Recuperación de bodegas adquisición de repuestos, entrega a taller de instrumentos, recepción, instalación).									X	X	X												
8. Reordenamiento de pozos en múltiples de recolección (Preparación de nuev distribución, desconexión, adquisición de materiales, conexión)						X																	
9. Instalación de un Depurador de Gas (Transporte de la Bateria 306 Organos Patria preparación de bases, adquisición de repuestos, instalación, pruebas, puesta e operación).																		X	X	X			
10. Construcción de Poza API (Diseño, Construcción, Pruebas, rectificación, puest en operación)																			X	X	X		
11. Instalación de Válvulas de Seguridad en Bombas de Transferenci (Recuperación de Válvulas, Mantenimiento y Calibración, instalación)															X	X							

TABLA N° 3

SISTEMA	FW	PUG	PUE	SB	TOTAL
N° POZOS	00	00	58	07	65
BPD			526 x 100		526 x 100

TIPO PU	16D	40D	80D	160D	320D	TOTAL
N° POZOS	03	29	08	16	02	58
%	5	50	14	28	3	100

PRODUCCION DE GAS

TOTAL	524 MPCD
COMPRESORES	476 MPCD
COMBUSTIBLE	15 MPCD
AL AIRE	33 MPCD

PROFUNDIDAD PROMEDIA DE POZOS = 4590'

FORMACIONES PRODUCTIVAS = MOGOLLON
OSTREA
ECHINO
HELICO

INVENTARIO DE EQUIPOS DE BATERIA

SEPARADORES

D x H	Presión	Modelo	Marca	N° Local	N°SHE	N° Serial	Construcc	Servicio
4.6' x 10'	125 psi	Vertical	NR	335	Y - 9107	NR	Soldado	Totales
2.4' x 9.5'	125 psi	Vertical	NR	S-1	Y - 9108	NR	Soldado	Pruebas
2.4' x 9.3'	125 psi	Vertical	NR	3004	Y - 9109	NR	Soldado	Pruebas
2.2' x 13'	80 psi	Vertical	TESTED	3003	Y - 9110	NR	Remachado	Pruebas
3' x 10'	125 psi	Vertical	NR	3002	Y - 9111	NR	Soldado	Pruebas
2.6' x 9.3'	125 psi	Vertical	THERMATI	S-5	Y - 9112	810045	Soldado	Pruebas
3' x 12'	125 psi	Vertical	NR	NR	NR	NR	Soldado	Scrubber

TANQUES

D x H	Bls.	Tipo	N°Local	N°SHE	N°Serial	Construcción	Servicio
25' x 9'	800	Cilindrico	A	Y-9674	NR	Remachado	Almacenamiento
15' x 16'	500	Cilindrico	5C11.931	Y-9784	NR	Soldado	Almacenamiento
15' x 8'	250	Cilindrico	NR	Y-9115	NR	Soldado	Almacenamiento
19' x 10'	500	Cilindrico	NR	Y-9217	NR	Soldado	Almacenamiento
22' x 24'	1500	Cilindrico	NR	Y-9479	NR	Empernado	Guti Barrel
12' x 10'	200	Cilindrico	NR	NR	NR	Remachado	Descargadero
12' x 10'	200	Cilindrico	NR	NR	NR	Remachado	Descargadero

BOMBA DE TRANSFERENCIA

Marca	Tamaño	Modelo	N°Serial	N°Local	N°SHE	Tipo
GARDNER	4 x 5	1FXF172	561888	NR	B-0081	Reciprocante
DENVER						
GARDNER	5 x 8	FC-FXXAD	516549	1.7068	NR	Reciprocante
DENVER						

MOTORES

Marca	Modelo	N°Serial	N°Local	N°SHE	Potencia	Polea	Fajas
Arrow	C-106	302308	NR	NR	32 HP	20 - 4C	C - 195
Delcrosa	DVB206L6	134837	NR	NR	20 HP	12.5 - 4C	C - 195

MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO - VOLUMETER

Marca	Modelo	N° SERIAL	D x H	BLS.	VALV. CARGA CRUDO	VALV. DESCAR CRUDO	VALV. ENT GAS	VALV. DESCA GAS	PRESION DE TRABAJO	SERVICIO
Oil Meter	5CV01	NR	20" x 19"	0.50	2"	2"			15 psi	PRUEBA
Oil Meter	2.5CV01	1311	16" x 15"	0.25	2"	2"			15 psi	PRUEBA
Oil Meter	2.5CV01	1769	16" x 15"	0.25	2"	1"			15 psi	PRUEBA
National	2.5CV01	810020-6	16" x 15"	0.25	1"	1"			15 psi	PRUEBA
Oil Meter	5CV01	1145	20" x 19"	0.50	2"	2"			15 psi	PRUEBA
Oil Meter	50CV01	1635	36" x 52"	5.00	4"	4"	1"	1"	15 psi	TOTAL
Oil Meter	10CV01	NR	24" x 24"	1.00	3"	2"	1"	1"	15 psi	DESCAR GADERO

MEDIDORES DE GAS

Marca	MODEL O	N° LOCAL	N°SHE	Presión Diferencial	PRESION ESTATIC	ORIFICIO Y BRIDA	Reloj	Servicio
BARTON	202A	1	NR	100 pulgadas	50 psi	1/2" x 2"	7D/24H	PRUEBAS
BARTON	202A	2	NR	100 pulgadas	50 psi	3/4" x 2"	7D/24H	PRUEBAS
BARTON	202A	864	NR	100 pulgadas	50 psi	3/4" x 2"	24H	PRUEBAS
BARTON	202A	NR	NR	100 pulgadas	50 psi	5/8" x 2"	24H	PRUEBAS
BARTON	202A	NR	NR	100 pulgadas	50 psi	1/2" x 2"	24H	PRUEBAS
BARTON	202A	NR	NR	100 pulgadas	50 psi	1 1/2" x 4"	7D/24H	TOTALES
BARTON	202A	7	NR	100 pulgadas	50 psi	1 1/4" x 4"	7D/24H	GAS COMPRESORES
BARTON	202A	41293	NR	50 pulgadas	50 psi	1 1/2" x 4"	7D	GAS AL AIRE
BARTON	202A	20536	NR	100 pulgadas	50 psi	1 1/4" x 2"	7D/24H	GAS COMBUSTI

CONTROLES DE NIVEL

PILOTOS

VALVULAS MOTORAS

Marca	Modelo	N° Serial	Marca	Modelo	N° Serial	Uso
KIMRAY	B-1051	237608	KIMRAY	C-1010	NR	SEPARADOR TOTALES
KIMRAY	12PL	525068	KIMRAY	FMT	61804	SCRUBBER

CONTROLES DE PRESION (BACK PRESSURE)

Marca	Modelo	N° Serial	Manómetro	Tamaño	Uso
KIMRAY	289	NR	0.30	4"	GAS A COMPRESORES
KIMRAY	189	998493	N/T	2"	GAS COMBUSTIB
KIMRAY	0-1007	NR	0.200	4"	GAS AL AIRE

INYECTOR DE QUIMICA

Marca	Modelo	N° Serie	N° SHE	Demulsificante	Pto. de inyección
TXT CHEMICAL	37032	AP00377AEWO2	R-0306	TRETOLITE RP-628	Entrada al Gum Barrel

TABLA N° 4

VOLUMENES DE ASENTAMIENTO DE SEPARADORES VERTICALES EN BARRILES , 125 PSI

DIAMETRO PULG. X ALTURA PIES	SEPARADORES GAS PETROLEO	SEPAR. GAS, PETROLEO,AGUA
24 X 5	0.65	1.10
24 X 7.5	1.01	1.82
30 X 10	2.06	3.65
36 X 5	1.61	2.63
36 X 7.5	2.43	4.26
36 X 10	3.04	5.48
48 X 10	5.67	1.06
48 X 15	7.86	14.44
60 X 10	9.23	16.08
60 X 15	12.65	12.93
60 X 20	15.51	18.64

X.- PLANOS