



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“OPTIMIZACION DE CICLOS DE TRABAJO EN BALANCINES PORTÁTILES
UTILIZANDO EL SOFTWARE TWM EN EL CAMPO GUSTAVO GALINDO
VELASCO”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN PETROLEO

Presentada por:

WILLIAM EFRAIN SWANSON CENTENO

BISMARCK DENIS APOLO SARMIENTO

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

2005



**BIBLIOTECA FICIT
ESPOL**

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien nos ha dado sabiduría, inteligencia y a vida.

A todo el personal que colaboró directa e indirectamente con nuestro trabajo.

A toda aquella persona que siempre estuvo allí para ayudarnos y darnos el apoyo moral e intelectual.

Un especial agradecimiento al "Departamento de Mediciones Físicas" Sr. Fernando Galvez y al Ing. Walter Icaza O. por la colaboración incondicional.

DEDICATORIA

A mis padres,

William Martin Swanson y Nora Centeno de Swanson. A mi madre, fuente inagotable de amor y entrega quien me guió por la senda del conocimiento. A mi padre, modelo de integridad que perdura a través del tiempo.

A mi hermano,

Gerald Martín Swanson junto a quien compartí los mejores momentos de la infancia.

A mis padres,

José Eduardo Apolo Brito, Martha Graciela Sarmiento León; que fueron y serán mi soporte ético, moral y espiritual.

A mis hermanos

A mi hermana

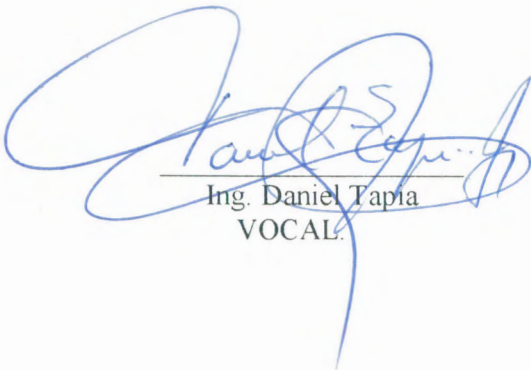


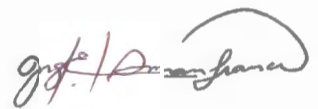
**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Ricardo Gallegos.
DECANO DE LA FICT

Ing. Ricardo Gallegos
DIRECTOR DE TESIS.


Ing. Daniel Tapia
VOCAL.



Ing. Héctor Román
VOCAL



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde única y exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

William Swanson

William Swanson Centeno

Bismark Apolo Sarmiento



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

RESUMEN

El fundamento esencial de este trabajo es simple, consiste en analizar el comportamiento de niveles estáticos y dinámicos en los pozos periódicos que son operados con balancines portátiles en el Campo Ancón para ajustar el ciclo de estos.

Se utilizó el Software "Total Well Management", el cual es el instrumento principal mediante el cual se obtienen las cartas dinamométricas y los niveles de fluido para pozos con bombeo mecánico; en este último caso fue indispensable la toma de mediciones sucesivas por pozo para con esta información hacer el análisis de rigor.

Adicionalmente se estudiaron las instalaciones mecánicas de los pozos, se verificaron las condiciones de operación y se hicieron las sugerencias respectivas para cada pozo.

Finalmente se sugirió un calendario óptimo propuesto para cada balancín portátil, teniendo en consideración principalmente el análisis de restauración de niveles respectivo.



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

INDICE GENERAL

RESUMEN	6
INDICE GENERAL	7
SIMBOLOGIA	11
INDICE DE FIGURAS	13
INDICE DE TABLAS	14
INDICE DE ANEXOS	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPITULO I	
BOMBEO MECANICO	17
1.1 Revisión de Sistemas de Levantamiento Artificial	17
1.2 Introducción al Bombeo Mecánico	19
1.3 Operación del sistema de Bombeo Mecánico	21
1.4 Equipo de Subsuelo	24
1.4.1 Bomba de Subsuelo	24
1.4.1.1 Elementos de las Bombas de Subsuelo	26
1.4.1.2 Tipos de Bombas de Subsuelo	29
1.4.1.3 Tipos de Bomba Norma A.P.I.	30
1.4.1.4 Selección de la Bomba de Subsuelo	33
1.4.1.5 Bombas utilizadas en Ancón	40
1.4.2 Varillas de Succión	41
1.4.2.1 Dimensiones Generales	43



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

1.4.2.2 Varillón Pulido	43
1.4.2.3 Pesca de Varillas	44
1.4.3 Tubería de Producción	45
1.5 Equipo de Superficie	46
1.5.1 La Unidad de Bombeo	46
1.5.2 Tipos de Balancines	48
1.5.2.1 Unidades balanceadas por aire	49
1.5.2.2 Unidades unitorque Mark II	53
1.5.2.3 Unidades convencionales	54
1.5.3 Clasificación de Balancines por tamaño	55
1.5.3.1 Unidades de Bombeo utilizadas en Ancón	56

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE CAMPO	57
2.1 Causas más comunes de falla en Bombas de Subsuelo	57
2.2 Estadística de Bombas de Subsuelo	63
2.3 Cálculo de algunos parámetros de trabajo	64
2.3.1 Cálculo de la Presión Estática de Fondo	64
2.3.2 Determinación de la Presión de Fondo Fluyente	65

CAPÍTULO III

MEDICIONES FÍSICAS	67
3.1 Ecómetro	68



3.1.1 Toma de Niveles de Fluido	71
3.2. Dinamómetro	72
3.2.1 Cartas Dinamométricas	72
3.2.2 Toma e interpretación de Cartas Dinamométricas	78
3.2.3 Cartas dinamométricas típicas	81

CAPITULO IV

CICLOS OPTIMOS DE TRABAJO PARA POZOS	87
4.1 Curvas de Restauración de Nivel	87
4.1.1 Definición de Curva de Restauración de Nivel	87
4.1.2 Análisis de una Curva de Restauración de Nivel Típica	88
4.1.2.1 Determinación del Tiempo Optimo de Restauración	88
4.2 Curvas de Producción	90
4.2.1 Definición de Curva de Producción	90
4.2.2 Análisis de una Curva de Producción Típica	91
4.2.2.1 Determinación del Tiempo Optimo de Producción	91
4.3 Análisis de Curvas de Restauración de Nivel y de Producción	93
4.3.1 Análisis de cada Pozo	93

CAPITULO V

ANALISIS DEL SISTEMA DE BOMBEO MECANICO PORTÁTIL	141
5.1 Análisis del equipo de subsuelo	141
5.1.1 Análisis de cada Pozo	142



5.2 Calendarios de Trabajo para Balancines Portátiles	220
5.2.1 Calendarios Anteriores	220
5.2.2 Calendarios Óptimos Propuestos	220
5.2.2.1 Elaboración de Calendarios Óptimos por Balancín	220

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	225
BIBLIOGRAFIA	227
ANEXOS	228



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

SIMBOLOGIA

Ap: área de la sección transversal de las varillas de fondo

Ar: Area de la seccion transversal del piston

Ap : Area de la sección transversal de las varillas de fondo

Carga SV : Carga soportada por la válvula fija (downstroke)

Carga TV : Carga soportada por la válvula viajera (upstroke)

GOR: Gas Oil Ratio (Relación Gas petróleo)

L : Profundidad del nivel de fluido medida desde superficie, pulg

m: Gradiente de afluencia.

MPRL: Carga mínima sobre el varillón pulido

N = golpes por minuto

Pgas: Presion ejercida por la columna de gas sobre el nivel de fluido, psi

PNIVEL: Presión producida por el nivel estático de fluido, psi

PPRL: Máxima carga sobre el varillón pulido

psi: libras / pulgada cuadrada

Pwf: Presión de fondo fluente, psi

Pwh: Presion de cabeza, psi

Pws: Presion de fondo, psi

S: Longitud de carrera, pulgs

Seg: segundo

SGfluido : Gravedad específica del fluido



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

SGgas : Gravedad específica del gas

SPM: Velocidad de bombeo

SV: Standing valve

TV: Traveling valve

T: Tiempo, seg

Visc: Viscosidad absoluta. cp

V: Volumen, pies cúbicos, BPD

Wr: Peso de varillas en el aire

W: Peso de las varillas

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1-1 Esquema del equipo de superficie con respecto del equipo de subsuelo.	22
Fig. 1-2 Diagrama de trabajo Pistón-Barril.	25
Fig. 1-3 Tipos de válvulas y asientos.	28
Fig. 1-4 Tipos de Bombas Norma API.	32
Fig. 1-5 Sección de varilla utilizada para el bombeo mecánico.	45
Fig. 3-1 Esquema de instalación del Echometer.	69
Fig. 3-2 Gráfico del equipo y la señal acústica del programa.	70
Fig. 3-3 Gráfica que muestra los resultados del Nivel de Fluido.	71
Fig. 3-4 Modelo inicial de formación de carta dinamométrica.	73
Fig. 3-5 Segundo modelo de formación de carta dinamométrica.	75
Fig. 3-6 Tercer modelo de formación de carta dinamométrica.	76
Fig. 3-7 Cuarto modelo de formación de carta dinamométrica.	76
Fig. 3-8 Modelo final de formación de carta dinamométrica.	77
Fig. 3-9 Carta Dinamométrica "Pérdidas en Válvulas"	81
Fig. 3-10 Carta Dinamométrica "Tubería Rota"	82
Fig. 3-11 Carta Dinamométrica "Varilla Rota"	83
Fig. 3-12 Carta Dinamométrica "Bomba Embastonada"	84
Fig. 3-13 Carta Dinamométrica "Golpe de Fluido"	
Fig. 3-14 Carta Dinamométrica "Candado de Gas"	
Fig. 4-1 Curva de Restauración Típica	
Fig. 4-2 Curva de Producción Típica	



INDICE DE TABLAS

Tabla No 1. Relación Caudal vs. Sistema de Levantamiento Artificial	18
Tabla No 2. Relación Profundidad vs. Sistema de Levantamiento Artificial	19
Tabla No 3. Norma API 11AX – Bombas de Profundidad y Accesorios	31
Tabla No 4. Tabla de valores de la constante K	37
Tabla No 5. Condiciones Físico Químicas de las normas API-SPE C 118	42
Tabla No 6. Dimensiones de varillas de bombeo mecánico	43

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Estadística de Bombas

ANEXO 2: Manual del Software TWM (Total Well Management)

ANEXO 3: Restauraciones

ANEXO 4: Cálculo de PWF, PWS, IP y $Q_{\text{máxVOGEL}}$

ANEXO 5: Calendarios



**BIBLIOTECA FIC
ESPOL**

INTRODUCCIÓN

En la industria petrolífera, hablando específicamente en nuestro país, se aplican varios tipos de levantamiento artificial en campos donde se requiere aumentar la producción y a la vez mejorar el rendimiento de los pozos de petróleo. Uno de los métodos más antiguos aunque la producción recuperada por éste no sea alta, es el bombeo mecánico, que es el responsable del 40 % de la producción de los Campos “Gustavo Galindo Velasco” en la península de Santa Elena. A más de su antigüedad, es uno de los tipos de levantamiento más utilizados para pozos cuya recuperación es muy lenta. Así también se puede implementar el uso de bombeo mecánico periódico o portátil: Cuya finalidad es proporcionar producción cada cierto período de tiempo basándose en un ciclo o calendario programado tomando en consideración parámetros de yacimientos y producción. Este proyecto contiene un detallado análisis de la optimización del sistema de bombeo mecánico portátil, para mejorar el ciclo de recorrido y de restauración de los pozos.

Se analizará el comportamiento de afluencia que tiene el pozo con respecto al tiempo, se realizará un seguimiento de los datos de producción para determinar y diagnosticar tiempos óptimos de restauración y producción así como verificar el funcionamiento de las bombas subsuperficiales. Para ello se utilizará el software TWM de la compañía Echometer.



**BIBLIOTECA FIC
ESPOL**

CAPITULO I

BOMBEO MECANICO

1.1 Revisión de Sistemas de Levantamiento Artificial

Dado que el objetivo de este trabajo es la optimización y estudio del bombeo mecánico para pozos periódicos, basándose en las instalaciones realizadas y difundidas en todos los países y sin ser excluyentes sólo se hará una breve y simplificada descripción de los métodos de levantamiento artificial relativamente estandarizados.

- Bombeo Mecánico
- Gas Lift
- Bombeo Hidráulico
- Bombeo Electrosumergible.

Finalmente tenemos un quinto grupo, que poco se aplica en la industria debido a su simplicidad y obsolescencia como método de extracción.

- Pistoneo, llamado Swab, que se aplica para pruebas de producción o como sistema de extracción cuando el nivel de fluido no llega a superficie.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

La elección de uno de los cuatro sistemas básicos de extracción, Bombeo Mecánico, Gas Lift, Bombeo Hidráulico y Bombeo Electrosumergible, depende de muchos otros factores tales como costos de instalación, operación y mantenimiento del equipo utilizado. El índice de productividad resulta un parámetro muy importante para una primera elección y está basado en el potencial de producción del pozo como se muestra en la Tabla No 1.

CAUDAL	SISTEMA
Más de 2,150 Bls/d	BES o GL
Entre y 2,000 Bls/d	Cualquiera excepto BM.
Entre 95 y 950 Bls/d	Cualquiera.
Menos de 95 Bls/d	Cualquiera menos BES.

Tabla No 1. Relación Caudal vs Sistema de Levantamiento Artificial

También es importante la presión del reservorio; una vez que esta última descende por debajo de $1/3$ de la presión hidrostática a la profundidad en cuestión, el gas lift continuo es cuestionable debido a que la cantidad de gas requerida para extraer el líquido se torna excesiva. Las bombas electrosumergibles pueden operar con pocas libras de presión y el Bombeo Hidráulico y Mecánico pueden operar esencialmente con cero de presión en la columna.

La profundidad puede ser una limitación muy importante como se aprecia en la Tabla No 2.

PROFUNDIDAD	SISTEMA
Más de 12,000 ft	BH Solamente
Entre 12,000 ft y 10,000 ft	Cualquiera excepto BES. (está limitada por temperatura)
Menos de 8,500 ft	Cualquiera.

Tabla No 2. Relación Profundidad vs Sistema de Levantamiento Artificial

1.2 Introducción al Bombeo Mecánico

El Bombeo Mecánico por medio de varillas conocido en inglés como “*Sucker Rod Pumping*” es de los sistemas de extracción el más ampliamente usado. Históricamente, la mayor ventaja ha sido la familiaridad que el personal de operación tiene con el sistema; pero no por ser el más antiguo, sino por ser más simple, más barato y el más conocido por su diseño.

De todos los sistemas de extracción artificial, es el mecánicamente más complejo, debido a que está expuesto a mayores cantidades de esfuerzos y por estas razones que requiere mayor atención durante su operación.

Su empleo data de los albores de la explotación petrolera, en el año 1860 en los Estados Unidos de América; probablemente fue una adopción del sistema de explotación de pozos de agua. Aquellos pioneros no imaginaron las



**BIBLIOTECA FICTICIA
ESPOL**

complicaciones a que estaban sometiendo a quienes trabajan hoy con tales aparatos.

Es posible que si hubiesen adoptado algún otro sistema, hoy aquel no existiría, pues al principio se utilizaban máquinas de bombeo que alcanzaban los 100 a 250 metros de profundidad, con un balancín de madera y sarta de varillas de acero y una bomba tipo molino de viento.

Lo que sucedió con el transcurso de los años es que la industria petrolera adoptó su sistema y lo fue adaptando para profundidades cada vez mayores y se ubicó entre los primeros lugares como un método de extracción artificial de petróleo.

Durante muchos años se fueron efectuando mejoras a este sistema, especialmente en lo que hace referencia a los materiales empleados, lo que le dio mucha más vida, además se mejoró su diseño para hacerlo adaptable a cualquier tipo de yacimiento y al tipo de fluido que se desee levantar.

Una gran limitante para su diseño ha sido siempre la profundidad, no obstante, unidades de bombeo con mayor capacidad de carga y con varillas de alta resistencia permiten trabajar a mayores profundidades.

1.3 Operación del sistema de Bombeo Mecánico

Este método consiste en levantar fluido desde el fondo del pozo hacia el tanque de recolección o a una estación de producción por medio de una bomba de subsuelo ubicada en el fondo del pozo, cuya energía es proporcionada por un balancín o equipo de bombeo en superficie y es transmitida por medio de una sarta de varillas a la bomba.

El fluido levantado es transportado por la tubería de producción (“tubing”) y luego por las líneas de transferencia o líneas de flujo hasta el tanque o separador según como estén configuradas las facilidades de superficie.

La bomba va fijada en el extremo inferior de la columna de producción, acoplada o asentada en una parte de la tubería llamada “asiento de bomba”.

Está formada por un barril o camisa de gran longitud (12 a 24 pies) con una válvula de bola, en un extremo inferior, llamada válvula fija (“*standing valve*”). El pistón, que se mueve verticalmente en su interior tiene una longitud que oscila entre 2 a 8 pies (Figural -1), es hueco y también tiene una válvula de bola en el extremo inferior, llamada válvula viajera (“*traveling valve*”).



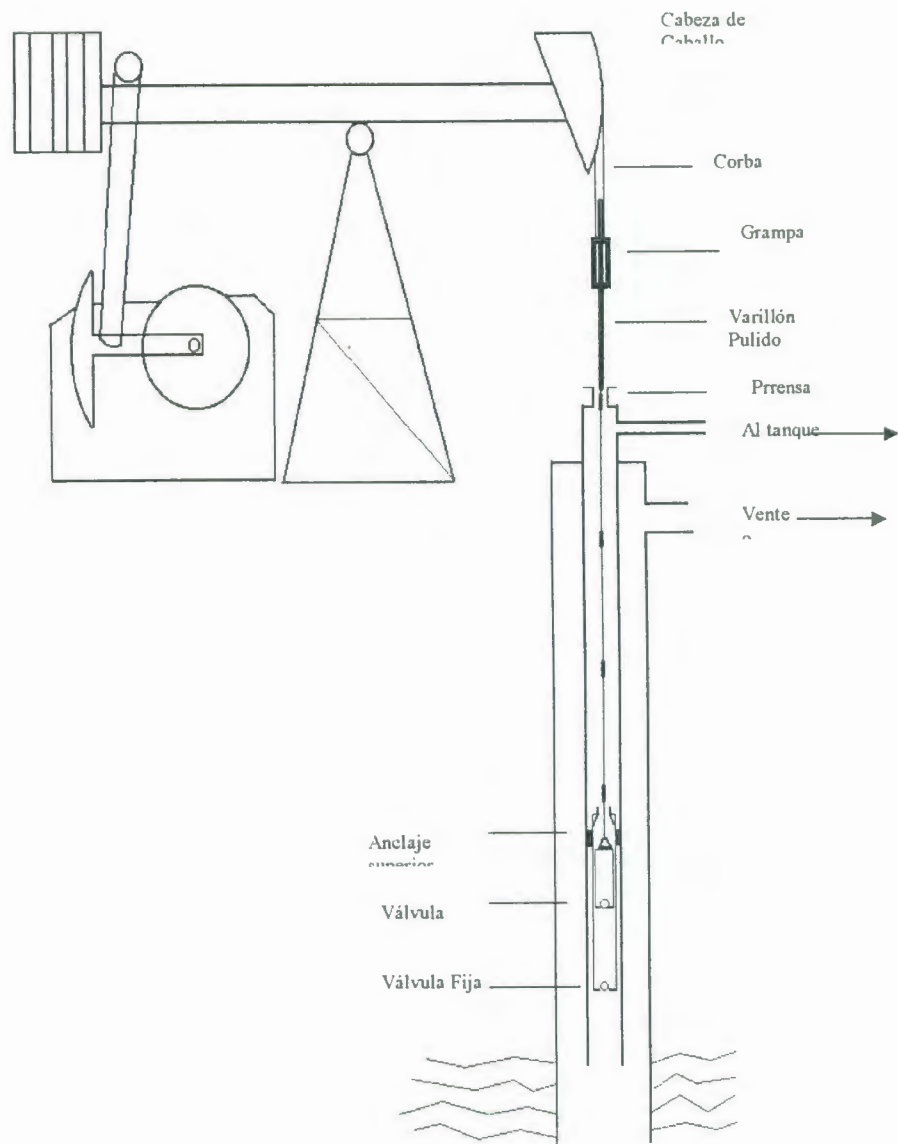


Fig. 1-1 Esquema del equipo de superficie con respecto del equipo de subsuelo.

El movimiento del pistón descrito anteriormente, es transmitido desde la superficie, por una sarta de varillas de acero, con una longitud unitaria entre 6,00 m (20 pies) y 7,00 m (25 pies), enroscadas unas con otras, formando la mencionada sarta, que va desde la bomba hasta la superficie.

Ventajas.

- Debido a la familiaridad del personal de campo con el bombeo mecánico, las operaciones e instalaciones no resultan complicadas.
- El bombeo mecánico ofrece una amplia gama de tasas de producción que variará de acuerdo a los equipos de superficie y de subsuelo utilizados.
- Los costos de mantenimiento de cada unidad de bombeo son relativamente mínimos por la baja energía que consumen, que puede ser el gas del mismo pozo o producida con motores eléctricos o a diesel.
- No se necesita una gran torre para un cambio de bomba o para la intervención del pozo debido a que el peso de las varillas es bajo y de fácil manejo.

Desventajas.

- El diámetro de la tubería de revestimiento (“casing”) y la profundidad limitan el volumen manejado por el sistema. La eficiencia volumétrica se reduce por altos valores del GOR, por producción de sólidos, formación de parafinas y por la corrosividad de los fluidos.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

- Al inicio la inversión es elevada, principalmente para pozos donde se requieren grandes unidades de bombeo; adicionalmente el análisis económico debe contemplar el costo de la sarta de varillas.
- El mal manejo de las varillas es causa de muchas fallas de la bomba, roturas en las cuplas y costosas pescas.

El bombeo mecánico mediante varillas de succión puede clasificar al equipo en dos partes principales que son: el equipo de subsuelo y el equipo de superficie.

1.4 Equipo de Subsuelo

Constituye la parte esencial de este sistema, está restringido por el diámetro del casing, lo que puede representar limitaciones a su diseño. Entre los principales se tienen los que se señalan más adelante.

1.4.1 Bomba de subsuelo

La función de la bomba de subsuelo es levantar fluido desde el nivel del pozo hasta la superficie e impulsarlo por la línea de flujo hasta el punto de recolección. Básicamente las bombas de subsuelo utilizadas son bombas de barril y se dispone de muchas variaciones en los diseños de los diferentes elementos constitutivos. De acuerdo a las condiciones de los pozos se utilizará



**BIBLIOTECA FIC
ESPOL**

alguno de los tipos de bombas de subsuelo disponibles. En cuanto a los elementos básicos de la bomba son cuatro como se muestra en la Figura 1-2.

A, Barril;

B, Pistón;

C, Válvula Viajera;

D, Válvula Fija.

En la carrera ascendente el peso del fluido en el tubing cierra la válvula viajera, siendo el fluido almacenado en el barril desplazado por el pistón hacia la superficie; creando una depresión sobre la válvula fija, ocasionando la apertura de la misma y por consiguiente el ingreso de fluido desde el casing al interior del barril. En la carrera descendente el fluido contenido en el barril ejerce una presión contra el pistón que baja, provocando la apertura de la válvula viajera y el cierre de la válvula fija, pasando el fluido contenido en el barril hacia la parte superior del pistón, hasta llegar al punto muerto inferior. En ese momento comienza la carrera ascendente volviendo a cumplirse el ciclo. (Figura 1-2).

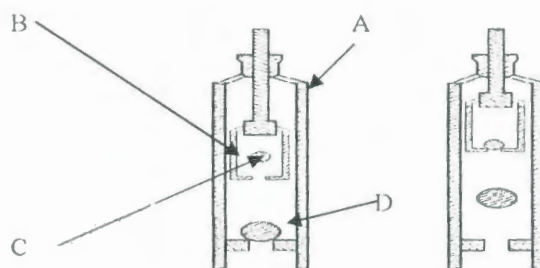


Fig. 1-2 Diagrama de trabajo Pistón-Barril



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

1.4.1.1 Elementos de las Bombas de Subsuelo

El barril

Existen diferentes tipos de barriles o camisas para bombas de subsuelo, estos pueden ser estacionarios o móviles, de paredes delgadas para pozos someros a medianamente profundos o paredes gruesas para mayores profundidades, con anclaje de fondo o anclaje superficial, barriles tipo cámara (“tubing”) o tipo camisa (“liner”).

El pistón

Los pistones para bombas de subsuelo pueden ser de acuerdo a su configuración: lisos, de copa, de sucesión de anillos, estriados, etc. Y de acuerdo al material se clasifican en metálicos y no metálicos. Algunas características importantes son: Los pistones metálicos son de redondez precisa en la superficie exterior y pueden ser de acero, cromo o níquel plateado y metal pulverizado (aleación de boro, cromo y silicio). Estos últimos son recomendados para condiciones abrasivas pero donde no existan problemas de ácido sulfúrico

Los pistones de copa comúnmente se utilizan en barriles con bombas de tubería de producción. Comúnmente se fabrican las copas de lona



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

impregnada de brea, caucho o plástico. La aplicación de estos pistones está restringida a poca profundidad y han ido desapareciendo del mercado.

Los pistones de composición de anillos consisten en un número grande de anillos de tela y caucho en ranuras individuales cortadas en un mandril de metal. Tampoco son muy recomendables a menos que sea para poca profundidad. La longitud de un pistón puede determinarse fácilmente aplicando una regla empírica que determina un pie de pistón por cada 1000 pies de profundidad. Una longitud de 6 pies es satisfactoria para más de 6000 pies.

Existen empresas que adecuan los pistones a sus necesidades mezclando dos tipos de pistones: el pistón de anillos y el pistón cromado. Esto ayuda en el control de arena y parafina, así reduciendo el daño y vida útil de la bomba. Pero con el inconveniente que no se recupera como si se utilizara un solo pistón.

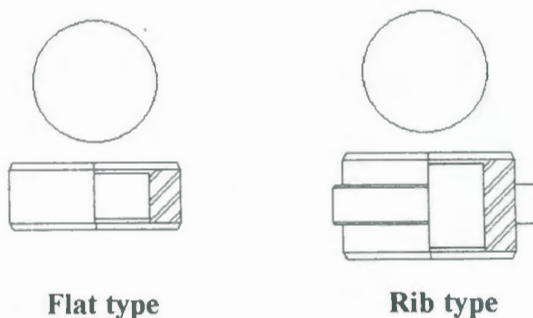
Válvulas

Las válvulas son partes críticas del sistema de bombeo; cada válvula debe operar con cada carrera de la bomba. alternadamente, así la válvula fija permite el llenado del barril y la válvula viajera la descarga del fluido, abriendo con la restricción mínima de fluido y cerrando para no permitir



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

pérdidas. Fallas en las válvulas son la causa más común de fallas en las bombas. La especificación 11AX del Instituto Americano del Petróleo API para válvulas de bola y asiento no señala los materiales de manufactura, sin embargo, solo se controlan las dos dimensiones indicadas en la Figura 1-3.



Flat type

Rib type

Fig. 1-3 Tipos de válvulas y asientos

La bola y el asiento son hechos como un par, y la bola y asiento de una válvula no debe ser intercambiada con la bola y asiento de otra válvula. El diseño API para válvulas de bola es el más comúnmente utilizado en bombas de subsuelo.

Para desgaste prematuro de válvulas en pozos con problemas de arena se recomienda utilizar válvulas y asientos de mayor dureza como son los de carburo de tungsteno o también un doble juego de válvulas y de esta manera aunque se deposite arena en una de las válvulas, el cierre será asumido por la otra, evitando una violenta descarga de fluido a través de la primera incrementando la vida útil de la bomba



**BIBLIOTECA FIC
ESPOI**

Anclaje de fondo

Otro elemento que puede considerarse como parte constitutiva adicional de las bombas de subsuelo es el anclaje de fondo. Su función es anclar y sellar la bomba a la tubería de producción y puede ser del tipo copas y del tipo mecánico. El primero utiliza plástico o un material similar para que funcione como sello y el segundo se utiliza para condiciones extremas de temperatura donde el de copas no es recomendable.

1.4.1.2 Tipos de Bombas de Subsuelo

Se las puede clasificar en dos grupos principales que son: las bombas insertables (“insert pumps”) y las bombas de tubería de producción (“tubing pumps”).

Bombas Insertables

Son aquellas que van introducidas en la tubería de producción y conectadas a la sarta de varillas. usualmente el barril, el pistón y las válvulas se fabrican en un solo ensamblaje y la bomba se ancla en el niple de asiento. Se clasifican asimismo de acuerdo al barril:

- Barril estacionario y anclaje superior



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- Barril estacionario y anclaje inferior
- Barril viajero y anclaje inferior

Bombas de Tubing

El barril de la bomba se instala como una parte integral de la sarta; el pistón se corre y se recupera mediante un dispositivo que se encuentra instalado en su parte inferior. Tienen la ventaja de poseer mayor desplazamiento para cualquier diámetro específico de tubing. Adicionalmente, se puede mencionar que en caso de problemas con la bomba es necesario sacar completamente la tubería de producción.

1.4.1.3 Tipos de Bomba Norma A.F.I.

Los tipos básicos de bombas y las letras con las que se designan se pueden ver en la Tabla No 3, y en la Figura 1-4.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Tabla No. 3. NORMA API 11AX – BOMBAS DE PROFUNDIDAD Y ACCESORIOS

DESIGNACION DE LA BOMBA

Los tipos básicos de bombas y la designación con letras para su especificación básica son como sigue:

DESIGNACION LETRA



BIBLIOTECA FICT ESPOL

BOMBAS CON EMPAQUES

BOMBAS CON EMBOLOS METALICOS

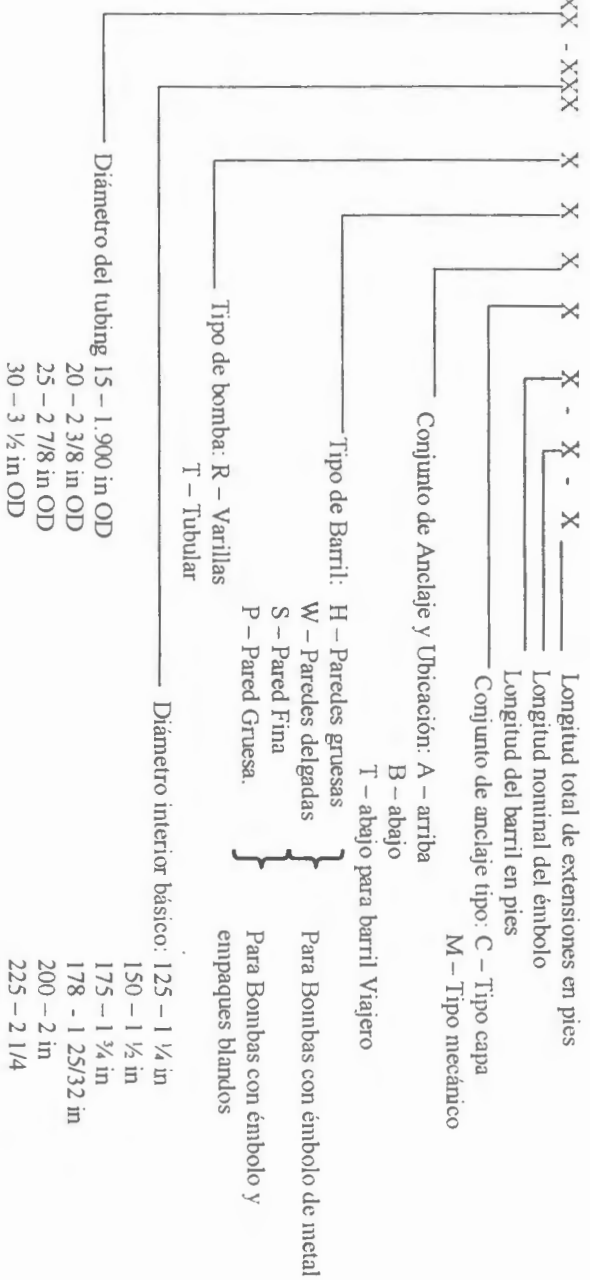
TIPO DE BOMBA

Bombas accionadas por varillas

- Barril Fijo Anclaje arriba
- Barril Fijo Anclaje interior
- Barril Arriba Anclaje inferior
- Bomba tubular

BARRIL DE PARED GRUESA	BARRIL INTEGRAL DE PARED FINA	BARRIL DE PARED FINA	BARRIL DE PARED GRUESA	BARRIL DE PARED FINA
RHA	RLA	RWA	...	RSA
RHB	RLB	RWB	...	RSB
RHT	RLT	RWT	...	RST
TH	TL	...	TP	...

La designación de una bomba completa incluye: 1) Tamaño nominal del tubing, 2) Diámetro básico del agujero interior, 3) Tipo de bomba incluyendo el tipo de barril y la fijación y el tipo de anclaje del asiento, 4) Longitud del barril, 5) Longitud del pistón o barril y 6) La longitud total de extensiones donde se usa a continuación:



- 125 - 1 1/4 in
- 150 - 1 1/2 in
- 175 - 1 3/4 in
- 178 - 1 25/32 in
- 200 - 2 in
- 225 - 2 1/4 in
- 250 - 2 1/2 in
- 275 - 2 3/4 in

EJEMPLO:

UNA BOMBA INSERTABLE DE DIAMETRO INTERIOR DE 1 1/4 CON LONGITUD DEL BARRIL DE 10 PIES Y 2 PIES DE EXTENSIONES CON TAMAÑO DEL PISTON DE 4 PIES CON CONJUNTO DE ANCLAJE DE COPAS PARA UNA TUBERÍA DE 2 3/8 SE PUEDE DESIGNAR A CONTINUACIÓN:

20-125 RHBC 10-4-2

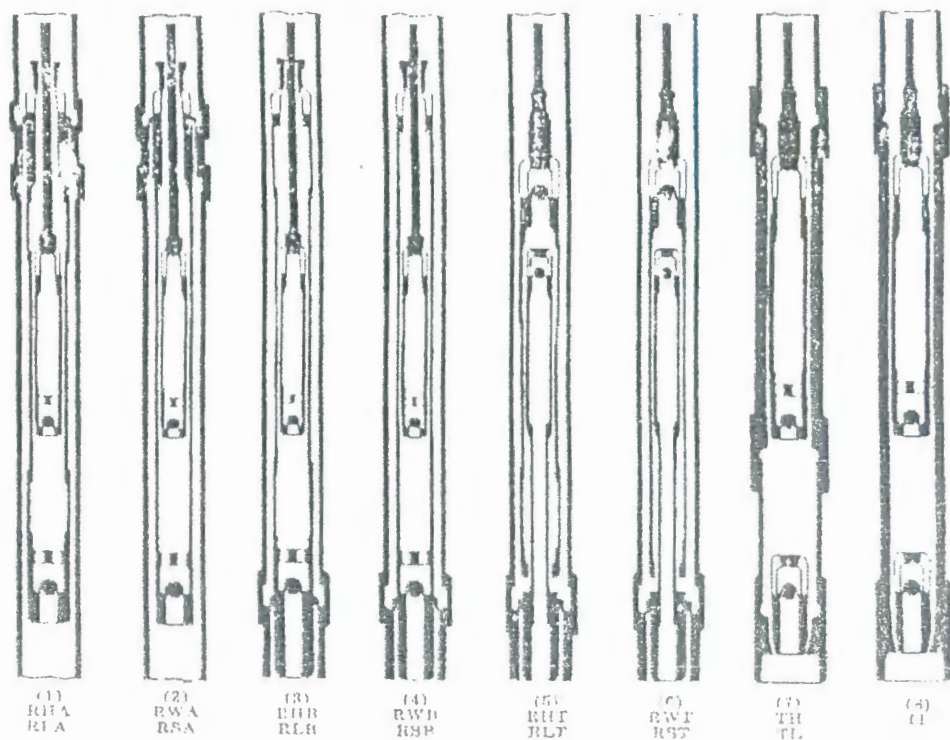


Fig 1.4. Tipos de Bomba Norma API.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

1.4.1.4 Selección de la Bomba de Subsuelo

En el diseño y operación de un sistema de bombeo mecánico, una de las primeras y más importante consideración es la selección de la bomba de subsuelo. Esto quiere decir, la selección del tamaño de la bomba, longitud de la carrera y los golpes por minuto para proveer la tasa de producción deseada, además de la selección de un adecuado diseño de bombeo, lo cual garantizará una operación confiable con un mantenimiento mínimo, de acuerdo a las condiciones existentes en los pozos.

En los inicios de la industria petrolera era sencillo seleccionar una bomba subsuperficial porque la consideración más importante entonces era maximizar su tamaño de acuerdo al del tubing. Existía solo un diseño disponible que era una bomba de tubing con un packer suave. Con el devenir del tiempo y cuando la profundidad de los pozos llegó a ser un factor a considerarse se comenzaron a utilizar las bombas insertables y crecieron en número las diseñadas para ofrecer un trabajo más eficiente para diferentes condiciones en el pozo.

Tamaño de la bomba



**BIBLIOTECA FIC
ESPOL**

La selección del tamaño de la bomba para un sistema de bombeo mecánico así como la longitud de la carrera, y los golpes por minuto se fundamentan en los siguientes parámetros:

1. Tasa de Producción deseada;
2. Carga sobre el varillón y sus limitantes;
3. Carga en el equipo de superficie y sus limitantes;
4. Variación entre la longitud de la carrera en superficie y la longitud actual de la carrera de la bomba;
5. Eficiencia volumétrica esperada considerando producción de gas, separación de gas en el fondo del pozo y tiempo de llenado de la bomba.

Una bomba que es demasiado pequeña no bombeará la tasa deseada, así como con una bomba que es demasiado larga se tendrá una mayor carga sobre el varillón pulido y sobre el equipo superficial, mayor tendencia a que el pozo se quede y que se produzca golpe de fluido, y una gran posibilidad de que se presente un candado de gas si la longitud de la carrera es corta.

La selección de la capacidad de la bomba es determinada por estudios de capacidad de producción del pozo (ver Levantamiento Artificial sobre curvas IPR).



**BIBLIOTECA FICTICIA
ESPOL**

Como una guía sobre la cual se puede seleccionar una bomba con un tamaño de pistón determinado, el desplazamiento volumétrico puede ser calculado como se muestra, asumiendo dos cosas, la primera, una eficiencia del 100% y la segunda, que la carrera de la bomba sea igual a la carrera en superficie.

El volumen de fluido bombeado en pulgadas cúbicas por carrera es igual al área de la sección transversal del pistón en pulgadas cuadradas y la longitud de la carrera en pulgadas.

$$V = A_p * S \quad (1)$$

Donde:

V: Volumen, pies cúbicos

A_p : Área de la sección transversal del pistón, pulgs²

S: Longitud de la carrera, pulgs.

El fluido bombeado sobre la carrera ascendente es solo el volumen V. menos el volumen del varillón pulido que es removido del tubing; sin embargo, el volumen del varillón pulido removido sobre la carrera ascendente es reinsertado en la carrera descendente, es decir, el fluido desplazado reingresa al tubing.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

El volumen bombeado por minuto será entonces:

$$V = A_p * S * N \quad (2)$$

Donde:

N = golpes por minuto, spm.

Y hay 1440 minutos en un día y 9702 pies cúbicos en un barril, entonces se tiene que el volumen en BPD viene dado por la fórmula:

$$V = (1440/9702) * A_p * S * N \quad (3)$$

$$V = 0.1484 * A_p * S * N \quad (4)$$

Para tamaños de bomba dados, valores de $0.1484 * A_p$ han sido calculados como K tal que:

$$K = 0.1484 * A_p \quad (5)$$

Entonces se tiene finalmente la ecuación siguiente:

$$V = K * S * N$$

(6)

Donde:

V: Volumen, BPD

S: Longitud de la carrera, pulgs.

N: golpes por minuto, spm.

Dichos valores se presentan en la Tabla No 4.

Diámetro del Pistón (pulgs)	Area del Pistón, Ap (pulgs cuad)	Constante, K	Diámetro del Pistón (pulgs)	Area del Pistón, Ap (pulgs cuad)	Constante, K
5/8	0.307	0.046	1 3/4	2.405	0.357
3/4	0.442	0.066	1 25/22	2.488	0.370
15/16	0.690	0.102	2	3.142	0.466
1	0.785	0.117	2 1/4	3.976	0.590
1 1/16	0.886	0.132	2 1/2	4.909	0.728
1 1/8	0.994	0.148	2 3/4	5.940	0.881
1 1/4	1.227	0.182	3 3/4	11.045	1.640
1 1/2	1.767	0.262	4 3/4	17.721	2.630

Tabla No 4. Tabla de valores de la constante K

Diseño de la Bomba

El gran número de diseños de sistemas de bombeo mecánico disponible para 1950 causó considerable confusión en las operaciones de campo, en particular en lo referente a las partes de la bomba. Cada fabricante de

bombas tenía su propio diseño. De igual manera aunque las partes fueran del mismo tipo, tamaño y aplicables para las mismas condiciones del pozo, no eran intercambiables. Para asegurar su intercambiabilidad en 1966 el API publicó un boletín estándar para las bombas de subsuelo para sistemas de bombeo mecánico el cual ha sido revisado varias veces desde esa fecha. En su forma actual el API Spec 11AX, "*Specification for Subsurface Sucker Rod Pumps and Fittings*", cubre el diseño, dimensiones y tolerancias de los nueve estilos de bombas de subsuelo insertables y dos estilos para bombas de tubing para utilizarse en cuatro diferentes tamaños de tubing.

Esta especificación no cubre detalles de diseño, material del barril, material del pistón, ajuste, material de las válvulas, o longitud de las extensiones. Adicionalmente, esta especificación no cubre bombas de diámetros más pequeños que 1 ¼" o más grandes que 2 ¾". Cubriendo los tamaños y estilos más comunes de bombas para asegurar la intercambiabilidad, esta especificación deja mucha libertad a los fabricantes de bombas y usuarios para seleccionar en orden y adaptar diseños para condiciones individuales de un pozo específico.

El API RP 11AR. "*Care and Use of Subsurface Pumps*", ilustra esquemáticamente los nueve tipos de bombas insertables cubiertos por el API Spec 11 AX además de tres bombas de varilla con barril revestido y una



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

bomba de tubing con barril revestido. Los barriles revestidos fueron los primeros con fina precisión para usarse con pistones metálicos pero han sido reemplazados por barriles de paredes gruesas y no son totalmente cubiertos por el API Spec 11AX.

La selección de diseño de una bomba subsuperficial insertable para bombeo mecánico se basa en las siguientes consideraciones:

1. Profundidad y levantamiento neto
2. Cantidad y tipo de arena producida con el fluido
3. Naturaleza corrosiva de los fluidos producidos
4. Tendencia a formar escala de los fluidos
5. Posibilidades de candado de gas
6. Hueco recto o deformado
7. Presencia de sulfuro de hidrógeno
8. Presencia de dióxido de carbono

Haciendo la selección de un estilo y diseño de bomba, las consideraciones a continuación son resumidas para definir el ambiente en el cual la bomba estará operando:

1. Presiones Diferenciales

2. Temperatura
3. Abrasión
4. Corrosión
5. Escala

1.4.1.5 Bombas utilizadas en Anclón

Tipo RHA

Este tipo se desempeña bien en pozos que producen arena, además el dispositivo de anclaje permite que el barril de la bomba actúe como un ancla de gas y su longitud puede ser restada de la longitud del ancla de gas que necesite el pozo.

Como la válvula viajera está suspendida del barril y este último está sujeto al mecanismo de ensamblaje de fondo de la bomba, la carga de fluido en la carrera descendente someterá al barril a una condición de carga, y de igual manera en la carrera ascendente el barril soportará presiones que tienden a hacerlo estallar, lo cual limita la profundidad a la cual se puede bajar la bomba.



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

Tipo RWA

Es usada en condiciones de operación menos severas que las que se presentan cuando se utilizan las bombas RHA. Tienen todas las características de las anteriores a excepción que la pared del barril es más delgada lo que favorece la capacidad de producción debido a que pueden usarse en tuberías de producción de diferentes tamaños dando una mayor capacidad de producción y disminuyendo los costos.

Tipo RWB

Es una buena elección para pozos con alto GOR. Se adapta a bajos volúmenes de producción del pozo debido a que ambas válvulas están cerca del niple de asiento y el fluido viaja la distancia más pequeña para ingresar en la cámara de desplazamiento de la bomba. Se recomiendan para profundidades de bombeo moderadas, no son recomendables para pozos productores de arena y para pozos con problemas de escala.

1.4.2 Varillas de Succión

Son las responsables de transmitir el movimiento recíproco que proporciona la unidad de bombeo en superficie hasta la bomba de subsuelo. Se fabrican según las normas del API; las especificaciones cubren principalmente los requerimientos dimensionales de los pines ("pins"), cajas ("boxes"), rosca, conexiones asociadas, etc. Estas son de diferente



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

contextura, tamaño y forma de acuerdo a los requerimientos en el diseño como se verá a continuación:

Acero Grado K: de Niquel y Molibdeno AISI 46XX

Acero Grado C : de Carbono –Manganeso AISI 1036

Acero Grado D : de Carbono ó aleado

GRADO	COMPOSICION QUIMICA	RESISTENCIA A LA TRACCION PSI	
		MINIMO	MAXIMO
K	SAE 46 XX	85,000	115,000
C	SAE 1036	90,000	115,000
D	ACERO AL CARBONO O ALEADO	115,000	140,000

Tabla No 5. Condiciones Físico Químicas de las normas API-SPE C 118

- Las varillas de grado K son las de menor resistencia mecánica, pero las que trabajan mejor en medios corrosivos.
- Las varillas de grado C contienen más del 1.5 % de manganeso, el cual otorga mayor dureza al acero.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- En las varillas de grado D al carbono se utilizan normalmente aceros SAE 4142 y 4340 o en su defecto 4192H, poseen baja resistencia a la corrosión.

1.4.2.1 Dimensiones Generales

Todas las varillas son fabricadas bajo normas estandarizadas y su diseño depende de la profundidad de asentamiento de la bomba.

Tamaño de Varilla	Peso /pie	Longitud máxima	Peso de la varilla
1/2	2.67	19.5	13.0
5/8	1.135	21.9	25.2
3/4	1.634	25.0	41.0
7/8	2.224	27.65	60.8
1	2.90	29.8	85.8
1 1/8	3.37	33.5	113.0
1 1/4	4.18	36.1	151.0

Tabla No 6. Dimensiones de varillas de bombeo mecánico

Las varillas comúnmente usadas en el Campo Ancón son varillas de 3/4" y 5/8" de longitudes de 30 y 25 pies.

1.4.2.2 Varillón Pulido

Es la varilla tope en la sarta de varillas y ofrece la conexión entre estas y la unidad de bombeo, su superficie está pulimentada para hacer sello en la

prensa estopa (“stuffing box”). Es importante dentro del diseño de bombeo mecánico seleccionar el varillón con las características de resistencia adecuadas para dar más seguridad y evitar la pesca de la misma. Se debe tomar muy en cuenta su alineación con respecto al tubing y a la prensa estopa, como también con la unidad de bombeo, para evitar la flexión y la rotura por fatiga.

1.4.2.3 Pesca de Varillas

La pesca de varillas se produce cuando se altera la continuidad de la columna entre el varillón y la bomba de subsuelo. Esto se puede producir por la rotura de cualquiera de las partes componentes de la varilla, cuerpo, cupla o pin.

Puede ocurrir debido a la incorrecta alineación de alguno de los elementos de los equipos de subsuelo o de superficie ocasionando que se produzca fatiga en la sarta con la consiguiente rotura.

También puede suceder que en el trabajo de pulling cuando la bomba se encuentra aprisionada y la sarta se tensiona se supere la capacidad elástica del material rompiendo las varillas. A continuación se muestra un terminal típico de varillas:



**BIBLIOTECA FICTICIA
ESPOL**

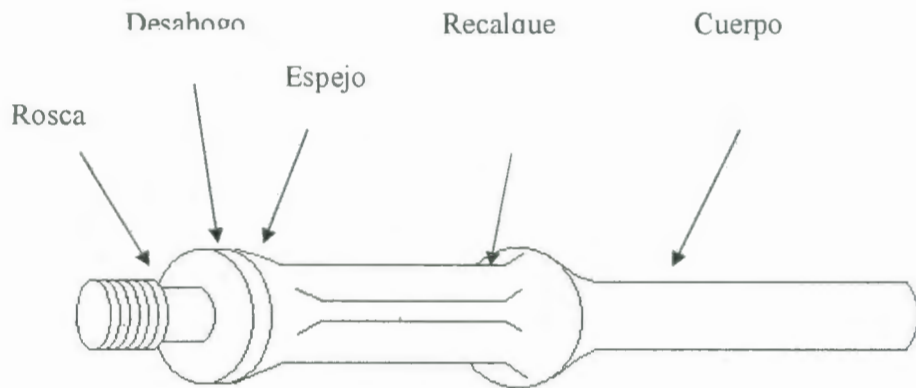


Fig. 1-5 Sección de varilla utilizada para el bombeo mecánico

1.4.3 Tubería de producción

Se utilizan según el tipo de diseño de completación. Generalmente se utiliza tubería de 2 3/8" y 2 7/8" de diámetro nominal. A continuación se citan las funciones principales que cumple esta tubería:

- Sirve como un medio de transporte del fluido que descarga la bomba desde el subsuelo hasta la superficie.
- Permite la segregación de gas y/o su separación por medio del espacio que forma con el casing llamado "espacio anular".

- Permite el asentamiento de la bomba de subsuelo en el asiento de bomba, donde permanecerá mientras la unidad trabaja en superficie.

1.5 Equipo de Superficie

El diseño del sistema de bombeo mecánico por varillas de succión tiene, como se mencionó anteriormente, por objeto transmitir la energía desde la superficie hasta la profundidad en donde se encuentra ubicado el fluido, a fin de elevarlo hasta superficie.

El equipo de superficie está constituido por un motor primario, el cual proporciona la energía que a su vez acciona la unidad de bombeo. Mediante la acción de bandas y una caja de engranajes se reducen las velocidades y el movimiento rotacional, se transforma en movimiento rectilíneo a través de la manivela, la biela y el balancín, todo este proceso sucede coordinadamente. El movimiento se transmite a la sarta de varillas la que a su vez hace trabajar a la bomba de subsuelo.

1.5.1 La Unidad de Bombeo

Es una máquina cuya función principal es accionar la sarta de varillas y la bomba a fin de elevar el fluido desde el subsuelo a superficie. Por muchos



**BIBLIOTECA FIC
ESPOL**

años hubo alguna confusión acerca de la clasificación de las unidades de bombeo. En 1943 una junta especial del API propuso establecer:

- Una serie simplificada de clasificaciones de torsiones máximas de reductor.
- Una serie de clasificaciones de estructuras, carreras máximas y varillones.
- Ciertas dimensiones uniformes para algunos componentes estructurales de la unidad.

La parte principal de la estructura de la unidad de bombeo es la base, la cual se fabrica con perfiles de acero y sirve como miembro rígido que une el poste maestro o poste de Sansón, al reductor de engranajes y al motor primario. El poste maestro normalmente se construye de tres o cuatro soportes también de perfiles de acero. Debe tener suficiente rigidez y resistencia para soportar el doble de la carga máxima del vástago pulido. Centrado sobre el tope del poste maestro se encuentra el cojinete central el cual soporta la viga principal, la cual debe ser suficientemente fuerte para resistir las diferentes cargas en uno y otro extremo. El cabezal de la unidad está adherido en un extremo de la unidad y soporta el vástago pulido mediante un cable de acero. En el otro extremo están la biela, manivela y la caja reductora.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

El motor

Actualmente el motor que se utiliza para accionar una unidad de bombeo mecánico con varillas de succión es el motor eléctrico; para zonas aisladas o que no disponen del suministro de energía eléctrica también se utiliza el motor a diesel. Los motores de combustión interna con un adecuado blindaje pueden ser perfectamente utilizados lo que redundará en un abaratamiento en los costos porque para este tipo de motores se puede utilizar como combustible el mismo gas de los pozos.

En Ancón se utilizan generalmente los motores de combustión interna ARROW y FM, motores LISTER a diesel y eléctricos los cuales son diseñados específicamente para trabajar en pozos petroleros. Estos motores reciben mantenimiento periódicamente para prevenir posibles fallas y paradas de los balancines.

1.5.2 Tipos de Balancines

Las unidades de bombeo o balancines se diseñan con geometría de palanca clase I y de palanca clase III, sin embargo, los primeros pueden ser: serie A, serie B o serie C, (un tipo adicional serían los de serie M que son diseñados con una geometría de palanca clase II y que consideran adicionalmente el torque). Esta nueva nomenclatura con letras hace referencia a la geometría de



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

la viga. Así los aparatos serie A se construyen con los brazos de la viga principal de la misma longitud, con lo cual la carrera de la cabeza de caballo es el doble del radio R de la manivela. Los aparatos serie B y C se construyen con la dimensión desde el cojinete central al eje del pozo de mayor longitud que el brazo posterior de la viga, con el objeto de aumentarle la carrera al aparato.

El aspecto físico o tipo de balancín esta dado por la clase de palanca y el tipo de balanceo. Los de clase I pueden estar balanceados en la viga o en la manivela y los de clase III en la manivela o por aire.

Otro factor para identificar un balancín corresponde al tipo de balanceo, de acuerdo al cual se tiene:

A: Balanceada por aire ("Air Balanced").

B: Balanceada en la viga ("Beam Balanced").

C: Balanceada en la manivela o Convencional ("Cranck Balanced").

M: Unitorque Mark II.

1.5.2.1 Unidades balanceadas por aire

Este tipo de unidades posee las siguientes características :

1. Un tanque cilíndrico ubicado frente a la unidad aloja un pistón y un cilindro de aire. La fuerza que ejerce el aire comprimido en el cilindro se utiliza para contrapesar la carga del pozo.
2. Para evitar escape de aire entre el pistón y el cilindro se dispone de un depósito de aceite al tope del pistón que actúa como un sello de aire.
3. Para hacer que el sistema de presión llegue a un nivel de trabajo se utiliza un compresor de aire auxiliar a fin de controlar y mantener la presión del aire dentro de un rango preestablecido.
4. Las unidades balanceadas por aire son estructuralmente distintas de las unidades convencionales debido a que los brazos de la manivela están conectados entre el punto de carga y el punto de apoyo del balancín mientras que la unidad convencional tiene el punto de apoyo entre la carga y los brazos de la manivela.
5. Permiten una mayor longitud de carrera del varillón pulido que si se utilizara una unidad convencional del mismo tamaño.
6. Son aproximadamente 35% más pequeñas y 40% más livianas que las unidades de balancín convencional que prestan un servicio equivalente.



7. El costo inicial es mayor que las unidades de bombeo convencionales, pero su uso es interesante en muchas aplicaciones especiales.

El uso de aire comprimido en lugar de pesas permite controlar mejor el contrapeso; el peso de la unidad se reduce aproximadamente 40% y los costos de transporte e instalación disminuyen considerablemente.

Existen unidades de este tipo de hasta 3,648,000 lb/pulg. y carreras de hasta 300 pulg. de longitud. Estas unidades son especialmente indicadas para plataformas costa afuera, en las que el espacio es reducido; debido a que las cargas quedan en el plano vertical, se eliminan las fuerzas dinámicas horizontales que se presentan con las unidades convencionales.

Debido a que el reductor está colocado entre el poste maestro y el pozo, se pueden utilizar manivelas más cortas reduciendo el "factor torque" de la unidad, que es simplemente un número que multiplicado por la carga sobre el vástago menos el contrabalanceo da como resultado el torque requerido por el reductor. Este número varía durante las diferentes posiciones de la rotación de la manivela y generalmente se considera su valor máximo el cual ocurre a 75 grados del punto muerto superior y casi siempre es algo mayor que la mitad de la carrera del vástago. Una unidad con geometría

“perfecta” tendría exactamente la mitad de la carrera como su factor de torque.

El factor G de una unidad es la relación de la mitad de la carrera dividido por el factor de torque máximo y representa la medida de la eficiencia de la geometría de la unidad.

Al analizar un sistema de bombeo es necesario suponer que el movimiento es armónico simple.

Otra de las condiciones que en numerosas ocasiones se ha comprobado y que presenta este equipo es que bombeando en similares condiciones de velocidad, largo de la carrera y el mismo tamaño del pistón de la bomba, una unidad balanceada por aire produce más que la unidad convencional. a continuación se citan algunos de los factores que influyen en esto y son los siguientes:

- a) Una razón se debe a que como la aceleración y la velocidad son menores en el recorrido inferior, la bomba tiene más tiempo para su llenado. Esta condición se torna más importante cuanto más pesado y viscoso es el petróleo.



**BIBLIOTECA FIC
ESPOL**

- b) Más de la mitad del recorrido vertical se efectúa en la mitad de la carrera descendente. Es decir, que el máximo de la velocidad se produce en menos de la mitad del tiempo del recorrido descendente. Como el resto de la carrera descendente se efectúa en más de la mitad del tiempo, hay un intervalo más largo para que la inercia de las varillas haga bajar el pistón a mayor profundidad. La elasticidad de la sarta de varillas hace posible el sobre recorrido de tal manera que se consigue un desplazamiento efectivo de la bomba más alto.

El inconveniente que presentan estas unidades respecto a las convencionales es que requieren un mantenimiento más intensivo por personal especializado lo que redundará en un mayor costo de operación.

1.5.2.2 Unidades unitorque Mark II

Por su singular forma y contrapeso, este tipo de unidad reduce los picos de torsión y en muchos casos, cuando se usa debidamente requiere menos caballaje. La forma poco común del Mark II redundar en una carrera ascendente más rápida a aceleración baja, donde la carga es más alta, lo cual resulta en menores cargas máximas y en más duración de las varillas de bombeo.

En este tipo de unidades, el yugo transversal (compensador) se encuentra colocado hacia el cabezal del balancín, en vez de quedar directamente sobre el reductor de engranajes, como en el caso de las unidades convencionales. Eso produce aproximadamente una carrera ascendente de 195° y una carrera descendente de 165° .

La carrera ascendente disminuye la aceleración donde la carga es más alta y reduce así la carga sobre el vástago pulido. Al encontrarse el travesaño compensador en la posición mencionada, se obtiene una ventaja mecánica menor para la carga reducida de la carrera descendente, es decir, baja el factor máximo de torsión.

1.5.2.3 Unidades convencionales

La unidad convencional balanceada por manivelas es la más universal, conocida y popular utilizada en los campos petroleros, de fácil manejo y mantenimiento mínimo. En este tipo de balancín la rotación de las manivelas origina que la viga principal oscile y mueva hacia arriba y hacia abajo al varillón pulido.

Para muy diversas condiciones de bombeo en las que la confiabilidad, y la sencillez son factores primordiales, la unidad convencional ha sido siempre



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

la preferida. Un limitante para este tipo de unidades es que su tamaño aumenta notablemente en función de la producción a extraer.

1.5.3 Clasificación de Balancines por tamaño

Esta clasificación se realiza basándose en el tamaño de los aparatos y se fundamenta en los tres parámetros que gobiernan a las unidades de bombeo:

- Torque máximo en la caja reductora (en el eje de la manivela).
Valor en miles de libras acompañado de una letra que indica el tipo de reducción.
- Capacidad máxima de carga estructural.
Valor en cientos de libras.
- Carrera máxima disponible.
Valor en pulgadas.

El API establece que la nomenclatura para identificar un balancín debe considerar los tres factores señalados anteriormente, además del tipo de unidad de bombeo.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

1.5.3.1 Unidades de Bombeo utilizadas en Ancón

En su mayoría se utilizan unidades convencionales. Los balancines más utilizados son los LUFKIN, AMERICAN, CABOT, BETHHELM, entre otros; actualmente repartidos en todo el campo y a su vez están divididos en balancines fijos y otros portátiles.

Los fijos se encuentran en pozos de mayor potencial y en la mayoría de los casos trabajan diariamente; en el caso de los portátiles, como su nombre lo indica se mueven de un pozo a otro de acuerdo a un calendario de trabajo establecido.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

CAPITULO II

ANALISIS DE PRODUCCION DE CAMPO

La producción obtenida en pozos con bombeo mecánico puede variar y verse afectada por distintos factores, uno de los más graves es referente a problemas con alguno de los elementos de la bomba. De presentarse estos, necesariamente se deberá parar al balancín y hacer un servicio de pulling al pozo que consiste en corregir la avería ya sea esta de la bomba, de la sarta de varillas o de la tubería lo que hará que la producción del pozo caiga durante el tiempo que dure la parada.

A continuación se analizan los factores que generalmente afectan a las bombas de subsuelo; se presenta un resumen de la historia de las bombas que han operado en los pozos que se van a analizar.

2.1 Causas más comunes de falla en Bombas de Subsuelo

Existen varios factores que pueden afectar la continuidad y correcta operación del equipo de subsuelo, entre los que se puede citar:

Presencia de gas (Cuando el GOR es alto)

Origina un bloqueo de gas en el barril de la bomba que puede ser parcial o total, se produce cuando la cantidad de gas libre es tal que la presión que se levanta

dentro de ella no alcanza a superar la presión de disolución del gas en el petróleo. El gas trabaja como un resorte comprimiéndose y descomprimiéndose dentro del barril de la bomba; en la carrera descendente, cuando el pistón baja el gas acumulado en el barril es comprimido, pero la presión no es suficiente para vencer la presión hidrostática de la columna de fluido en el tubing, entonces la válvula viajera permanece cerrada. En la carrera ascendente cuando el pistón sube descomprime el barril, pero la presión del mismo es superior a la ejercida por el fluido en el casing; la válvula fija permanece cerrada. Para solucionar este fenómeno que se denomina candado de gas se recurre a equipos adicionales para las bombas, tales como ring-valve o el pistón no-lock y al diseño de columnas específicas de producción que mejoran la eficiencia de la bomba cuando se trabaja con alto GOR, las más comunes consisten en la instalación de separadores de gas en el fondo de la columna, conocidos comúnmente como anclas de gas.

Presencia de arena

Todos los pozos producen una cierta cantidad de arena, proveniente de la misma formación. Esta arena, de acuerdo al tamaño y a la cantidad puede provocar problemas a las bombas, principalmente el atascamiento del pistón dentro del barril y la erosión de las válvulas.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- **Erosión de válvulas**

En la válvula fija un desgaste de la bola y/o del asiento provocará que el fluido que ingresa al barril de la bomba caiga cuando la válvula se cierra en la carrera descendente y un desgaste de la bola y/o asiento de la válvula viajera hará asimismo que el fluido que ingresa por esta también caiga antes de elevarlo a superficie. Es importante señalar que el grado de desgaste de las válvulas hará que la pérdida sea o no significativa.

- **Atascamiento de la bomba**

Puede ocurrir de dos maneras:

- Por acumulación de arena que se deposita entre el barril y el pistón que puede llegar a atascar este último y la única solución en estos casos es cambiar la bomba lo que implica dar servicio de pulling al pozo.
- Por acumulación de arena sobre el anclaje de fondo, relleno su parte exterior, lo que ocasionará que cuando se desee hacer un cambio de bomba, esta última no desasiente y necesariamente se tenga que hacer servicio completo al pozo.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Ralladuras en la bomba

La arena que se deposita entre el barril y el pistón puede rayarlo; de acuerdo a la granulometría de la arena el daño puede ser mayor o menor, la solución más acertada para estos casos es seleccionar un ajuste apropiado entre el barril y el pistón.

Para arenas finas dicho ajuste debe ser mayor de modo que la arena caiga sin producir atascamiento, para arenas gruesas el ajuste debe ser menor para evitar que los granos ingresen con las consabidas consecuencias.

Corrosión e Incrustaciones

Son causadas por sustancias químicas que provienen de las formaciones y que son arrastradas por el fluido de producción. La sustancia corrosiva más común es el sulfuro de hidrógeno, el cual en pequeñas proporciones y en presencia de agua es fuertemente corrosivo igualmente el dióxido de carbono.

El carbonato de calcio disuelto en el agua de formación constituye la principal fuente de incrustaciones ya que ante decrementos de presión y temperatura, precipita sobre las superficies metálicas, ocasionando la mayoría de las veces el atascamiento del pistón de la bomba.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Para evitar la corrosión en el equipo de subsuelo se utiliza algún agente inhibidor del tipo de los anticorrosivos y para la formación de incrustaciones un antiescala.

Varilla Rota

Una varilla rota es el resultado de una o más causas y la mayor parte de estas puede ser controlada o disminuida. La rotura de una varilla de bombeo trae como consecuencia inmediata una pesca de varillas lo cual fue explicado previamente.

Las causas más comunes de rotura de varillas son:

- **Fatiga**

La fatiga es quizá la causa más común de roturas, especialmente en el cuerpo de las varillas. Comienza con una serie de pequeñas grietas y a medida que la fatiga aumenta las grietas se agrandan hasta que se produce la rotura.

Es un fenómeno natural que disminuye la resistencia del metal con el uso en el caso de esfuerzos repetitivos, como ocurre en el bombeo mecánico donde es función de la carga máxima y mínima que puede medirse con el dinamómetro.

En general es difícil detectar las pequeñas grietas por observación visual, pero toda vez que se observen, las varillas que las presenten deben ser descartadas. Hay que notar que la fatiga se produce cuando los esfuerzos repetidos superan un determinado valor, por lo tanto, la mejor forma de disminuir las roturas por fatiga es mediante un diseño correcto.

- **Daño físico**

Las varillas de bombeo deben tratarse con mucho cuidado puesto que las torceduras, golpes, hendiduras y cualquier otro daño físico, acelerarán los efectos de la fatiga y pueden causar el torque incorrecto en las uniones. Las roturas originadas por daño físico son difíciles de identificar, ya que las partes rotas en general presentarán las características de otras causas de rotura.

- **Torque incorrecto**

Las roturas de pines, salvo raras ocasiones son siempre el resultado de un torque incorrecto o falta de limpieza. Si la unión tiene poco torque, el espejo del pin y la cara de la cupla se separarán durante la operación provocando a corto plazo la rotura del pin, caso contrario si la unión está pasada de torque, el pin estará muy exigido y cuando se cargue con el peso de las varillas más el fluido puede excederse la resistencia del metal y provocar la rotura del pin.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

2.2 Estadística de Bombas de Subsuelo

Para el presente trabajo se ha recopilado la información existente en cuanto a las bombas que han sido utilizadas en cada pozo para cada uno de los balancines portátiles, fecha en que la bomba entra al pozo, fecha de salida del pozo, descripción de la bomba según la norma API, luz del pistón, tipo de pistón, equipos adicionales utilizados con la bomba (malla o filtro), tiempo durante el cual la bomba ha estado operativa y un breve resumen de la causa por la cual se cambió de bomba, es decir, el problema que se presentó. La estadística de bombas por portátil se encuentra en el ANEXO 1.

De acuerdo a dicha estadística las intervenciones de pulling en algunos pozos son muy frecuentes lo que puede ser resultado de una mala operación en el pozo. En dos tipos de problemas se debe brindar especial atención, en el primero de ellos cuando la bomba se embastona y de acuerdo al estado de la misma, se debe hacer servicio completo al pozo y además limpiarlo para evitar que la nueva bomba que se va a bajar también se embastona, en el segundo caso cuando se tiene varilla rota muy frecuentemente en un mismo pozo se debe revisar la tubería de producción para descartar que esté doblada y otros factores adicionales.

2.3 Cálculo de algunos parámetros de trabajo

2.3.1 Cálculo de la Presión Estática de Fondo (Nivel Estático)

Se utilizan las siguientes fórmulas:

$$PNIVEL = NIVEL * SGFLUIDO * 0.433 \dots \dots \dots (7)$$

$$P_{gas} = P_{wh} * e^{0.0000347 * SG_{gas} * L} \dots \dots \dots (8)$$

Y finalmente se tiene:

$$PWS = PNIVEL + P_{gas} + P_{wh} \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

PNIVEL : Presión producida por el nivel estático de fluido sobre el asiento de la bomba

Pgas : Presión producida por la columna de gas sobre el nivel de fluido

Pwh : Presión de cabeza (casing)

SGfluido : Gravedad específica del fluido

SGgas : Gravedad específica del gas en el pozo

L : Profundidad del nivel de fluido medida desde superficie



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

2.3.2 Determinación de la Presión de Fondo Fluyente (Nivel Dinámico)

Para calcular la presión de fondo de fluyente P_{wf} se considera el método de Agnew que se basa en las verificaciones de las válvulas fija y viajera, y luego de igualar y reemplazar varias ecuaciones se obtiene la siguiente fórmula:

$$P_{WF} = \frac{\text{carga SV} - \text{carga TV}}{A_p} + \frac{W_r - \text{carga SV}}{A_r} + \frac{P_t \times (A_p - A_r)}{A_p}$$

.....(10)

Donde:

W_r : Peso de las varillas en el aire

Carga SV : Carga soportada por la válvula fija (downstroke)

Carga TV : Carga soportada por la válvula viajera (upstroke)

P_{wh} : Presión de cabeza (tubing)

A_p : Area de la sección transversal de las varillas de fondo

A_r : Area de la sección transversal del pistón

Fue imposible realizar las verificaciones de las válvulas fija y viajera para calcular la presión de fondo fluyente, en todo caso y para mantener la uniformidad de la metodología se la determinó en todos los casos siguiendo los mismos pasos que para el cálculo de la presión estática de fondo, sino que en lugar de considerar un nivel estático de fluido se utilizó un valor

correspondiente a un nivel dinámico mientras el pozo se encontraba produciendo.

Un ejemplo más detallado del cálculo respectivo se encuentra en el análisis completo de cada pozo, asimismo en el ANEXO 4 se resume en tablas los valores para todos los pozos, asimismo se hace el cálculo del Índice de Productividad y del q máximo de Vogel.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

CAPITULO III

MEDICIONES FISICAS

Se ha revisado hasta ahora la configuración del sistema del bombeo mecánico y su funcionamiento en conjunto con el equipo de subsuelo.

El presente capítulo hace referencia a la medición o toma de niveles y su interpretación, con el objetivo de mantener al máximo la eficiencia de extracción del yacimiento, recuperando la mayor producción de cada pozo. Es necesario controlar todos y cada uno de los pozos en forma permanente para corregir posibles daños cuando dejan de producir repentinamente.

El control debe hacerse varias veces al día, verificando si el pozo produce o no. Este procedimiento se realiza abriendo la válvula de chequeo (“purga”) que debe tener todo pozo en el puente de producción. Si no produce, existen varias razones como se señaló en el capítulo anterior por las que un pozo de bombeo mecánico deja de producir:

1. Pérdidas de fluido por las válvulas.
2. Pérdidas de fluido por tubing roto.
3. Varilla rota.
4. Bomba embastionada.
5. Golpe de fluido.

6. Bloqueo o candado de gas.

Las tres últimas pueden ser detectadas por el operador con algo de experiencia en el manejo del bombeo mecánico, pero en el caso de las primeras es necesario recurrir a equipos especiales de medición como el Echometer y el dinamómetro.

3.1 Ecómetro (Echometer)

También llamado sonolog, es un instrumento que aprovechando la propagación del sonido en un medio elástico, permite determinar el nivel de líquido dentro de un pozo.

El principio básico de este aparato consiste en generar dentro del pozo, desde la superficie, una onda sonora de alto nivel acústico inyectando gas carbónico, CO₂, por una válvula en el espacio anular, dicha onda es seguida simultáneamente por un micrófono anexo al equipo. El sonido avanza a través del pozo a una determinada velocidad y cada vez que pasa sobre una unión de tubing (“cupla”) se produce una reflexión o eco que es detectada por el micrófono instalado en una salida del casing. Cuando la onda sonora llega al líquido, se produce un fuerte rebote de la misma, el que también es detectado por el micrófono. Todo este proceso es grabado en superficie por un registrador (decodificador digital de señales acústicas). Es decir que cuando la onda llega al



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

nivel se produce un eco total de la misma, que producirá una deflexión mayor en un microamperímetro y señalará el nivel de líquido.

La onda es generada por el disparo de un cartucho de fogeo. Además para efectuar la medición es necesario detener el bombeo, ya que este produce ruidos y pueden ser detectados por el micrófono, por lo que la medición en los pozos que tengan rápida recuperación se debe realizar en el menor tiempo posible. La operación de toma de registro se esquematiza en la Figura 3-1

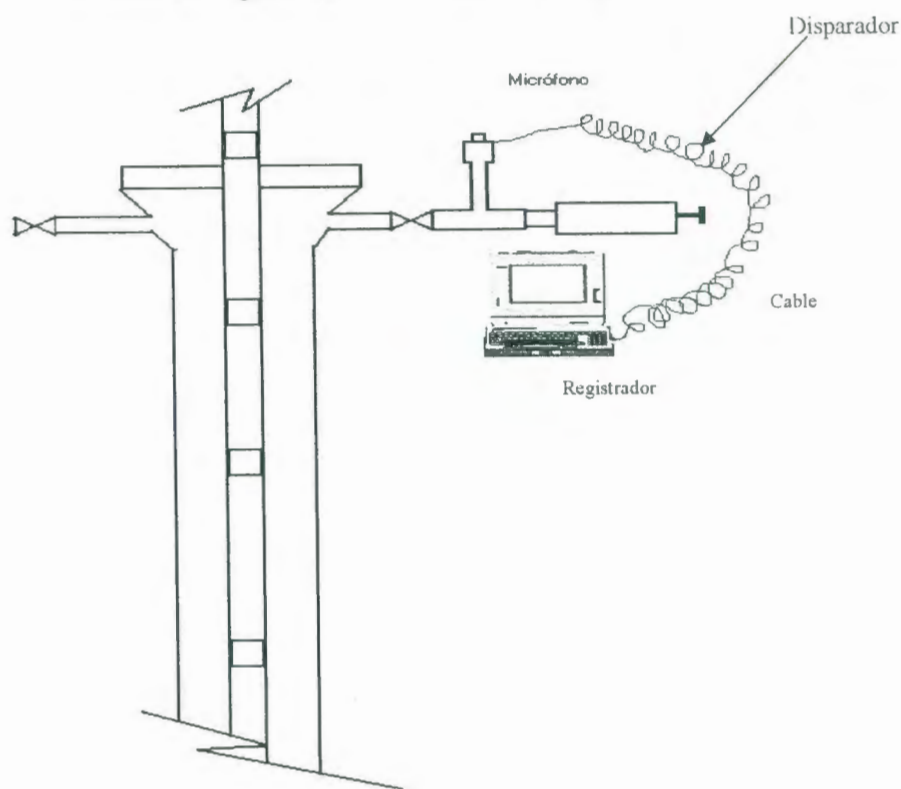


Fig. 3-1 Esquema de instalación del Echometer

Los resultados se presentan mediante una computadora portátil como se muestra en la Figura 3-2 y se obtienen de acuerdo al modelo del analizador.

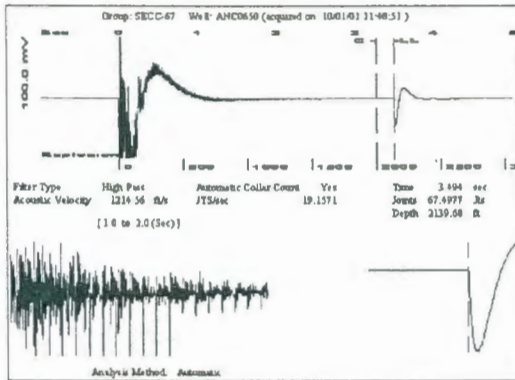


Fig. 3-2

Gráfico del equipo y la señal acústica del programa.

Mediante el modelo M los datos se presentan por medio de un papel donde una pluma guiada por las deflecciones del microamperímetro lleva el registro. Este papel debe ser proporcional a la profundidad de las cuplas detectadas en el mismo y luego multiplicando por la longitud promedio de la tubería, se obtiene como resultado el nivel. Este valor no es exacto, pero su error nunca es superior a un par de metros, oscilando entre el 1 y 2 % para pozos superiores a los 4000 pies de profundidad, y aumentando el error a medida que los pozos son menos profundos.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Un punto importante a considerar al hacer esta medición es que toda la tubería bajada debe ser aproximadamente de la misma longitud, por lo menos del mismo rango, dado que este sistema no mide, sino que cuenta las uniones de la tubería.

3.1.1 Toma de Niveles de Fluido

Para la toma de niveles de fluidos en los pozos en Ancón se utilizó el Echometer denominado “*Well Analyzer Model*” que es un modelo nuevo cuyo proceso de ingreso de datos está detallado en el ANEXO 2.

El programa debe considerar muchos parámetros para garantizar la precisión de la medición y la confiabilidad de sus resultados, ver Figura 3-3.

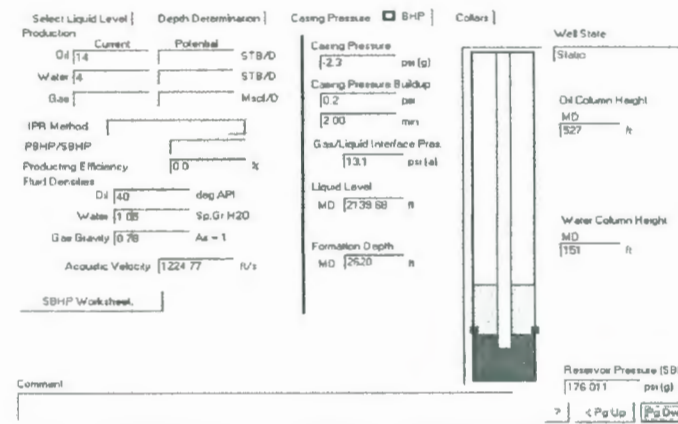


Fig. 3-3 Gráfica que muestra los resultados del Nivel de Fluido.

3.2 Dinamómetro.

Es un instrumento indispensable cuando se utiliza bombeo mecánico como levantamiento artificial. Este registra y mide en forma continua las cargas y las deformaciones que soporta el varillón pulido y como resultado se obtienen las cartas dinamométricas correspondientes que deben ser interpretadas para determinar los problemas que existen en el fondo del pozo y dar las soluciones pertinentes.

El gráfico final representa la Carga vs Carrera y se obtiene conociendo la carrera correspondiente del vástago del balancín.

3.2.1 Cartas Dinamométricas.

Si consideramos la sarta rígida, esto es, si al aplicarle una carga no se estira, como si estuviera el varillón directamente conectado con el pistón de la bomba, se obtendría un gráfico como el de la Figura 3-4.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

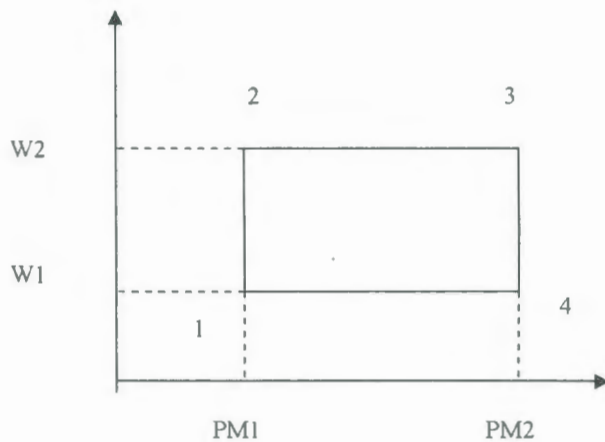


Fig. 3-4 Modelo fase inicial de formación de carta dinamométrica.

Suponiendo que la columna de la tubería de producción está llena y la bomba de subsuelo posee buena sumergencia se analiza lo siguiente:

Punto 1: Una vez que se inicia el movimiento ascendente del varillón pulido, se cierra la válvula viajera y toda la carga del fluido que estaba sobre la válvula fija, es ahora soportada por las varillas y el varillón.

Antes de iniciar el movimiento, la carga sobre el vástago era $W1$, es decir, el peso de las varillas sumergidas en líquido. Un instante después, cerrada la válvula viajera (T.V), la carga en el vástago será el peso de las varillas más el peso del líquido, es decir $W2$.

Punto 2: Se completa la carrera transportando al fluido de una longitud de carrera a un valor constante de carga.

Punto3: Se completa la carrera ascendente, llegando al punto muerto superior y teniendo todavía la carga de las varillas más la carga de líquido. Un instante después, cuando el varillón apenas inicia su descenso, se cierra la válvula fija (SV). En este momento se transfiere la carga de líquido al tubing, quedando sobre el vástago solamente la carga de las varillas (W1).

Punto 4: Se completa la carrera descendente del varillón, impulsando al pistón de la bomba hacia abajo y completando el ciclo en el punto 1.

El peso de las varillas es $W1$ y el peso del líquido es $W2-W1=Wf$. El trabajo que realiza el aparato es A-2-3-B y el que realiza la bomba es: 1-2-3-4. La diferencia entre la primera y segunda carrera se debe al trabajo necesario para mover las varillas.

Dado que las varillas no son rígidas, parte de la carrera ascendente se ocupará en estirar las varillas, sin elevar el pistón de la bomba. Superada la deformación elástica, comenzará a moverse el pistón (punto 2' Figura 3-5). Algo similar ocurrirá con el punto 4, cerrada la válvula fija el pistón no



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

comenzará a moverse inmediatamente, sino que parte de la carrera se ocupará en acortar las varillas y el punto 4, pasará a ocupar el lugar 4' y el pistón recién empezará a moverse.

Es decir, que del ciclo original 1-2-3-4, se pasa al 1-2'-3-4' donde se puede observar que el trabajo de la bomba es menor, no obstante que el del aparato es casi el mismo que tenía originalmente. Hay que tener presente que esto no indica que la eficiencia mecánica del sistema haya disminuido.

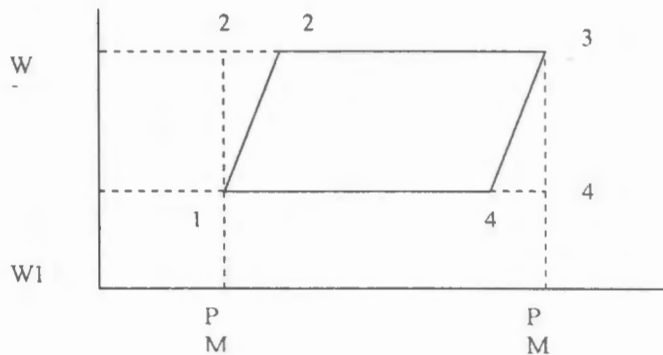


Fig. 3-5 Modelo fase 2 de formación de cara dinámica métrica.

Además se tiene que las válvulas nunca accionan instantáneamente, demandando un cierto tiempo para cerrarse. Por lo que el gráfico de la Figura 3-5 se transforma en el gráfico de la Figura 3-6.



BIBLIOTECA (IC) T
ESPOL

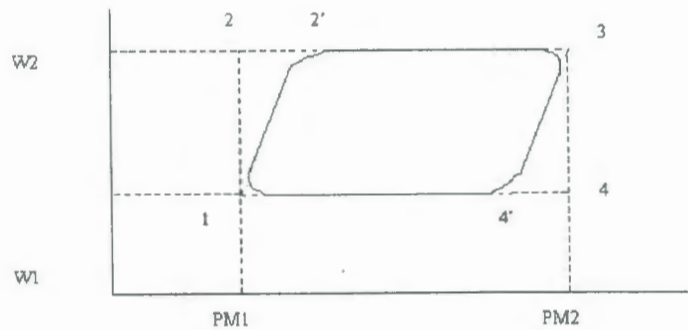


Fig. 3-6 Modelo fase 3 de formación de carta dinamométrica.

A esto hay que agregarle que siempre dentro de la bomba habrá una cierta cantidad de gas libre que impedirá que la válvula viajera se abra instantáneamente, siendo necesario llegar a la presión de disolución del gas del petróleo, dentro de la bomba, para que aquella se abra y la válvula fija se cierre en la carrera descendente, obteniéndose ahora un gráfico como el de la Figura 3-7.

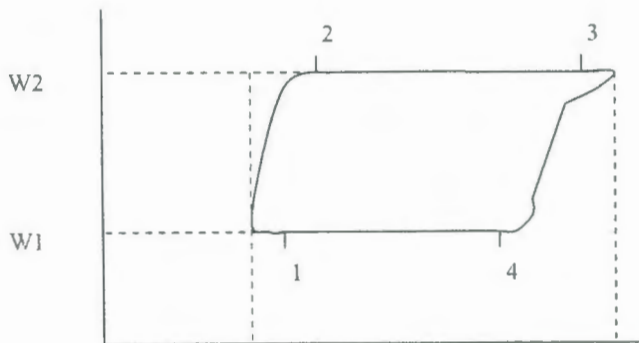


Fig. 3-7 Modelo fase 4 de formación de carta dinamométrica.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Se nota que el máximo impulso que se imprime a la sarta de varillas se produce cuando el varillón inicia su carrera ascendente. Esto aumentará la carga en el punto 2 (Figura 3-7) por efecto de la inercia producida por la aceleración del aparato de bombeo que actúa de acuerdo a la siguiente relación:

$$a_{max} = W^2 * r * \left(1 + \frac{r}{l}\right) \dots\dots\dots(11)$$

Algo similar ocurre cuando el vástago está en su punto muerto superior e inicia su carrera descendente. En este momento, la aceleración es hacia abajo, por lo que hará disminuir la carga en el punto 4. De este modo, obtendremos un gráfico como el de la Figura 3-8 que representa más o menos un dinagrama real.

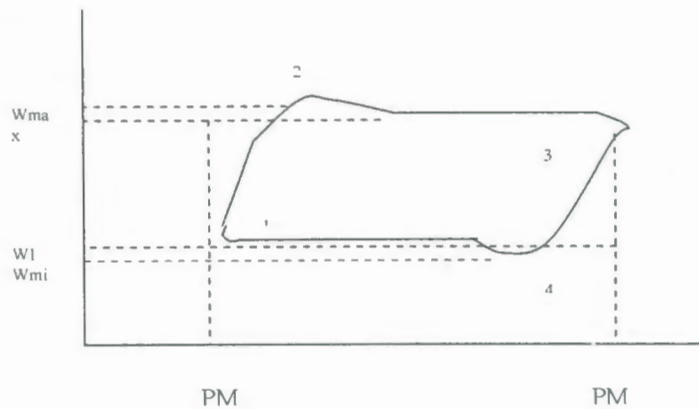


Fig. 3-8 Modelo final de carta dinamométrica

Ahora los valores topes de las cargas graficadas, esto es, lo que antes era $W1$ y $W2$ no son solo las cargas de las varillas y el fluido respectivamente, sino que estas cargas topes se ven afectadas por el efecto de impulsos y pasan a ser $W_{mín.}$ y $W_{máx.}$ según corresponde.

3.2.2 Toma e interpretación de Cartas Dinamométricas

Se ha determinado que la toma de cartas dinamométricas es útil para detectar los problemas que existen en el campo cuando el sistema de bombeo mecánico no trabaja adecuadamente y el pozo no produce y también para encontrar las posibles soluciones. La interpretación consiste en un análisis cualitativo de la carta donde además se pueden jugar con algunos parámetros adicionales, por lo tanto, cualquier variación modificará la carta dinamométrica correspondiente.

Las cartas dinamométricas que se obtienen son totalmente diferentes unas de otras y permiten confeccionar un diagnóstico eficiente de la situación del pozo al instante en que se realiza la prueba, complementándose en la mayoría de los casos con la medición de nivel usando el ecómetro.

- Pérdidas en válvulas



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Como se dijo en un capítulo anterior se produce cuando el desgaste de una o ambas válvulas ocasiona que no exista un cierre perfecto y se produce un medio de comunicación entre la columna de fluido y el fondo causando que el fluido levantado se regrese, la carta típica de pérdidas en las válvulas presenta concavidades de 2 a 4 y de 3 a 1 como se muestra en la Figura 3-9.

- **Pérdida de producción por tubing roto**

Cuando en la carta dinamométrica se observa que se produce un perfecto llenado en la bomba, es decir, que la forma de la carta sale normal y el pozo no produce o no tiene la presión suficiente para que su producción llegue a la estación o al tanque, existe la posibilidad de que exista una fuga por rotura del tubing, pero se puede verificar con mayor precisión realizando una prueba de hermeticidad, la carta típica se presenta en la Figura 3-10.

- **Varilla Rota.**

Esta carta es muy evidente porque la bomba no trabaja y por lo tanto el área de trabajo de la misma es nula, debido a que la bomba está totalmente desconectada y el trabajo que se realiza es simplemente levantar la sarta de varillas. La carta típica tiene la forma que se observa en la Figura 3-11.

- **Bomba embastonada.**

Se debe muchas veces a la suciedad del fondo del pozo, cuando el fluido es de origen parafinico, la parafina se acumula y se solidifica en alguno de los componentes de la bomba: ya sea en el barril, el pistón o en las válvulas causando presión y atascamiento de la bomba impidiendo su normal funcionamiento. La carta típica se presenta en la Figura 3-12.

- **Golpe de fluido**

Por lo general existen diseños en los que la producción no se equipara con la restauración del pozo y se puede presentar un golpe de fluido por no poseer un buen nivel en el espacio anular, es decir, que el pistón no se llena en su totalidad y cuando toda la sarta baja se produce un golpe fuerte con el fluido. La carta típica de este problema es como se muestra en la Figura 3-13.

- **Bloqueo o candado de gas.**

También se mencionó anteriormente; la carta dinamométrica típica se muestra en la Figura 3-14 se produce cuando la cantidad de gas libre es tal que la presión que se levanta dentro de ella no alcanza a superar la presión de disolución del gas en el petróleo. De tal manera que al subir el pistón se va a expandir la mezcla del



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

petróleo y gas, al bajar nuevamente se va a comprimir, como si un resorte estuviera trabajando dentro de la bomba.

3.2.3 Cartas dinamométricas típicas

Se muestran los diferentes tipos de cartas dinamométricas mostrando los problemas que existen en el fondo del pozo.

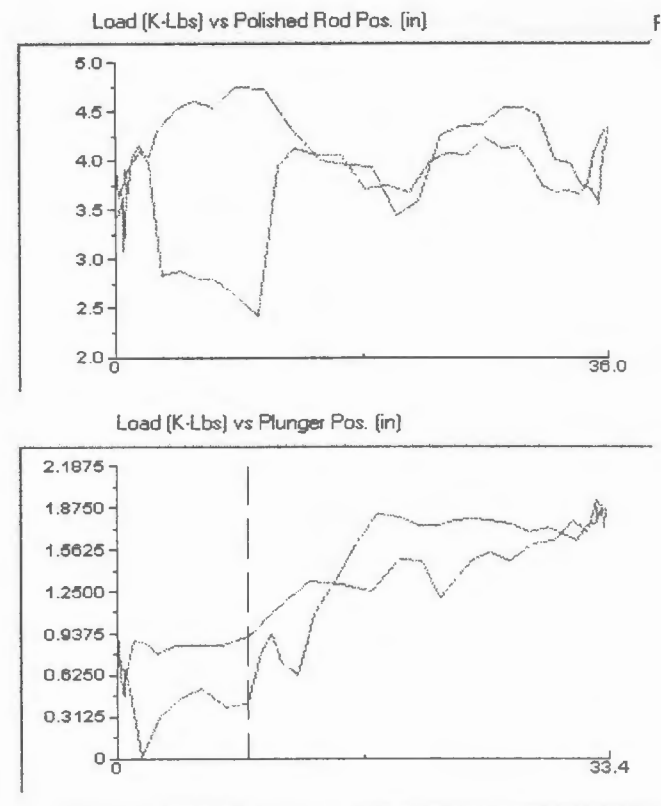


Fig. 3-9 Carta Dinamométrica "Pérdidas en Válvulas"

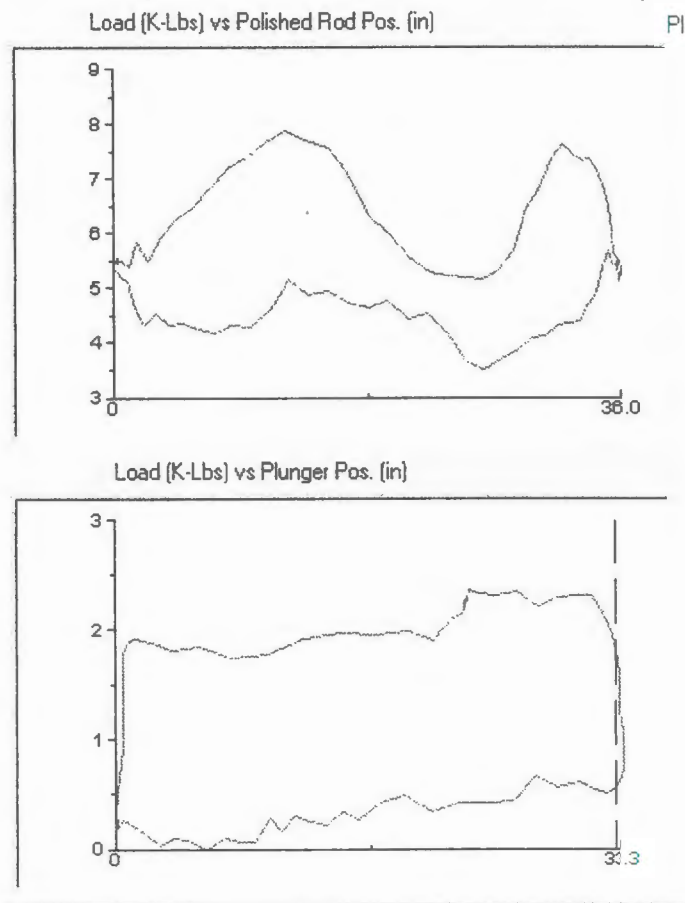


Fig. 3-10 Carta Dinamométrica "Tubería Rota"



BI BLIOTECA FICT
ESPOL

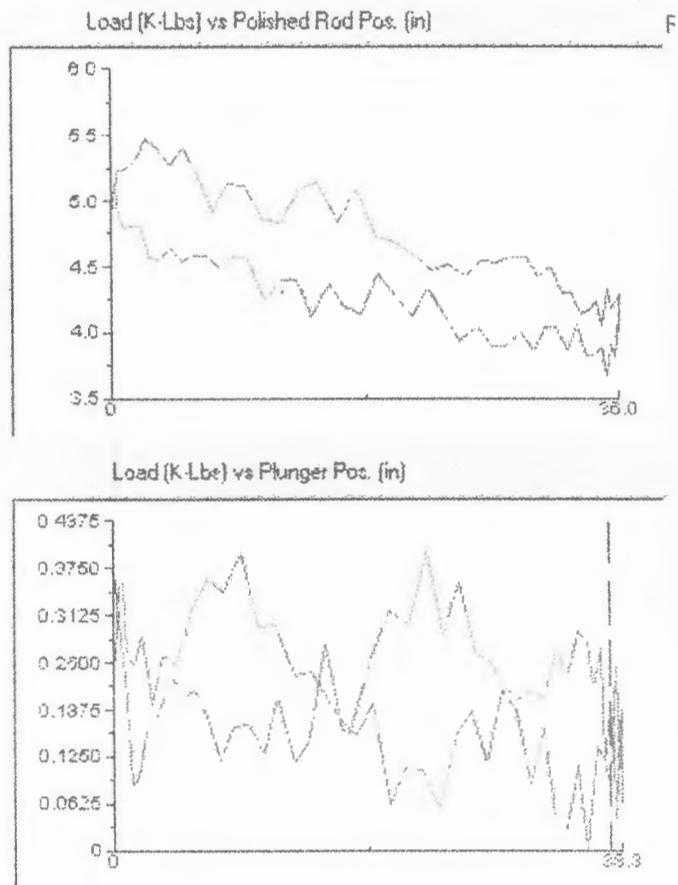


Fig. 3-11 Carta Dinamométrica "Varilla Rotar"

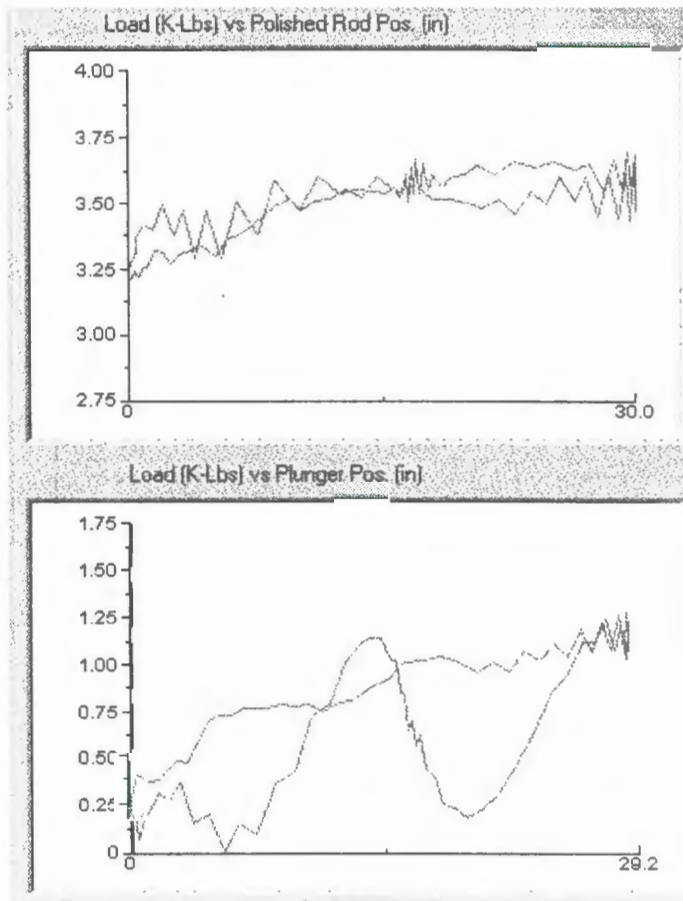


Fig.3-12 Carta Dinamométrica “Bomba Embastonada”



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

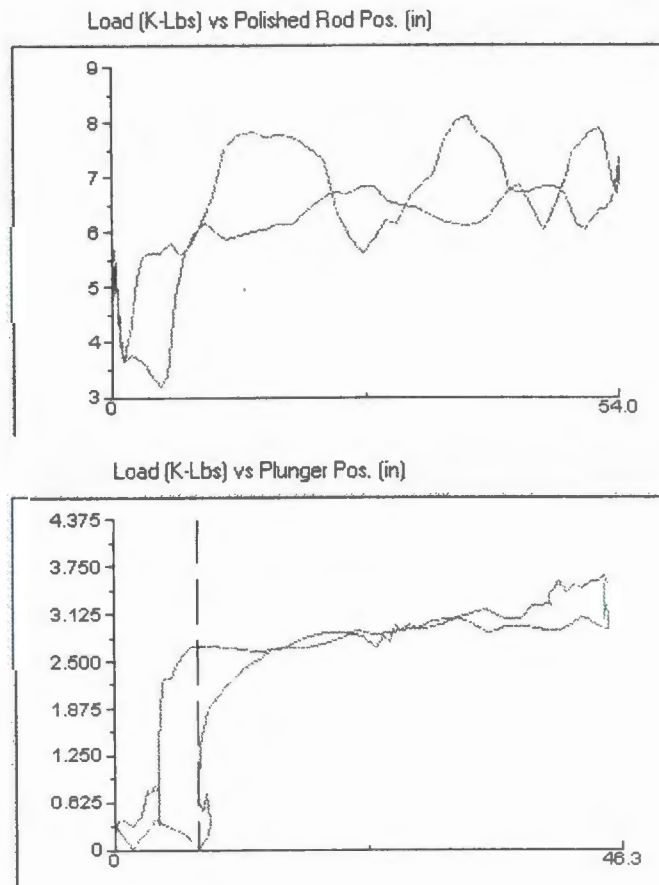


Fig. 3-13 Carta Dinamométrica "Golpe de Fluido"

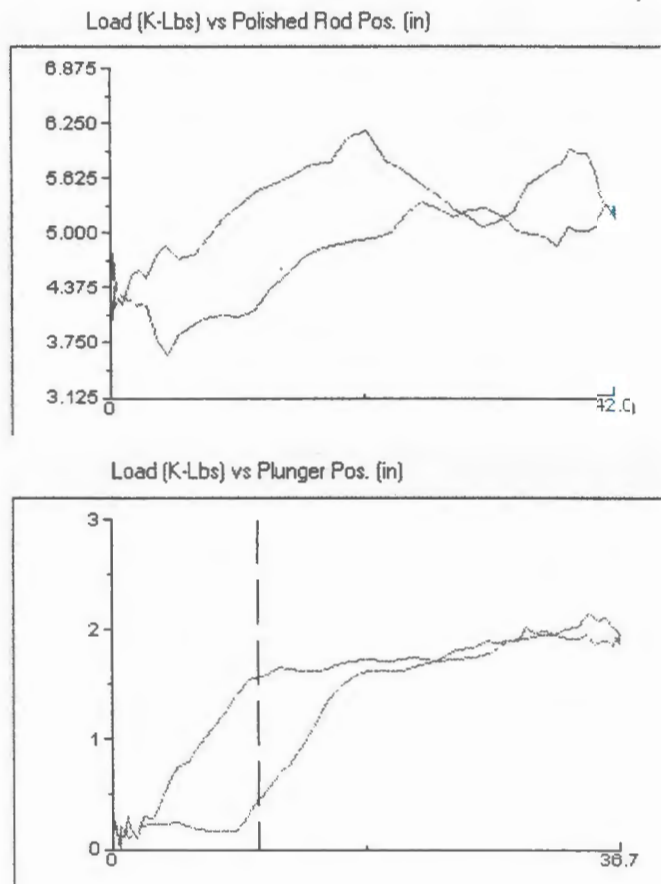


Fig 3-14 Carta Dinamométrica "Cardado de Gas"



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

CAPITULO IV

CICLOS OPTIMOS DE TRABAJO PARA POZOS

La optimización del sistema de bombeo mecánico portátil en el caso de este estudio se basa fundamentalmente en la recopilación de datos de los pozos, se lo hizo en pozos del Campo Ancón y del Campo Tigre; específicamente se analizó el comportamiento de afluencia de la formación durante cierto lapso, a lo que se ha denominado “restauración de nivel” y la producción bruta en función de la cual se obtiene la “curva de producción” durante el tiempo en que el balancín estuvo trabajando. En el ANEXO 3 se puede analizar con más detalle el trabajo de adquisición y análisis de datos para cada pozo estudiado.

4.1 Curvas de Restauración de Nivel

4.1.1 Definición de Curva de Restauración de Nivel

Las curvas de restauración de nivel representan el comportamiento de afluencia desde la formación hasta el pozo, específicamente de la columna de fluido que se almacena en el espacio anular y que se conoce también como llenado de fluido en el pozo, el cual tiene su nivel máximo en un punto donde se igualan la presión hidrostática de la columna de fluido con la presión de fondo.

4.1.2 Análisis de una Curva de Restauración de Nivel Típica

4.1.2.1 Determinación del Tiempo Óptimo de Restauración

En el análisis de una curva de restauración típica se determina el punto de inflexión de la curva generada, que es el punto en el cual la pendiente tiende a cero y se establece un máximo tiempo óptimo requerido para dejar al pozo en reposo, al cual se conoce como tiempo óptimo de restauración. En la mayoría de pozos las mediciones se hicieron a tiempos arbitrarios, de acuerdo a la disponibilidad y facilidad para acceder a las locaciones debido a innumerables factores, algunos de ellos relacionados con dificultades logísticas lo que impidió hacerlo a intervalos regulares.

Luego del primer período que es la adquisición de datos, se realiza un análisis cuantitativo del tiempo que debe estar inactivo un pozo para que recupere nivel y sea el de mayor provecho; cabe señalar que el nivel a obtener no es el nivel máximo sino el efectivo como se demuestra en la gráfica de una curva de restauración típica (Figura 4-1).



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

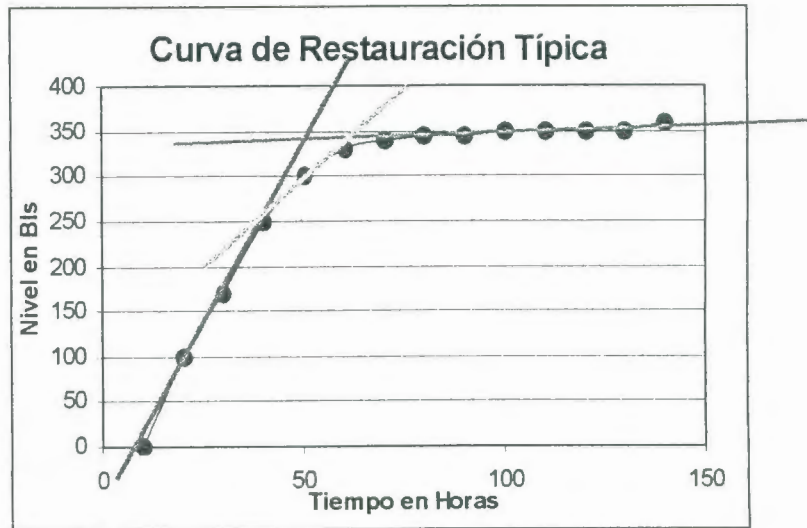


Fig. 4-1

El gráfico muestra el desarrollo de la curva de restauración con respecto al tiempo y a la vez se ilustran los tres diferentes comportamientos de afluencia que posee.

- En el primer comportamiento (línea tangente azul); el pozo ha agotado nivel debido a que el balancín extrajo la totalidad de la columna de petróleo. Su pendiente llamada gradiente de afluencia E_{jm} : ($m=4.6$ pies/hora) es significativa y a la vez mayor debido a la baja contrapresión que existe en el pozo ($\Delta P=0$; $P_{ws}-P_{wf}=0$).

- En el segundo comportamiento de la curva (línea tangente verde); el pozo ya tiene un nivel inicial y por lo tanto fluirá con menor velocidad, es decir, con un gradiente ($m=3.66$ pies/hora) menor que el anterior.
- En el tercer comportamiento (línea tangente roja); el yacimiento casi ha completado en su totalidad su aporte al pozo, debido a que la pendiente tiende a cero, ($m=0$).

Siendo congruente con el objetivo de este proyecto, que es determinar el punto óptimo de espera para que se complete efectivamente el llenado del pozo se debe entonces seleccionar el tiempo en el cual el pozo haya recuperado un nivel significativo que amerite la colocación de un balancín. Para el caso del gráfico corresponde esperar un tiempo $t=80$ horas que corresponde exactamente al punto de quiebre de las dos pendientes.

Esto permitirá mejorar el programa o ciclo de balancines portátiles y por ende incrementar la producción.

4.2 Curvas de Producción

4.2.1 Definición de Curva de Producción.



**BIBLIOTECA FIC3
ESPOL**

Esta formada por la sucesión de valores de producción medidos en un tanque o en un volúmetro de prueba durante un intervalo de tiempo determinado. La curva de producción proporciona una ayuda eficaz para determinar la rapidez y el tiempo en el cual, el pozo reporta la producción total.

4.2.2 Análisis de una Curva de Producción Típica

4.2.2.1 Determinación del Tiempo Óptimo de Producción

El correcto análisis de la curva de producción (Figura 4-2) contribuirá a estimar un tiempo óptimo de producción, que es el tiempo necesario para evacuar toda la producción que se almacena en el espacio anular, lo cual a su vez evitará que el balancín permanezca encendido un tiempo innecesario, alargando la vida tanto del equipo de subsuelo como de superficie.

Esta producción está directamente relacionada con el fluido que da origen a la restauración de nivel. Se hizo un análisis de la producción obtenida de cada pozo; para esto se los puso a prueba, excepto por algunos, en los cuales el seguimiento se vio imposibilitado debido a que a un mismo volúmetro de

producción llegaban producciones de otros pozos, igual situación se presentó para pozos cuya producción llegaba a tanques en locación.

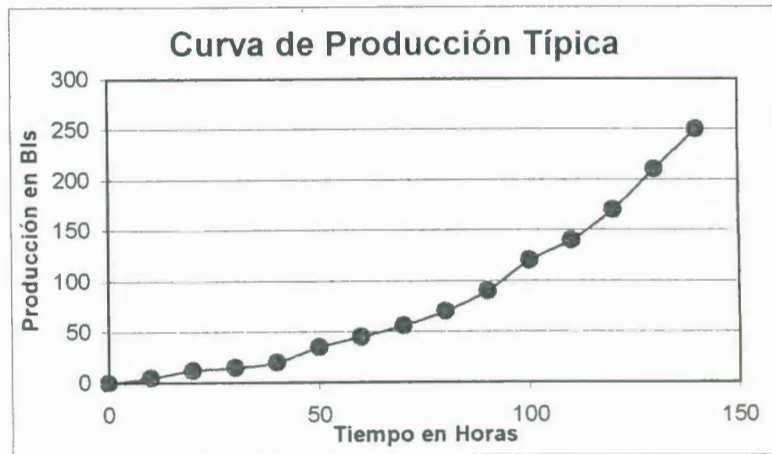


Fig. 4-2

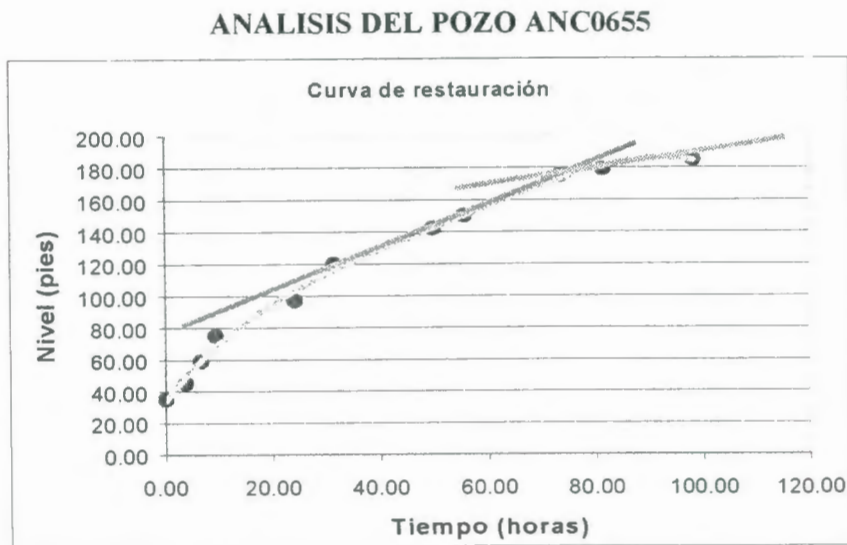
4.3 Análisis de Curvas de Restauración de Nivel y de Producción

Habiendo determinado el comportamiento de afluencia y producción, se determinan luego los tiempos óptimos de restauración de los pozos de acuerdo a lo explicado en el punto 4.1 y los tiempos óptimos de producción según el punto 4.2. Con estos valores se programa el ciclo óptimo de trabajo donde se especifican los días luego de los cuales el balancín portátil debe volver al pozo y los días que debe estar operando en el pozo. Lo anteriormente expuesto es válido siempre cuando exista disponibilidad de balancines portátiles (balancines adicionales) en el caso de



necesitarlos, para pozos cuyos tiempos óptimos de restauración y de producción sean bajos. Sin embargo, es importante anotar que si esos tiempos son lo suficientemente pequeños se debe considerar la posibilidad de reemplazar el balancín portátil por uno fijo con las mismas características.

4.3.1 Análisis de cada Pozo



OBSERVACIONES:

$$y = -5E-06x^4 + 0.001x^3 - 0.0815x^2 + 4.3088x + 34.225$$

En el seguimiento del pozo se tuvo un nivel inicial que por cálculo volumétrico equivalía a 9.6 bls, de los cuales se recuperaron 6 bls, se estima que la producción

faltante no se obtuvo debido a que originalmente la tubería de producción estaba vacía y tuvo que llenarse antes de que el pozo comenzara a producir.

El análisis de una carta dinamométrica tomada al pozo prueba que existen pérdidas de fluido en las válvulas de la bomba..

RECOMENDACIONES:

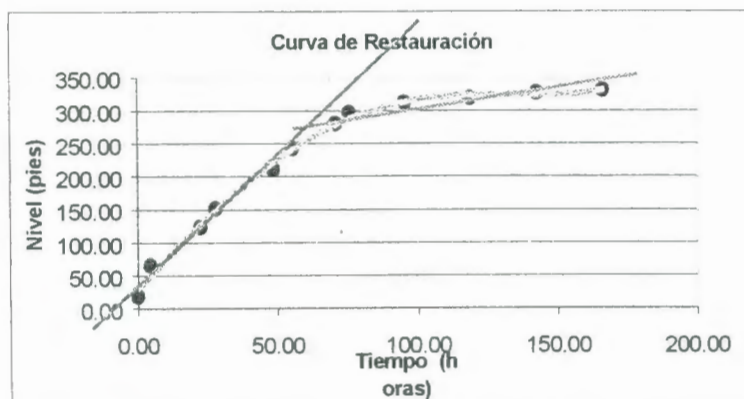
Para un mejor rendimiento del pozo se recomienda que el tiempo optimo de restauración de nivel del pozo sea 80 horas.

Se recomienda bajar una bomba con doble válvula fija para evitar pérdidas a través de las válvulas, como se comprobó en un dinagrama tomado al pozo.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

ANALISIS DEL POZO ANC3005



OBSERVACIONES:

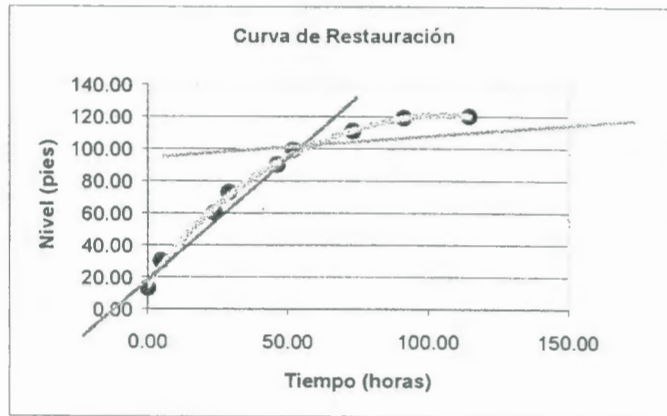
$$y = 9E-07x^4 - 0.0003x^3 + 0.0008x^2 + 4.3865x + 30.913$$

Por cálculo volumétrico del espacio anular se debían producir 15.82 bls. de los cuales se recuperaron 12.6 bls, se estima que la producción faltante no se obtuvo debido a que originalmente la tubería se encontraba vacía por fugas en las válvulas y debió llenarse antes de comenzar a producir.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 76 horas.

ANALISIS DEL POZO ANC0134



OBSERVACIONES:

$$y = -6E-07x^4 + 0.0002x^3 - 0.0267x^2 + 2.5812x + 15.112$$

Por cálculo volumétrico del espacio anular se tenían originalmente 7.23 bls. En el espacio anular de los cuales se recuperaron 4 bls, se estima que la producción faltante no se obtuvo debido que inicialmente la tubería de producción se encontraba vacía, por fugas en las válvulas.

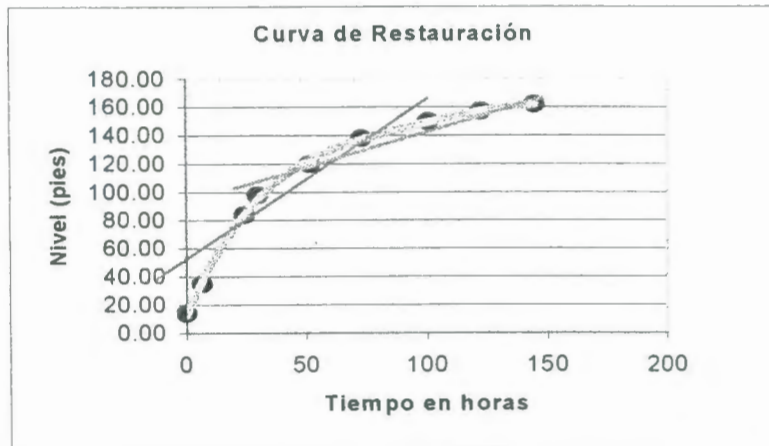
RECOMENDACIONES:

Por la intersección de las pendientes se puede determinar que el tiempo óptimo de restauración sea 80 horas.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC0121



OBSERVACIONES:

$$y = -9E-07x^4 + 0.0003x^3 - 0.0525x^2 + 4.049x + 12.798$$

Por cálculo volumétrico en el espacio anular habían 3.27 bls. de los cuales se recuperaron 7 bls, se estima que el exceso de producción se obtiene debido a que el aporte de la formación es considerable y se hace visible aún cuando el pozo se encuentra produciendo, originando producción adicional que se suma a la almacenada inicialmente en el espacio anular.

Se puede agregar también, que el tiempo de producción es mayor que el tiempo en el cual aporta la formación.

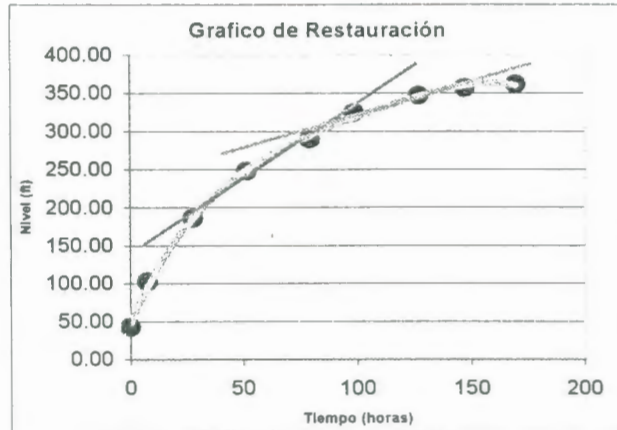
RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 80 horas.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC0458



OBSERVACIONES:

$$y = -1E-06x^4 + 0.0005x^3 - 0.0761x^2 + 6.7615x + 48.26$$

Por cálculo volumétrico en el espacio anular habían 21.82 bls de los cuales se recuperaron 34.42 bls, se estima que el exceso de producción obedece a que la velocidad de aporte de la formación es mayor que la velocidad de bombeo del pozo, es decir, la formación aporta más rápidamente de lo que se produce el fluido almacenado en el espacio anular.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 80 horas.

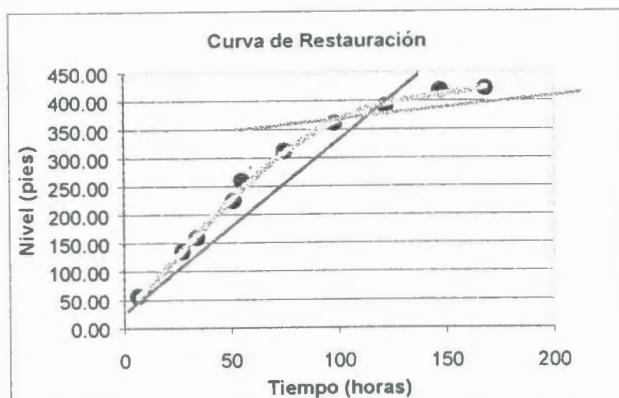
La capacidad de producción del pozo sobrepasa la capacidad de almacenamiento del tanque en locación, por lo tanto se debe colocar un tanque de capacidad suficiente.



BBLI OTECA FICT
ESPOL

RESULTADOS DEL POZO

ANC1266



OBSERVACIONES:

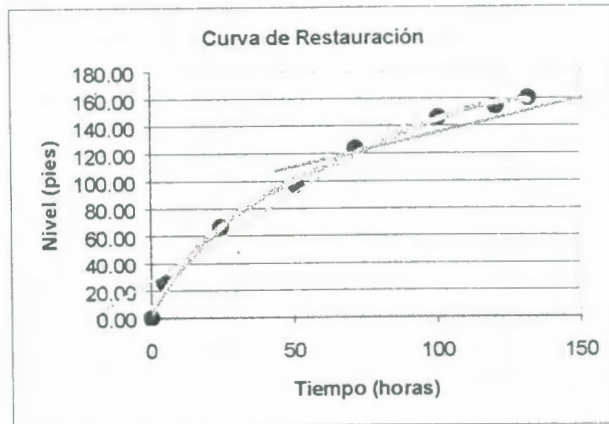
$$y = 1E-06x^4 - 0.0004x^3 + 0.0261x^2 + 3.4237x + 32.015$$

Por cálculo volumétrico se esperaban recuperar 11.54 bls de los cuales se obtuvieron 14.2bls, se estima que el exceso de producción se obtiene debido a que la velocidad de aporte de la formación es mayor que la tasa de producción del fluido del espacio anular.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 120 horas.

ANALISIS DEL POZO ANC0238



OBSERVACIONES:

$$y = -1E-06x^4 + 0.0005x^3 - 0.0525x^2 + 3.5946x + 4.6608$$

Por cálculo volumétrico en el espacio anular existían 11.75 bls de los cuales se recuperaron 7 bls, se estima que la producción faltante no se obtuvo debido a que originalmente la tubería de producción se encontraba vacía, debido a pérdidas en las válvulas y hubo necesidad de que el tubing se llene antes de comenzar a producir.

RECOMENDACIONES:

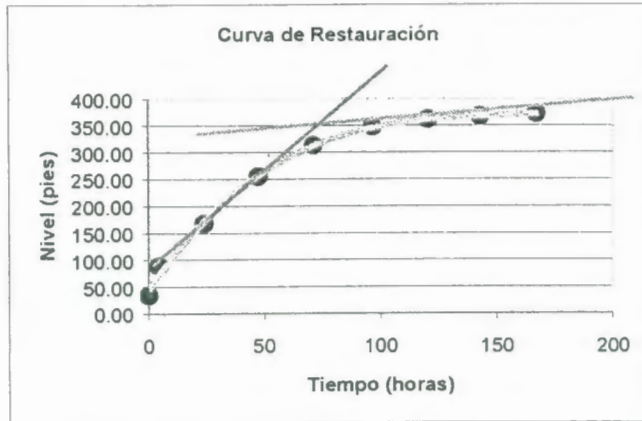
Se recomienda hacer que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 80 horas.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

RESULTADOS DEL POZO

ANC1934



OBSERVACIONES:

$$y = -7E-08x^4 + 0.0001x^3 - 0.0423x^2 + 6.2142x + 45.964$$

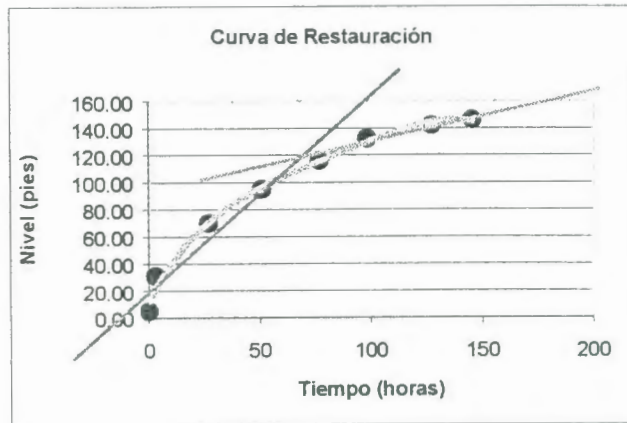
Por cálculo volumétrico en el espacio anular existían 4.26 bls pero se recuperaron 7 bls, se estima que el exceso de producción se obtiene debido a la producción adicional generada por el aporte de la formación mientras el pozo aún se encuentra produciendo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC0114



OBSERVACIONES:

$$y = -1E-06x^4 + 0.0003x^3 - 0.0413x^2 + 3.0372x + 12.971$$

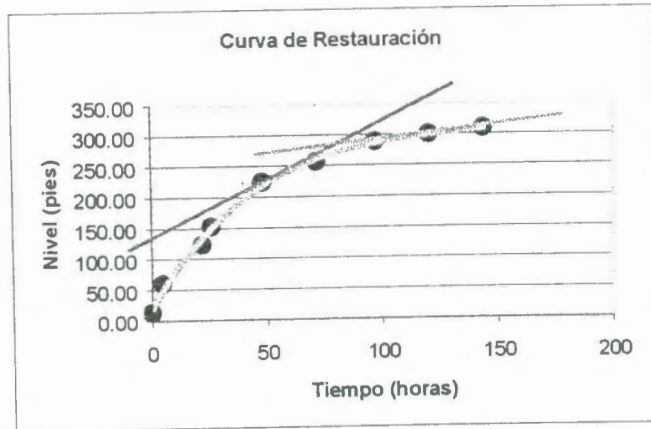
Por cálculo volumétrico en el espacio anular habían 8.15 bls de los cuales se recuperaron 5 bls, se estima que la producción faltante no se obtuvo porque originalmente el tubing se encontraba vacío debido a pérdidas en las válvulas lo que hacía que antes que el pozo comenzara a producir tuviera que efectuarse primero el llenado de la tubería.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC0650



OBSERVACIONES:

$$y = -3E-07x^4 + 0.0002x^3 - 0.0545x^2 + 6.253x + 20.944$$

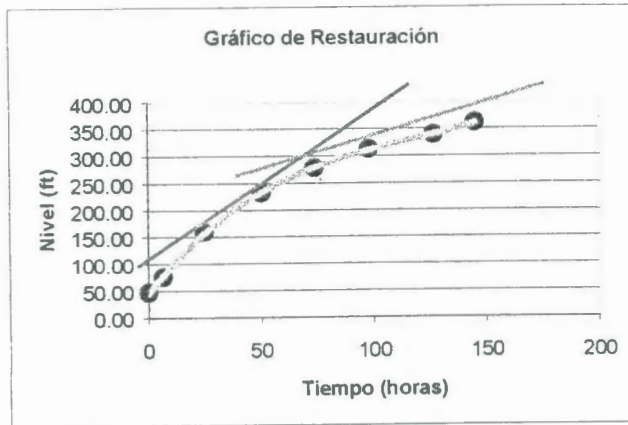
Por cálculo volumétrico en el espacio anular existían 18.5 bls de los cuales se recuperaron 30 bls, se estima que el exceso de producción se obtuvo debido al buen aporte de la formación cuya rata de afluencia es mayor que la rata de producción del pozo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC0705



OBSERVACIONES:

$$y = -6E-08x^4 + 0.0001x^3 - 0.0387x^2 + 5.3807x + 45.315$$

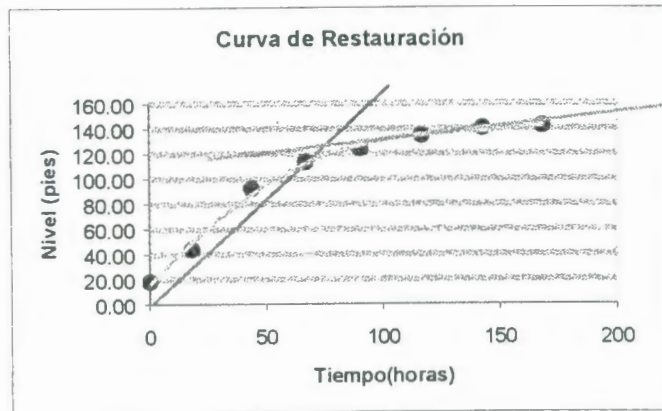
Por cálculo volumétrico, en el espacio anular habían 33 bls de los cuales se recuperó su totalidad; se estima que el tiempo de aporte del pozo es muy prolongado, por lo tanto el aporte adicional del pozo no es significativo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC1717



OBSERVACIONES:

$$y = 2E-07x^4 - 4E-05x^3 - 0.0067x^2 + 1.9913x + 15.965$$

El cálculo volumétrico arrojaba que se debían recuperar 1.4 bls del espacio anular pero se obtuvieron 4 bls durante el tiempo de trabajo del balancín. El exceso de producción se debe a que a la afluencia de la formación mientras el pozo estaba produciendo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 80 horas para

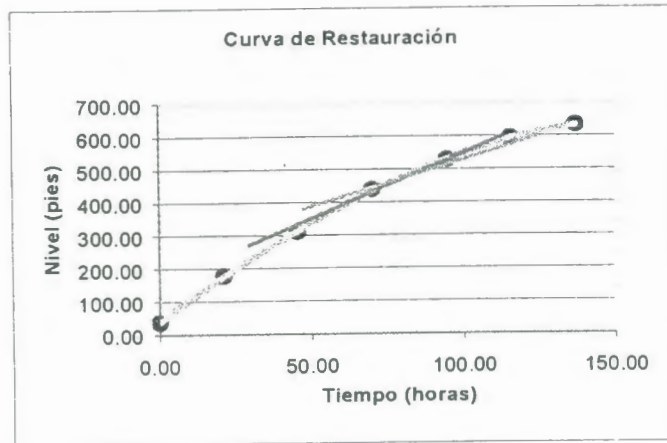


**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

recuperar aproximadamente 120 pies de fluido del espacio anular.

RESULTADOS DEL POZO

ANC0587



OBSERVACIONES:

$$y = -4E-07x^4 + 7E-05x^3 - 0.0218x^2 + 6.9739x + 38.42$$

El cálculo volumétrico arroja que se debían recuperar 13.81 bls del espacio anular pero se obtuvieron 20 bls. El exceso de producción se debe a que la formación aportó fluido adicional mientras el pozo estaba produciendo.

RECOMENDACIONES:

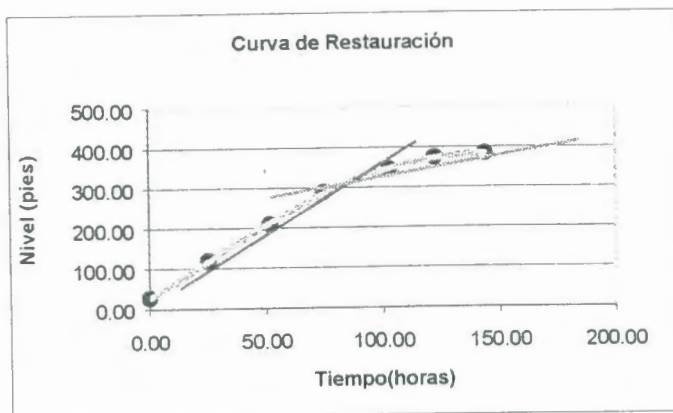
De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 120 horas para recuperar un nivel de 600 pies en el espacio anular.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

RESULTADO DEL POZO

ANC0709



OBSERVACIONES:

$$y = 6E-07x^4 - 0.0002x^3 + 0.0173x^2 + 3.2358x + 29.246$$

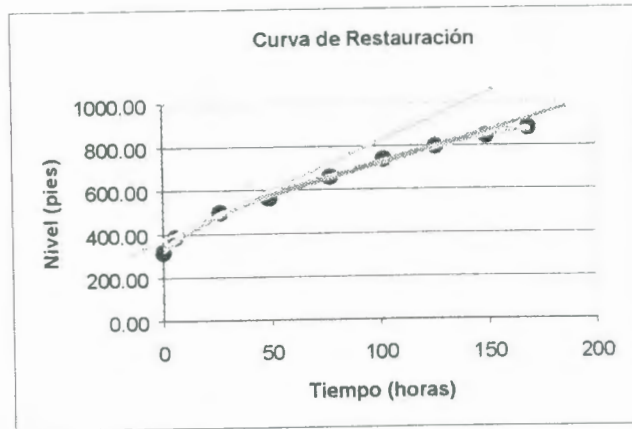
El cálculo volumétrico arrojaba que se debían recuperar 11.4 bls del espacio anular pero se obtuvieron 13 bls durante el tiempo de trabajo del balancín. El exceso de producción se debe a que a la afluencia de la formación mientras el pozo estaba produciendo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas para recuperar 340 pies de fluido del espacio anular.

RESULTADOS DEL POZO

TIG0020



OBSERVACIONES:

$$y = -2E-06x^4 + 0.0006x^3 - 0.0848x^2 + 7.9314x + 329.51$$

Del cálculo volumétrico se obtiene que habían 27.97 bls en el espacio anular y se obtuvieron 30 bls. La producción aproximadamente se iguala al volumen en el espacio anular.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas. Pero debido al buen aporte del yacimiento como se aprecia en la curva de restauración se debería

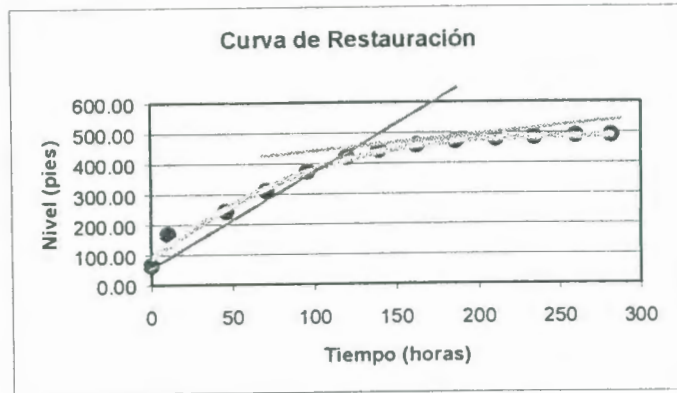


BIBLIOTECA FICT
ESPOL

colocar un balancín fijo ya que la línea de tendencia en la recuperación es lineal creciente y se necesita más tiempo para estabilizar el nivel.

RESULTADOS DEL POZO

TIG0058



OBSERVACIONES:

Del cálculo volumétrico se obtiene que habian 9.65 bls en el espacio anular pero se obtuvieron 15 bls. El exceso de producción se debe a que la formación aporta mientras el pozo estaba produciendo.

RECOMENDACIONES:

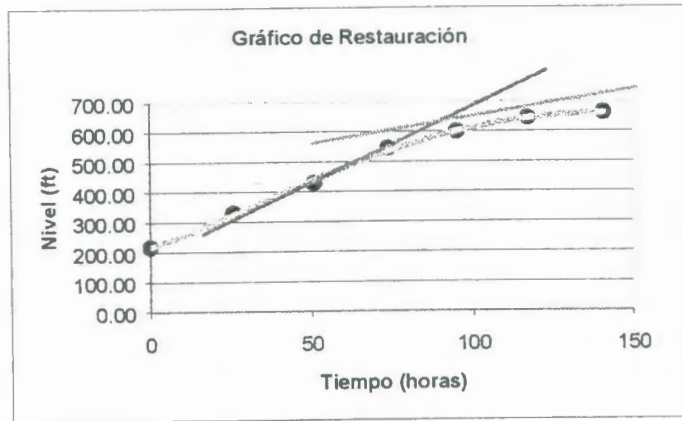
Se recomienda que el tiempo óptimo de restauración sea 120 horas debido a que el pozo recupera aproximadamente 430 pies de nivel en el espacio anular.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

RESULTADOS DEL POZO

TIG0051



OBSERVACIONES:

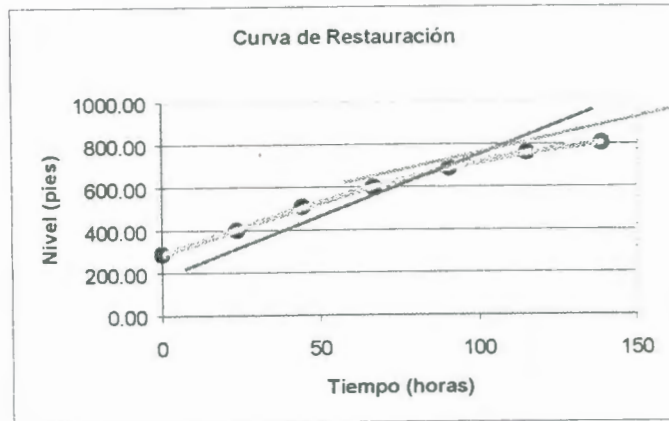
Por cálculo volumétrico se debían recuperar 24.18 bls del espacio anular pero se obtuvieron 28 bls. El exceso de producción se debe a que la formación aporta mientras el balancín está encendido.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas para producir 600 barriles del espacio anular.

RESULTADOS DEL POZO

TIG0040



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico se debían recuperar 25.85 bls del espacio anular y se obtuvieron 25 bls durante el trabajo del balancín.

La producción final es equivalente al valor obtenido mediante cálculo volumétrico, es decir, se recupera el 100% de nivel del espacio anular.

Se concluye que el aporte de la formación mientras el balancín se encuentra trabajando es insignificante.

RECOMENDACIONES:



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

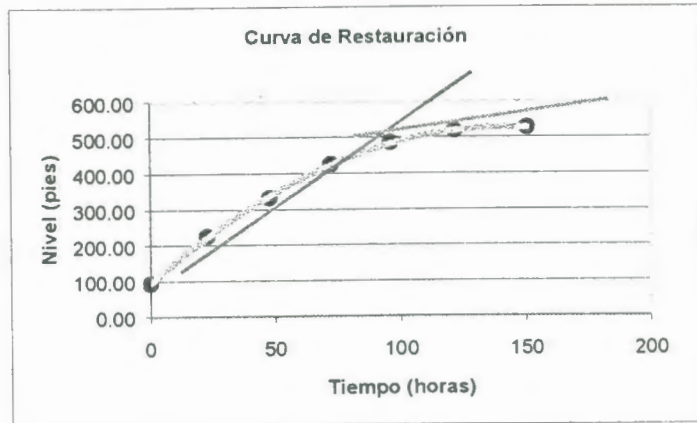
Se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas, para recuperar un nivel de 700 pies en el espacio anular que representan

Se debe considerar un tiempo de producción más largo para este pozo ya que no agota nivel.

Su nivel es significativo por lo que se recomienda colocar un balancín que funcione más tiempo para aprovechar la pronta recuperación, puede ser el caso de un balancín fijo.

RESULTADOS DEL POZO

TIG0046



OBSERVACIONES:

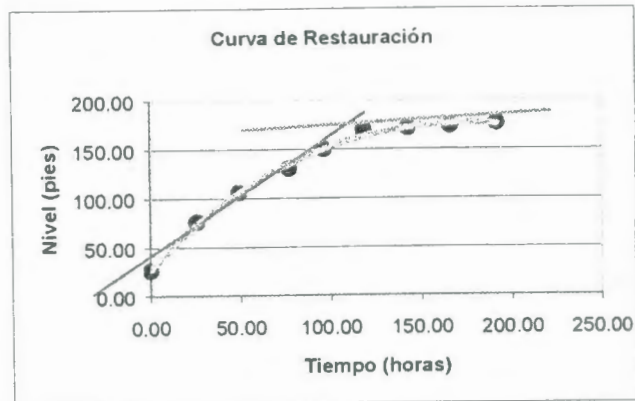
Por cálculo volumétrico se debían recuperar 18 bls del espacio anular pero se obtuvieron 11 bls. El déficit de producción se debe a que no se agotó nivel en el pozo.

RECOMENDACIONES:

Se recomienda que el tiempo óptimo de restauración sea 100 horas para recuperar aproximadamente 490 pies de fluido en el espacio anular, que equivalen a

RESULTADOS DEL POZO

ANC1219



OBSERVACIONES:

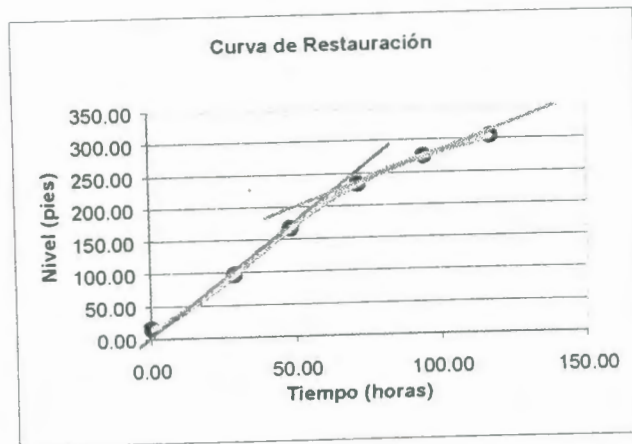
Por cálculo volumétrico se debían recuperar 5.02 bls del espacio anular pero se obtuvieron 7 bls. El exceso de producción se debe a a la afluencia de la formación cuando el pozo se encuentra produciendo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 120 horas, para obtener un nivel de 170 pies de nivel de fluido en el espacio anular que equivalen a.

RESULTADOS DEL POZO

ANC1226



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico se debían recuperar 6.55 bls del espacio anular pero se obtuvieron 12 bls. El exceso de producción se debe a que la afluencia de la formación cuya velocidad de aporte es mayor que la velocidad de producción o tasa de bombeo del pozo.

RECOMENDACIONES:

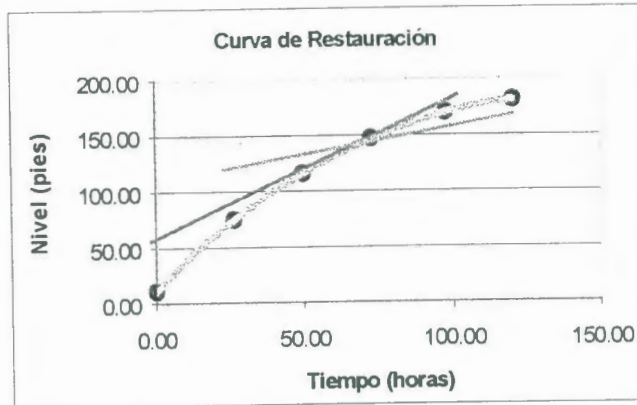
De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas para obtener 280 pies de nivel de fluido en el espacio anular que representa



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

RESULTADOS DEL POZO

ANC1228



OBSERVACIONES:

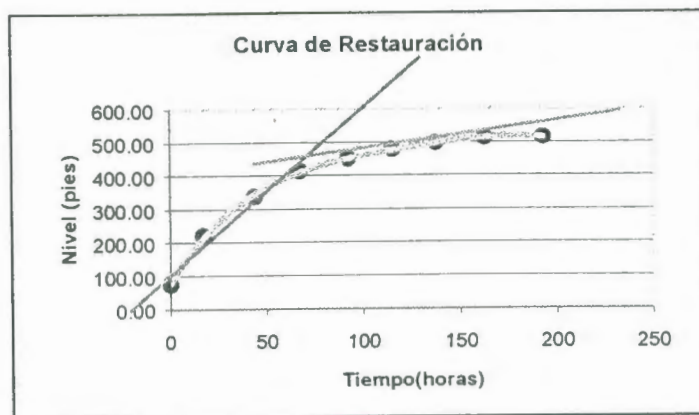
Por cálculo volumétrico se debían recuperar 4.66 bls del espacio anular pero se obtuvieron 6 bls durante el tiempo de trabajo del balancín. El exceso de producción se debe a que la formación aporta durante el tiempo de producción.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC2019



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico se debían recuperar 1.4 bls del espacio anular pero se obtuvieron 4 bls. El exceso de producción se debe a la afluencia de la formación incluso cuando el pozo se encontraba produciendo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC0869



OBSERVACIONES:

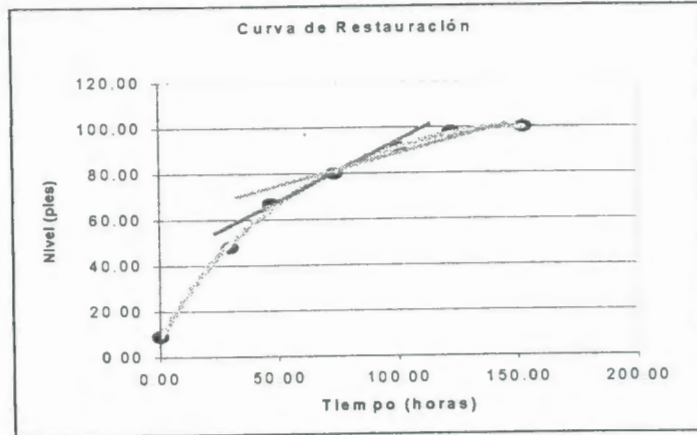
Por cálculo volumétrico se debían recuperar 5.62 bls del espacio anular pero se obtuvieron 8.48 bls durante el tiempo de trabajo del balancín. El exceso de producción se debe al aporte de la formación cuando el pozo se encuentra todavía produciendo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC0995



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico, se debían recuperar 4.0 bls del espacio anular de los cuales se recuperó su totalidad, lo que implica que el aporte de la formación es insignificante cuando el pozo es puesto a producción..

RECOMENDACIONES:

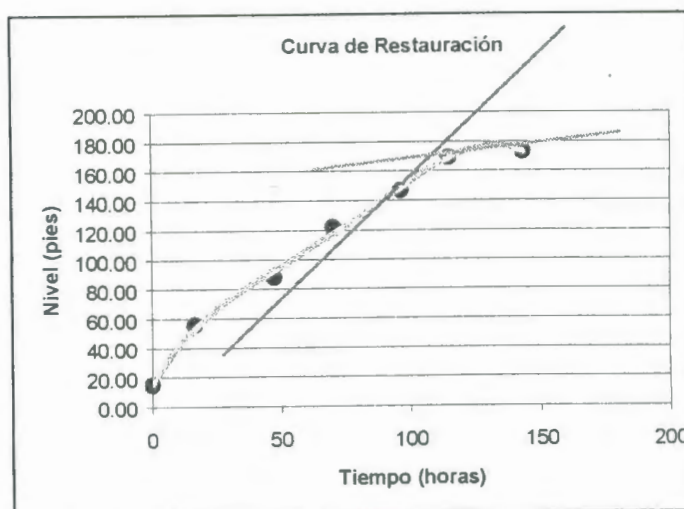
De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 80 horas.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

RESULTADOS DEL POZO

ANC1089



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico se debían recuperar 3.0 bls del espacio anular y se obtuvieron 5.0 bls durante el tiempo de trabajo del balancín.

RECOMENDACIONES:

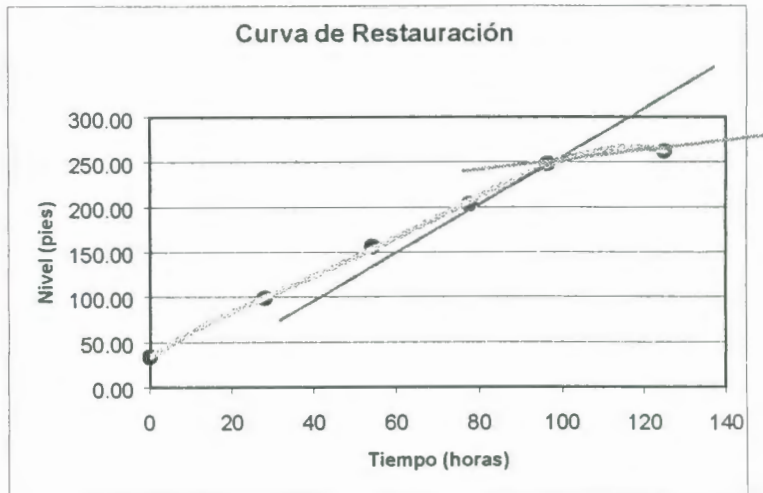
De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

RESULTADOS DEL POZO

ANC1298



OBSERVACIONES:

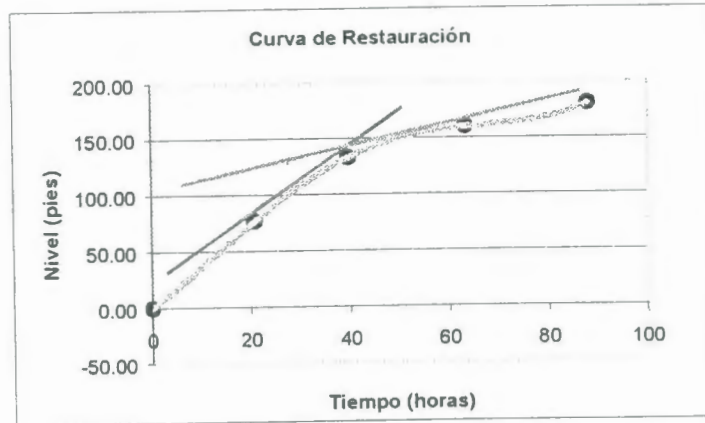
Por cálculo volumétrico se debían recuperar 5.71 bls del espacio anular pero se obtuvieron 7.04 bls durante el tiempo de trabajo del balancín. El exceso de producción se debe al aporte de la formación cuando el pozo se encontraba produciendo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC1415



OBSERVACIONES:

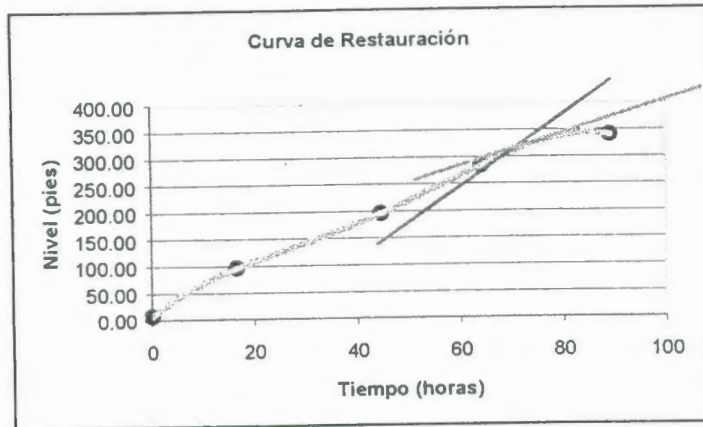
Por cálculo volumétrico se debían recuperar 3.52 bls del espacio anular pero se obtuvieron 5.6 bls. El exceso de producción se debe al aporte de la formación cuando el pozo fue puesto a producción.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 40 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANCC-038



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico se debían recuperar 12 bls en el espacio anular y se obtuvieron 11.52 bls durante el tiempo de trabajo del balancín.

La producción final es equivalente al valor obtenido mediante cálculo volumétrico, se recupera el 100% del nivel en el espacio anular.

Se puede concluir también que el aporte de la formación es muy lento lo que hace que la producción debido a este factor sea insignificante.

RECOMENDACIONES:



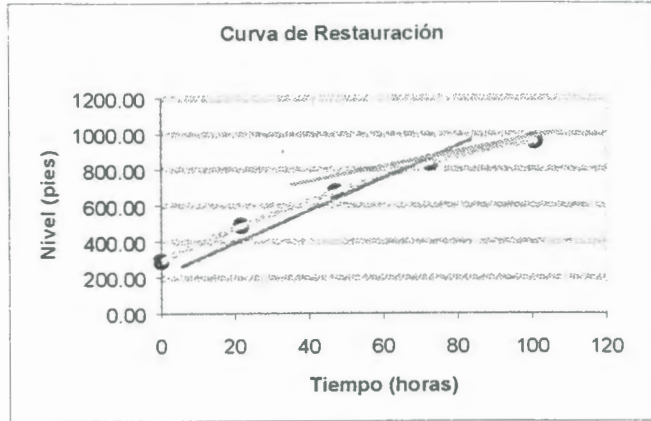
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 70 horas.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

RESULTADOS DEL POZO ANCC-040



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico se debían recuperar 10 bls del espacio anular pero se obtuvieron 41 bls durante el tiempo de trabajo del balancín.

El pozo posee un corte de agua muy alto lo que hace que la producción de agua sea muy elevada.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 80 horas.

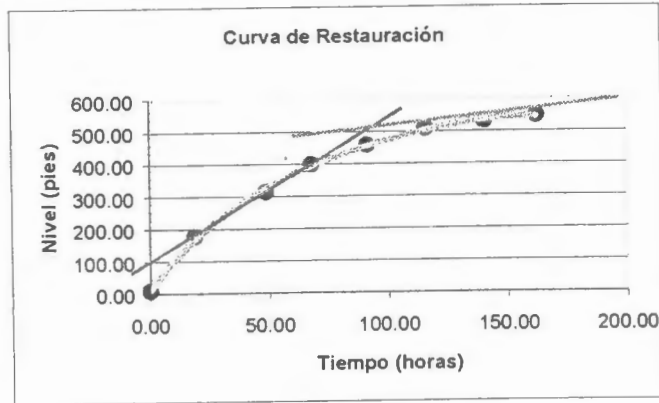


**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Se debe considerar alargar el tiempo de producción de este pozo ya que no agota nivel.

RESULTADOS DEL POZO

ANC2008



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico se debían recuperar 9 bls del espacio anular pero se obtuvieron 48.2 bls. Se estima que el exceso de producción se obtiene debido a que el aporte de la formación es considerable y se hace visible aún cuando el pozo se encuentra produciendo, originando producción adicional que se suma a la almacenada inicialmente en el espacio anular.

RECOMENDACIONES:

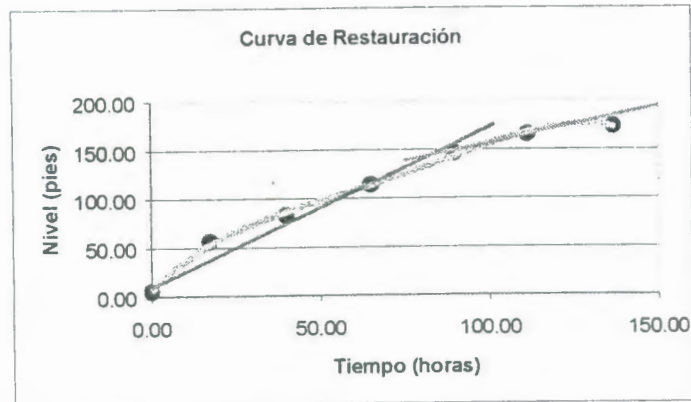
De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 80 horas.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

RESULTADOS DEL POZO

ANC1293



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico, se debían recuperar 4.0 bls en el espacio anular pero se obtuvieron 5.6 bls. El exceso de producción se debe al aporte de la formación cuando el pozo está produciendo.

RECOMENDACIONES:

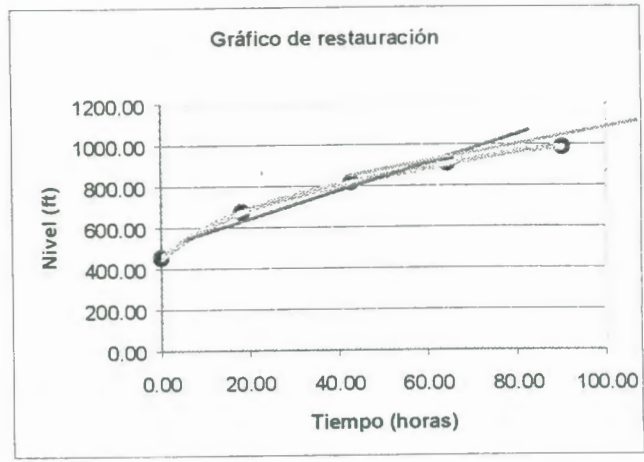
De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

RESULTADOS DEL POZO

ANCC-056



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico se debían recuperar 11.5 bls en el espacio anular pero se obtuvieron 16.64 bls. El exceso de producción se debe al aporte adicional de la formación.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 76 horas.

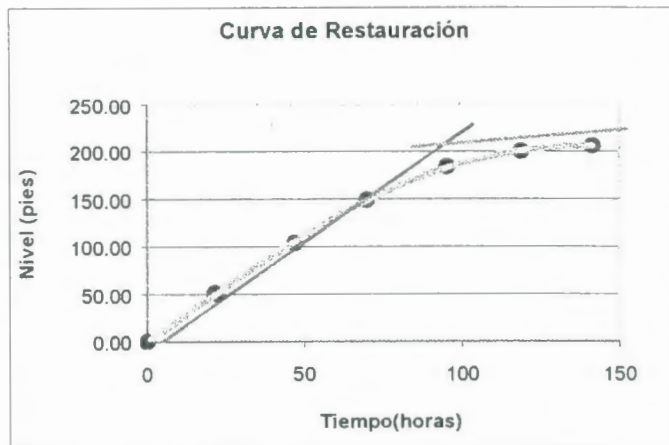
El pozo no agota nivel por lo tanto se recomienda colocar durante más tiempo el balancín portátil o en su lugar un balancín fijo.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

RESULTADOS DEL POZO

ANC1793



OBSERVACIONES:

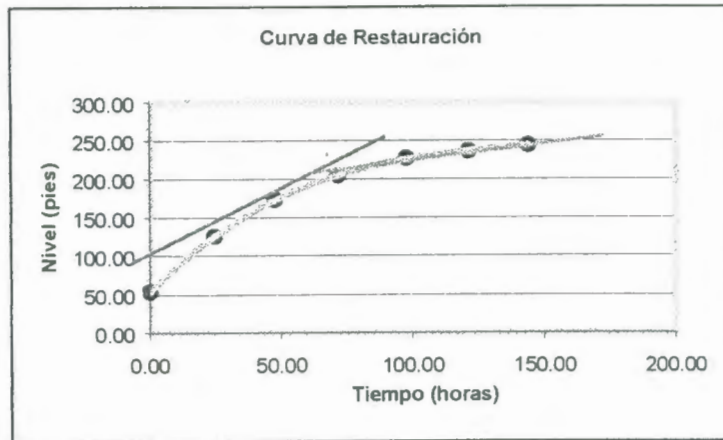
Por cálculo volumétrico en el espacio anular existían 2.84 bls pero se recuperaron 4.96 bls, se estima que el exceso de producción se obtuvo debido al buen aporte de la formación cuya rata de afluencia es mayor que la rata de producción del pozo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC1709



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico se debían recuperar 3.1 bls del espacio anular pero se obtuvieron 7 bls durante el tiempo de trabajo del balancín. El exceso de producción se debe al aporte adicional de la formación cuando el pozo se encontraba produciendo.

RECOMENDACIONES:

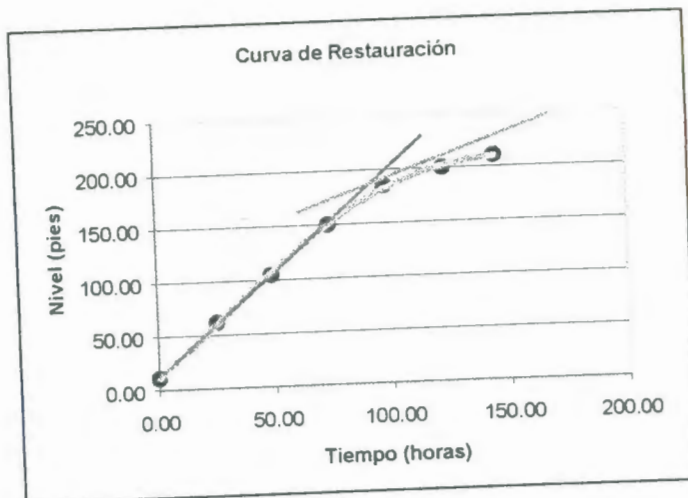
De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

RESULTADOS DEL POZO

ANC1832



OBSERVACIONES:

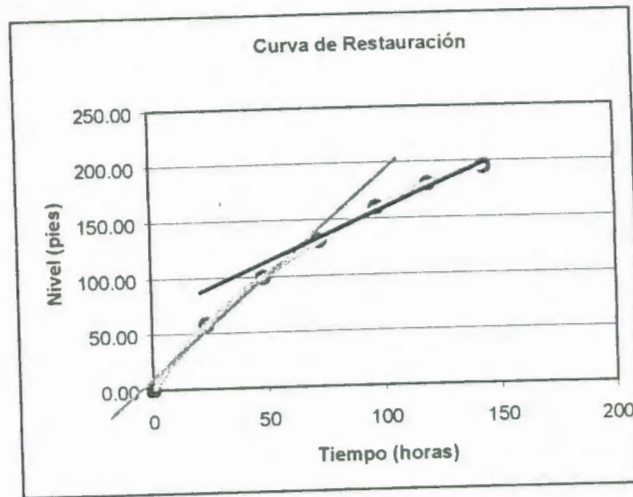
Por cálculo volumétrico en el espacio anular existían 3.48 bls pero se recuperaron 4 bls. Se produce todo el nivel de la tubería más un pequeño aporte de la formación.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación de nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC1845



OBSERVACIONES:

Por cálculo volumétrico se debían recuperar 3 bls en el espacio anular y se obtuvieron 4 bls. El exceso de producción se debe al aporte de la formación.

No se pudo continuar con la restauración debido a que se coloca balancín. El pozo presenta recuperación buena de nivel ya que faltó tiempo para que la pendiente de recuperación se hiciera cero.

RECOMENDACIONES:

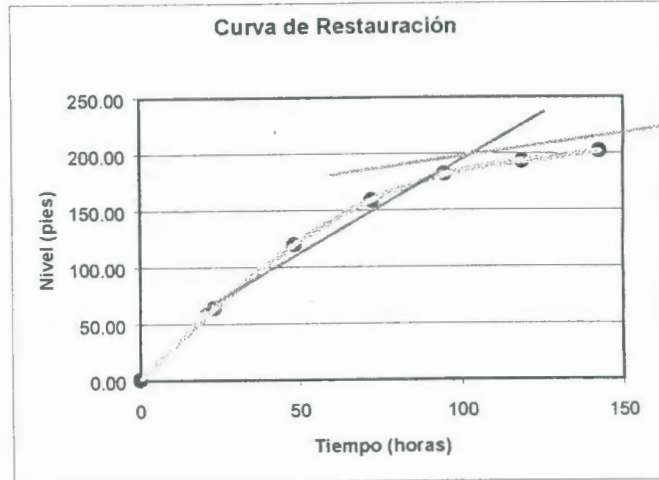
Se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea de 120 horas.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

RESULTADOS DEL POZO

ANC1838



OBSERVACIONES:

$$y = 6E-07x^4 - 0.0001x^3 - 0.001x^2 + 2.7965x + 1.0858$$

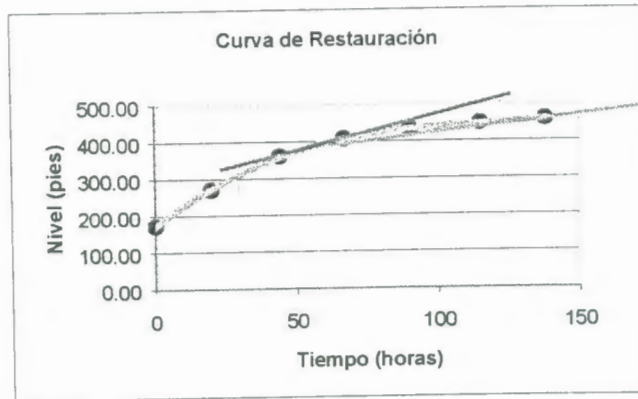
Por cálculo volumétrico se debían recuperar 3 bls en el espacio anular pero se obtuvieron 4 bls cuando el pozo estuvo produciendo. El exceso de producción se debe al aporte adicional generado por la formación.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.

RESULTADOS DEL POZO

ANC0656



OBSERVACIONES:

$$y = 4E-07x^4 + 2E-05x^3 - 0.0369x^2 + 5.7836x + 172.31$$

Por cálculo volumétrico existían originalmente 23.1 bls en el espacio anular pero se obtuvieron 17.75 bls. El déficit de producción corresponde a que no se agotó el nivel del pozo.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo con la intersección de las pendientes para la recuperación del nivel se recomienda que el tiempo óptimo de restauración del pozo sea 100 horas.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

CAPITULO V

ANALISIS DEL SISTEMA DE BOMBEO MECANICO PORTATIL

5.1 Análisis del equipo de subsuelo

En el capítulo anterior solamente se consideró la restauración de nivel como el único parámetro para definir cuando un pozo debe ser nuevamente puesto en producción con su balancín portátil correspondiente, así como se hicieron inferencias sobre causas probables por las cuales un pozo puede no haber producido el valor esperado por cálculo volumétrico, sin embargo, se deben tener presentes otros factores que tienen relación con el yacimiento, con los fluidos a extraer, con el equipo de subsuelo y con el equipo de superficie.

Tanto en la superficie como en el subsuelo los equipos que constituyen el bombeo mecánico se deben diseñar de acuerdo a ciertos parámetros. Se determinará a continuación las características óptimas de diseño para los pozos que han sido seleccionados para que produzcan periódicamente con la implementación de balancines portátiles. Inicialmente se analizará la instalación actual de subsuelo, luego se harán las sugerencias respectivas, todo este trabajo se elaborará de acuerdo a la norma API RP11L, para lo cual se utilizará el software APISROD. A continuación se presenta el análisis respectivo para cada pozo.

5.1.1 Análisis de cada Pozo

ANALISIS DEL POZO ANC0238

DATOS GENERALES		
°API:	36	
SG fluido:	0.845	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	700	pies
Profundidad de bomba @	932	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	11	SPM
Carrera actual:	23	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 5 ó 6 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
13 3/8"	0	400'
10 1/2"	0	993'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	932'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	907 pies
Nivel dinámico:	25 pies
Pwh:	3.7 psi
P nivel:	7.44 psi
P gas:	3.78 psi
Pwf:	14.92 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	789 pies
Nivel estático:	143 pies
Pwh:	3.4 psi
P nivel:	52.31 psi
P gas:	3.46 psi
Pws:	59.17 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	7 BFPD
Q _o :	7 BPPD
Q max vogel:	7.78 BFPD
IP:	0.158 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo cerca de su potencial, sin embargo, si se considera que por cálculo volumétrico se debían obtener 11.75 Bls se puede afirmar que está produciendo por debajo de este. La eficiencia volumétrica de la bomba es del 20%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón mixto para control de lodo.
- Luz entre pistón y barril de 0.006 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 348' de varillas de 3/4"
- 584' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 25%.
- La potencia en el motor se reduzca en un 60%, con lo que se requerirían 0.2 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC0655

DATOS GENERALES		
°API:	36.05	
SG fluido:	0.845	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2100 pies	
Profundidad de bomba @	2332 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	11	SPM
Carrera actual:	23	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 5 ó 6 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	2948'
7"	2941'	3396'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2332'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	687'
5/8"	687'	2332'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2259 pies
Nivel dinámico:	73 pies
Pwh:	35.00 psi
P nivel:	22.00 psi
P gas:	36.91 psi
Pwf:	93.91 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2167 pies
Nivel estático:	165 pies
Pwh:	60.70 psi
P nivel:	60.34 psi
P gas:	63.88 psi
Pws:	184.92 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	6 BFPD
Q _o :	5 BPPD
Q max vogel:	8.64 BFPD
IP:	0.0667 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 16%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 870' de varillas de 3/4"
- 1462' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 30%.
- La potencia en el motor se reduzca en un 50%, con lo que se requerirían 0.4 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC0134

DATOS GENERALES		
°API:	32.1	
SG fluido:	0.865	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1500 pies	
Profundidad de bomba @	1914 pies	
Tipo de Bomba:	20-150-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	11	SPM
Carrera actual:	23	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 5 ó 6 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
13"	0	587'
9"	543'	2005'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	1914'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	240'
5/8"	240'	1914'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	1904 pies
Nivel dinámico:	10 pies
Pwh:	2.50 psi
P nivel:	3.17 psi
P gas:	2.61 psi
Pwf:	8.28 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	1796 pies
Nivel estático:	118 pies
Pwh:	2.90 psi
P nivel:	44.19 psi
P gas:	3.02 psi
Pws:	50.11 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	4 BFPD
Qo:	4 BPPD
Q max vogel:	4.23 BFPD
IP:	0.0956 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por encima de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 9%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-150-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 800' de varillas de 3/4"
- 1114' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 17%.
- La potencia se reduzca en un 44%, con lo que se requerirían 0.5 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC0121

DATOS GENERALES		
°API:	39.1	
SG fluido:	0.829	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1740 pies	
Profundidad de bomba @	2133 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	11	SPM
Carrera actual:	23	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 5 ó 6 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	1735'
5 3/4"	1702'	2401'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2133'
Varillas:	Desde:	Hasta:
5/8"	0	2133'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2117 pies
Nivel dinámico:	16 pies
Pwh:	2.00 psi
P nivel:	4.72 psi
P gas:	2.10 psi
Pwf:	8.82 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	1982 pies
Nivel estático:	151 pies
Pwh:	2.00 psi
P nivel:	54.23 psi
P gas:	2.09 psi
Pws:	58.32 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	7 BFPD
Q _o :	7 BPPD
Q max vogel:	7.35 BFPD
IP:	0.1414 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 22%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, actualmente solo se tienen varillas de 5/8, lo adecuado sería:

- 796' de varillas de 3/4"
- 1337' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 41%.
- La potencia en el motor se reduzca en un 43%, con lo que se requerirían 0.4 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC0114

DATOS GENERALES		
°API:	40	
SG fluido:	0.825	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2000 pies	
Profundidad de bomba @	2839 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	11	SPM
Carrera actual:	23	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 5 ó 6 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
15 1/2"	0	24'
10 3/4"	0	1824'
8 5/8"	1676'	2887'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2839'
Varillas:	Desde:	Hasta:
5/8"	0	2839'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2819 pies
Nivel dinámico:	20 pies
Pwh:	2.90 psi
P nivel:	5.98 psi
P gas:	3.09 psi
Pwf:	11.97 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2699 pies
Nivel estático:	140 pies
Pwh:	3.50 psi
P nivel:	50.02 psi
P gas:	3.73 psi
Pws:	57.25 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	5 BFPD
Qo:	5 BPPD
Q max vogel:	5.41 BFPD
IP:	0.1105 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 18%.

RECOMENDACIONES:

- Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.
- Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.
- Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.



BIBLIOTECA FIC¹
ESPOL

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Se sugiere utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API:

- 1059' de varillas de 3/4"
- 1780' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 24%.
- La potencia se reduzca en un 88.%, con lo que se requerirían 0.1 HF para el motor.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

ANALISIS DEL POZO ANC0656

DATOS GENERALES		
°API:	37.35	
SG fluido:	0.838	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2490 pies	
Profundidad de bomba @	2471 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RSAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	11	SPM
Carrera actual:	23	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 5 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
10 3/4"	0	2838'
8 5/8"	2838'	3010'
7"	3010'	3157'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2471'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	950'
5/8"	950'	2471'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2291 pies
Nivel dinámico:	180 pies
Pwh:	1.00 psi
P nivel:	54.56 psi
P gas:	1.05 psi
Pwf:	56.61 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2078 pies
Nivel estático:	393 pies
Pwh:	7.16 psi
P nivel:	142.61 psi
P gas:	7.51 psi
Pws:	157.28 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	17.75 BFPD
Q _o :	10 BPPD
Q max vogel:	21.54 BFPD
IP:	0.1767 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 19%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.



**BIBLIOTECA FIC1
ESPOL**

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 36%.
- La potencia en el motor se reduzca en un 50%.

ANALISIS DEL POZO TIG0051

DATOS GENERALES		
°API:	36.8	
SG fluido:	0.841	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1500 pies	
Profundidad de bomba @	3604 pies	
Tipo de Bomba:	25-175-RHAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	13	SPM
Carrera actual:	30	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 5 ó 6 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
13 3/8"	0	77'
8 5/8"	0	2141'
6 5/8"	2117'	3689'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	3604'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1672'
5/8"	1672'	3604'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	3413 pies
Nivel dinámico:	191 pies
Pwh:	1.00 psi
P nivel:	57.89 psi
P gas:	1.08 psi
Pwf:	60.0 psi

CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2826 pies
Nivel estático:	778 pies
Pwh:	4.90 psi
P nivel:	283.23 psi
P gas:	5.23 psi
Pws:	293.36 psi

CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	28 BFPD
Q _o :	26 BPPD
Q max vogel:	30.25 BFPD
IP:	0.1201 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 19%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 36%.
- La potencia en el motor se reduzca en un 50%.

ANALISIS DEL POZO TIG0040

DATOS GENERALES		
°API:	37.7	
SG fluido:	0.836	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1780	pies
Profundidad de bomba @	3838	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	30	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 5 ó 6 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
9 5/8"	0	2022'
6 5/8"	2022'	3995'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	3838'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	3838'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	3538 pies
Nivel dinámico:	300.00 pies
Pwh:	7.00 psi
P nivel:	90.93 psi
P gas:	7.60 psi
Pwf:	105.54 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	3006 pies
Nivel estático:	832 pies
Pwh:	17.40 psi
P nivel:	301.28 psi
P gas:	18.67 psi
Pws:	337.35 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	25 BFPD
Q _o :	25 BPPD
Q max vogel:	14.54 BFPD
IP:	0.0540 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 19%.

RECOMENDACIONES:

- Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.
- Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.
- Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 36%.
- La potencia en el motor se reduzca en un 50%.



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

ANALISIS DEL POZO TIG0020

DATOS GENERALES		
°API:	38.65	
SG fluido:	0.832	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1810	pies
Profundidad de bomba @	3690	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	30	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 5 ó 6 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
11 3/4"	0	263'
8 5/8"	0	2189'
6 5/8"	2045'	4068'
5 3/4"	4068'	4203'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	3690'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1345'
5/8"	1345'	3690'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	3281 pies
Nivel dinámico:	409 pies
Pwh:	1.50 psi
P nivel:	123.88 psi
P gas:	1.62 psi
Pwf:	127 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2790 pies
Nivel estático:	900 pies
Pwh:	25.00 psi
P nivel:	324.08 psi
P gas:	26.7 psi
Pws:	375.78 psi
CALCULO DE IP y Q_{máx} vogel	
Q:	30 BFPD
Qo:	25 BPPD
Q max vogel:	17.85 BFPD
IP:	0.0606 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 63%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 20 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.003 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 1376' de varillas de 3/4"
- 2313' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 147%.
- La potencia se reduzca en un 60%, con lo que se requerirían 0.4 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO TIG0058

DATOS GENERALES		
°API:	37	
SG fluido:	0.840	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2500	pies
Profundidad de bomba @	4283	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	30	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 14 días	
# veces mes:	2	
Casing:	Desde:	Hasta:
13 3/8"	0	128'
5 1/2"	0	4532'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	4283'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1545'
5/8"	1545'	4283'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	4129 pies
Nivel dinámico:	153.53 pies
Pwh:	36.60 psi
P nivel:	46.53 psi
P gas:	40.34 psi
Pwf:	123.47 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	3781 pies
Nivel estático:	502 pies
Pwh:	40.40 psi
P nivel:	182.54 psi
P gas:	44.17 psi
Pws:	267.11 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	15 BFPD
Qo:	10 BPPD
Q max vogel:	20.16 BFPD
IP:	0.1042 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 30%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 20 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.003 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 1598' de varillas de 3/4"
- 2685' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 88%.
- La potencia se reduzca en un 63%, con lo que se requerirían 0.6 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO TIG0046

DATOS GENERALES		
°API:	37	
SG fluido:	0.840	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2100	pies
Profundidad de bomba @	3497	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	14	SPM
Carrera actual:	30	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 6 ó 7 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
13 3/8"	0	63'
9 5/8"	0	2364'
6 5/8"	2306'	3600'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	3497'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1536'
5/8"	1536'	3497'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	3184 pies
Nivel dinámico:	313 pies
Pwh:	6.60 psi
P nivel:	94.90 psi
P gas:	7.11 psi
Pwf:	108.61 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2916 pies
Nivel estático:	581 pies
Pwh:	6.60 psi
P nivel:	211.26 psi
P gas:	7.07 psi
Pws:	224.9 psi
CALCULO DE IP y Q_{máx} vogel	
Q:	11 BFPD
Q _o :	11 BPPD
Q max vogel:	7.66 BFPD
IP:	0.0472 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 23%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 20 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 1304' de varillas de 3/4"
- 2193' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 61%.
- La potencia se reduzca en un 67%, con lo que se requerirían 0.6 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC0650

DATOS GENERALES		
°API:	40	
SG fluido:	0.825	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2620	pies
Profundidad de bomba @	2817	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	14	SPM
Carrera actual:	36	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 7 días	
# veces mes:	3	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	3134'
5 3/4"	3084'	4560'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2817'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2687 pies
Nivel dinámico:	130 pies
Pwh:	2.40 psi
P nivel:	39.40 psi
P gas:	2.56 psi
Pwf:	44.36 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2499 pies
Nivel estático:	318 pies
Pwh:	2.50 psi
P nivel:	113.61 psi
P gas:	2.65 psi
Pws:	118.76 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	30 BFPD
Q _o :	20 BPPD
Q max vogel:	36.84 BFPD
IP:	0.4031 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 31%.

RECOMENDACIONES:

- Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.
- Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.
- Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 1051' de varillas de 3/4"
- 1766' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 65%.
- La potencia se reduzca en un 57%, con lo que se requerirían 0.9 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC0705

DATOS GENERALES		
°API:	36	
SG fluido:	0.845	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2233	pies
Profundidad de bomba @	2537	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	14	SPM
Carrera actual:	36	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 7 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	3016'
7"	2900'	3924'
4 3/4"	3990'	4221'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2537'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	910'
5/8"	910'	2537'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2438 pies
Nivel dinámico:	99 pies
Pwh:	69.00 psi
P nivel:	29.87 psi
P gas:	73.08 psi
Pwf:	171.95 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	1970 pies
Nivel estático:	567 pies
Pwh:	97.30 psi
P nivel:	207.40 psi
P gas:	101.92 psi
Pws:	406.62 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	33 BFPD
Q _o :	30 BPPD
Q max vogel:	42.43 BFPD
IP:	0.1402 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 46%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 946' de varillas de 3/4"
- 1591' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 94%.
- La potencia se reduzca en un 62%, con lo que se requerirían 0.8 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC3005

DATOS GENERALES		
°API:	36	
SG fluido:	0.845	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2217	pies
Profundidad de bomba @	2848	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	14	SPM
Carrera actual:	36	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 7 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
9 5/8"	0	523'
7"	513'	2641'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2848'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2763 pies
Nivel dinámico:	84.81 pies
Pwh:	33.70 psi
P nivel:	25.71 psi
P gas:	35.97 psi
Pwf:	95.38 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2525 pies
Nivel estático:	323 pies
Pwh:	38.90 psi
P nivel:	118.15 psi
P gas:	41.28 psi
Pws:	198.33 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	12.6 BFPD
Q _o :	11.5 BPPD
Q max vogel:	17.39 BFPD
IP:	0.1222 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 18%.

RECOMENDACIONES:

- Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.
- Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.
- Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 1062' de varillas de 3/4"
- 1786' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 38%.
- La potencia se reduzca en un 59%, con lo que se requerirían 0.9 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC1266

DATOS GENERALES		
°API:	34.88	
SG fluido:	0.850	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	4145 pies	
Profundidad de bomba @	4343 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	14	SPM
Carrera actual:	36	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 8 días	
# veces mes:	3	
Casing:	Desde:	Hasta:
9 5/8"	0	470'
5 1/2"	0	4763'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	4343'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1462'
5/8"	1462'	4343'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	4011 pies
Nivel dinámico:	332 pies
Pwh:	3.40 psi
P nivel:	100.51 psi
P gas:	3.48 psi
Pwf:	107.4 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	3743 pies
Nivel estático:	600 pies
Pwh:	3.50 psi
P nivel:	220.95 psi
P gas:	3.82 psi
Pws:	228.27 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	14.19 BFPD
Qo:	10.11 BPPD
Q max vogel:	19.48 BFPD
IP:	0.1176 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 19%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 1620' de varillas de 3/4"
- 2723' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 49%.
- La potencia se reduzca en un 62%, con lo que se requeriría 1 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC0458

DATOS GENERALES		
°API:	37.8	
SG fluido:	0.836	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	3000 pies	
Profundidad de bomba @	3250 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	14	SPM
Carrera actual:	36	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 8 días	
# veces mes:	3	
Casing:	Desde:	Hasta:
10 3/4"	0	2990'
8 5/8"	2882'	3256'
5 3/4"	3204'	3844'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	3250'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	3232 pies
Nivel dinámico:	18 pies
Pwh:	1.20 psi
P nivel:	5.55 psi
P gas:	1.30 psi
Pwf:	8.05 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2910 pies
Nivel estático:	340 pies
Pwh:	93.80 psi
P nivel:	123.05 psi
P gas:	100.46 psi
Pws:	317.31 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	34.42 BFPD
Q _o :	19.34 BPPD
Q max vogel:	34.61 BFPD
IP:	0.1134 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 32%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 1212' de varillas de 3/4"
- 2038' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 70%.
- La potencia se reduzca en un 57%, con lo que se requeriría 1 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC1934

DATOS GENERALES		
°API:	38.7	
SG fluido:	0.831	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2233	pies
Profundidad de bomba @	3823	pies
Tipo de Bomba:	20-150-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	15	SPM
Carrera actual:	36	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 8 días	
# veces mes:	3	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	408'
4 1/2"	0	4313'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	3823'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1165'
5/8"	1165'	3823'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	3797 pies
Nivel dinámico:	25 pies
Pwh:	18.20 psi
P nivel:	7.70 psi
P gas:	19.9 psi
Pwf:	45.8 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2910 pies
Nivel estático:	340 pies
Pwh:	93.80 psi
P nivel:	123.05 psi
P gas:	100.46 psi
Pws:	317.31 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	7 BFPD
Q _o :	6 BPPD
Q max vogel:	7.70 BFPD
IP:	0.0486 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 8%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-150-RWAC-12-4.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 1598' de varillas de 3/4"
- 2225' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 25%.
- La potencia se reduzca en un 67%, con lo que se requerirían 1.1 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC1832

DATOS GENERALES		
°API:	40	
SG fluido:	0.825	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1000	pies
Profundidad de bomba @	1093	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 6 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
5"	0	1200'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	1093'
Varillas:	Desde:	Hasta:
5/8"	0	1093'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	961 pies
Nivel dinámico:	132 pies
Pwh:	3.50 psi
P nivel:	40.05 psi
P gas:	3.58 psi
Pwf:	47.13 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	856 pies
Nivel estático:	237 pies
Pwh:	3.50 psi
P nivel:	84.67 psi
P gas:	3.57 psi
Pws:	91.74 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	4 BFPD
Q _o :	4 BPPD
Q max vogel:	5.83 BFPD
IP:	0.0896 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 5%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.007 pulgadas.

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 11%.
- La potencia se reduzca en un 62%, con lo que se requerirían 0.5 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC1845

DATOS GENERALES		
°API:	36	
SG fluido:	0.845	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	900	pies
Profundidad de bomba @	986	pies
Tipo de Bomba: 20-125-RWAC-8-3		
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 6 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
5"	0	1200'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	986'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	356'
5/8"	356'	986'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	866 pies
Nivel dinámico:	120 pies
Pwh:	3.60 psi
P nivel:	36.30 psi
P gas:	3.67 psi
Pwf:	43.57 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	785 pies
Nivel estático:	201 pies
Pwh:	3.60 psi
P nivel:	73.52 psi
P gas:	3.65 psi
Pws:	80.77 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	4 BFPD
Q _o :	4 BPPD
Q max vogel:	6.06 BFPD
IP:	0.1074 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 6%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.007 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 368' de varillas de 3/4"
- 618' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 11%.
- La potencia se reduzca en un 64%, con lo que se requerirían 0.5 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC1838

DATOS GENERALES		
°API:	36	
SG fluido:	0.845	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	700	pies
Profundidad de bomba @	866	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 6 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
5"	0	1200'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	866'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	204'
5/8"	204'	866'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	786 pies
Nivel dinámico:	80 pies
Pwh:	3.20 psi
P nivel:	24.27 psi
P gas:	3.25 psi
Pwf:	30.72 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	666 pies
Nivel estático:	200 pies
Pwh:	3.40 psi
P nivel:	73.16 psi
P gas:	3.45 psi
Pws:	80.01 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	4 BFPD
Q _o :	4 BPPD
Q max vogel:	4.97 BFPD
IP:	0.0811 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 19%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.007 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 323' de varillas de 3/4"
- 543' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 11%.
- La potencia se reduzca en un 64.%, con lo que se requerirían 0.5 HP'.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

ANALISIS DEL POZO ANC1793

DATOS GENERALES		
°API:	36	
SG fluido:	0.845	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1000	pies
Profundidad de bomba @	1251	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 6 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
5"	0	1384'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	1251'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1200'
5/8"	1200'	1251'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	1158 pies
Nivel dinámico:	93 pies
Pwh:	3.40 psi
P nivel:	28.17 psi
P gas:	3.45 psi
Pwf:	35.02 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	1058 pies
Nivel estático:	193 pies
Pwh:	0.50 psi
P nivel:	70.60 psi
P gas:	0.51 psi
Pws:	71.61 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	4.96 BFPD
Q _o :	4 BPPD
Q max vogel:	3.99 BFPD
IP:	0.0776 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 6%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.006 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 762' de varillas de 3/4"
- 890' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 11%.
- La potencia se reduzca en un 60%, con lo que se requerirían 0.6 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC1709

DATOS GENERALES		
°API:	36	
SG fluido:	0.845	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	600	pies
Profundidad de bomba @	905	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 6 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
5"	0	1000'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	905'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	125'
5/8"	125'	905'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	842 pies
Nivel dinámico:	63 pies
Pwh:	3.40 psi
P nivel:	19.24 psi
P gas:	3.46 psi
Pwf:	26.10 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	617 pies
Nivel estático:	288 pies
Pwh:	3.40 psi
P nivel:	105.35 psi
P gas:	3.44 psi
Pws:	112.19 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	7 BFPD
Q _o :	5 BPPD
Q max vogel:	3.40 BFPD
IP:	0.0360 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por encima de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 7%.

RECOMENDACIONES:

- Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.
- Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.
- Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.007 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API:

- 338' de varillas de 3/4"
- 567' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 14%.
- La potencia se reduzca en un 64%, con lo que se requerirían 0.5 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC1717

DATOS GENERALES		
°API:	40	
SG fluido:	0.825	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1019 pies	
Profundidad de bomba @	1095 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 6 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	433'
4 1/2"	0	2552'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	1095'
Varillas:	Desde:	Hasta:
5/8"	0	1095'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	1025 pies
Nivel dinámico:	70 pies
Pwh:	3.20 psi
P nivel:	21.09 psi
P gas:	3.27 psi
Pwf:	27.56 psi

CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	965 pies
Nivel estático:	130 pies
Pwh:	3.30 psi
P nivel:	46.44 psi
P gas:	3.37 psi
Pws:	53.11 psi

CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	4 BFPD
Q _o :	4 BPPD
Q max vogel:	5.87 BFPD
IP:	0.1565 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 6%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.007 pulgadas.

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 11%.
- La potencia se reduzca en un 64%, con lo que se requerirían 0.5 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC1219

DATOS GENERALES		
°API:	39.81	
SG fluido:	0.826	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2500	pies
Profundidad de bomba @	4327	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	14	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 14 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
13 3/8"	0	407'
6"	0	4504'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	4327'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1650'
5/8"	1650'	4327'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	4187 pies
Nivel dinámico:	140 pies
Pwh:	8.00 psi
P nivel:	42.43 psi
P gas:	8.83 psi
Pwf:	59.26 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	4151 pies
Nivel estático:	176 pies
Pwh:	28.20 psi
P nivel:	62.95 psi
P gas:	31.10 psi
Pws:	122.25 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	7 BFPD
Q _o :	6 BPPD
Q max vogel:	9.85 BFPD
IP:	0.1147 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 9%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 1614' de varillas de 3/4"
- 2713' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 30%.
- La potencia en el motor se reduzca en un 70%, con lo que se requeriría 1 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC1228

DATOS GENERALES		
°API:	40	
SG fluido:	0.825	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	3600	pies
Profundidad de bomba @	4024	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	13	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 14 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
13 3/8"	0	400'
6"	0	4085'
5"	4085'	4489'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	4024'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1524'
5/8"	1524'	4024'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	4011 pies
Nivel dinámico:	13 pies
Pwh:	1.00 psi
P nivel:	4.03 psi
P gas:	1.00 psi
Pwf:	6.03 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	3822 pies
Nivel estático:	202 pies
Pwh:	3.50 psi
P nivel:	72.17 psi
P gas:	3.83 psi
Pws:	79.50 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	6 BFPD
Qo:	5 BPPD
Q max vogel:	6.12 BFPD
IP:	0.0820 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 8%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.003 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API:

- 1501' de varillas de 3/4"
- 2523' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 23%.
- La potencia se reduzca en un 66%, con lo que se requeriría 1 HP para el motor.



BIBLIOTECA TIC
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC0587

DATOS GENERALES		
°API:	40	
SG fluido:	0.825	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	3000 pies	
Profundidad de bomba @	3345 pies	
Tipo de Bomba: 20-125-RWAC-12-4		
Velocidad de bombeo:	13	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 6 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	2721'
5 9/16"	2686'	3705'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	3345'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	3118 pies
Nivel dinámico:	226.56 pies
Pwh:	3.40 psi
P nivel:	68.67 psi
P gas:	3.65 psi
Pwf:	75.72 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2627 pies
Nivel estático:	718 pies
Pwh:	3.50 psi
P nivel:	256.51 psi
P gas:	3.72 psi
Pws:	263.73 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	20 BFPD
Q _o :	20 BPPD
Q max vogel:	11.40 BFPD
IP:	0.0532 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 29%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.
-

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 1248' de varillas de 3/4"
- 2097' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 72%.
- La potencia se reduzca en un 65%, con lo que se requerirían 0.9 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOIL

ANALISIS DEL POZO ANC0709

DATOS GENERALES		
°API:	40	
SG fluido:	0.825	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	3000 pies	
Profundidad de bomba @	4375 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 5 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	3092'
6"	3044'	4500'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	4375'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1620'
5/8"	1620'	4375'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	4341 pies
Nivel dinámico:	34 pies
Pwh:	1.40 psi
P nivel:	10.29 psi
P gas:	1.55 psi
Pwf:	13.24 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	3903 pies
Nivel estático:	472 pies
Pwh:	37.00 psi
P nivel:	168.63 psi
P gas:	40.56 psi
Pws:	246.19 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	13 BFPD
Q _o :	10 BPPD
Q max vogel:	6.59 BFPD
IP:	0.0283 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 18%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API:

- 1632' de varillas de 3/4"
- 2743' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 52%.
- La potencia se reduzca en un 63%, con lo que se requeriría 1 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC1226

DATOS GENERALES		
°API:	40	
SG fluido:	0.825	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2300	pies
Profundidad de bomba @	3558	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	13	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 5 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
13 3/8"	0	401'
5"	0	4485'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	3558'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1352'
5/8"	1352'	3558'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	3477 pies
Nivel dinámico:	80.69 pies
Pwh:	2.60 psi
P nivel:	24.46 psi
P gas:	2.82 psi
Pwf:	29.88 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	3113 pies
Nivel estático:	445 pies
Pwh:	3.30 psi
P nivel:	158.98 psi
P gas:	3.55 psi
Pws:	165.83 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	12 BFPD
Q _o :	12 BPPD
Q max vogel:	12.79 BFPD
IP:	0.0883 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo en su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 18%.

RECOMENDACIONES:

- Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.
- Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.
- Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.004 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API:

- 1327' de varillas de 3/4"
- 2230' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 47%.
- La potencia se reduzca en un 63%, con lo que se requerirían 1 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC2019

DATOS GENERALES		
°API:	36	
SG fluido:	0.845	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1700 pies	
Profundidad de bomba @	2690 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 5 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	162'
4 1/2"	0	3465'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2690'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2571 pies
Nivel dinámico:	119 pies
Pwh:	3.70 psi
P nivel:	35.93 psi
P gas:	3.93 psi
Pwf:	43.56 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2147 pies
Nivel estático:	543 pies
Pwh:	11.90 psi
P nivel:	198.62 psi
P gas:	12.51 psi
Pws:	223.03 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	19 BFPD
Qo:	9 BPPD
Q max vogel:	10.21 BFPD
IP:	0.0530 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 14%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 1003' de varillas de 3/4"
- 1687' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 29%.
- La potencia se reduzca en un 57%, con lo que se requerirían 0.9 HP para el motor.



BIBLIOTECA | FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC2008

DATOS GENERALES		
°API:	37.29	
SG fluido:	0.838	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2430	pies
Profundidad de bomba @	3280	pies
Tipo de Bomba: 20-125-RWAC-12-4		
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 5 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	160'
4 1/2"	0	3496'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	3280'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	3219 pies
Nivel dinámico:	61 pies
Pwh:	1.40 psi
P nivel:	18.37 psi
P gas:	1.51 psi
Pwf:	21.28 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2444 pies
Nivel estático:	836 pies
Pwh:	1.40 psi
P nivel:	303.46 psi
P gas:	1.48 psi
Pws:	306.38 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	15 BFPD
Q _o :	13 BPPD
Q max vogel:	7.63 BFPD
IP:	0.0263 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 21%.

RECOMENDACIONES:

- Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.
- Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.
- Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 1223' de varillas de 3/4"
- 2057' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 47%.
- La potencia se reduzca en un 58%, con lo que se requeriría 1 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC1293

DATOS GENERALES		
°API:	34.56	
SG fluido:	0.852	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2433	pies
Profundidad de bomba @	2559	pies
Tipo de Bomba: 20-125-RWAC-12-4		
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 5 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
9 5/8"	0	3431'
5 1/2"	0	3431'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2559'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	939'
5/8"	939'	2559'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2416 pies
Nivel dinámico:	143 pies
Pwh:	3.20 psi
P nivel:	43.39 psi
P gas:	3.38 psi
Pwf:	49.97 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2350 pies
Nivel estático:	209 pies
Pwh:	3.00 psi
P nivel:	77.11 psi
P gas:	3.17 psi
Pws:	83.28 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	5.6 BFPD
Qo:	5.6 BPPD
Q max vogel:	4.72 BFPD
IP:	0.0840 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 8%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API:

- 955' de varillas de 3/4"
- 1605' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 18%.
- La potencia se reduzca en un 62%, con lo que se requerirían 0.8 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANCC040

DATOS GENERALES		
°API:	37.66	
SG fluido:	0.836	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	2500 pies	
Profundidad de bomba @	2730 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 6 días	
# veces mes:	4	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	448'
4 1/2"	0	3883'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2730'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	943'
5/8"	943'	2730'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2447 pies
Nivel dinámico:	283 pies
Pwh:	3.20 psi
P nivel:	85.78 psi
P gas:	3.39 psi
Pwf:	92.37 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	1801 pies
Nivel estático:	929 pies
Pwh:	3.40 psi
P nivel:	336.48 psi
P gas:	3.54 psi
Pws:	343.42 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	41 BFPD
Q _o :	3 BPPD
Q max vogel:	23.07 BFPD
IP:	0.0816 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por encima de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 5%.

RECOMENDACIONES:

- Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.
- Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.
- Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-12-4.



**BIBLIOTECA FIC
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 1018' de varillas de 3/4"
- 1712' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 10%.
- La potencia se reduzca en un 62%, con lo que se requerirían 0.8 HP para el motor.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANCC038

DATOS GENERALES		
°API:	36.61	
SG fluido:	0.842	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1200 pies	
Profundidad de bomba @	1329 pies	
Tipo de Bomba:	20-150-RWAC-12-4	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 4 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
9 5/8"	0	2022'
6 5/8"	2022'	3995'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	1329'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	1329'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	1224 pies
Nivel dinámico:	105 pies
Pwh:	0.98 psi
P nivel:	31.90 psi
P gas:	1.00 psi
Pwf:	33.86 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	913 pies
Nivel estático:	416 pies
Pwh:	4.90 psi
P nivel:	151.62 psi
P gas:	4.95 psi
Pws:	161.47 psi
CALCULO DE IP y Q_{máx} vogel	
Q:	11.52 BFPD
Q _o :	4 BPPD
Q max vogel:	6.36 BFPD
IP:	0.0470 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por encima de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 4%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.



**BIBLIOTECA FICTICIA
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.007 pulgadas.

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 8%.
- La potencia se reduzca en un 61%, con lo que se requerirían 0.7 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC1298

DATOS GENERALES		
°API:	38.49	
SG fluido:	0.832	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1686	pies
Profundidad de bomba @	2668	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 4 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
9 5/8"	0	474'
5 1/2"	0	2944'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2668'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	2567 pies
Nivel dinámico:	101 pies
Pwh:	3.90 psi
P nivel:	30.65 psi
P gas:	4.14 psi
Pwf:	38.69 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	2366 pies
Nivel estático:	302 pies
Pwh:	4.60 psi
P nivel:	108.85 psi
P gas:	4.86 psi
Pws:	118.31 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	7.04 BFPD
Qo:	7.04 BPPD
Q max vogel:	4.14 BFPD
IP:	0.0442 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 11%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 995' de varillas de 3/4"
- 1673' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 22%.
- La potencia se reduzca en un 57%, con lo que se requerirían 0.9 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANCC056

DATOS GENERALES		
°API:	37.19	
SG fluido:	0.839	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	726	pies
Profundidad de bomba @	2191	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 4 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	203'
4 1/2"	0	2975'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	2191'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	1711 pies
Nivel dinámico:	480.00 pies
Pwh:	2.50 psi
P nivel:	145.49 psi
P gas:	2.60 psi
Pwf:	150.59 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	1125 pies
Nivel estático:	1066 pies
Pwh:	4.40 psi
P nivel:	387.18 psi
P gas:	4.52 psi
Pws:	396.09 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	16.64 BFPD
Qo:	4 BPPD
Q max vogel:	20.58 BFPD
IP:	0.0678 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 6%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 817' de varillas de 3/4"
- 1374' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 12%.
- La potencia se reduzca en un 56%, con lo que se requerirían 0.7 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC1089

DATOS GENERALES		
°API:	34.53	
SG fluido:	0.852	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	900	pies
Profundidad de bomba @	1238	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	42	pulg
Ciclo actual:	24h c/ 5 días	
# veces mes:	6	
Casing:	Desde:	Hasta:
7"	0	255'
5"	244'	1283'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	1238'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	0	381'
5/8"	381'	1238'

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	1198 pies
Nivel dinámico:	40 pies
Pwh:	3.50 psi
P nivel:	12.27 psi
P gas:	3.60 psi
Pwf:	19.37 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	1036 pies
Nivel estático:	202 pies
Pwh:	3.40 psi
P nivel:	74.54 psi
P gas:	3.48 psi
Pws:	81.42 psi
CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	5 BFPD
Q _o :	3 BPPD
Q max vogel:	5.51 BFPD
IP:	0.0805 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 4%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 26 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 10 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.006 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, la actual está desproporcionada, lo adecuado sería:

- 462' de varillas de 3/4"
- 776' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 8%.
- La potencia se reduzca en un 60%, con lo que se requerirían 0.6 HP para el motor.



**BIBLIOTECA FIC
ESPOL**

ANALISIS DEL POZO ANC0869

DATOS GENERALES		
°API:	34.7	
SG fluido:	0.851	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1400 pies	
Profundidad de bomba @	1590 pies	
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	20	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 4 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	405'
5 9/16"	391'	1700'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	1590'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	1449 pies
Nivel dinámico:	141 pies
Pwh:	0.80 psi
P nivel:	42.85 psi
P gas:	0.82 psi
Pwf:	44.48 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	1372 pies
Nivel estático:	218 pies
Pwh:	5.90 psi
P nivel:	80.37 psi
P gas:	6.1 psi
Pws:	92.28 psi
CALCULO DE IP y Qmáx vogel	
Q:	8.48 BFPD
Qo:	5 BPPD
Q max vogel:	5.91 BFPD
IP:	0.0888 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 15%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 593' de varillas de 3/4"
- 997' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 26%.
- La potencia se reduzca en un 40%, con lo que se requerirían 0.3 HP para el motor.

ANALISIS DEL POZO ANC1415

DATOS GENERALES		
°API:	36.79	
SG fluido:	0.841	
Tfondo:	75	°F
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp
Profundidad formación @	1302	pies
Profundidad de bomba @	1385	pies
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3	
Velocidad de bombeo:	12	SPM
Carrera actual:	20	pulg
Ciclo actual:	48h c/ 5 días	
# veces mes:	5	
Casing:	Desde:	Hasta:
8 5/8"	0	259'
5"	0	1882'
Tubing	Desde:	Hasta:
2 3/8"	0	1385'
Varillas:	Desde:	Hasta:
3/4"	¿?	¿?
5/8"	¿?	¿?

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	1316 pies
Nivel dinámico:	69 pies
Pwh:	3.30 psi
P nivel:	20.91 psi
P gas:	3.40 psi
Pwf:	27.6 psi
CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	1205 pies
Nivel estático:	180 pies
Pwh:	3.50 psi
P nivel:	65.53 psi
P gas:	3.6 psi
Pws:	72.62 psi
CALCULO DE IP y Qmáx vogel	
Q:	5.6 BFPD
Qo:	5.6 BPPD
Q max vogel:	6.92 BFPD
IP:	0.1244 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo ligeramente por debajo de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 17%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.005 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 517' de varillas de 3/4"
- 868' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 29%.
- La potencia en el motor se reduzca en un 40%, con lo que se requerirían 0.3 HP para el motor.



BBL DTE/CA FICT
ESPOL

ANALISIS DEL POZO ANC0995

DATOS GENERALES				
°API:	32.54			
SG fluido:	0.863			
Tfondo:	75	°F		
Viscosidad @ Tfondo:	7	cp		
Profundidad formación @	635	pies		
Profundidad de bomba @	950	pies		
Tipo de Bomba:	20-125-RWAC-8-3			
Velocidad de bombeo:	15	SPM		
Carrera actual:	20	pulg		
Ciclo actual:	24h c/ 5 días			
# veces mes:	5			
Casing:	Desde:	Hasta:		
7"	0	1018'		
7"	261'	1018'		
Tubing	Desde:	Hasta:		
2 3/8"	0	950'		
Varillas:	Desde:	Hasta:		
3/4"	¿?	¿?		
5/8"	¿?	¿?		

CALCULO DE Pwf	
Nivel de Líquido @	940 pies
Nivel dinámico:	10 pies
Pwh:	3.50 psi
P nivel:	3.09 psi
P gas:	3.57 psi
Pwf:	10.16 psi

CALCULO DE Pws	
Nivel de Líquido @	834 pies
Nivel estático:	116 pies
Pwh:	3.50 psi
P nivel:	43.33 psi
P gas:	3.56 psi
Pws:	50.39 psi

CALCULO DE IP y Q _{máx} vogel	
Q:	4 BFPD
Q _o :	4 BPPD
Q max vogel:	4.31 BFPD
IP:	0.0994 B/D/psi

OBSERVACIONES:

El pozo está produciendo muy cerca de su potencial con una eficiencia volumétrica de la bomba del 9%.

RECOMENDACIONES:

Disminuir la carrera superficial a 18 pulgadas.

Reducir la velocidad de bombeo a 8 SPM.

Bajar una bomba del tipo: 20-125-RWAC-8-3.

- Pistón cromado ranurado.
- Luz entre pistón y barril de 0.007 pulgadas.

Utilizar una sarta combinada de acuerdo a lo señalado por el API, no se tienen datos de la actual, lo adecuado sería:

- 354' de varillas de 3/4"
- 596' de varillas de 5/8"

Con lo señalado anteriormente se lograría que:

- La eficiencia de la bomba sea del 20%.
- La potencia en el motor se reduzca en un 67%, con lo que se requerirían 0.2 HP para el motor.

5.2 Calendarios de Trabajo para Balancines Portátiles

El calendario de trabajo de un balancín portátil define el tiempo durante el cual un pozo debe ser puesto en producción y asimismo el tiempo durante el cual el pozo debe “descansar” y esperar la recuperación o restauración de nivel correspondiente, es decir, va íntimamente ligado con el ciclo de trabajo del pozo.

5.2.1 Calendarios Anteriores

Los calendarios previos a este estudio y los que se han ido modificando a medida que el presente trabajo tomaba forma se encuentran en el ANEXO 5

5.2.2 Calendarios Optimos Propuestos

Los calendarios óptimos propuestos (sugeridos) se encuentran en el ANEXO 5 y la metodología y los parámetros contemplados para su elaboración se detallan en el análisis de cada pozo.

5.2.2.1 Elaboración de Calendarios Optimos por Balancín



**BIBLIOTECA FICTICIA
ESPOL**

La elaboración del calendario para cada balancín portátil es función directa de los tiempos óptimos de restauración y producción obtenidos en el capítulo 3 que ya fueron analizados previamente, no obstante se debe considerar también, que un mismo balancín trabaja en seis o más pozos lo cual significa tomar en cuenta los valores de dichos parámetros para cada uno de esos pozos logrando finalmente determinar el ciclo que más le conviene a cada pozo y por consiguiente la elaboración del calendario adecuado.

Los calendarios óptimos propuestos más adelante se han realizado considerando la misma velocidad de bombeo del pozo y la misma carrera de la bomba que cuando se realizó el trabajo, sin tomar en cuenta las modificaciones sugeridas previamente.

Elaboración de Calendario Optimo Portátil No 1

Bajo los parámetros de diseño y la aplicación del software APISROD VI se ha determinado que los portátiles no deben permanecer más de 12 horas funcionando antes de agotar nivel.

Para ello se ha considerado una eficiencia de las bombas del 25% Con este corto tiempo de trabajo del balancín en el pozo aseguramos que la bomba



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

permanezca siempre con fluido. Y éste se acopla al tiempo óptimo de restauración.

Elaboración de Calendario Optimo Portátil No 2

Para el portátil No 2 se consideró mucho el nivel de los pozos, debido a que estos poseen una buena afluencia. Con los parámetros de diseño y la aplicación de los programas se ha determinado que el tiempo de permanencia del balancín en el pozo no debe superar las 24 horas, tomando en cuenta una eficiencia de las bombas del 20%.

Para este balancín, el tiempo óptimo de restauración por pozo es de 3 días promedio con 24 horas de trabajo.

Elaboración de Calendario Optimo Portátil No 3

De acuerdo con los cálculos volumétricos el análisis de restauración se determinó que estos pozos deben estar 24 horas funcionando a excepción del ANC1934 y ANC1266 que poseen poca afluencia y recuperación en el espacio anular.

Estos pozos recuperan nivel en 4 días, por lo que no es sino en este tiempo ñeque el balancín debe volver al pozo.

Elaboración de Calendario Optimo Portátil No 4

Para el portátil No 04 se recomienda esperar 4 días para la restauración y bajo el análisis de producción con un 20% de eficiencia de las bombas se ha recomendado que los pozos no deben trabajar más de 12 horas y para los pozos ANC1709, ANC1838 y ANC1793 24 horas.

Elaboración de Calendario Optimo Portátil No 5

Para este portátil se determinó que bajo el análisis de producción el pozo trabaja con el óptimo rendimiento dejando trabajar 24 horas y se deberá esperar 5 horas para la restauración. La bomba trabaja con el 17% de eficiencia para dicho caso.

Elaboración de Calendario Optimo Portátil No 6

Bajo el análisis de diseño y de acuerdo con los parámetros de producción y su nivel, este portátil deberá trabajar por 2 días consecutivos por excepción del ANC2008 que trabaja con eficiencia del 15%.



**BIBLIOTECA FIC
ESPOL**

Elaboración de Calendario Optimo Portátil No 7

Este portátil trabajará para extraer su producción en dos días para los pozos ANCC038 y ANCC056 debido que poseen buena afluencia y capacidad volumétrica en el espacio anular y se deberá esperar 3 a 4 días para la restauración del mismo. Según el diseño de la instalación y la producción la bomba trabaja con el 20 %

Elaboración de Calendario Optimo Portátil No 8

Para este portátil se consideró mucho la eficiencia de las bombas y la capacidad de producción de los pozos que recorre este portátil. Así se debe dejar trabajar 24 horas el balancín en el pozo y esperar 3 días para su restauración.



**BIBLIOTECA FIC
ESPOL**

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de este trabajo se da como conclusión lo siguiente:

Que los pozos de bajo potencial de producción y por ende con bajo índice de productividad obedecen a un patrón polinomial de restauración debido a las bajas presiones del reservorio y producciones. Esto influye directamente en los tiempos de trabajo de los balancines portátiles en los pozos.

Los diseños actuales que son mantenidos en el sistema, están sobredimensionados y se necesita que se realicen los ajustes necesarios para permanecer dentro de los parámetros de diseño API .

Las mayoría de las bombas de subsuelo trabajan con poco o nada de nivel dinámico, por lo cual las eficiencias de trabajo son bastante bajas, es muy común que se generen golpes de fluido o de gas, para evitar esto se recomienda bajar los golpes por minuto que es lo que se sugiere en cada pozo analizado.

Cuando se han determinado los ciclos de restauración se ha realizado un análisis de las unidades de bombeo portátiles, se han establecido los calendarios de acuerdo a



**BIBLIOTECA FIC1
ESPOL**

los tiempos óptimos de restauración. Esto optimizara el tiempo y dinero para producir un barril de petróleo y generara mayor rentabilidad al proceso de producción.

Se debe respetar el ciclo definido de cada pozo, porque su alteración genera baja producción y baja eficiencia de las bombas de subsuelo.

Se deben realizar revisiones periódicas de los niveles estáticos y dinámicos de los pozos, se sugiere que esto se haga cada seis meses y luego de relizado esto último se hará la modificación del ciclo correspondiente para cada pozo.

También se recomienda analizar el estado mecánico de los pozos con cartas dinamométricas para determinar posibles daños o peligros a que se esté sometiendo la bomba o todo el equipo de subsuelo.

Se recomienda hacer extensivo este trabajo para los demás sistemas de levantamiento artificial y generar programas generales de intervención diarios para todos los sistemas de extracción en todo el campo Ancón.

Se recomienda realizar un análisis costo beneficio de los resultados obtenidos de acuerdo al precio del crudo actual WTI para determinar el incremento de las ganancias con la aplicación de los calendarios sugeridos.

BIBLIOGRAFIA

1. BERGANTINO FRANCISCO, "Fundamentos de Bombeo mecánico", Segunda Edición 1995, Buenos Aires Argentina.
2. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE, API "Recommended practice for Design Calculations for Sucker Rod Pumping System", Third Edition , 1977 Washington, D.C.
3. VOGEL, J.V. "Inflow Performance Relationship for Solution and Gas Drive Wells", J PetroTech, Jan 1968
4. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE, API RP11L Analysis Socker Rod Pump.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

BIBLIOTECA FIC1
ESPOL



Estadística de Bombas

ANEXO I

Portátil No 1

POZO	FECHA ENTRADA	FECHA SALIDA	# BOMBA	DESCRIPCION BOMBA	LUZ PISTON	TIPO PISTON	FILTRO/ MALLA	DIAS DE TRABAJO	PROBLEMAS PRESENTADOS
ANC0238	10/02/2004	11/02/2005	2166	20-125-RWBC-8	0.002"	CROM RAN	SI		Barril, pistón y válvulas sucios con lodo y parafina, copas rayadas
	11/02/2005		140	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	SI		¿?
ANC0655	12/09/2002	26/10/2003	4019	20-125-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada
	26/10/2003	27/03/2004	1512	20-150-RWAC-8-3	¿?	SUAVE	SI		Bomba en mal estado
ANC0656	27/03/2005		4105	20-125-RWAC-8-3	¿?	CROM RAN	SI		Ninguno hasta la fecha
	05/01/2004		577	20-125-RSAC-8-2	¿?	SUAVE	SI		Ninguno hasta la fecha
ANC0134	29/03/2002	29/03/2003	10	20-125-RWBC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI	¿?	¿?
	29/03/2003	08/04/2003	2143	20-125-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada
	08/04/2003	09/06/2003	2141	20-125-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI		
	09/06/2003	10/06/2003	2111	20-125-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada, barril y pistón con escala
	11/06/2003	09/11/2003	2111	20-125-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada, barril y pistón con escala
	09/11/2003	24/03/2003	2167	20-125-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada
	24/03/2003	20/06/2003	2103	20-125-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada, pistón obstruido limalla.
	20/06/2003		2141	20-150-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI		Ninguno hasta la fecha
ANC0121	09/07/2004		4036	20-125-RWAC-8	0.002"	SUAVE	SI		
ANC0114	30/03/2003	31/03/2003	25A	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada
	31/03/2003	13/04/2003	2111	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada
	13/04/2003	¿?	12	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	SI		
	05/05/2003	07/06/2004	546	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba con agua y lodo

Portátil No 2

TIG0051	23/03/2003	24/03/2003	7001	25-175-RHAC-12-3	0.004"	CROM LISO	SI		?
	24/03/2003	27/03/2003	7000	25-175-RHAC-12-4	0.004"	CROM LISO	SI		Barril rayado
	08/04/2003	21/09/2003	7003	25-175-RHAC-8	0.004"	CROM LISO	SI		
	21/09/2003	23/05/2003	7000	25-150-RWAC-16	0.002"	CROM LISO	SI		Barril y piston sucios, válvulas sucias
	04/03/2003	04/03/2003	2100	20-175-RWAC-16-5	0.002"	CROM LISO	SI		Barril y piston sucios, válvulas sucias
	25/05/2003		4000	25-175-RHAC-12	0.004"	CROM LISO	SI		
TIG0040	03/01/2003	11/09/2003	2134	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM LISO	SI		?
	11/09/2003	19/03/2003	2049	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN	SI		
TIG0020	19/03/2003		2115	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN	SI		
	07/03/2004			20-125-RWAC-8-3		CROM RAN	SI		
TIG0058	15/06/2004	?	2004	20-125-RWAC-12-2	0.002"	CROM RAN	SI		
	01/02/2003	02/03/2003	2119	20-125-RWAC-12-4	0.002"	CROM RAN	SI		Fuga en válvulas
	02/03/2003	27/06/2003	2047	20-125-RWAC-12-4	0.002"	CROM RAN	SI		Fuga en pistón
	27/06/2004	09/05/2004	4011	20-150-RWAC-12-4	0.003"	CROM RAN	SI		Copas dañadas
	09/05/2004	05/09/2004	4033	20-125-RWAC-12-4		CROM RAN	SI		
TIG0046	05/09/2004		2159	20-125-RWAC-12-4	0.002"	CROM RAN	SI		Ninguno hasta la fecha
	18/07/2003	19/07/2003	2089	20-125-RWBC-12	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada
	19/07/2003		2174	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN	SI		

Portatil No 3

ANC0650	12/06/2003	?	546	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	?	?	?
ANC0705	?	?	?	?	?	?	?	?	?
ANC3005	27/12/2003	14/08/2003	4011	20-150-RWAC-12	0.003"	CROM LISO	SI		
	14/08/2004		2154	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM LISO	SI		
	?	?	?	?	?	?	?	?	?
ANC1266	?	13/01/2005	2191	?	?	?	?	?	Bomba con lodo, óxido y válvula viajera picada.
	13/01/2003		2165	20-125-RWAC-12-4	?	MIXTO	SI		Ninguno hasta la fecha.
	02/10/2003		2098	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN			
	01/10/2003	02/10/2003	2091	20-125-RWBC-12	0.002"				Bomba sucia con parafina
		26/03/2004	2172	20-125-RWAC-12	0.002"				Bomba embastionada con lodo
	26/03/2004	01/01/2005	2191	20-125-RWAC-12	0.002"				Válvulas picadas
ANC0458	?	?	?	20-125-RWAC-8-2	?	?	?	?	?
ANC1934	09/07/2004	?	3004	20-150-RWAC-12	0.003"	CROM RAN	?	?	?

Portátil No 4

ANC1832	?	?	?	?	?	?	?	?	?
ANC1845	11/12/2003		240	20-125-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI		Ninguno hasta la fecha
ANC1838		12/11/2004	566						Válvula fija picada
	12/11/2004		2135	20-125-RWAC-8-3	0.003"	CROM RAN	SI		Ninguno hasta la fecha
ANC1793	25/04/2003	?	302	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	?	?	?
ANC1709	28/02/2003	?	556	20-125-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN			Ninguno hasta la fecha
ANC1717	?	18/04/2004	2065	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	SI	?	Copas dañadas

Portátil No 5

ANC1219	?	26/05/2004	2201	?	?	?	SI	?	Varilla suelta y pistón desgastado
	26/05/2004		2134	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN	SI	?	Ninguno hasta la fecha
ANC1228	?	?	?	?	?	?	?	?	?
ANC0587	18/05/2003		2219	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN	SI	?	Ninguno hasta la fecha
ANC0709	16/05/2003		2168	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba en buenas condiciones
		17/08/2004	2163	20-125-RWAC-12	0.002"				Bomba embastionada
	17/08/2004		2223	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN	SI		Ninguno hasta la fecha
ANC1226	?	22/07/2004	A2	20-125-RWAC-12	0.002"	?	?	?	Se cambia cono con hilo dañado
	22/07/2004		2164	20-125-RWAC-12	0.002"				

Portátil No 6

ANC2019	26/09/2002	29/04/2002	4033	20-150-RWAC-12	0.003"	CROM RAN	SI		Desgaste de copas, piston y barril dañados, EMB
	29/04/2003		2216	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN	SI	?	Ninguno hasta la fecha
ANC2008	26/07/2003	27/07/2003	2155	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN			Bomba embastionada, varillon torcido, escala, pistón y barril sucios
	09/12/2003	28/08/2003	2148	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN			Bomba embastionada
	27/07/2003	28/01/2004	2502	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN			Bomba embastionada, presencia de óxido y agua, se limpió y sigue trabajando.
	28/01/2004	04/07/2003	2175	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN			Bomba embastionada con lodo, asiento preso en la bomba, cilindro y pistón desgastados, bolas oxidadas.
	01/07/2003		2124	20-125-RWAC-12-4	0.002"	CROM LISO			
ANC1293		01/12/2004	4105						Bomba dañada, válvulas picadas y con cauchos
	01/12/2004		2132	20-125-RWAC-12-4	0.002"	CROM RAN	SI		Ninguno hasta la fecha
ANCC040	08/01/2004	?	10A	20-125-RWAC-12	0.002"	CROM RAN	SI	?	?

Portátil No 7

ANCC038	?	?	?	?	?	?	?	?	?
ANC1298		21/06/2003	512	20-125-RWAC-8	?	?	?	?	Bomba embastionada
	21/06/2003		570	20-125-RWAC-8	?	CROM RAN	SI	?	Ninguno hasta la fecha
ANCC056	29/08/2003	07/04/2003	506	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada
	04/04/2003	05/12/2004	240	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	SI	?	Copas dañadas, válvulas picadas, lodo
	05/12/2004	02/07/2004	536	20-125-RWAC-8-3	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba con desgaste en pistón
	02/07/2004		512	20-125-RWAC-8-1 1/4	0.002"	CROM RAN	SI		Bomba embastionada

Portatil No 8

ANC1089	?	?	?	?	?	?	?	?	?
ANC0869	20/04/2003		579	20-125-RWAC-8-3	?	CROM RAN	SI	?	Ninguno hasta la fecha
ANC1415		12/06/2003	33	RWAC-2 1/4-8	?	?	?	?	?
	12/06/2003		2142	20-125-RWAC-8-3	?	CROM RAN	SI	?	Ninguno hasta la fecha
ANC0995	29/08/2003	04/10/2004	504	20-125-RWAC-8	0.002"	CROM RAN	SI	?	Bomba embastionada con escala

ANEXO 2

Manual del Software TWM (Total Well Management)



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

MANUAL DEL SOFTWARE TOTAL WELL MANAGEMENT

Para la realización de este trabajo se utilizó el software TWM (Total Well Management) que analiza los niveles así mismo como las cartas dinamométricas.

Para ponerlo en práctica se dictó una breve charla de la utilización del equipo así como el funcionamiento del software. A continuación se presenta un procedimiento para la utilización del programa, el cual se ha redactado como instructivo para manejo del equipo. Antes de utilizar el equipo se debe estudiar toda la técnica relevante y la literatura de seguridad relacionada a la operación del mismo, debido a que se podrían descalibrar los sensores si no se procede correctamente.

Todas las interpretaciones son opiniones basadas en inferencias de medidas eléctricas y no se puede garantizar la precisión o corrección de cualquier interpretación.

Antes de empezar a utilizar el equipo, se debe estar familiarizado con éste. Y también el tener al menos un conocimiento básico de computación.

El software se lo puede adquirir gratuitamente en la página: <http://www.kennametal.com> y se lo puede instalar directamente a su máquina. El usuario debe saber que si se necesita analizar el nivel o registrar una carta dinamométrica de un pozo, deberá adquirir el analizador y el equipo completo.

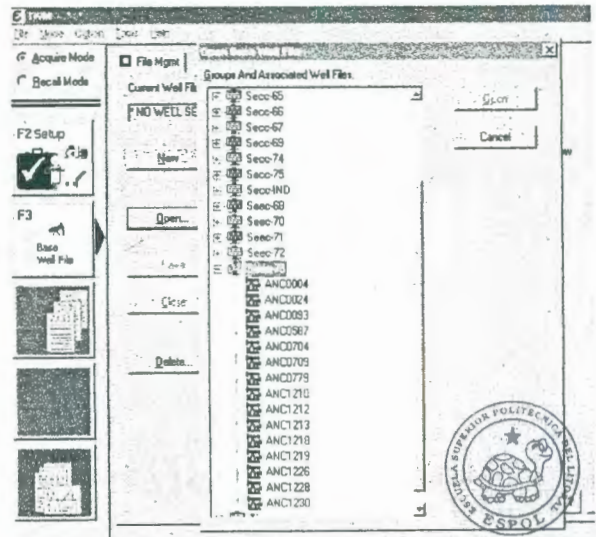
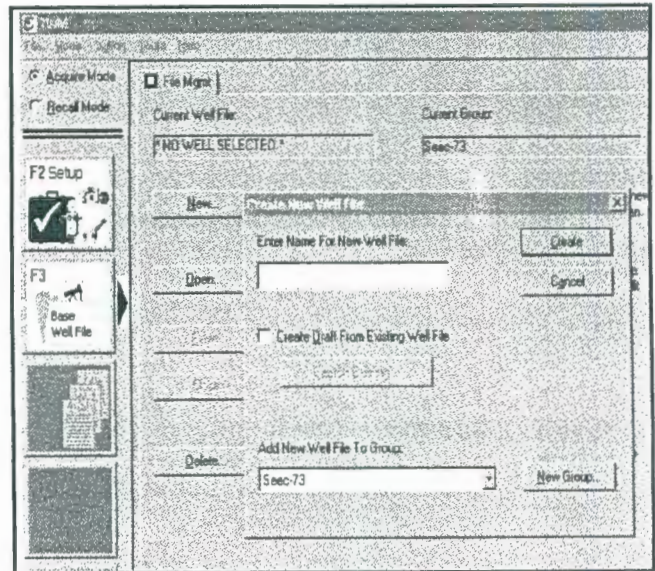
INICIALIZACION

Los siguientes datos deben estar considerados para completar un análisis de nivel de fluido y dinamómetro:

- Nombre del pozo.
- Presión de fondo
- Profundidad de la bomba
- OD del casing.
- OD del tubing.
- Barriles de petróleo por día
- Barriles de agua por día.
- Temperatura de superficie.
- Temperatura de fondo.
- Gravedad específica del petróleo.
- Gravedad específica del agua.
- Presión del casing (puede ser adquirida por el programa)

El modo "Acquire Data" sirve para

adquirir datos y es donde se ingresan todos los parámetros para la deter



BIBLIOTECA #101
ESPOL

registro sónico y dinamométrico. Por otro lado *"Recall mode"* recordará los datos que anteriormente se ha guardado para editarlos, imprimirlos y darles el diagnóstico pertinente.

Para ejecutar el análisis de un pozo nuevo se presiona *"F3"* y se selecciona el botón *"New"* indicando al software que va a crear un nuevo pozo y se especificará el respectivo grupo o sección.

Una vez creado, se selecciona *"open"* y se seleccionará el pozo creado para este análisis.

A continuación se debe colocar la mayoría de los datos descritos arriba para asegurar una buena interpretación del registro:

- Datos generales
- De superficie
- Del fondo del pozo.
- Condiciones del pozo.
- Parámetros de presiones transientes.

Este último no es necesario a menos que se vaya a ejecutar una prueba de presión transiente.



**BIBLIOTECA FICHA
ESPOL**

DATOS GENERALES QUE EL USUARIO DEBE PROPORCIONAR AL

EQUIPO.

Well name.- Se ingresará hasta un máximo de 24 caracteres, no utilice extensión

alguna, ni caracteres del sistema.

Company.- Se debe ingresar el nombre de la compañía.

Operator.- Se debe ingresar el nombre del operador de campo que ejecuta el análisis.

Lease name.- Se debe ingresar el

nombre de la compañía que presta sus servicios.

Elevation.- Se ingresará la elevación o altura de la cabeza del pozo.

Artificial lift type.- Seleccionar el tipo de levantamiento artificial, seleccionándolo de la persiana.

Comments.- Se deben ubicar las principales consideraciones del equipo sobre la completación del pozo. (Opcional).

Manufacturer model.- Se selecciona

el modelo de fábrica del equipo usado para el levantamiento artificial.

Unit class.- Corresponde a la geometría de diseño API.

Stroke Length.- Se selecciona la longitud en pulgadas del vástago pulido o llamado "Polished rod".

Rotation.- Seleccionar CW para el sentido de rotación a favor de las manecillas del reloj del reductor de engranaje o en su defecto CCW si el movimiento es contrario a las manecillas del reloj.

Counter Balance effect.- (Opcional) Se Coloca la carga como efecto en el análisis de torque.

• **Datos del sistema de Energía-Motor**

Motor type.- Se selecciona el tipo de motor, eléctrico o por consumo de gas.

[Alt-2] Prime Mover			
Motor Type:	<input checked="" type="radio"/> Electric	<input type="radio"/> Gas	
Motor Rating	<input type="text" value="30"/> HP	Run Time	<input type="text" value="24"/> hr/day
MFG/Comment	<input type="text" value="TOSHITA RATED RPM = 1110"/>		

Motor Rating.- Se ingresa el valor de la potencia del motor en "horse power" HP.

Run time.- Para unidades que poseen controladores se selecciona el tiempo que la unidad está operando.

MFG/Comments.- Se ingresa la descripción del motor.

Si el motor es a Gas se finaliza el ingreso de datos, excepto si el motor es eléctrico

Full Load Amps.- Se ingresa el correspondiente valor de protección del motor que se está utilizando.

Rated RPM.- Se ingresa la velocidad del motor y el torque del mismo.

Voltage.- Se ingresa la línea de voltaje de entrada al motor.

Hz.- Se selecciona la frecuencia de la línea de voltaje.

Phase.- Se selecciona el número de fases para la línea de voltaje.

Datos de Costos de Energía

Consumption.- Ingrese

el costo de la electricidad

similar a 8 centavos /

KWH.

[Alt-3] Electric Motor Parameters

Full Load	38	Amps
Rated RPM		
Synchronous RPM	1200	
Voltage	480	Hz [60] Phase [3]

[Alt-4] Power Cost

Consumption	5	c/KWH
Demand	8	\$/KW

Save ? < Pg Up Pg Dwn >

Demand.- Ingrese la carga demandada por la unidad similar a USD12,00 / kW.

Datos del Fondo del pozo.

File Mgmt | General | Surface Equip. Wellbore |

[Alt-1] Tubulars

Tubing OD	2.375	in
Casing OD	5.5	in
Ave. Joint Length	31.7	ft
Anchor Depth	5100	ft
KB Correction	0	ft

Tubing OD.- Ingrese el diámetro

externo del tubing.

Casing OD.- Ingrese el

diámetro externo del casing, por

ejemplo: 5.5 pulgadas del casing

y 2.375 pulgadas para el tubing.

Average joint length, (ft).- Es necesario ingresar este dato para determinar la profundidad del nivel, se lo puede determinar por cálculo del tally y debe ser

[Alt-3] Pump

Plunger Dia.	1.5	in
Pump Intake	5226	ft

[Alt-4] Polished Rod

Diameter		in
----------	--	----



BIBLIOTECA FIC1
ESPOL

ingresado con 2 décimas de precisión.

tubing Anchor.- Se coloca la profundidad del anclaje de tubería para determinar la profundidad del nivel, o se ingresa como profundidad medida.

Kelly Bushing.- Ingrese la elevación de la mesa del cuadrante.

Plunger Diameter.- Ingrese el diámetro de la bomba en pulgadas

Pump intake, (ft).- Esta entrada de profundidad es usada cuando la bomba está ubicada a una considerable distancia por arriba o debajo de la formación.

Taper.- ingrese el diámetro de cada sección de las varillas. Por ejemplo: 1200 pies; diámetro 0.875 pulgadas.

También se seleccionan

los tipos de varillas C, D,

K, H y F para

“fiberglass”.

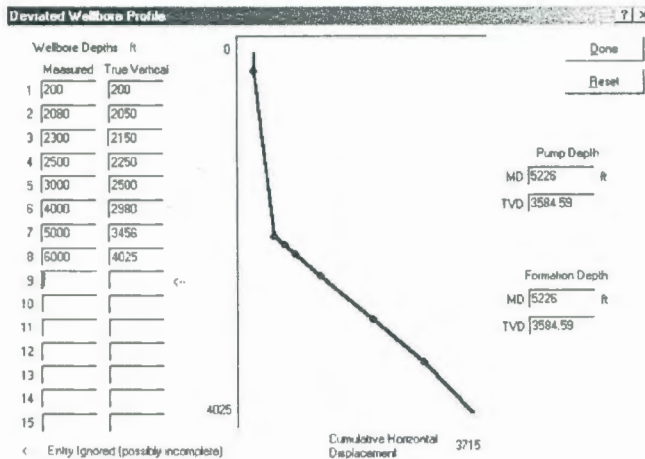
Damp Up/Down.- El

factor de amortiguación

[Alt-2] Rod String

	Top Taper	Taper 2	Taper 3	Taper 4	Taper 5	Taper 6
Rod Type	D	D	D	NONE		
Length	1100	3875	225			
Diameter	0.875	0.75	0.875			
Damp Up	0.05					
Damp Down		0.05				
Total Rod Length	5200					

Save Deviated Wellbore ... ? < Pg Up Pg Dwn >



está dado por el modelo de la ecuación de onda de la sarta de varillas. Use el valor 0.05 por defecto para ambos casos.

Deviated Wellbore.-

Seleccione esta opción para ingresar el levantamiento



direcciona del pozo.

Condiciones y definiciones de Campo.

Well State.- el pozo está produciendo o está cerrado, cuando se está ejecutando la prueba para dar suficiente tiempo para la estabilización de las presiones, se debe

File Mgmt | General | Surface Equip. | Wellbore

Pressure [Alt-1]

Static BHP psi (g)

Static BHP Method

Static BHP Date

Producing BHP psi (g)

Producing BHP Method

Producing BHP Date

Formation Depth ft

seleccionar "producing" o "static" del menú.

Static SBHP.- Ingrese la presión estática de reservorio (SBHP).

Static BHP Method.- Esta presión es calculada por a la profundidad del datum.

Producing BHP Date.- La fecha cuando el PBHP fue obtenida.

Formation Depth (Datum) (ft).- Es la profundidad en pies a la presión del datum.

Production data:

Oil BOPD.- Producción de petróleo de la más reciente prueba de pozo que se ha tomado en barriles por día en condiciones estándar.

Water BOPD.- Barriles de agua por día de una prueba de producción en

Conditions }

Production [Alt-3]

Oil STB/D

Water STB/D

Gas Mscf/D

Date <<<



BIBLIOTECA FIG
ESPO

barriles por día en condiciones estándar.

Gas MCFD.- Ingrese el flujo del gas total de una prueba de pozo.

Datos de Temperatura:

Temperatures [Alt-4]		
Surface	<input type="text" value="70"/>	deg F
Bottom Hole	<input type="text" value="136"/>	deg F

Surface temperature (F).- La temperatura de superficie del casing del espacio anular en el cabezal del pozo nos sirve para determinar los gradientes de

gas. Este valor típicamente estará entre 60-70 °F.

Bottomhole Temperature (F).- Usado en conjunto con la temperatura de superficie, corrige el gradiente de fluido para condiciones de fondo.

Propiedades de Fluido:

Oil Gravity (API).- La gravedad API del petróleo producido es necesaria para calcular gradientes de líquido.

Fluid Properties [Alt-5]		
Oil	<input type="text" value="42"/>	deg.API
Water	<input type="text" value="1.05"/>	Sp.Gr.H2O
<input type="text" value="Gas Analysis ..."/>		

Water Gravity (SG).- Gravedad del agua; debería estar ingresada como gravedad específica

Gas Gravity (SG).- La gravedad específica relativa al aire.

Gas Analysis.- Esta opción permite ingresar la composición química del gas del pozo. Esta composición es diferente a la composición química que se extrae del separador, es decir es la composición dentro del pozo.

Presión de producción:

Tubing pressure (psig).- La presión promedia del tubing mientras se está produciendo.

Casinghead pressure (psig).- Si la presión obtenida por el transductor no está disponible, la presión del casing puede ser leída manualmente e ingresada aquí.

Casing Pressure Buildup.

Surface Producing Pressures [Alt-2]

Tubing psi (g)

Casing psi (g)

Casing Pressure Buildup:

Change In Pressure psi

Over - Change In Time min

cambio tomó lugar.

Change in Casing Pressure

(psi/min).- Si no ha sido utilizado el transductor para determinar la presión del casing el operador debería ingresar el cambio de presión del casing y el tiempo sobre el

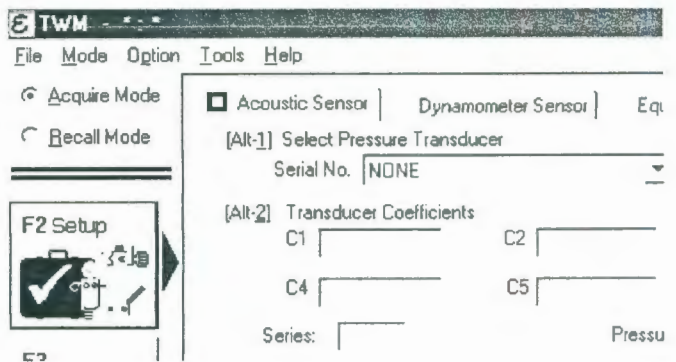


**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

ADQUISICIÓN DE DATOS ACÚSTICOS.

Para utilizar el programa TMW, es necesario ingresar o buscar información sobre el pozo que esté guardado en la base de datos del archivo "Base Well". Sin importar el tipo de medidas que se usaren, es recomendado que los datos en el archivo sean completos y lo mas acertado posible. Los datos pueden ser ingresados directamente en el programa llenando los formularios necesarios o se pueden ingresar desde otro lugar donde el operador haya creado el archivo usando la versión DOS del programa del "Well Analyzer". El

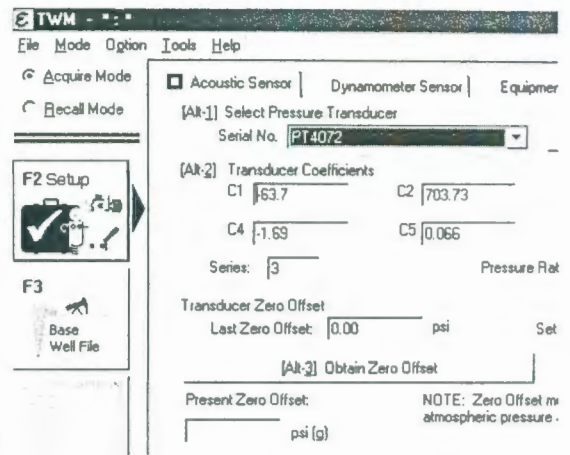
archivo "Base Well" puede ser ubicado seleccionando F3 cuando está en el modo "Acquire". Se verá la siguiente pantalla:



Luego de que todos estos parámetros estén ingresados, a continuación se debe preparar al equipo para la toma de niveles o para la toma de registros dinamométricos.

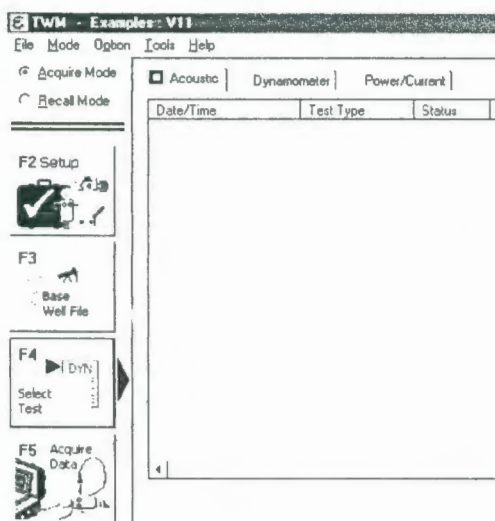
Presione "F2" y adjunte el transductor al cable para encerrarlo a condiciones

atmosféricas presionando "[Alt 3] Obtain Zero Offset".



Presionando "F3" se busca en la base de datos al pozo que se desea analizar.

Para ejecutar un análisis, en este caso registro acústico se presiona "F4" y se dispondrá de una pantalla como a continuación:



Cuando se selecciona la persiana adecuada, en este caso "Acoustic", un formulario en blanco de Test sesión se mostrará. A medida que se van adquiriendo los datos, el software ingresará los registros correspondientes en el formulario para guardar el registro de test completados.

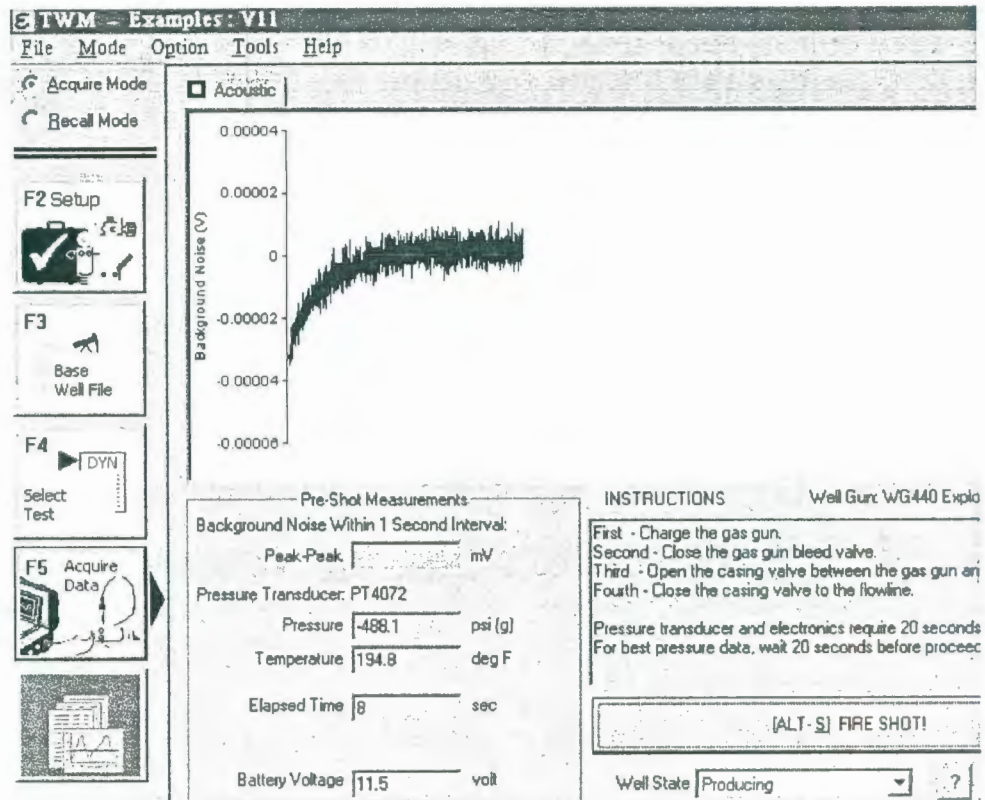
La adquisición de datos se inicia seleccionando "F5" la función de "Acquire Data". El usuario debe asegurarse de que todos los conectores estén en su lugar y que el analizador esté en "On", con ello se previene que no existan mensajes y que el equipo pueda funcionar.

Si el problema persiste, vaya a la opción "setup, check equipment" y siga las instrucciones del asistente de comunicaciones.

Si no hay problema, el siguiente formulario que muestra los sonidos del pozo y los valores de la presión, temperatura y voltaje de la batería será mostrado.

La pantalla siguiente puede ser usada para verificar que el sistema ha guardado los datos. Si existe algún gráfico con puntas pronunciadas que esté presente muy a menudo, puede existir un problema con la parte electrónica del analizador. Se debe verificar si los cables están bien conectados. Generalmente los sonidos sobre los 5mV indican que pueden haber problemas en el fondo del pozo y podrían ser causados por la presencia de una columna de gas líquido. El operador será alertado cuando el sonido se exceda los 5mV y se recomienda que se use una mayor presión en la cámara de gas para dar más precisión de los datos adquiridos. Si el sonido en exceso existe, se cierra la válvula del casing entre el pozo y la válvula de la pistola de gas para determinar si el sonido proviene del pozo o desde la superficie. Si el sonido proviene de las vibraciones de superficie, parar la unidad de bombeo. Si el sonido proviene del fondo del pozo, la señal a radio del sonido puede ser mejorada

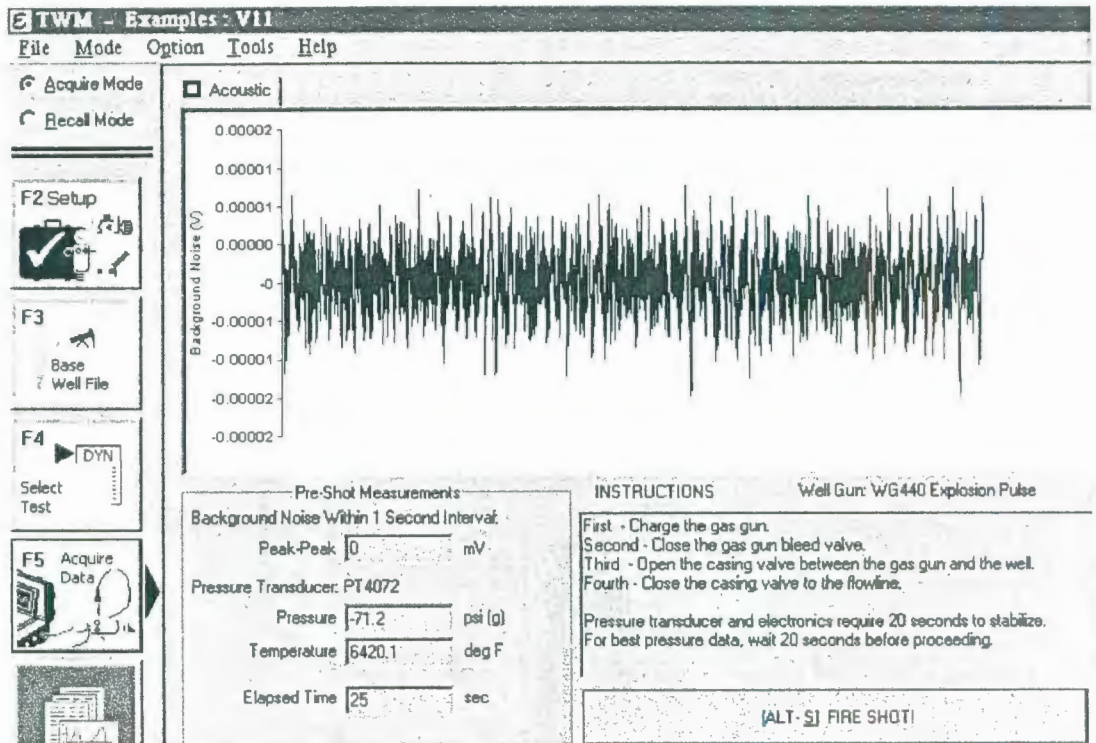
permitiendo que la presión del casing aumente. Las válvulas conectadas del casing a las líneas de flujo deberán estar cerradas. Se espera aproximadamente 20 segundos para que el amplificador y la presión del transductor se vuelvan a estabilizar.



Antes de abrir la válvula del casing, el compartimento del volumen de la pistola de gas deberá ser cargado con presión de gas en exceso de la presión del pozo para que la válvula interna y el volumen del compartimento no sean expuestos a restos de partículas que existe en el casing. Esto reducirá el mantenimiento de la pistola de gas.



Aparecerá esta pantalla cuando se espera por 20 segundos para que la señal se



amplifique, luego se presiona en "[Alt-S] fire Shot".

Una vez detectado el disparo, el software empezará a adquirir y mostrar los datos acústicos durante el largo tiempo correspondiente a la profundidad del pozo. El

programa intentará

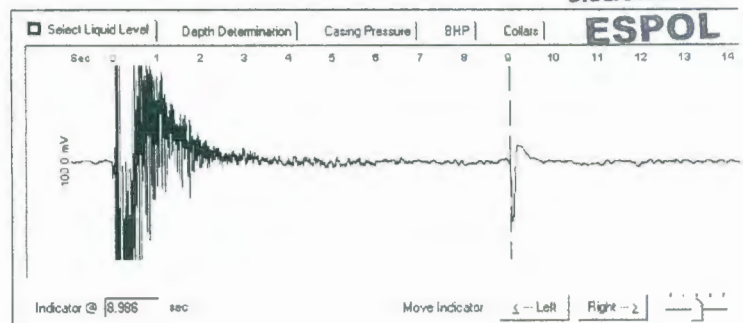
ajustarse a la escala del

plano para que la señal

pueda salirse de la escala.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

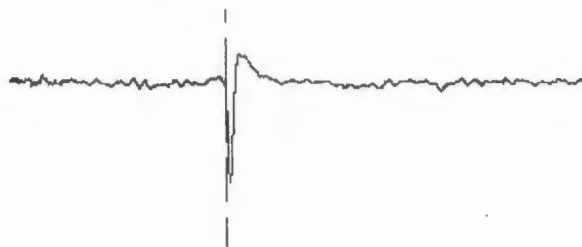
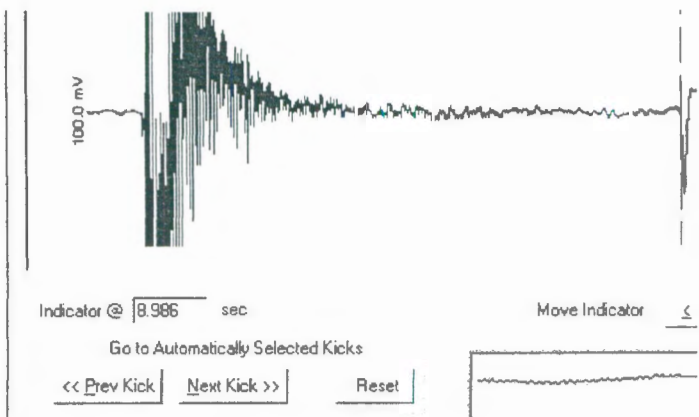


Luego de terminar el registro el software le informará que puede guardar los datos con el nombre del respectivo pozo.

Después de guardar los datos acústicos, la señal acústica es analizada para determinar la profundidad hasta el nivel de líquido seleccionando la opción "Analyze Data". Una línea vertical punteada marcará el nivel más probable de la señal en la vecindad del nivel de líquido, será mostrada en el marco en la parte posterior del lado derecho.

Ocasionalmente, las técnicas usadas para seleccionar automáticamente el nivel de líquido pueden fallar debido a

las condiciones inusuales del pozo como las anclas del tubing, forros, restricciones, etc. Entonces el programa enviara una señal que no es el nivel de líquido. Si esto



sucediera, el operador puede ajustar el indicador del nivel de líquido de dos maneras:

1.- Usando los controles "Prev Kick/Next Kick" el indicador entre



2 puntos que estén indicando el

nivel de líquido.

2.- Usando los botones de izquierda y derecha. Estos controles mueven al indicador de niveles hacia delante y atrás en incrementos desde 0.1 a 0.001 segundos, controlado por la regla a la derecha de los botones.

El operador deberá usar una de las técnicas mencionadas arriba para reubicar el indicador en el vecindario de la señal del nivel de líquidos seleccionados que aparecen válidos.

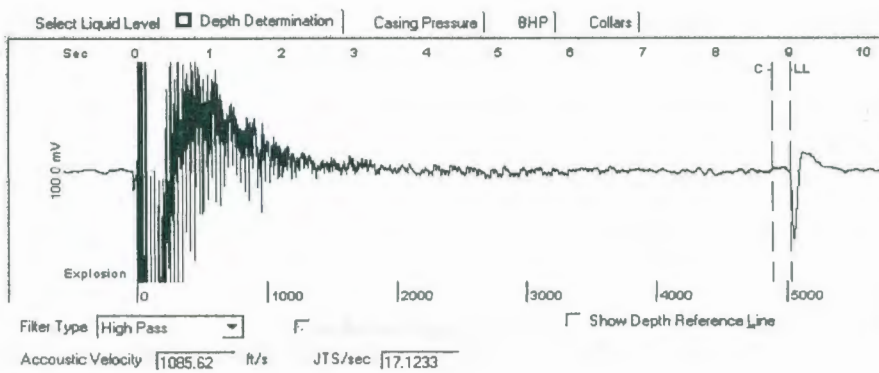
DETERMINACION DE LA PROFUNDIDAD.

Después de haber identificado correctamente el nivel del líquido seleccionar "Depth determination Tab". Se mostrarán tres ventanas en la pantalla; sus funciones se describen a continuación:



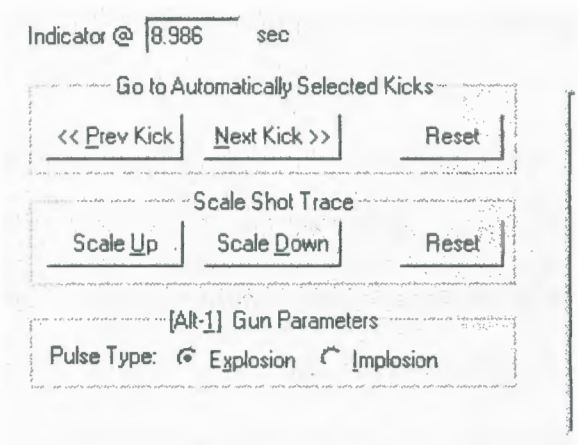
**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

La ventana superior muestra un registro de la señal acústicamente sin filtrar. La



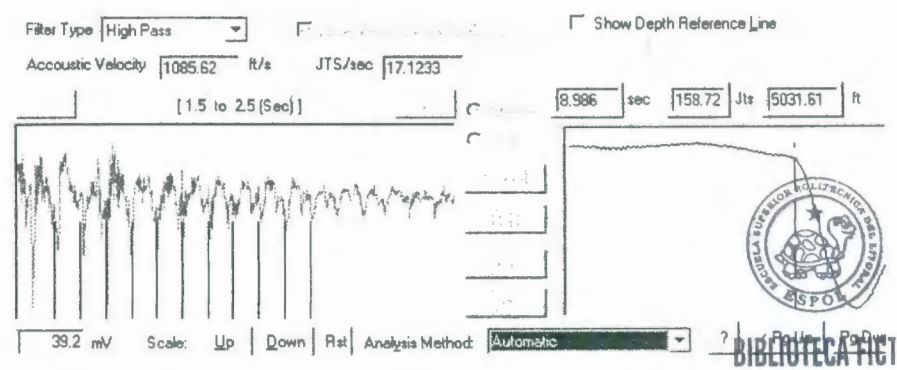
duración del registro corresponde al tiempo entre el disparo a un

poco pasado de la posición del nivel del líquido como fue escogido en la persiana anterior



Un detalle de la selección del nivel de líquido está mostrado en la esquina de abajo sobre el lado derecho. La selección del líquido puede ser ajustada mas finamente retornando a la persiana de "Select Liquid Level" . La línea gruesa de color gris horizontal sobre la escala del tiempo de los trazos superiores de la porción de la señal que es analizada para calcular la frecuencia del collar. Esta porción de la señal está mostrada de manera filtrada en High Pass, en la ventana de la parte de abajo sobre el lado izquierdo. La escala vertical de la ventana puede ser ajustada usando los botones "Scale Up/Down Reset" . El nivel más alto de punta a punta ampliada también es mostrado en mV.

La escala de la profundidad y los niveles de líquidos



calculados mostrados en la pantalla son aproximaciones estimadas obtenidos con el "Automatic Collar Count". De los datos que es la opción por defecto.

La frecuencia del collar determinada desde el segmento de los datos es usada para filtrar la señal con un filtro de "bandpass" (+1Hz/-Hz) que permite identificar y contar las reflexiones desde el disparo hasta la señal de nivel de líquido. El conteo del collar es continuo hasta que la razón de la señal de sonido se haga desfavorable. En este momento una señal vertical quebrada (marcada C por ser el final del conteo del collar) es planificada sobre los trazos acústicos. Idealmente este punto debería estar tan cerca al nivel del líquido como sea posible o al menos más del 80 % de distancia al nivel del líquido. Si esto no fuera el caso, el disparo deberá ser repetido con una presión mayor para poder mejorar la señal de sonido.

En algunos pozos, la frecuencia del collar cambiará a través del fondo del pozo debido a las variaciones en la velocidad acústica con profundidad; por eso es necesario procesar los datos estrictamente y contar individualmente las reflexiones para conseguir un conteo exacto del collar. Este conteo, que es una de las muchas funciones del analizador, es hecho automáticamente y puede ser visto el "Collar Tab" mostrado a continuación:

Filter Type Show Depth Reference Line

Acoustic Velocity ft/s JTS/sec

[1.5 to 2.5 (Sec)] sec Jts



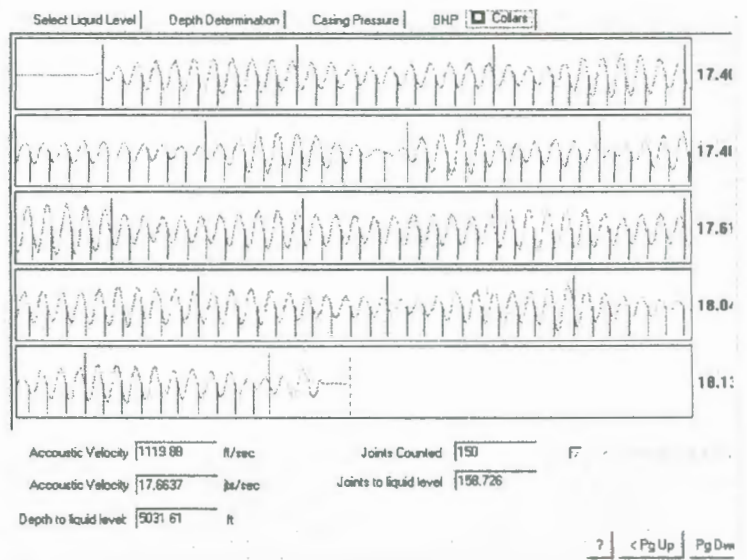
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

COLLARES

Esto permite que el operador pueda inspeccionar los trazos acústicos enteros después de que hayan sido procesado para marcar las respuestas del collar. Al final del software se muestra la señal de los datos procesados y se contabilizan las juntas hasta el nivel del líquido. Marcas verticales son dibujadas a cada reflexión individual del collar a lo que son contados. El collar mostrado en el gráfico es obtenido filtrando digitalmente los datos acústicos en la frecuencia precisa del collar a lo que son contados. El collar mostrado en el gráfico es el collar determinado previamente y mostrado en el "Depth determination" en la parte inferior del lado izquierdo. El conteo de collares es continuado hasta que la señal del sonido empieza a disminuir por debajo del límite presente. El último segmento de la frecuencia del collar es usado para extrapolar la profundidad al tiempo del nivel de líquido reflejado indicado por las líneas verticales

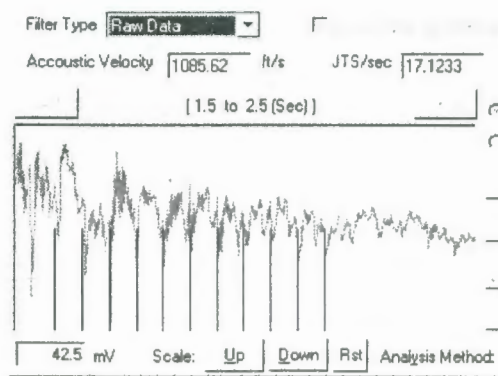
quebradas. La última marca muestra el principio de la sección extrapolada.

El operador tiene que lograr obtener los datos más precisos del collar para asegurar un acercamiento al valor de la realidad del



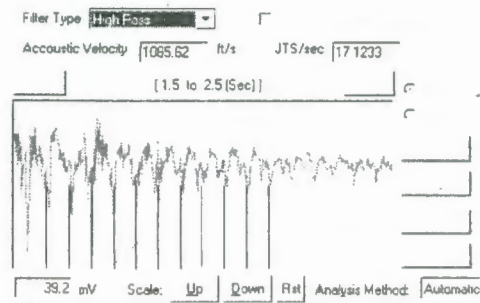
nivel y la presión de fondo. Si es posible, el conteo del collar deberá cubrir el 80% - 90% del número total de collares de los pozos. Un porcentaje bajo del collar está indicando que el nivel de la señal es muy bajo y cerca al nivel de sonido, o se está usando un collar con la frecuencia incorrecta para mejorar la señal del sonido.

Opciones de Filtrado de Datos.



Se utiliza para determinar con mayor precisión la frecuencia correcta del collar aplicando un filtro "Band Pass" a los datos (mostrado abajo). Esto puede ser llevado a cabo en el modo "Manual Analysis". Ejemplos de "Raw Data High

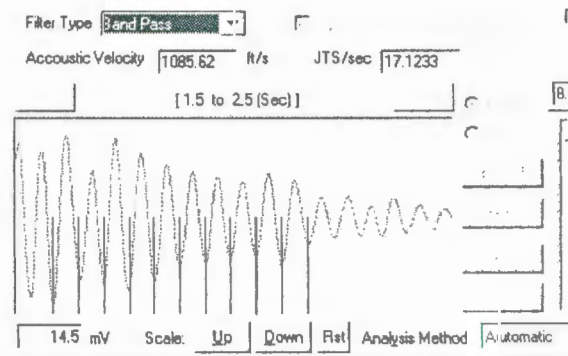
Pass" y el "Band Pass" con datos filtrados se muestran a continuación:



Seleccionamos "High Pass" para eliminar los componentes de baja frecuencia.

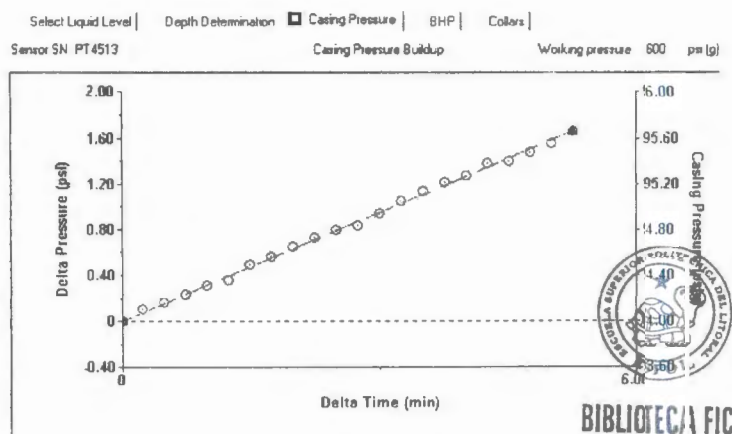
Los datos también pueden ser filtrados por “*Band Pass*” que están centrados a la frecuencia del collar y tienen un ancho de ± 1 Hz.

La siguiente figura muestra los resultados aplicando el filtro “*Band Pass*”.



DETERMINACION DE LA PRESION DEL CASING

Esta opción muestra un gráfico de la presión del casing y el cambio de presión versus el tiempo durante el cual las válvulas del casing están cerradas. Estos datos son usados para



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

calcular el flujo de gas en el espacio anular y estimar la cantidad de gas presente en la columna del fluido anular.

La línea trazada desde el primer punto hasta el último y el resto de los puntos debería estar sobre la línea o a junto de esa línea. Este plano normalmente indicará un radio de crecimiento constante. Este radio es la indicación de que un pozo está actuando de una manera constante y predecible y que los datos son satisfactorios para analizar. Si hubiera desviaciones drásticas desde la línea en existencia, el pozo no estaría completamente estabilizado. En la parte de abajo del formulario hay botones para ajustar el fitting de la línea a los datos. “*Adjust*” “*end Point*” “*left Righth*” son usados para ajustar el fitting automático.

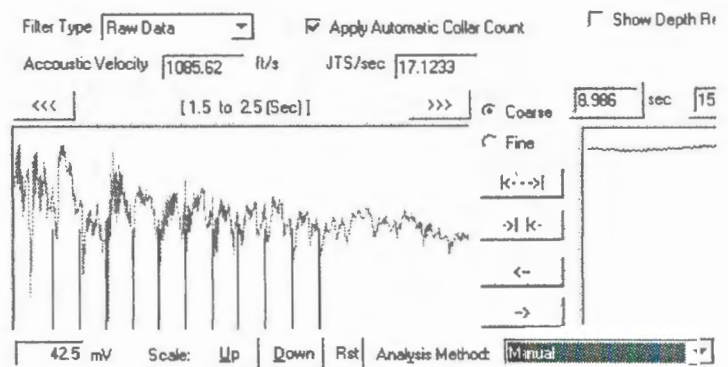
Un tono sonará cada 15 segundos a lo que se mide la presión del casing. Los datos de la presión del casing serán recogidos por un máximo de 15 minutos y la adquisición de datos será automáticamente terminado. El operador tiene la opción a terminar la recolección de datos en el momento que le parece necesario. Generalmente, dos minutos es suficiente tiempo para medir la presión del buildup. El buildup o prueba de restauración del casing deberá ser terminada presionando el botón “*Abort*” en la pantalla de adquisición, que también apaga el amplificador y conserva la energía de la batería del analizador.



**BIBLIOTECA FICTICIA
ESPOL**

ANALISIS MANUAL.

Esta función es usada para detallar el examen de los datos acústicos y para casos, cuando el software no completa el análisis automático, como cuando

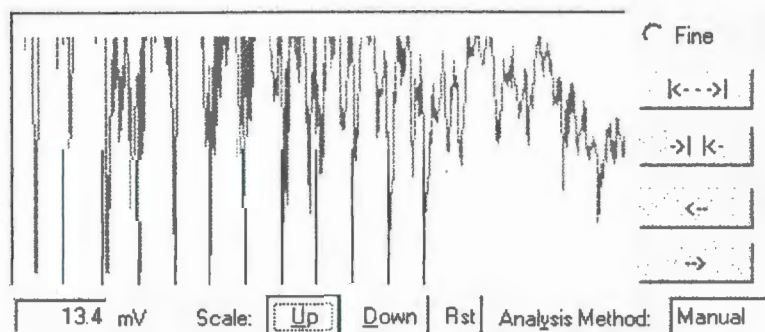


hay un alto nivel de líquido. La muestra de los datos originales o filtrados es usada para ver la señal un segundo a la vez usando el botón “Scanning” para moverse a través de la señal.

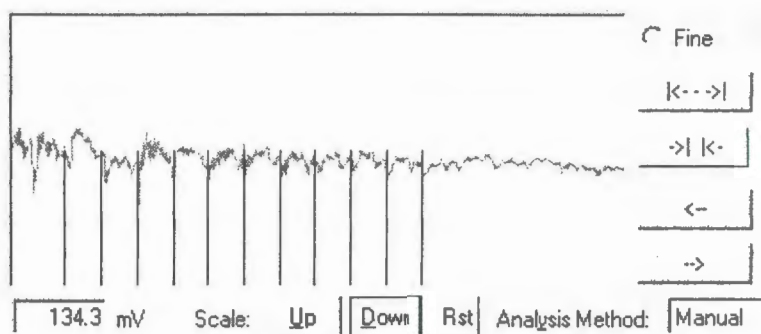
Usando estos controles es posible inspeccionar la señal con más detalle para identificar los reflejos del collar así como las señales generadas en cambios de áreas, cruce de secciones como liners, mandriles, niples de asiento, anclas de gas, perforaciones, etc. En cada posición es posible aplicar las opciones de filtración para remarcar la apariencia de la señal.

Usando estos controles es posible inspeccionar la señal con más detalle para identificar los reflejos del collar así como las señales generadas en cambios de áreas de cruce de secciones como liners, mandrels, niples de asientos, anclas, perforaciones, etc. En cada posición es posible aplicar las opciones de filtración para remarcar la apariencia de la señal.

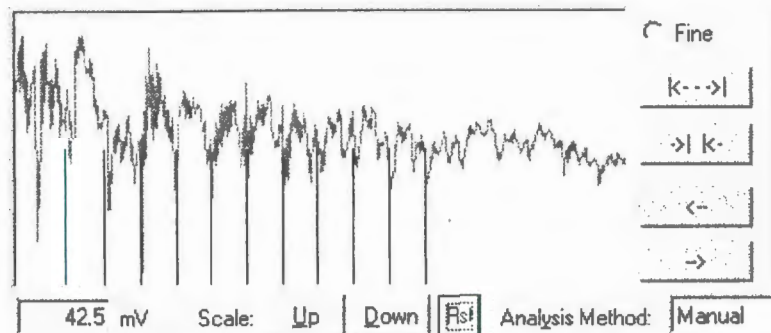
La escala vertical puede ser expandida seleccionando “Scale Up”:



La escala vertical puede ser comprimida seleccionando “Scale Down”:



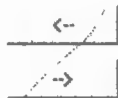
Seleccionar “Reset” retorna la escala original por defecto:



La función “Manual” puede ser usada de dos maneras:

1. Para examinar en detalle la señal acústica después de que se completa el proceso del collar.
2. Para procesar los collares usando la frecuencia contenida en la porción seleccionada del trazo.

En cada ventana son mostrados marcadores verticales (11 puntos de divisores) que pueden ser ubicados en línea con la señal usando los controles de flechas.

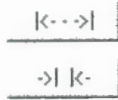


Estos controles mueven las divisiones a la izquierda o derecha.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL.

Los espacios entre los marcadores verticales se pueden ajustar usando los controles de espaciar.




Estos controles ajustan el espacio de los divisores.

El operador tiene la opción de procesar cualquier intervalo de muestra de datos o trazos para determinar la profundidad del nivel de líquido. Ocasionalmente, debido a la mala conexión de la pistola de gas al pozo, sonido excesivo, un liner, parafina u otras anomalías, una señal de baja calidad puede estar presente en la porción del trazo acústico que la computadora selecciona para determinar la frecuencia del collar. Una medida incorrecta del número de collares puede determinar un nivel incorrecto. Si esto sucediera, un segmento de señal alternativa puede ser escogido por el operador en donde la señal original del collar está más clara con menos sonido o interferencia. La siguiente sección describe los procedimientos para el análisis manual de conteo de los collares.

Finalmente el programa ofrece la vista de los resultados.



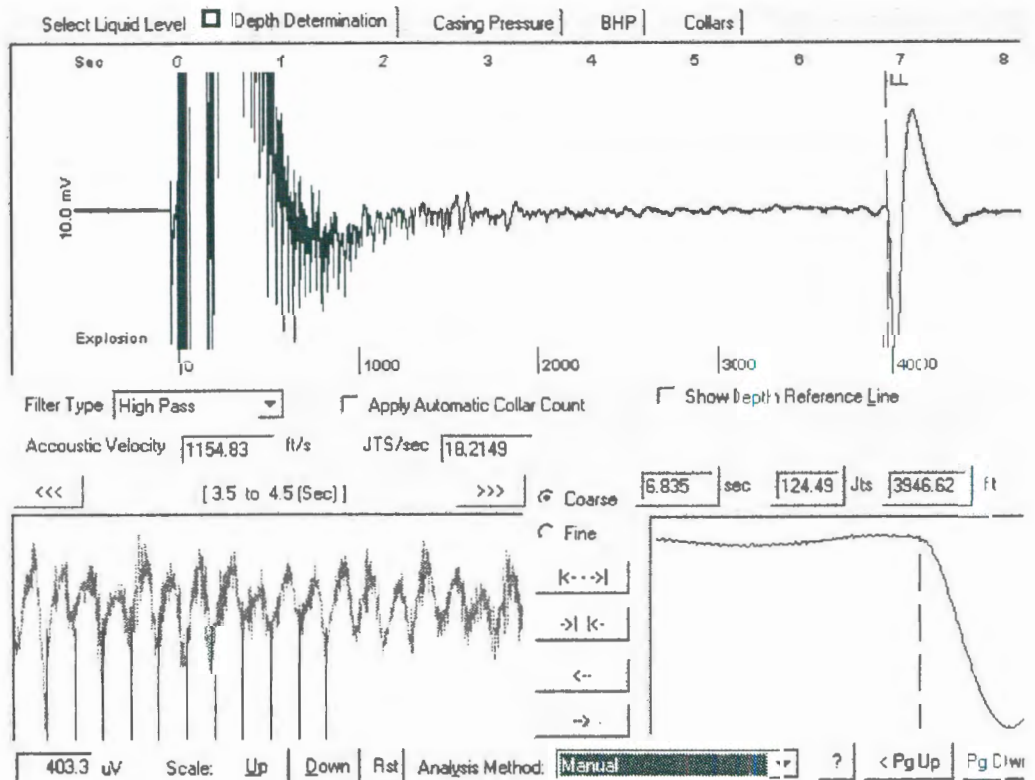
**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

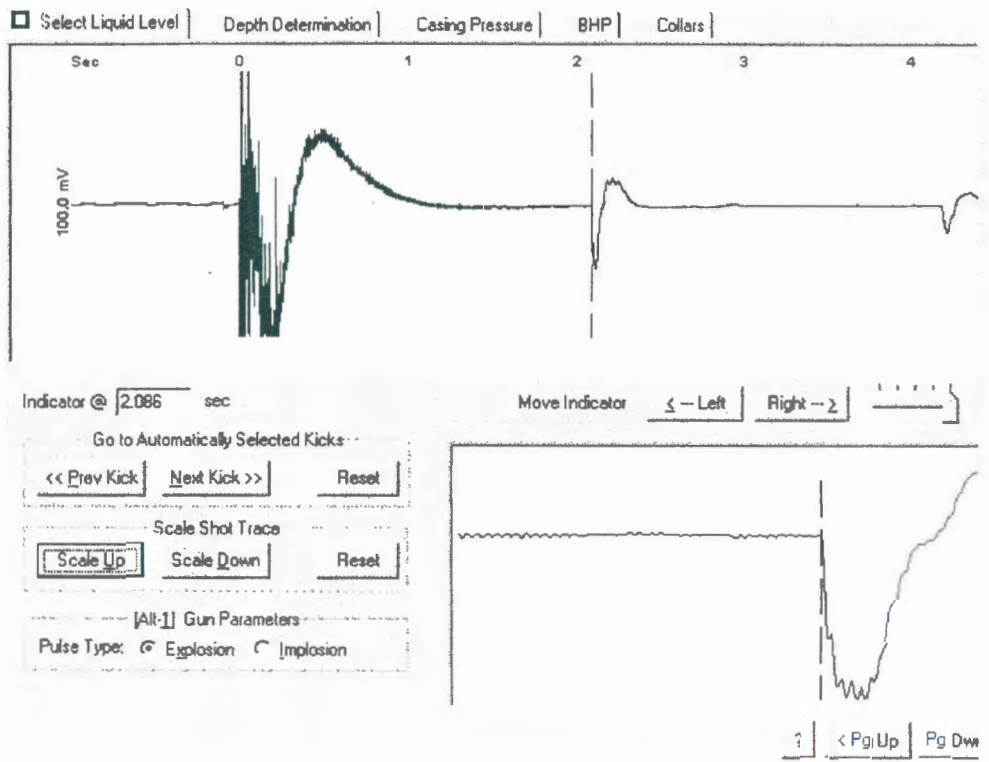
Select Liquid Level	Depth Determination	Casing Pressure <input type="checkbox"/> BHP	Collars																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Production</th> <th>Current</th> <th>Potential</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oil</td> <td>14</td> <td>16.8</td> <td>STB/D</td> </tr> <tr> <td>Water</td> <td>60</td> <td>72.1</td> <td>STB/D</td> </tr> <tr> <td>Gas</td> <td>40</td> <td>48.1</td> <td>Mscf/D</td> </tr> </tbody> </table>		Production	Current	Potential		Oil	14	16.8	STB/D	Water	60	72.1	STB/D	Gas	40	48.1	Mscf/D	<table border="1"> <tr> <td>Casing Pressure</td> <td>93.9</td> <td>psi (g)</td> </tr> <tr> <td>Casing Pressure Buildup</td> <td>1.7</td> <td>psi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5.25</td> <td>min</td> </tr> <tr> <td>Gas/Liquid Interface Pres.</td> <td>126.6</td> <td>psi (a)</td> </tr> <tr> <td>Liquid Level</td> <td>MD 5031.61</td> <td>ft</td> </tr> <tr> <td>Formation Depth</td> <td>MD 5226</td> <td>ft</td> </tr> </table>		Casing Pressure	93.9	psi (g)	Casing Pressure Buildup	1.7	psi		5.25	min	Gas/Liquid Interface Pres.	126.6	psi (a)	Liquid Level	MD 5031.61	ft	Formation Depth	MD 5226	ft
Production	Current	Potential																																			
Oil	14	16.8	STB/D																																		
Water	60	72.1	STB/D																																		
Gas	40	48.1	Mscf/D																																		
Casing Pressure	93.9	psi (g)																																			
Casing Pressure Buildup	1.7	psi																																			
	5.25	min																																			
Gas/Liquid Interface Pres.	126.6	psi (a)																																			
Liquid Level	MD 5031.61	ft																																			
Formation Depth	MD 5226	ft																																			
<table border="1"> <tr> <td>IPR Method</td> <td>Vogel</td> </tr> <tr> <td>PBHP/SBHP</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td>Producing Efficiency</td> <td>83.2 %</td> </tr> <tr> <td>Fluid Densities</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Oil</td> <td>42 deg.API</td> </tr> <tr> <td>Water</td> <td>1.05 Sp.Gr.H2O</td> </tr> <tr> <td>Gas Gravity</td> <td>0.89 Air = 1</td> </tr> <tr> <td>Acoustic Velocity</td> <td>1119.88 ft/s</td> </tr> </table>		IPR Method	Vogel	PBHP/SBHP	0.35	Producing Efficiency	83.2 %	Fluid Densities		Oil	42 deg.API	Water	1.05 Sp.Gr.H2O	Gas Gravity	0.89 Air = 1	Acoustic Velocity	1119.88 ft/s																				
IPR Method	Vogel																																				
PBHP/SBHP	0.35																																				
Producing Efficiency	83.2 %																																				
Fluid Densities																																					
Oil	42 deg.API																																				
Water	1.05 Sp.Gr.H2O																																				
Gas Gravity	0.89 Air = 1																																				
Acoustic Velocity	1119.88 ft/s																																				
<table border="1"> <tr> <td>Pump Intake Depth (MD)</td> <td>5226</td> <td>ft</td> </tr> <tr> <td>Total Gaseous Liquid Column HT (TVD)</td> <td>194</td> <td>ft</td> </tr> <tr> <td>Equivalent Gas Free Liquid HT (TVD)</td> <td>120</td> <td>ft</td> </tr> <tr> <td>Comment</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>		Pump Intake Depth (MD)	5226	ft	Total Gaseous Liquid Column HT (TVD)	194	ft	Equivalent Gas Free Liquid HT (TVD)	120	ft	Comment			<table border="1"> <tr> <td>Well State:</td> <td>Producing</td> </tr> <tr> <td>Annular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gas Flow</td> <td>16 Mscf/D</td> </tr> <tr> <td>% Liquid</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>Pump Intake Pressure</td> <td>166.8 psi (a)</td> </tr> <tr> <td>PBHP</td> <td>152.1 psi (g)</td> </tr> <tr> <td>Reservoir Pressure (SBHP)</td> <td>476 psi (g)</td> </tr> </table>		Well State:	Producing	Annular		Gas Flow	16 Mscf/D	% Liquid	62	Pump Intake Pressure	166.8 psi (a)	PBHP	152.1 psi (g)	Reservoir Pressure (SBHP)	476 psi (g)								
Pump Intake Depth (MD)	5226	ft																																			
Total Gaseous Liquid Column HT (TVD)	194	ft																																			
Equivalent Gas Free Liquid HT (TVD)	120	ft																																			
Comment																																					
Well State:	Producing																																				
Annular																																					
Gas Flow	16 Mscf/D																																				
% Liquid	62																																				
Pump Intake Pressure	166.8 psi (a)																																				
PBHP	152.1 psi (g)																																				
Reservoir Pressure (SBHP)	476 psi (g)																																				
		<input type="button" value="Pg Up"/> <input type="button" value="Pg Dwn"/>																																			

La presión de fondo es calculada asumiendo la presión del casing, la presión de la columna de gas y la presión de la columna de líquido. Dadas las gravedades del gas y del líquido y la razón agua/petróleo producido, este cálculo es confiable excepto cuando en el flujo de gas en la cabeza del pozo existe aireación de líquido por arriba de la bomba. Los problemas asociados con la columna de líquido gaseoso y los cálculos de presión en el fondo del pozo son discutidos en detalle en los boletines de la SPE "Producing Bottom Hole Pressure" y "Static Bottom Hole Pressure".

La siguiente figura ilustra el tipo de trazas que han sido gravados por pozos típicos. Estos son presentados con el objetivo de dar una idea a usuarios sin experiencia y mostrar las posibles trazas.

Pozos Promedios





Select Liquid Level | Depth Determination | Casing Pressure BHP | Collars

Production	Current	Potential	STB/D
Oil			
Water			STB/D
Gas			Mscf/D

IPR Method: Vogel

PBHP/SBHP: _____

Producing Efficiency: 0.0 %

Fluid Densities:

Oil	40	deg API
Water	1.05	Sp.Gr.H2O
Gas Gravity	0.63	Air = 1

Acoustic Velocity: 1398.53 ft/s

Casing Pressure: -1.7 psi (g)

Casing Pressure Buildup: 0.7 psi

3.00 min

Gas/Liquid Interface Pres.: 13.4 psi (a)

Liquid Level MD: 1458.67 ft

Formation Depth MD: 1500 ft

Well State: Producing

Annular Gas Flow: 10 Mscf/D

% Liquid: 89

Pump Intake Pressure: 153.2

PBHP: 15.3 psi (g)

Reservoir Pressure (SB): _____ psi (g)

Pump Intake Depth (MD): 1771 ft

Total Gaseous Liquid Column HT (TVD): 312 ft

Equivalent Gas Free Liquid HT (TVD): 308 ft

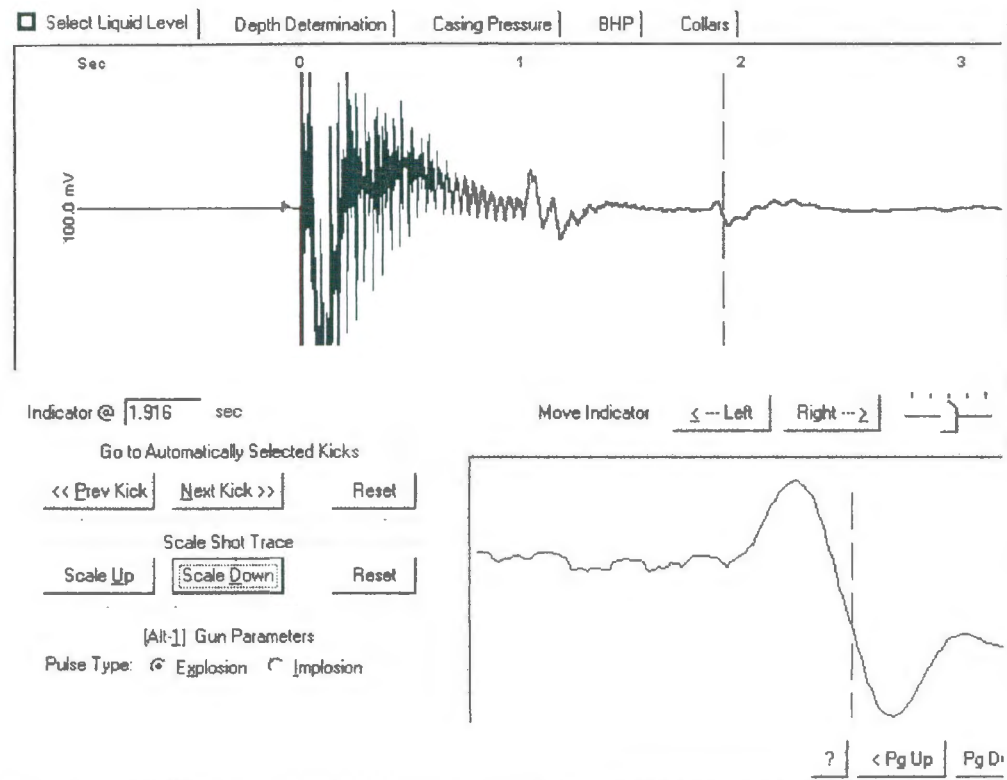
Comment:

? | < Pg Up | Pg Dwn

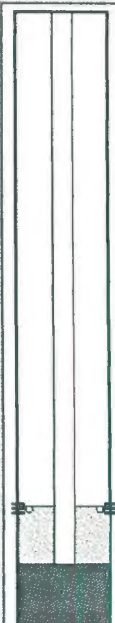


BIBLIOTECA FICT ESPOL

Alto nivel de líquido, columna de gas y zona ruidosa



BIBLIOTECA FICT
 ESPOL

Select Liquid Level	Depth Determination	Casing Pressure <input checked="" type="checkbox"/> BHP	Collars
Production Oil <input type="text"/> Current <input type="text"/> Potential <input type="text"/> STB/D Water <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> STB/D Gas <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Mscf/D		Well State: Producing Annular <input type="text"/> Gas Flow <input type="text"/> Mscf/D % Liquid <input type="text"/>	
IPR Method <input type="text"/> Vogel PBHP/SBHP <input type="text"/> Producing Efficiency <input type="text"/> 0.0 % Fluid Densities Oil <input type="text"/> 36 deg.API Water <input type="text"/> 1.05 Sp.Gr.H2O Gas Gravity <input type="text"/> 0.88 Air = 1 Acoustic Velocity <input type="text"/> 1126.87 ft/s		Casing Pressure <input type="text"/> -1.2 psi (g) Casing Pressure Buildup <input type="text"/> 0.1 psi <input type="text"/> 3.00 min Gas/Liquid Interface Pres. <input type="text"/> 14.0 psi (a) Liquid Level MD <input type="text"/> 1079.54 ft Formation Depth MD <input type="text"/> 1088 ft	
Pump Intake Depth (MD) <input type="text"/> 1223 ft Total Gaseous Liquid Column HT (TVD) <input type="text"/> 143 ft Equivalent Gas Free Liquid HT (TVD) <input type="text"/> 143 ft Comment <input type="text"/>			
		Pump Intake Pressure <input type="text"/> 79.2 psi (a) PBHP <input type="text"/> 3.1 psi (g) Reservoir Pressure (St) <input type="text"/> psi (g) ? < Pg Up Pg D	

MEDIDAS DEL DINAMOMETRO

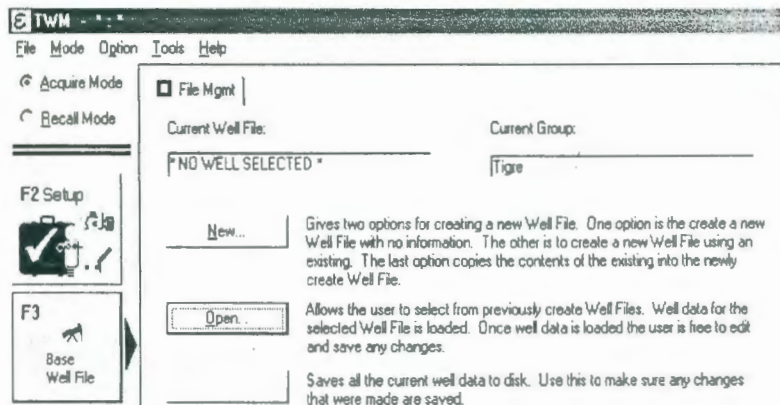
El echómetro del dinamómetro consiste en una computadora laptop, un análogo a convertidor digital, una carga de células con un acelerómetro y un motor de corriente de sensores. La célula de carga puede ser del tipo de herradura que se coloca en el vástago pulido entre la barra del carrier y la abrazadera del vástago pulido; o de un diseño especial que se puede sujetar fácilmente y directamente en el vástago pulido.

Estas señales son enviadas al convertidor para acondicionar y digitar. De allí los datos digitales son enviados a través de la tarjeta interface de la computadora hasta la memoria donde la señal puede ser procesada y mostrada por el software.

Para actualizar y encerrar el transductor de carga se selecciona el botón "Alt-3" mientras el transductor está recostado sobre una superficie plana y sin aplicar carga alguna. El valor mostrado en la pantalla indica el valor presente de "cero" en miles de libras (Klbs). Se Repite este procedimiento hasta que este valor se estabiliza. Las variaciones de esta cantidad deberían ser esperadas cuando los cambios de temperaturas son significativos de prueba en prueba. La lectura del "cero" debería estar entre -5Klbs a +5Klbs. Un valor significativamente diferente de este puede ser una indicación de falla del transductor, cable o conector.

Adquiriendo datos del dinamómetro.

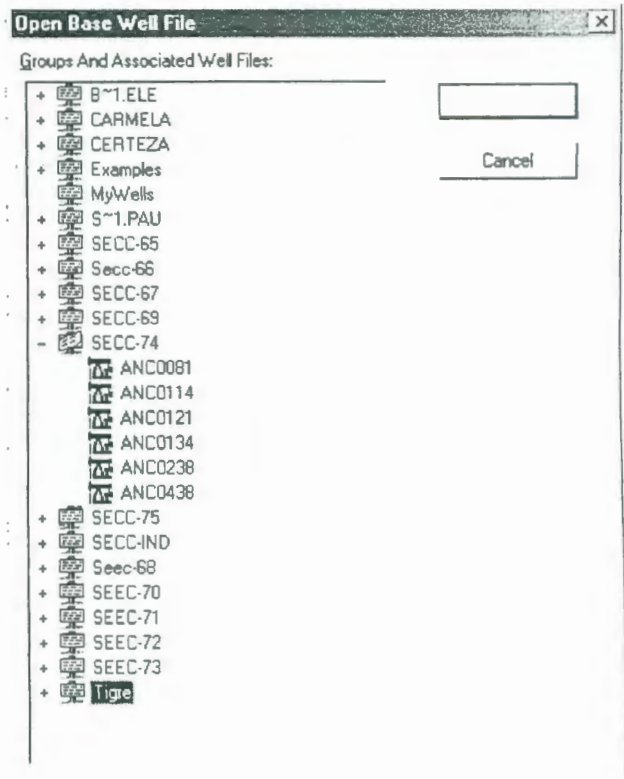
Los datos del pozo a ser probados son llenados desde una base de datos o ingresados en las formas seleccionando



“Base Well File”

Es recomendable que los datos sean ingresados antes de ir al campo para la prueba de un pozo. En este caso los datos del pozo son llamados seleccionando *“Open”* el cual mostrará el catálogo de los archivos de los pozos.

Un pozo específico es seleccionado y mostrado en la siguiente figura.



Procedimiento General para la adquisición de datos.

Dentro de la opción de ingreso del dinamómetro, el programa guiará al operador en la adquisición de datos ofreciendo tres opciones de pruebas:

- Prueba de carta dinamométrica
- Prueba de válvulas
- Prueba de efecto contrabalace



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Que son normalmente hechos en esa secuencia.

Primero.

El operador adquiere por lo menos un minuto de carga del polished rod, aceleración y corriente del motor y/o datos de poder (si hay presente). La unidad de bombeo tiene que estar andando durante el minuto de adquisición de datos. Los datos de aceleración se integran dos veces para obtener la posición. Esto es procesado para obtener la carta dinamométrica de los "strokes" o también llamados golpes por minuto durante un minuto que dura la prueba. De allí el operador tiene la opción de procesar una carera por minuto de la carta dinamométrica. Este único dato de "stroke" puede ser guardado si desea procesar otros programas.

Segundo.

El operador es dirigido para adquirir datos a fin de analizar el torque basado sobre el análisis del dinamómetro obtenido por el transductor de carga.

Aunque esta es la secuencia recomendada, las pruebas pueden ser corridas dependiendo de cuales sean los requerimientos del operador.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Mediciones con el “Polished Rod Transducer”

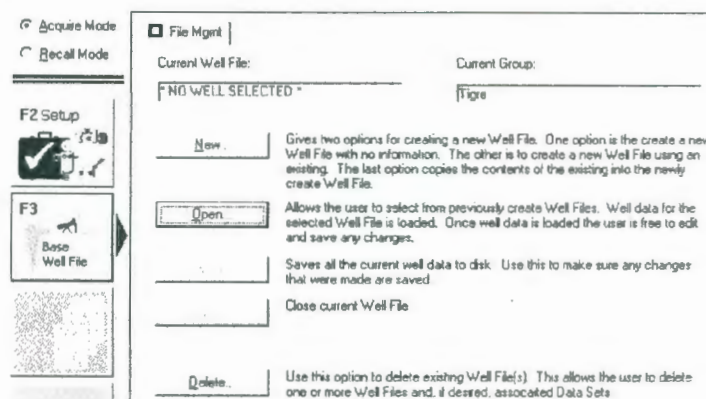
También llamado transductor de varilla. El propósito de este sensor es proveer el análisis con un transductor que puede ser rápido y de segura instalación por una persona, para la adquisición de datos. El dispositivo consiste en una abrazadera que sujeta al vástago pulido que es sensible a la carga, a la aceleración y a la transmisión de datos del analizador.

Adquisición de datos con el PRT

Es importante leer las instrucciones de instalación, las cuales son claramente mostradas en la pantalla. Estas deben ser seguidas cuidadosamente o de lo contrario

es posible una sobre-carga del transductor que podría causar daño permanente al equipo.

El software es iniciado



siguiendo el procedimiento normal y para la recepción de datos en el modo “*Acquire Mode*”

Seleccione o ingrese el número de serie del transductor y sus coeficientes:

Seleccione la base de datos desde el menú "File Mgmt"

Seleccione el grupo y muestre el pozo dando clic en el nombre del pozo continuado por la tecla "Open"

Se debe verificar si la información ingresada para el pozo de análisis está correcta, pero en particular los siguientes campos:

- *Stroke length (Longitud de la carrera)*
- *Tubing Anchor Depth (Profundidad hasta el anclaje del tubing)*
- *Length of Each Taper (Longitud de cada sarta de varillas)*
- *Rod type of Each Taper (Tipo de Varillas de cada sarta)*
- *Pump Diameter (Diámetro de la Bomba)*
- *Pump Intake Depth (Profundidad del ingreso de fluido a la bomba)*
- *Diameter of Each Taper (Diámetro de cada sarta de varillas)*

Luego seleccionamos el tipo de prueba

The screenshot shows the 'IWM - Type II 5002' software interface. The main window is titled 'F2 Setup' and contains the following elements:

- Mode Selection:** Radio buttons for 'Acquire Mode' (selected) and 'Recall Mode'.
- Sensor Selection:** Checkboxes for 'Acoustic Sensor', 'Dynamometer Sensor' (checked), and 'Equipment Check'.
- Transducer Selection:** '[Alt-1] Select Load Transducer' with a dropdown menu showing 'NONE' and buttons for 'Create New' and 'Delete'.
- Transducer Coefficients:** '[Alt-2] Transducer Coefficients' with input fields for C1, C2, C3, C4, C5, and C6.
- Zero Offset Settings:** 'Transducer Zero Offset' section with 'Last Zero Offset' (input field), 'Klb' (unit), and 'Set On' (checkbox).
- Present Zero Offset:** 'Present Zero Offset' (input field) and 'klb' (unit).

Ahora los cables multiconductores deberían estar conectados al analizador y al conector del transductor.

No instale el transductor sobre el vástago todavía en este paso

La siguiente secuencia de ayudas estará mostrada en la pantalla, se puede leer accediendo a las teclas “*enter*” o dando clic en “*next*”.

Presione “*enter*” y continúe con la instalación y calibración.

Instalación y calibración

Es importante que el operador siga las instrucciones que se muestran en la pantalla para evitar la posibilidad de algún daño y proteger los datos que son obtenidos.

El primer paso es asegurarse que el transductor está operando apropiadamente y que las baterías estén dentro de las especificaciones.

El siguiente paso implica la instalación del PRT sobre el vástago Pulido

El transductor está designado para presentar una salida de 10 a 20 mV /V cuando no está instalado sobre el vástago. La acción del transductor adjuntado al vástago pulido causaría que esta salida tenga un pequeño decrecimiento. La escala que se muestra en la pantalla da una visión de la salida del transductor. Inicialmente el indicador triangular estaría en el extremo derecho, mostrado en la figura:



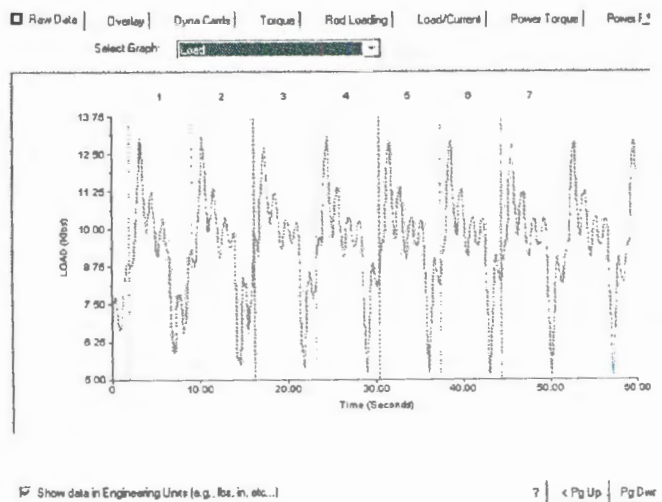
**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Esto corresponde a la región donde el usuario debe apretar o aflojar el tornillo que ajusta al vástago pulido de tal manera que el triángulo se ajuste justo en medio del rectángulo superior.

Un ajuste excesivo causará un daño permanente al transductor.

Procesamiento Automático

El programa automáticamente da la escala y calibra los datos de carga. La unidad de bombeo debería iniciarse antes de que se seleccione "Start Test" entonces la siguiente pantalla será presentada:



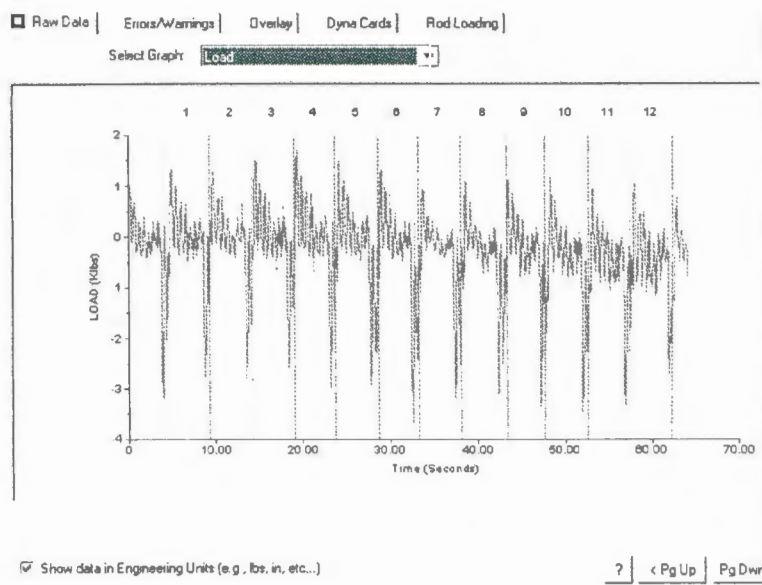
Los datos que solamente pertenecen son presentados. El usuario tienen la opción de rechazar estos datos si el transductor no ha sido estabilizado y la desviación es excesiva. Las marcas sobre la izquierda corresponden a 1000 Lb. de intervalos y pueden fácilmente ser usados para chequear el grado de desviación.

Se debe notar que sobre el eje vertical de la figura corresponde al cambio de la carga de referencia (peso de varillas en el fluido) determinadas cuando el transductor fue



instalado sobre el vástago pulido. El valor absoluto de la carga será computada por el programa cuando la opción "Analysis Tab" esté seleccionada.

Cuando la adquisición haya finalizado el set de datos son mostrados en pantalla, así el usuario puede decidir si es utilizable para el análisis o si se necesita un nuevo set para adquirir seleccionando la opción "Reset"



ANEXO 3

Restauraciones



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ANC1228

Datos del Pozo

Locación:		X	Y	Tipo de Balancín:				Portatil No 5
Sección:		515964	9743725					
Profundidad de asiento de bomba:		73	3935'					
Profundidad total:			4502'	Descripción de la Bomba:				No 4017
Datos de Completación		De:		Hasta:				20-125-RWAC-8-2
Casing:		13 3/8"	0'	400'				Cromado ranurado
		6"	0'	4085'				
		6"	1840'	4085'				
		5"	4085'	4489'				
Tubing:		2 3/8"						
Fecha	Hora	Tiempo de restauración (horas)	Nivel (pies)	Δh (pies)	Δt (horas)	$\Delta h/\Delta t$ (pies/horas)	P. Casing (psi)	Observaciones
24 de Abril 2004	10:45	-	202,00	-	-	-	3,50	Se toma nivel antes de colocar el b
25 de Abril 2004	9:59	0,00	11,00	-	-	-	3,30	
26 de Abril 2004	12:16	26,28	75,00	64,00	26,28	2,44	3,40	Se toma nivel después de sacar balancí restauración
27 de Abril 2004	11:34	49,58	116,00	41,00	23,30	1,76	3,30	
28 de Abril 2004	10:22	72,38	147,00	31,00	22,80	1,36	3,50	
29 de Abril 2004	11:30	97,51	170,00	23,00	25,13	0,92	3,30	
30 de Abril 2004	10:09	120,16	181,00	11,00	22,65	0,49	3,40	Se completa restauración, se coloca

ANCO238



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

os del Pozo

X		Y		Tipo de Balancín:				
Locación:	518090	9743100			Portatil No 1			
cción:	74				American, Motor Arrow C46			
Profundidad de asiento de bomba:		932'			Convencional			
Profundidad total:		994'			Descripción de la Bomba:			
Datos de Completación					No 610			
Casing:	13 3/8"	0	400'		20-125-RWAC-8-3			
	10 1/2"	0	993'		Cromada Ranurada			
Tubing:	2.375"							
RESTAURACION DEL POZO								
Fecha	Hora	Tiempo de restauración (horas)	Nivel (pies)	Δh(pies)	Δt(horas)	Δh/Δt (pies/horas)	P. Casing (psi)	Observaciones
de Abril 2004	18:16	-	143,00	-	-	-	3,00	Se mide nivel y se coloca balancín a las 18:35
de Abril 2004	12:19	0	0,00	-	-	-	3,70	Se retira balancín a otro pozo
de Abril 2004	16:55	4,60	26,00	26,00	4,60	5,65	3,70	
de Abril 2004	12:36	24,28	67,00	41,00	19,68	2,08	3,90	Casing está abierto al ambiente
de Abril 2004	15:05	50,70	97,00	30,00	26,42	1,14	3,50	No existe contrapozo
de Abril 2004	11:43	71,40	124,00	27,00	20,70	1,30	3,80	Fuga en la válvula de la línea de gas de alta
de Abril 2004	16:41	100,36	146,00	22,00	28,96	0,76	3,40	
de Abril 2004	12:42	120,38	154,00	8,00	20,02	0,40	3,50	
de Abril 2004	10:07	131,79	160,00	6,00	11,41	0,53	3,60	Termina la restauración

ANEXO 4

Cálculo de PWF, PWS, IP y QmáxVOGEL

CALCULO DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD IP Y DEL Q MAX DE VOGEL

Pozo	CICLO	# de veces	Mes	Nivel estático	Nivel dinámico	PWS	PWF	Q	Qmensual	Qmax vogel	IP	
Portátil No 1	ANCO238	24h c/ 5 ó 6 días	5	Abril	143	25	59,17	14,92	7,00	35,00	7,789	0,1582
	ANCO655	24h c/ 5 ó 6 días	5	Abril	165	73	185,02	83,98	6,00	30,00	8,670	0,0859
	ANCO134	24h c/ 5 ó 6 días	5	Abril	118	10	50,12	8,28	4,00	20,00	4,232	0,0856
	ANCO121	24h c/ 5 ó 6 días	5	Abril	151	18	58,33	8,82	7,00	35,00	7,357	0,1414
	ANCO114	24h c/ 5 ó 6 días	5	Abril	140	20	57,25	11,98	5,00	25,00	5,417	0,1104
ANCO856	24h c/ 5 días	5	Mayo	393	180	157,30	56,62	17,75	88,75	21,531	0,1763	

Portátil No 2	TIG0051	48h c/ 5 ó 6 días	4	Abril	778	181	293,38	59,98	28,00	112,00	30,248	0,1200
	TIG0040	48h c/ 5 ó 6 días	4	Abril	832	300	337,40	105,56	12,50	50,00	14,550	0,0539
	TIG0020	48h c/ 5 ó 6 días	4	Abril	900	409	375,83	127,01	15,00	60,00	17,835	0,0603
	TIG0058	24h c/ 14 días	2	Abril	502	154	267,22	123,80	15,00	30,00	20,371	0,1044
	TIG0048	24h c/ 6 ó 7 días	4	Abril	581	313	224,95	108,83	5,50	22,00	7,672	0,0473

Portátil No 3	ANCO650	48h c/ 7 días	3	Abril	318	130	118,78	44,36	30,00	90,00	36,870	0,4032
	ANCO705	48h c/ 7 días	4	Abril	567	99	406,77	172,08	33,00	132,00	42,734	0,1406
	ANCO3005	48h c/ 7 días	4	Abril	323	85	198,41	95,45	12,80	50,40	17,533	0,1224
	ANCO1266	24h c/ 8 días	3	Abril	600	332	228,28	107,65	14,19	42,57	18,498	0,1176
	ANCO456	24h c/ 8 días	3	Abril	340	18	317,52	8,04	34,42	103,26	34,613	0,1112
ANCO1934	24h c/ 8 días	3	Abril	395	25	189,92	45,86	7,00	21,00	7,734	0,0486	

Portátil No 4	ANCO1832	24h c/ 6 días	4	Abril	237	132	91,74	47,14	4,00	16,00	5,830	0,0897
	ANCO1845	24h c/ 6 días	4	Abril	201	120	80,79	43,57	4,00	16,00	6,086	0,1075
	ANCO1838	24h c/ 6 días	4	Abril	200	80	80,01	30,73	4,00	16,00	4,988	0,0812
	ANCO1793	24h c/ 6 días	4	Abril	193	93	71,61	35,07	2,84	11,36	3,999	0,0777
	ANCO1709	24h c/ 6 días	5	Abril	288	63	112,20	26,11	3,10	15,50	3,406	0,0380
ANCO1717	24h c/ 8 días	5	Abril	130	70	53,12	27,57	4,00	20,00	5,876	0,1566	

Portátil No 5	ANCO1219	24h c/ 14 días	4	Abril	176	140	122,34	58,29	7,00	28,00	9,788	0,1110
	ANCO1228	24h c/ 14 días	4	Abril	202	13	79,51	6,13	6,00	24,00	6,124	0,0818
	ANCO587	48h c/ 6 días	4	Abril	718	227	263,74	75,74	10,00	40,00	11,408	0,0532
	ANCO709	48h c/ 5 días	4	Abril	472	34	246,30	13,24	6,50	26,00	6,586	0,0279
	ANCO1226	48h c/ 5 días	4	Abril	445	81	165,84	29,89	12,00	48,00	12,794	0,0883

Portátil No 6	ANCO2019	48h c/ 5 días	4	Mayo	543	119	223,06	43,57	9,50	38,00	10,211	0,0529
	ANCO2008	48h c/ 5 días	5	Mayo	836	61	306,35	21,28	7,50	37,50	7,636	0,0263
	ANCO1293	48h c/ 5 días	4	Mayo	209	143	83,29	48,98	2,80	11,20	4,730	0,0841
	ANCO040	24h c/ 6 días	4	Mayo	929	283	343,43	92,37	20,50	82,00	23,077	0,0817

Portátil No 7	ANCO038	48h c/ 4 días	5	Mayo	416	105	161,53	33,89	5,76	28,80	6,242	0,0451
	ANCO1298	48h c/ 4 días	5	Mayo	302	101	118,32	38,70	3,52	17,60	4,146	0,0442
	ANCO056	48h c/ 4 días	5	Mayo	1066	480	396,10	150,59	16,64	83,20	20,586	0,0678

Portátil No 8	ANCO1089	24h c/ 5 días	6	Mayo	202	40	81,43	19,37	5,00	30,00	5,512	0,0806
	ANCO089	48h c/ 4 días	5	Mayo	218	141	92,37	44,48	4,24	21,20	5,904	0,0885
	ANCO1415	48h c/ 5 días	5	Mayo	180	69	72,64	27,62	5,80	28,00	6,928	0,1244
	ANCO895	24h c/ 5 días	5	Mayo	116	10	50,40	10,17	4,00	20,00	4,315	0,0894

ANEXO 5

Calendarios

CALENDARIO DE TRABAJO POZOS CON BALANCIENES PORTATILES (ANTERIOR)

PORTATIL N. 1	DIAS																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC0081																															
ANC0114				T																											
ANC0121																															
ANC0134																															
ANC0238																															
ANC0656																															

PORTATIL N. 2	DIAS																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
TIG0051																															
TIG0020																															
TIG0040																															
TIG0058																															

PORTATIL N. 3	DIAS																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC0650																															
ANC0705																															
ANC3005																															
ANC1934																															
ANC1266																															
ANC0458																															

PORTATIL N. 4	DIAS																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC1709																															
ANC1717																															
ANC1555																															
ANC1832																															
ANC1845																															
ANC1838																															
ANC1793																															

PORTATIL N. 5	DIAS																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC1226																															
ANC1228																															
ANC1219																															
ANC0709																															
ANC0587																															

PORTATIL N. 7	DIAS																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC1298																															
ANCC038																															
ANCC056																															

PORTATIL N. 6	DIAS																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC2019																															
ANC1293																															
ANCC040																															
ANC2008																															

PORTATIL N. 8	DIAS																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC0869																															
ANC1415																															
ANC0995																															
ANC1089																															



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

PORTATIL N. 1		D I A S																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC0238	T																															
ANC0655	T																															
ANC0134	T																															
ANC0121	T																															
ANC0114	T																															
ANC0656	T																															

PORTATIL N. 2		D I A S																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
TIG0051	T																															
TIG0020	T																															
TIG0040	T																															
TIG0058	T																															

PORTATIL N. 3		D I A S																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC0705	T																															
ANC3005	T																															
ANC0458	T																															
ANC1934	T																															
ANC1266	T																															

PORTATIL N. 4		D I A S																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC1709	T																															
ANC1717	T																															
ANC1555	T																															
ANC1832	T																															
ANC1845	T																															
ANC1838	T																															
ANC1793	T																															

PORTATIL N. 5		D I A S																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC1219	T																															
ANC1228	T																															
ANC0587	T																															
ANC0709	T																															
ANC1226	T																															

PORTATIL N. 7		D I A S																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANCC038	T																															
ANC1298	T																															
ANCC056	T																															

PORTATIL N. 6		D I A S																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC2019	T																															
ANC1293	T																															
ANCC040	T																															
ANC2008	T																															

PORTATIL N. 8		D I A S																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANC0869	T																															
ANC1415	T																															
ANC0995	T																															
ANC1089	T																															



BIBLIOTECA FICT
POL