

USO DE EQUIPOS PORTATILES EN LA EXPLOTACION DE CAMPOS DE PETROLEO

José Orellana C./Juan Chiroque H./Nelly Ostos Nieto
EMPRESA PETROLERA UNIPETRO ABC S.A.
Perú

RESUMEN

La explotación de hidrocarburos en la Cuenca Talara se viene realizando desde hace aproximadamente 100 años, por lo cual los reservorios productores presentan un alto grado de depletación. Esta condición limitante y las complejas características de estos reservorios en los aspectos geológicos, estratigráfico, estructural y de reservorios, así como la inestabilidad y bajos precios del barril de petróleo, convierten las actividades de explotación de petróleo en el Noroeste Peruano en una difícil tarea, que solo puede ser superada utilizando adecuadamente los recursos humanos, técnicos, materiales y económicos.

Bajo este concepto y la filosofía que **“Todo equipo, material y persona, deben estar en el lugar donde sean requeridos”**, UNIPETRO ABC S.A., con el objetivo de optimizar la producción de petróleo en los aspectos técnico, económico y operativo, procedió a implementar equipos portátiles, dentro de los cuales lo mas destacado ha sido la **UNIDAD DE BOMBEO PORTATIL (UBP)**, como una buena alternativa para incrementar los niveles de producción y reducir costos e inversiones en campos maduros como el Lote IX.

Así mismo, con el conocimiento que en la Cuenca Talara existen aproximadamente 5000 pozos inactivos y abandonados temporalmente, de los cuales un gran porcentaje se encuentran en condiciones de ser reactivados para incrementar la producción de petróleo en el Noroeste Peruano, el uso de equipos portátiles y en especial las unidades de bombeo portátiles, son una alternativa viable desde el punto de vista técnico, económico y operativo, para desarrollar proyectos de reactivación de pozos.

El presente trabajo, incluye los antecedentes en producción y condiciones de las facilidades de campo, disponibles en el Lote IX antes del inicio de operaciones de UNIPETRO ABC S.A., trabajos realizados para superar las limitaciones que se tenían, aplicación de las UBP's en la evaluación de pozos nuevos, recién fracturados y estimulados mediante acidificación matricial, características de los pozos donde pueden operar la UBP's y los logros obtenidos con el uso de equipos portátiles.

INTRODUCCION

En Setiembre de 1993, UNIPETRO ABC S.A. inicia sus operaciones en el Lote IX de la Cuenca Talara, donde se viene explotando hidrocarburos desde 1942. **(Ver Gráfico N° 1).**

UNIPETRO ABC S.A. recibió de Petróleos del Perú S.A. 101 pozos, en las siguientes condiciones:

ESTADO	N° POZOS
Activos	44
Inactivos	06
Suabeo	05
Gasíferos	01
Abandonados temporalmente	26
Abandonados permanentemente	19
TOTAL	101

La producción de petróleo en el Lote IX era de 280 barriles por día (área considerada marginal por PETROPERU S.A.) y contaba con una infraestructura y facilidades de producción muy limitadas y obsoletas.

Desde 1993 a la fecha se ha obtenido una producción promedio de 420 barriles por día, como consecuencia de una serie de trabajos realizados, entre los que tenemos: mejoras en las facilidades de producción, reubicación de líneas flujo para disminuir la contra-presión en la cabeza de los pozos, reactivación y perforación de pozos, etc.

Con respecto a los pozos inactivos y abandonados temporalmente, se inicio la evaluación mediante pruebas de presiones con paradas (PCP) para determinar el nivel de energía de los reservorios. Posteriormente se realizo la evaluación del aporte productivo mediante suab, con resultados poco alentadores, tal como se indica a continuación, debido principalmente al grado de depletación en que se encuentran los reservorios:

- ♦ La recuperación de petróleo era de 10 a 20 Bls. por cada operación de 2 a 4 horas de suabeo y con una frecuencia de entrada al pozo después de 25 a 30 días.
- ♦ El costo era de US\$8.47/Barril extraído.

El siguiente paso fue evaluar los pozos con UBE (Unidad de bombeo estacionaria), procedimiento en el cual la extracción de los fluidos era menos exigida que en una operación de suabeo, obteniendo mayor cantidad de fluidos durante los primeros días. Posteriormente, la producción declinaba a valores menores al Límite Económico (± 3.0 barriles/día), entonces era necesario reubicar la unidad de bombeo estacionaria a otro pozo de comportamiento similar al primero, operación que resultaba antieconómica por el alto costo (+/- US \$ 400 / pozo).

Paralelamente, se continuaba con la reactivación de un mayor número de pozos ATA con equipos provenientes de pozos de menor producción, originando el incremento de pozos cerrados por falta de disponibilidad de unidad de bombeo y motor, pero con equipo de subsuelo instalado. Asimismo en el Lote IX no se contaban con las facilidades para la evaluación y medición de los fluidos producidos y tampoco se justificaba la implementación de esta infraestructura en cada uno de los puntos de recolección, por la alta inversión requerida y los niveles de producción obtenidos.

Con el objetivo de superar estas limitaciones, se empieza a utilizar en el Lote IX, el principio de los equipos portátiles que permitan realizar una explotación técnicamente eficiente, económicamente rentable, segura y ambientalmente viable.

Sobre la base del concepto de la movilidad, una de las bombas estacionarias de transferencia de crudo recibidas al inicio de las operaciones se implementó como portátil, para lo cual se instaló sobre una carreta-patín. Posteriormente se repitió el proceso con una segunda bomba. Al ver lo práctico que resultaba el manejo de estos equipos, ahora portátiles, en el año 1995 se adquirió un equipo de medición de fluidos, además se diseñó y adquirió una unidad de bombeo portátil (UBP) en el año 1996. Debido a la demanda de pozos sin unidad de bombeo y motor, para el año 1997, se adquirió la segunda UBP. Con estas UBP's, ha sido posible incrementar la producción del Lote IX por la eficiente operación de pozos con bajo aporte productivo, se han reducido los costos por movimiento de equipos y disminuido las inversiones.

En cuanto a la frecuencia de ingreso de las UBP's a los pozos, inicialmente se determinaba desde el punto de vista estadístico del comportamiento productivo de los pozos, procedimiento que fue mejorado posteriormente usando conceptos de Ingeniería de Reservorios y Geología.

Hoy en día, la explotación del Lote IX es eficiente en los aspectos técnico, económico y conservación del medio ambiente.

Actualmente, en el Lote IX se tiene 71 pozos activos, de los cuales 21 trabajan con las dos UBP's, que aportan a la producción total del Lote IX aproximadamente 1100 barriles de petróleo / mes.

La filosofía de la **UNIDAD PORTATIL** también puede aplicarse en otros equipos y métodos de producción en la explotación de hidrocarburos en campos marginales, con mejores beneficios económicos.

TEXTO PRINCIPAL

UBICACION DEL AREA

El Lote IX está ubicado en el Noroeste Peruano, Cuenca Talara, a 13.5 Kms. al Noreste de la ciudad de Talara, en la Provincia de Talara - Departamento de Piura - Región Grau, entre las coordenadas geográficas:

04° 30' - 04°32' de Latitud Sur
81°08' – 81°10' de Longitud Oeste

El Lote IX se encuentra en la faja costanera a una altitud promedio de 107 mts. sobre el nivel del mar y ocupa una extensión de 1554 hectáreas. (Ver Fig. N° 1)



Fig. N° 1

GEOLOGIA DEL AREA

ESTRATIGRAFIA

La secuencia estratigráfica presente en el Lote IX está constituida por unidades, que van desde el Paleozoico al Reciente. El Basamento del Lote IX está constituido por el Grupo Amotape de edad Paleozoica, sobre esta descansa la secuencia Mesozoica compuesta por las formaciones Tablones y Redondo, luego se tiene una secuencia Cenozoica compuesta por las formaciones Mesa, San Cristóbal, Mogollón, Cerro Tanque, Palegreda, Pariñas Inferior, Lutitas Talara, Areniscas Talara, Pozo, Verdún y sobreyaciendo el Cuaternario constituido por la Fm. Tablazo y los depósitos Aluviales-Eólicos.

Toda esta pila sedimentaria tiene un grosor de 9150 pies aproximadamente, la misma que está interrumpida por 06 discordancias reconocidas en la base de las Formaciones Tablones, Mesa, San Cristóbal, Lutitas Talara, Verdún y en la base del Cuaternario.

Dentro del ciclo "Salina-Palegreda", se encuentran la Fm. Pariñas Inferior que es el reservorio principalmente explotado en el Lote IX; la Fm. Mogollón y la sección Superior de la Fm. Palegreda, que han probado producción comercial de petróleo.

La **Figura N° 2** nos muestra parte de la columna estratigráfica.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA LOTE IX – CUENCA TALARA

J. CHIROQUE H.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	GRUPO	FORMACION	ESPESOR
CENOZOICO	TERCIARIO	CUATERNARIO	SUPERIOR	LAGUN	TABLAZO	100
					VERVUN	440
					POZO	856
					AR.S.TALARA	510
					LUTITAS TALARA	1960
					MONTE HELICO LOBITOS	1960
					PARIÑAS INF	400
					PALEGREDA	1960
					C.TANQUE	220
					MOGOLLON	1460
					SAN CRISTOBAL	490
					MESA	461
					REDONDO	114
					TABLONES	186
PAL MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	PALCOENO	AMOTAPE	CERRO PRIETO	> 130

Fig. N° 2

FM. PARIÑAS INFERIOR

La Fm. Pariñas Inferior presenta areniscas arcóscas y areniscas limo-arcillosas de color gris claro, de grano fino a medio, de forma subredondeada a subangular, de regular a buena selección, friables, ligeramente calcáreas, con pirita y calcita como mineral accesorio e intercaladas con delgadas capas de lutitas grises, sub-laminares, firmes, no calcáreas en parte micromicáceas.

Los microfósiles (no foraminíferos) más comunes: microgasterópodos, micropelecípodos, ostrácodos, y fragmentos de conchas.

Por su posición estratigráfica y su contenido faunístico, esta formación es de edad Terciario, Eoceno Inferior.

Electrográficamente se tiene en los perfiles de Rayos Gamma lecturas en promedio de 25 API en areniscas y 50 API en lutitas, el Potencial Espontáneo con deflexiones en las areniscas de 24 Milivoltios en promedio, las lecturas de Resistividad en areniscas petrolíferas de 15 a 30 Ohmios-m.

Esta formación sobreyace concordante y gradacionalmente a la Fm. Palegreda e infrayace en discordancia erosional y angular a la Fm. Lutitas Talara.

El espesor máximo encontrado en el Lote IX es de 400 pies, siendo variable de pozo a pozo por efecto de la discordancia erosional Pre-Talara, así como por efecto del fallamiento normal y adelgazamiento de estratos.

Estratigráficamente la Fm. Pariñas inferior es correlacionable con el MB. Peña Negra de la Fm. Ostrea del Norte de la Cuenca Talara y con la Fm. Río Bravo del Oeste de la Cuenca (Offshore).

ESTRUCTURA DE LOS YACIMIENTOS

Los yacimientos del Lote IX: Algarroba, Cuesta, Batanes, Leones y las dos áreas de extensión de los yacimientos Bodega y Alvarez Oveja se encuentran regionalmente dentro del Alto estructural de Lobitos-Jabonillal, que está delimitado al Norte por la Artesa de Siches y por el Sur por el Graben Río Bravo-Bodega. (Ver Fig. N° 3)

Los límites Norte y Sur del Alto de Lobitos-Jabonillal lo constituyen fallas normales de gran salto vertical como son los del Sistema de Fallas HONDA y ZORRO respectivamente.

Localmente estos yacimientos, en el Reservorio Pariñas Inferior, están constituidos por bloques estructurales, paralelepípedos, generados por fallas normales mayores escalonadas, sellos, tales como las fallas "3621", "CUESTA SUR", "CUESTA NORTE", "LEONES NORTE", y las fallas normales sellos como la "5035", "LEONES SUR" y la falla normal "ZORRO". Estas fallas cortan casi toda la secuencia sedimentaria presente en el Lote IX.

Internamente los bloques mayores están seccionados por fallas normales menores de dos tipos: fallas Pre-Talara y fallas Post-Talara, que generan sub-bloques estructurales hundidos y otros levantados.

El rumbo de los estratos es predominantemente NO-SE y el buzamiento varia entre 11° y 30° hacia el Suroeste (Ver Fig. N° 4)

FACILIDADES DE PRODUCCION

Al inicio de las operaciones (Setiembre 1993), el Lote IX contaba con facilidades de producción muy limitadas, que originaban los siguientes problemas:

- Para el movimiento de materiales y equipos (Tuberías de flujo, tubing, varillas y motores), era necesario contratar servicios de terceros.
- La producción de 2 o 3 pozos era recolectada por una misma línea de flujo, lo cual no permitía un buen control de la producción individual de cada uno de los pozos.

- La contrapresión y la distancia del pozo a la batería o manifold de campo eran factores que restringían la llegada de los fluidos producidos a los puntos de recolección.
- El gas combustible para los motores de las unidades de bombeo era suministrado por pozos de gas pertenecientes a lotes vecinos.
- Al inicio de las operaciones se disponía solo de dos bombas de transferencia estacionarias, ubicadas en la Bat. 401 Algarroba y el M.C. – 1 Batanes, por lo cual era necesario utilizar camiones cisterna de terceros para el transporte de crudo entre determinados puntos del Lote IX. Asimismo, la transferencia del crudo del Lote IX al punto de fiscalización se realizaba por gravedad.
- El Monitoreo de la producción, tratamiento y manejo de los fluidos era restringido. Los puntos de recolección no contaban con medidores de flujo, separadores, pozas API y de evaporación. Para superar estas limitaciones, se realizaron las siguientes acciones:
 - Independización de las líneas de flujo.
 - Reubicación de líneas de flujo para reducir la contra-presión.
 - Implementación del Sistema de Gas combustible (“Anillo de gas”).
 - Implementación de dos puntos de recolección adicionales (MC-2 Leones y MC-4 Cuesta).
 - Incremento de la capacidad de almacenamiento.
 - Uso del concepto de movilidad.
 - Estudios de Geología, Ingeniería de Reservorios y simulación.

COMPLEJIDAD DEL AREA

La producción de petróleo está relacionada con las características de los reservorios, como también a las condiciones de trabajo en los pozos. En campos muy explotados, como el Lote IX, con una estratigrafía y geología estructural muy compleja, estos factores deben tenerse en cuenta.

Muchos pozos en la Cuenca Talara pueden tener factores en contra, mayormente relacionados al reservorio, como: mala posición estructural, disminución de la arena neta productiva, depletación, petróleo muy viscoso, etc. Esto significa que los pozos que trabajen con unidad de bombeo portátil serán aquellos que presenten mas de uno de los factores mencionados anteriormente.

Estas unidades también pueden ser usadas en pozos que no presenten restricciones en la producción, en evaluación de pozos nuevos, en la evaluación de pozos recién fracturados, etc.

EQUIPOS PORTATILES

Sobre la base del concepto de movilidad, se llevó a cabo la implementación de equipos portátiles, cuyo transporte se puede realizar por medio de una camioneta de tracción simple, la cual tiene adaptado un tiro en el parachoque posterior.

CARRETA PORTA-TUBERIAS Y/O VARILLAS

La construcción de este equipo solucionó el transporte de tuberías y/o varillas, evitando el servicio de terceros.

BOMBAS DE TRANSFERENCIA

Fue uno de los primeros equipos de mayores dimensiones convertido en equipo portátil (**Fig. N° 5**). Con lo cual se eliminó el uso de camiones-cisterna.

Por los buenos resultados obtenidos con estos equipos, por lo práctico y fácil de su manejo, se afianzó mas el concepto de movilidad aplicado a la explotación eficiente del campo. Entonces, se aplicó dicho concepto a equipos de mayor envergadura como la batería portátil para medición de fluidos y la UBP para la producción de petróleo.

MEDIDOR PORTATIL DE FLUIDOS Y UNIDAD DE BOMBEO PORTATIL

Al ser la UBP, el equipo que nos permite extraer los fluidos del pozo y el medidor portátil de fluidos el equipo requerido para controlar la producción, se les dio mayor prioridad frente a los otros equipos portátiles en la elaboración de este trabajo.

MEDIDOR PORTATIL DE FLUIDOS

Este equipo (**Fig. N° 6**) nos permite realizar las actividades básicas inherentes a una batería de producción convencional, entre las cuales tenemos:

- Separar los líquidos del gas (separador bifásico)
- Determinar los volúmenes de producción de petróleo y agua.
- Determinar el gas producido por pozo.
- Determinar y monitorear el GOR
- Modificar In situ las condiciones operativas de la unidad de bombeo (cuando esta instalado en la locación de un pozo).
- Conocer la calidad de los fluidos producidos.
- Obtener muestras de petróleo y gas para recombinarlas y realizar análisis PVT, que es una información básica en la determinación del estimado de reservas y el pronóstico del comportamiento del reservorio.

Este equipo puede ser instalado en la locación de los pozos y en los puntos de recolección, ya sea para obtener medidas individuales de cada pozo o de la producción total de la Batería o Manifold de campo.

Es suficiente la intervención de dos personas para el desarmado, transporte e instalación del medidor portátil de fluidos.

UNIDAD DE BOMBEO PORTATIL (UBP)

Con respecto a la UBP (**Fig. N° 7**) a continuación se muestra una breve reseña histórica de su aparición en la industria del petróleo.

La UBP en sus inicios no era utilizada como una forma de producción masiva, sino para casos excepcionales.

La primera unidad de bombeo portátil que se construyó en el Noroeste, fue una unidad de bombeo modelo 80D, montada sobre una carreta y operado por un motor a gas que se instalaba en forma separada del conjunto carreta - unidad de bombeo. El diseño era local y sin mayores consideraciones técnicas.

Al inicio este equipo se usó en pozos que se encontraban muy alejados de las baterías y que por razones económicas y topográficas no se recomendaba la instalación de la línea de gas combustible ni de flujo. El pozo se hacía producir a un tanque instalado en su locación, mientras que el gas para el motor era suministrado a partir de los forros del mismo pozo (gas del espacio anular), pero en algunos casos no se producía la liberación "natural de gas". En esos casos se utilizaba gasolina como combustible para el motor hasta lograr la producción de gas por el espacio anular. Ese tipo de maniobras eran peligrosas y generalmente no se tenía éxito.

Por el año 85, se empezó a utilizar unidades de bombeo portátiles **para evaluar pozos** nuevos recién fracturados, ya que por ciertas dificultades logísticas de la operación, la unidad asignada al pozo no se instalaba oportunamente, generando volúmenes significativos de producción diferida por esta razón.

El mayor problema que se reportó producto del trabajo de la UBP fue el deterioro prematuro de su estructura, debido al desbalance a que estaba sometido por la mala nivelación del terreno y precario diseño del chasis rodante de la unidad.

Por los años 90, como consecuencia de la evaluación de los pozos ATA mediante el método de suabeo, se utilizó las unidades de bombeo portátiles para obtener una producción continua en estos pozos, mientras se realizaba las gestiones administrativas para asignar unidad de bombeo convencional al

pozo reactivado. El uso de la unidad portátil en estas condiciones permitió llevar a cabo mediciones a tanques de la producción del pozo, considerando estas como las más representativas por cuanto no estaba afectado por ningún tipo de restricciones, como cuando se produce a las baterías donde la distancia y las condiciones de las líneas de flujo restringen muchas veces la capacidad productiva del pozo, debido a las caídas de presión a las que esta sometida.

USO ACTUAL DE LA UBP COMO SISTEMA DE PRODUCCION

UNIPETRO ABC S.A capitalizó las experiencias del uso de la unidad de bombeo portátil y lo ha convertido en una forma de producción cotidiana, logrando las siguientes mejoras:

OPERATIVA: Se ha optimizado la performance operativa de la UBP (diseño apropiado que le permite ser remolcada fácilmente por una camioneta de tracción simple y trabajar en condiciones óptimas de balance, alargando la vida útil de la unidad). Las unidades portátiles antiguas requerían de un camión de mayor capacidad para ser remolcadas. (**Fig. N° 8**).

TECNICA: Complementando el uso de una UBP con la construcción de un medidor portátil de fluidos (mini-batería de producción), con propiedades básicas de medición y control, suficientes para campos marginales como el de UNIPETRO ABC S.A..

ECONOMICA: Es el logro más importante, ya que actualmente es el único sistema que permite producir económicamente yacimientos marginales.

APLICACIONES DE LA UNIDAD DE BOMBEO PORTATIL

Antes de dar a conocer otras aplicaciones de este equipo, se puede enfatizar que el retiro, transporte e instalación de la UBP es sencilla y rápida.

1. Evaluación de pozos

Las UBP's son una buena alternativa preliminar para evaluar en forma rápida y económica, pozos nuevos o en medida especial como reactivaciones y después de realizar trabajos de estimulación (Fracturamiento hidráulico, acidificación matricial) y pruebas de presión. De acuerdo a los resultados de esta evaluación se tendrá un mejor criterio para seleccionar el método definitivo de producción artificial

2. Reemplazo de unidades de bombeo estacionarias por problemas mecánicos

Las unidades de bombeo mecánico están sujetas a diferentes esfuerzos y por lo tanto son susceptibles a presentar fallas mecánicas. Si estos problemas son serios, una UBP puede ser una alternativa para evitar producción diferida mientras se realizan los trabajos de reparación en el taller o en el mismo pozo.

3. Simulación de Reservorios

Las UBP's también pueden ser utilizadas como un medio para obtener información requerida para realizar estudios de Ingeniería y Simulación de Reservorios, como volumen y clase de fluidos, aporte productivo, etc., principalmente en pozos que no disponen de equipo de producción artificial. La obtención de estos parámetros permitirá diseñar los modelos de reservorios y realizar el ajuste de la historia de producción.

MEJORAS QUE REQUIERE EL SISTEMA DE UBP

Los equipos portátiles, por ser una novedad, requieren mejorar en forma permanentemente, especialmente en los siguientes aspectos:

- Arranque automático del motor y su funcionamiento con otro tipo de combustible por un periodo de tiempo adecuado, hasta obtener la liberación de gas por el espacio anular, que permita al motor continuar trabajando, utilizando como combustible gas del mismo pozo. En el caso del Lote IX, esto

es superado con el sistema de gas con que se cuenta, es decir la interconexión de las líneas de gas ("anillo de gas") entre los pozos del Lote para el autoabastecimiento de combustible.

- De ser posible y económicamente favorable cambiar el sistema de combustible del motor.
- Cambiar el sistema de soportes de la UBP (tacos de madera) a uno por medio de gatas de mayor capacidad de carga.
- Mejorar la estructura y sistema de amortiguación de la carreta, con la finalidad de disminuir la vibración.

SELECCION DE POZOS PARA TRABAJAR CON UNIDAD DE BOMBEO PORTATIL

La unidad de bombeo portátil es una alternativa para obtener producción de petróleo en pozos con bajo aporte productivo. Seleccionar los pozos aptos para trabajar con este tipo de unidades implica tener conocimiento del comportamiento productivo, conocimiento de las características geológicas y de reservorios.

En el Lote IX, a partir del año 1996, pozos de bajo aporte productivo fueron seleccionados para trabajar con unidad de bombeo portátil ya que anteriormente trabajaban con UBE y/o fueron evaluados por suab, con resultados antieconómicos y problemas operativos en el pozo, lográndose un incremento en la producción.

Por esta razón se hizo un estudio estadístico de la producción para determinar un programa de trabajo de las UBP en estos pozos. Con este estudio se logró determinar en algunos pozos el período de trabajo de la UBP y períodos de "descanso" (recuperando nivel). En otros pozos era difícil llegar a determinar los tiempos de cierre y trabajo, por esta razón se decidió realizar estudios en las unidades productivas desde el punto de vista geológico y de reservorios, lo cual ha contribuido a incrementar la producción.

PRODUCCION

Inicialmente la asignación de la UBP a un pozo de bajo aporte se realizaba solamente con el conocimiento de que este pozo producía por períodos cortos y llegaba rápidamente al límite económico.

Posteriormente, con la historia productiva de estos pozos y sobre la base de su comportamiento se realizó el análisis estadístico de producción, el mismo que consistió en elaborar gráficos y tablas, con los cuales se estimó un programa de trabajo.

Con el análisis de este estudio se determinó que estos pozos deben producir durante periodos cortos (2–4 días) y tener períodos de cierre más largos (15–30 días). Durante el período de producción se extrae el petróleo acumulado tanto en el pozo como en el reservorio, cerca al lindero del pozo. El período de cierre permite restaurar el nivel de fluido en el pozo y la acumulación de petróleo en las cercanías del pozo.

GEOLOGIA

El estudio geológico consistió en analizar las características estratigráficas y estructurales de la Fm. Pariñas Inferior en cada uno de los pozos, por ser esta la principal formación productiva en el área. Luego del estudio se ha determinado que todos estos pozos presentan características similares como: baja permeabilidad, espesor productivo corto, área de drenaje reducida (por efecto de fallas) y estratos con bajo ángulo de inclinación.

RESERVORIOS

En el Noroeste Peruano existe un gran porcentaje de pozos productores que trabajan con UBE como método de extracción artificial debido a los tipos de reservorio que se tiene (reservorios de gas en solución y segregación gravitacional). Pero no todos los pozos pueden contar con una UBE para poder extraer el crudo del pozo básicamente por las limitaciones que presentan los reservorios y la inversión requerida.

Del análisis del reservorio Pariñas Inferior se determinó que otras características desfavorables para la migración de los fluidos hacia el pozo son:

- Baja energía (alto grado de depletación)
- Baja permeabilidad
- Alta viscosidad
- Bajo grado API

En un pozo de bajo aporte productivo, que se encuentra en la etapa de restauración de nivel de fluido (sin UBP), llegará a obtenerse una columna de fluido en un tiempo determinado. Si el reservorio tiene características desfavorables el nivel de fluido alcanzado dependerá del tiempo de cierre y por ende de que se alcance una igualdad de las presiones hidrostática y del reservorio, pero la acumulación de petróleo en el reservorio cerca a los linderos del pozo continuará hasta que se ocupe el volumen de petróleo extraído del reservorio en el último período de producción.

La magnitud de la columna o nivel de fluido alcanzado en el pozo, cuando éste se encuentra restaurando nivel, puede ser determinado usando pruebas de presiones (BHP) o niveles de fluido en forma periódica. La diferencia entre estas alternativas es el costo. La determinación de la acumulación de petróleo en el reservorio cerca a los linderos del pozo se puede llevar a cabo utilizando niveles de fluido durante el tiempo de trabajo del pozo, es decir en el período de extracción de fluidos (con UBP).

Como consecuencia de todo lo mencionado anteriormente se mejoró el programa de trabajo que se tenía, así también se llegó a establecer que los pozos con estas características no deben trabajar con UBE ya que el uso continuado de UBE en pozos de bajo aporte productivo conlleva a diversos problemas mecánicos y operativos que se puedan presentar.

IMPORTANCIA ECONOMICA

Un ejemplo para graficar la importancia desde el punto de vista económico del uso de la UBP a partir de la experiencia obtenida es el siguiente:

Tenemos el caso de ocho (08) pozos ATA y una unidad de bombeo mecánico y su motor retirados de un pozo de bajo aporte productivo, para convertirla en una UBP.

En la **Tabla N° 1** se muestra:

1. Información de producción y distancia promedio de los pozos a batería o Manifold de campo, profundidad promedio de pozos hasta el niple de asiento.
2. Retribución en US\$ por barril.
3. Costos de equipos de bombeo mecánico y de subsuelo, además de servicios adicionales (servicio de pozos, construcción o reparación de accesos, etc.).
4. Los cálculos promedio para determinar los costos de la inversión por UNIPETRO ABC S.A.

La retribución por el petróleo producido en el Lote IX corresponde al mes de Marzo 99.

En la **Tabla N° 2** se presentan los resultados de la inversión, retribución y tiempo de recuperación de la inversión.

En la Tabla no se incluye el costo por unidad de bombeo mecánico y motor, ya que estos equipos fueron reinvertidos.

RESULTADOS

- Actualmente en el Lote IX existen 21 pozos que producen con las dos UBP's. En la **Tabla N° 3** se muestra que el promedio de extracción mensual es de 1100 barriles de petróleo, esto equivale a la producción de un pozo con unidad de bombeo estacionaria que produce +/- 36 BOPDC. Asimismo, se muestra la historia productiva de cada UBP y en forma conjunta, la frecuencia de uso mensual y el petróleo acumulado durante la vida operativa de cada una de ellas. En los **Gráficos N° 2 y 3**, se observa la frecuencia mensual de entradas de la UBP y el aporte mensual en producción.

En el **Gráfico N° 4**, se muestra la producción de petróleo total del Lote IX y el incremento de producción lograda con el uso de las UBP's, la fecha en que se empezó a utilizar estos equipos en el Lote IX y su aporte a la producción total. En este gráfico también se puede observar que el aporte de producción de las UBP's es mayor y constante en el período Oct-98 / Mar-99, comparado con el período anterior al Fenómeno "El Niño".

- Con las UBP's se vienen produciendo pozos que anteriormente se encontraban cerrados por falta de equipo de bombeo y motor, ya que el uso de las UBE's es antieconómico pues la producción de estos pozos no retribuyen la inversión.
- Utilizar las UBP's evita que las bombas de subsuelo trabajen en "vacío" por bajo nivel de fluido, que traen como consecuencia una mayor frecuencia en el deterioro de la misma y diferentes problemas mecánicos que se puedan presentar tales como por ejemplo:
 - Golpe de fluido.
 - Golpe de bomba.
 - Esfuerzos excesivos de la caja de engranajes (gear box)
 - Rotura de varillas por esfuerzos de compresión.
- Los buenos resultados han determinado la implementación a corto plazo de una tercera UBP la cual sería, en parte (carreta-patín) de fabricación nacional, la misma que permitirá aumentar los niveles de producción e incrementar las reservas recuperables del Lote IX.
- Hasta la fecha, la carreta, las bombas de transferencia, los medidores y unidades de bombeo portátiles han trabajado eficientemente.

CONCLUSIONES

- Actualmente la industria petrolera a nivel mundial enfrenta diversos problemas, siendo uno de los más importantes la inestabilidad del precio del barril del petróleo. Frente a esto, las empresas petroleras tienen que cambiar algunos de sus conceptos para poder enfrentar los problemas, las mismas que requieren de alternativas viables, tanto técnica como económica. El uso de unidades portátiles cumple con los requisitos nombrados, que lo convierte en una buena alternativa. Otra característica a su favor es su fácil operatividad (transporte e instalación).
- Esta alternativa puede ser usada en cualquier campo petrolero del mundo.
- En Talara existen alrededor de 5000 pozos de los cuales un gran porcentaje, entre inactivos y abandonados temporalmente que pueden ser reactivados utilizando equipos portátiles.
- Son pozos candidatos a trabajar con UBP aquellos que presenten mas de una de las siguientes características en el reservorio:
 1. Pozos con espesor de arena neta petrolífera cortos.
 2. Pozos con área de drenaje restringida por efecto de fallas.
 3. Bajo ángulo de inclinación de los estratos.
 4. Bajo grado API.
 5. Alta viscosidad del petróleo.
 6. Alto grado de depletación.
 7. Baja permeabilidad.
- Los tiempos de producción y cierre dependen de las características geológicas, características de los fluidos y grado de depletación del reservorio.
- El Concepto de Movilidad es fundamental para el desarrollo integral de campos maduros.
- Los equipos de bombeo portátiles contribuyen a la optimización de estos campos.
- El medidor de fluidos portátil es una batería transportable con propiedades básicas de separación, medición y control suficientes para campos marginales como el de Lote IX.

- La UBP es una buena alternativa para producir en forma eficiente y económica yacimientos marginales.
- Los montos de inversión de una UBP son menores que una UBE.
- El uso de UBP's permite incrementar la producción de campos petroleros depletados, por el aporte productivo de un mayor número de pozos.
- El sistema de equipos móviles, por ser una novedad, requieren mejorar en forma permanente.
- El uso de las UBP's permite que pozos con producciones menores al límite económico (+/- 3 BOPDC, para UBE) puedan continuar produciendo.

CONTRIBUCION TECNICA

1. Este trabajo contribuye a obtener y optimizar la producción de petróleo de pozos con bajo aporte productivo y en forma económica.
2. Evaluar y explotar eficientemente campos de petróleo.
3. Incrementar reservas recuperables.
4. Contribuye a producir petróleo de acuerdo a las normas de seguridad establecidas y preservando el medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

1. "Evaluación Geológica de la Fm. Pariñas Inferior en el lote IX- Cuenca Talara". J. Chiroque H. 1998.
2. "Mejoras Técnicas-Operativas para optimizar la producción de Hidrocarburos minimizando el impacto Ambiental – Lote IX". A Castro E. 1996
3. "Productions Operations 1. Well Completions, Workover, and Stimulacion." T. Allen & A. Roberts. 4th edition. 1993
4. Determination of Oil and Gas Reserves. Petroleum Society monograph Number 1. 1994.

LEYENDA DE ILUSTRACIONES

- | | |
|------------|---|
| Fig. N° 1 | Ubicación del Lote IX |
| Fig. N° 2 | Columna estratigráfica generalizada del Lote IX – Cuenca Talara |
| Fig. N° 3 | Principales rasgos estructurales de la Cuenca Talara. |
| Fig. N° 4 | Mapa estructural en el tope de la Fm. Pariñas Inferior. |
| Fig. N° 5 | Bomba de transferencia portátil |
| Fig. N° 6 | Medidor portátil de fluidos en un Manifold de campo. |
| Fig. N° 7 | Unidad de bombeo portátil modelo 40-D. |
| Fig. N° 8 | Transporte de Unidades Portátiles |
| Tabla N° 1 | Información del Lote IX; costos de equipo de bombeo mecánico, de subsuelo, accesorios y servicios adicionales; cálculo de costos de inversión por UNIPETRO ABC S.A. |
| Tabla N° 2 | Resultados; retribución y tiempo de recuperación de la inversión. |

Tabla N° 3 Historia productiva de las UBP's

Gráfico N° 1 Historia de Producción de Petróleo Crudo - Lote IX

Gráfico N° 2 Frecuencia de entradas de las UBP's por mes.

Gráfico N° 3 Unidades de Bombeo Portátiles. Producción Mensual Acumulada de Petróleo y Frecuencia de entradas.

Gráfico N° 4 Producción Fiscalizada de Petróleo.

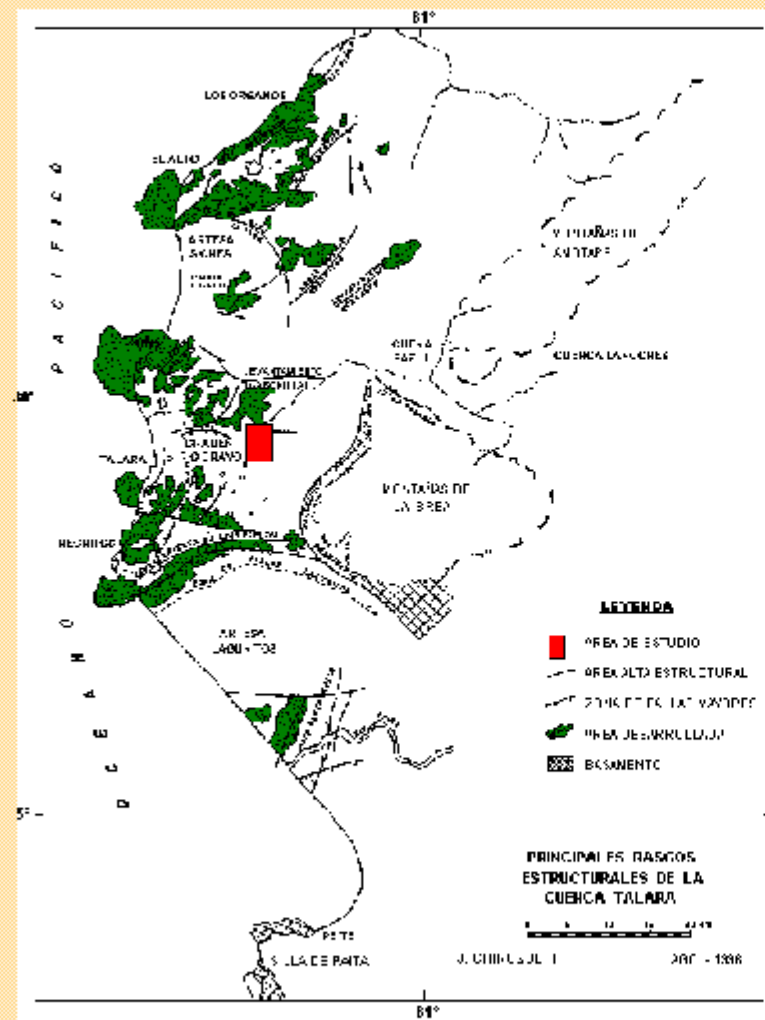


Fig. N° 3

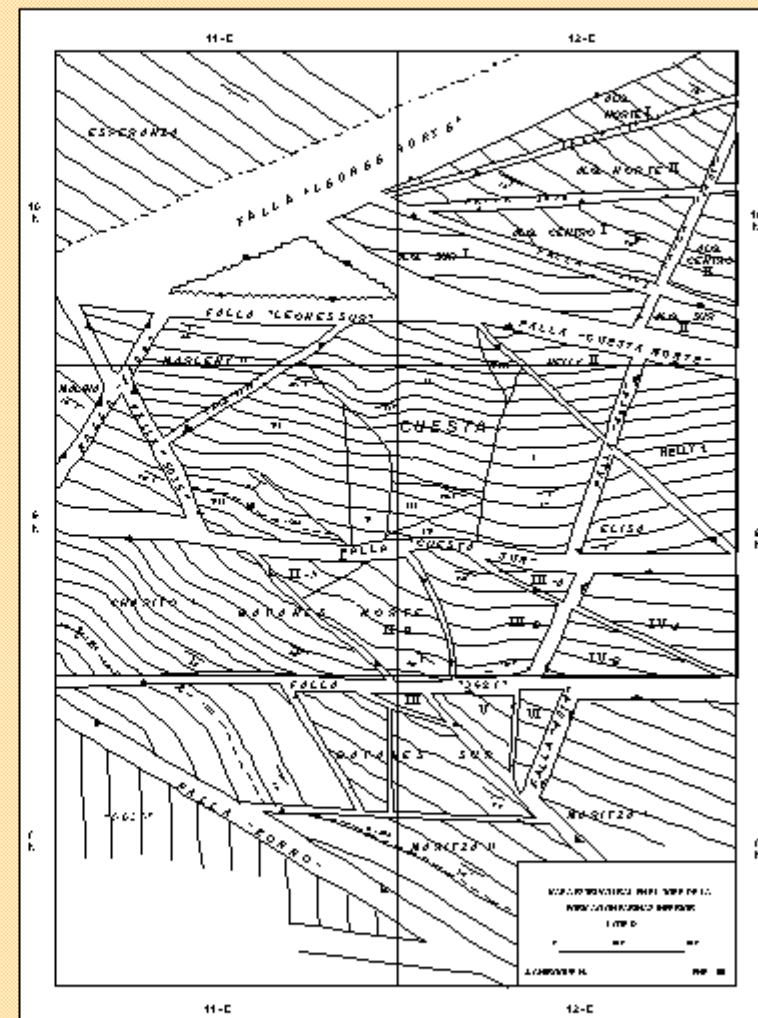


Fig. N° 4



Figura 5. Bomba portátil de transferencia



Figura 6. Medidor portátil de fluidos - instalado en un Manifold de Campo



Figura 7. Unidad de Bombeo Portátil



Figura 8. Transporte de Unidades Portátiles

INFORMACION DEL LOTE IX

Prod.Mensual/UBP (Bls)	PRECIO DE PETROLEO US\$	BATERIA O MC	DISTANCIA PROMEDIO DE POZO A BATERIA / MC (PIES)	PROFUNDIDAD PROMEDIO A Niple de Asiento (Pies)
550,0	9,00	BAT 401 MC#1 MC#3 MC#4	870 1900 900 1400	1112 2280(*) 1545 1953

COSTOS DE EQUIPOS DE BOMBEO MECANICO, DE SUBSUELO, ACCESORIOS Y SERVICIOS ADICIONALES

UNIDAD DE BOMBEO		MOTOR		CARRETA PARA UBP			TUBERIA DE FLUJO Y GAS		BOMBA DE SUBSUELO	
MODELO	PRECIO US\$	MODELO	PRECIO US\$	COMPAÑÍA	COSTO SIN IGV US\$	COSTO US\$	DIAMETRO	US\$/PIE	DIMENSION	PRECIO UNITARIO US\$
40D	7880,00	C46	9700,00							
80A	14580,00	C66	11400,00	POWER FLOW	5352,00	6315,36	1"	0,70	2x1.1/4x10 RWTC	512,80
160A	34000,00	C96	14900,00	RUCHICH	5006,59	5907,78	2"	1,50	2x1.1/4x12 RWTC	586,21
320A	43000,00	C106	17500,00	CAMPOVERDE	6079,00	7173,22	3"	3,30		

VARILLAS DE SUBSUELO		TUBING		ACCESORIOS	
DIMENSION	PRECIO UNITARIO	DIMENSION	US\$/PIE		
5/8" x 25'	18,35	2.3/8"	2,36	VARILLON 1.1/4"x16"x3/4" PRENSA-ESTOPA GRAMPA P/VARILLON NIPLE DE ASIENTO 2.3/8"	
3/4" x 25'	21,94	2.7/8"	2,58		
				Total Accesorios	350

SERVICIOS	US\$ / HR
Construcción o Reparación de acceso (Pool de maquinaria)	4500
Servicio de Pozo	110

CALCULO DE COSTOS DE INVERSION POR UNIPETRO ABC S.A.

(*) PROFUNDIDAD MAX. A Niple de Asiento	DIMENSION DE VARILLAS	CANTIDAD A USAR	COSTO US\$	DIMENSION DE TUBING	CANTIDAD A USAR	COSTO US\$
2280	5 / 8"	1368	1004	2 3/8"	2280	5380,8
	3 / 4"	912	800			

DIMENSION DE LINEAS	DISTANCIA PROM. DE POZO A POZO	DISTANCIA MAX. DE POZO A BATERIA/MC	COSTO US\$
1"	700		490
2"		1900	2850

Tabla N° 1

RESULTADOS

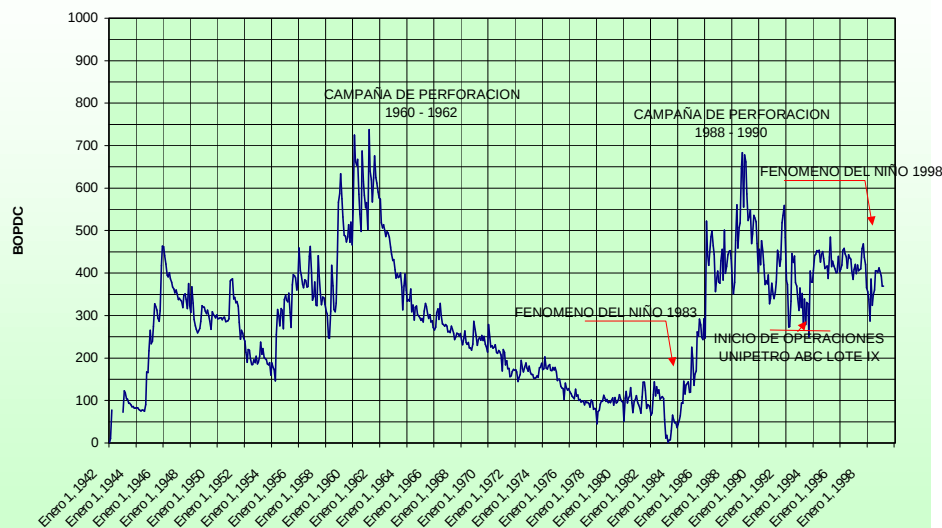
	Cantidad	Unidad	Total /pozo US\$	Total por 8 pozos US\$
Unidad de Bombeo			Reinvertido	
Motor			Reinvertido	
Línea de Flujo 2"	1900	pies	2850,0	
Línea de Gas 1"	700	pies	490,0	
Bomba de Subsuelo 2x1.1/4x10'	1	EA	512,8	
Varillas 5/8"x25'	55	EA	1004,1	
Varillas 3/4"x25'	36	EA	800,4	
Tubing 2.3/8"	2280	pies	5380,8	
Accesorios (Varillón, Prensa-estopa, N.A., etc.)	Global		350,0	
Construcción o Reparación de acceso	Global		4500,0	
Servicio de pozo 110US\$/hr	12	hrs	1320,0	
Sub Total			17208,1	137664,7
Carreta - Patín	1	EA		7173,22
Movimiento e instalación de UBE a carreta-patín	Global			400
Total				145237,9

RETRIBUCION Y TIEMPO DE RECUPERACION DE LA INVERSION

INGRESO MENSUAL US\$/mes	INGRESO ANUAL US\$/año	TIEMPO DE RECUPERACION
4950,0	59400,0	2,45

Tabla N° 2

Gráfico N° 1
HISTORIA DE PRODUCCION DE PETROLEO CRUDO
LOTE IX



HISTORIA PRODUCTIVA DE LAS UNIDADES DE BOMBEO PORTATILES

AÑOS	UBP N° 1			UBP N° 2			UBP No. 1 + 2		
	FREC. ENTRADAS MENSUAL	BOPM.	BOPDC	FREC. ENTRADAS MENSUAL	BOPM.	BOPDC	FREC. ENTRADAS MENSUAL	BOPM.	BOPDC
9605	0	0,0	0,0				0	0	0,0
9606	1	281,9	9,4				1	281,9	9,4
9607	3	442,6	14,3				3	442,6	14,3
9608	4	564,6	18,2				4	564,6	18,2
9609	4	517,5	17,3				4	517,5	17,3
9610	3	502,2	16,2				3	502,2	16,2
9611	5	636,6	21,2				5	636,6	21,2
9612	4	449,7	14,5				4	449,7	14,5
9701	2	341,4	11,0	1	64,7	2,1	3	406,1	13,1
9702	4	324,2	11,6	5	305,4	10,9	9	629,6	22,5
9703	6	431,9	13,9	5	360,2	11,6	11	792,1	25,6
9704	6	405,4	13,5	2	451,3	15,0	8	856,7	28,6
9705	7	393,8	12,7	9	558,9	18,0	16	952,7	30,7
9706	6	459,1	15,3	10	499,5	16,7	16	958,6	32,0
9707	6	361,1	11,6	8	331,7	10,7	14	692,8	22,3
9708	11	401,9	13,0	9	445,4	14,4	20	847,3	27,3
9709	9	470,3	15,7	9	469,3	15,6	18	939,6	31,3
9710	9	437,1	14,1	8	499,8	16,1	17	936,9	30,2
9711	6	368,0	12,3	10	371,5	12,4	16	739,5	24,7
9712	8	333,1	10,7	8	370,4	11,9	16	703,5	22,7
9801	4	297,8	9,6	6	376,2	12,1	10	674,0	21,7
9802	2	120,1	4,3	2	104,6	3,7	4	224,7	8,0
9803	1	78,0	2,5	1	143,3	4,6	2	221,3	7,1
9804	2	317,3	10,6	3	262,6	8,8	5	579,9	19,3
9805	4	376,7	12,6	4	192,6	6,2	8	569,3	18,4
9806	5	330,1	11,0	7	487,2	16,2	12	817,3	27,2
9807	10	372,0	12,0	11	319,3	10,3	21	691,3	22,3
9808	8	492,9	15,9	10	399,9	12,9	18	892,8	28,8
9809	7	621,0	20,7	10	384,0	12,8	17	1005,0	33,5
9810	15	623,1	20,1	13	611,3	19,7	28	1234,4	39,8
9811	10	678,0	22,6	10	477,0	15,9	20	1155,0	38,5
9812	11	527,0	17,0	9	663,4	21,4	20	1190,4	38,4
9901	10	502,2	16,2	10	730,5	23,6	20	1232,7	39,8
9902	13	501,2	17,9	12	442,4	15,8	25	943,6	33,7
9903	12	499,1	16,1	12	654,1	21,1	24	1153,2	37,2
Total		14458,9			10976,5			25435,4	

Tabla N° 3

Gráfico N° 2
FRECUENCIA MENSUAL DE USO DE LAS UBP's

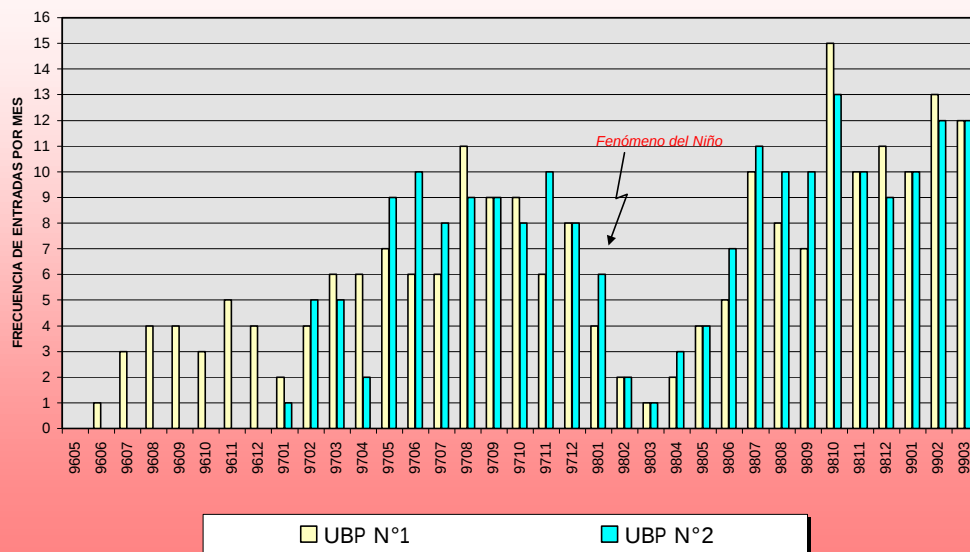


Gráfico N° 3
UNIDADES PORTATILES DE BOMBEO
Producción Mensual Acumulada de Petróleo y Frecuencia de Entradas
Lote IX

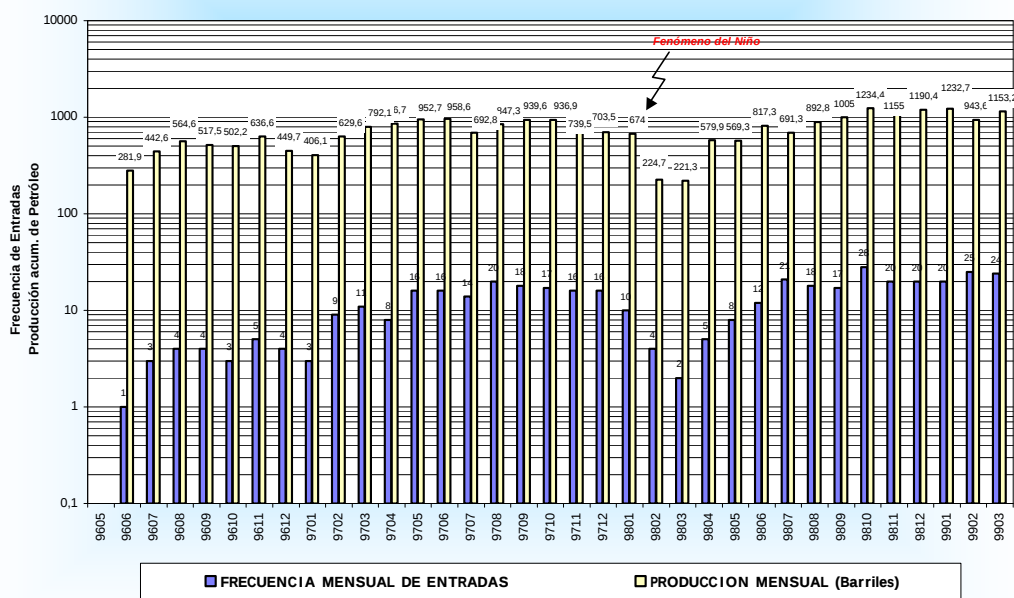


Gráfico N° 4
PRODUCCION FISCALIZADA DE PETROLEO
LOTE IX

