

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO



**" LA REPROFUNDIZACION, UNA REALIDAD
DE NUEVAS PERFORACIONES EN EL
ZOCALO CONTINENTAL**

**Titulación por Examen Profesional
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE PETROLEO**

ROLANDO ROSAS PEÑA

Promoción : 1986-I

LIMA - PERU - 1996

Por sus cariños y paciencia
a mis padres, hermanos,
esposa e hijos.

Los quiero.

LA REPROFUNDIZACION, UNA REALIDAD DE NUEVAS PERFORACIONES EN EL ZOCALO CONTINENTAL

1.- SUMARIO

2.- INTRODUCCION

3.- DESARROLLO

A).- GEOLOGIA DEL AREA

B).- BROCAS

C).- CONTROL DE POZOS

D).- VELOCIDAD ANULAR

E).- FLUIDO DE PERFORACION

F).- HERRAMIENTAS DE FONDO

4.- FACTIBILIDAD DE REPROFUNDIZACION

5.- EL PLAN DIRECCIONAL

A).- SECCION FRESADA

B).- PLANEAMIENTO DE ENSAMBLAJES

6.- COSTOS

7.- CONCLUSIONES

8.- BIBLIOGRAFIA

1 - SUMARIO

Existe un buen potencial para la REPROFUNDIZACION de pozos productores someros que fueran perforados desde plataformas marinas y que actualmente han llegado a su límite económico.

Las ventajas potenciales identificadas para la aplicación de este procedimiento son las siguientes:

- 1) Generar producción adicional proveniente de formaciones subyacentes.
- 2) Aprovechar toda la infraestructura de producción instalada.
- 3) Reducir costos en relación con la perforación convencional.

Para el desarrollo del presente trabajo, se han reconocido las experiencias y prácticas de la perforación convencional realizadas en los pozos perforados, la gran mayoría de ellos inclinados, durante los más de 30 años de actividad petrolera en el Zócalo Continental del Nor Oeste Peruano.

El objetivo principal de este trabajo es describir brevemente las consideraciones que hicieron posible cristalizar este proyecto aplicando los procedimientos operacionales de la técnica denominada "SLIM HOLE" que consiste en la perforación de pozos de diámetro reducido, realizado con un equipo de Retrabajo "Work Over", el cual empleando sarta de perforación de 2 7/8" O.D. y broca 4 3/4" reprofundizó pozos someros anteriormente completados con revestimientos 5 1/2 pulgadas. Además se presenta el análisis económico de las alternativas propuestas.

La contribución con nuevas reservas de hidrocarburos de la Cuenca Talara empleando esta metodología, se inicia a partir de Junio de 1995, al desarrollar un primer proyecto de Reprofundización de siete pozos desviados ubicados en el área de Lobitos distribuidos en tres plataformas del zócalo Continental.

2 - INTRODUCCION

La aplicación de técnicas de perforación y completación de pozos de diámetro reducido comenzó en los años 50, pero no fué sino a partir de 1986 que muchas compañías petroleras se asociaron en proyecto de investigación y desarrollo para la implementación de esta nueva tecnología enfocada a la reducción de costos de perforación.

El término "SLIM HOLE" se aplica a pozos de diámetro reducido en general, éstos pueden ser perforados desde superficie (ie. conductora de 5 1/2" y revestimiento de 3 1/2"), o perforados por la necesidad de colocar una sarta adicional de revestimiento (Ya sea por problemas durante la perforación, o por requerimiento del plan de perforación, o cuando se requiere reprofundizar un pozo.). Alternativamente, un pozo de diámetro reducido se acepta como un pozo en el que, el 50%, o más de su longitud tiene un hueco abierto con broca de 6 3/4", o menos. En el Perú hubo algunos intentos para perforar de esta forma, pero sin experiencia valedera para producción comercial de hidrocarburos.

Las consideraciones que se describen tratan sobre los criterios a tomar en cuenta, basándose en la geología del subsuelo y el análisis técnico de ingeniería (ie. Brocas, Control de pozo, Fluido de perforación, Herramientas de fondo,..etc). Asi mismo, el estricto seguimiento de las recomendaciones permite obtener las siguientes ventajas:

- 1) Mejor comprensión de la geología local y de los problemas de perforación.
- 2) Velocidades máximas de penetración con lodos de densidad mínima.
- 3) Trastornos mínimos debidos a pérdidas de circulación y surgencias, planteando una programación más eficaz para la reprofundización de pozos.

Es pertinente señalar que por tratarse de una tecnología de última generación, muchos de los términos aludidos en el presente trabajo, están referidos en inglés, principalmente por no tener traducción oficial al idioma español.

3 - DESARROLLO

GEOLOGIA DEL AREA

En el área de Lobitos Costa afuera, el Eoceno inferior constituye la secuencia estratigráfica de mayor interés, alrededor de los pozos someros subyacen sedimentos de excelentes características como roca reservorio, limitados por fallas normales, los mismos que han desplazados los bloques a diferentes profundidades verticales.

El siguiente cuadro nos muestra parte de la columna estratigráfica que debió ser atravesada por los pozos a reprofundizar, de las cuales se seleccionaron las arenas del grupo salina.

Sistema	Serie	Piso	Grupo	Formación	Litología
TERTIARIO	EOCENO	INFERIOR		Chacra	Arcillas de color marrón claro a grisáceo, micro carbonosas
				Pariñas	Areniscas blanquicinas de grano medio, ligeramente calcáreas
				Palegreda	Lutitas gris claro.
			SALINA	Mogollón*	Areniscas de color blanco grisaseo a verdosas de grano medio a grueso, con cemento calcáreo
				San Cristobal	Lutitas gris oscuro intercaladas con lodolitas micro micáceas.
				Basal Salina*	Areniscas de color blanco hialino compuestas de cuarzo blanco y cuarcitas grises con minerales oscuros de tamaño gueso, gradando a guijarros y conglomerados

*Arenas Objetivo.

Formación Mogollón

Se caracteriza por presentar dos secciones bien definidas litológicamente. Una Superior que muestra espesor de arenisca que va de 50 a 150 pies, interestratificados con lutitas grises. El espesor total de esta sección es de 700 pies.

La sección inferior tiene un espesor total de hasta 800 pies en algunos casos y está compuesta por una delgada secuencia de areniscas de espesor variable, interestratificados con lutitas y limolitas.

Los reservorios son una combinación de trampa estructural y estratigráfica, pues no es homogénea, la sección superior es donde se concentran los mayores espesores de arena, porosidades medias y bajas saturaciones de agua. La zona inferior, se caracteriza por poseer arenas generalmente bien cementadas y donde la arcilla constituye barrera de permeabilidad.

Formación Basal Salina

Esta formación en el área de Lobitos presenta dos cuerpos bien definidos. Uno superior de 50 a 150 pies de espesor, compuesto generalmente por areniscas y arenas de grano medio mayormente interestratificado con lutitas. Y otro inferior de 300 a 500 pies de espesor, con una arena basal cuyo espesor varía de 10 a 150 pies y consta generalmente de grano grueso a conglomerado y cuarcitas grises.

Entre ambos cuerpos de arena existe un intervalo de lutitas de 100 a 400 pies de espesor, lo que hace que ambas arenas se comporten como dos reservorios diferentes.

BROCAS.

La función de la broca es una sola, perforar eficientemente la formación. El tipo a usarse depende principalmente de la característica de la roca que va a perforarse y las condiciones bajo las cuales se realiza la perforación.

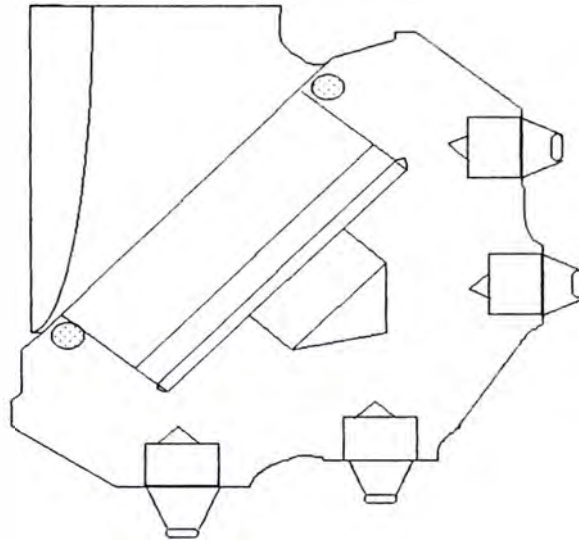
Avances en la metalurgia y procesos tecnológicos tales como: atomización, compactación, aglutinación, laminado y tratamiento en calor, han permitido lograr un mayor endurecimiento de la superficie y ductibilidad en la broca; proveyéndola de una mayor resistencia a la tensión e impacto, incrementándole la capacidad de soportar variaciones de peso y mayores revoluciones por minuto.

El monitoreo de su comportamiento, deberá incluir el análisis de las condiciones de respuesta a las características operativas. Comparar relaciones de penetración y durabilidad (desgaste) de las brocas garantizará una buena elección.

Es importante reflexionar sobre algunas de las características de los elementos que componen esta herramienta (Broca 4 3/4" O.D) ante la exigencia operativa de reprofundizar el pozo.

Brocas Tricónicas

Este tipo de brocas permiten desarrollar la habilidad de perforar huecos pequeños en operaciones que combinan parámetros mecánicos de motor de fondo y velocidad de mesa rotaria a través de formaciones someramente blandas.

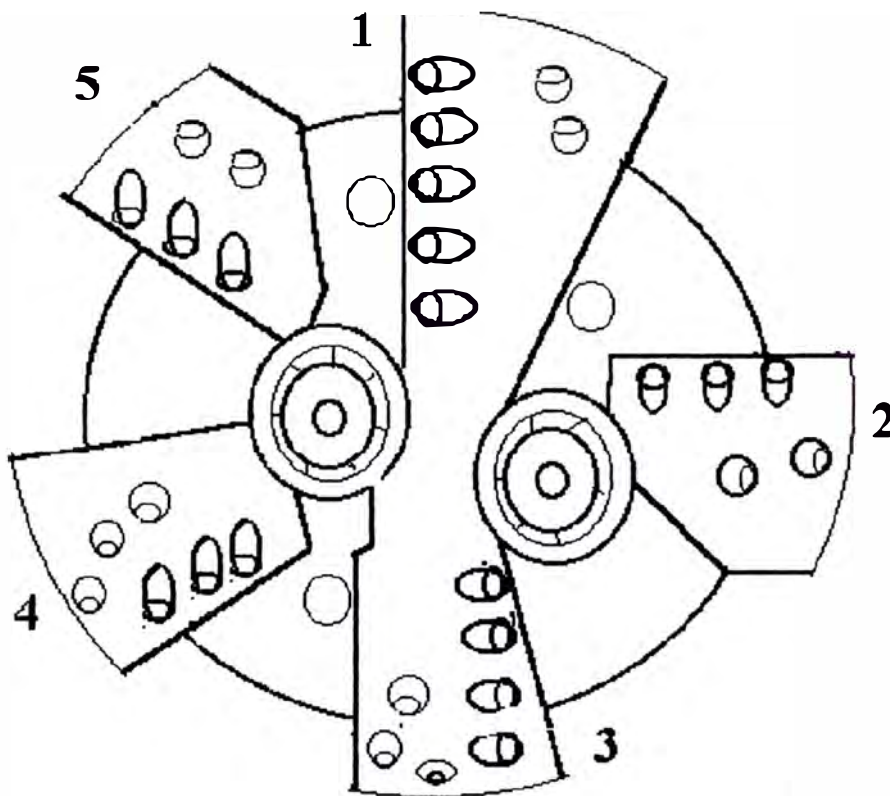


Su elección deberá considerar una estructura de corte agresivo, que esté compuesta principalmente de insertos de carburo de tungstenos alargados- tallados, espaciados en hileras de superposición; que al hincar profundamente en la formación, produzcan una acción similar a la lampa al retirar el recorte, reduciendo la tendencia a desgaste fuera del centro (mantener el calibre) y elimine el efecto de sobre huella.

Por otra parte el rodamiento, elemento que liga el cono cortador a la pata, deberá contar con cojinetes de contacto metálico, anillo hermético e integre sello autolubricador; que permita absorber y compensar los cambios de presión (fricción - alta temperatura) del movimientos relativo del cono y perno al ser empleadas a mayor velocidad de rotación (motor de fondo).

Brocas PDC

Este tipo de broca fué desarrollado en base al principio de perforación por arrastre de una herramienta cortadora integral. La broca con compactos policristalinos híbridos de sólida construcción, perfil de cabeza cónico poco profundo de cinco pasajes laterales de flujo, que intercala insertos (postes) en las posiciones críticas de los elementos cortadores (tamaños: 13mm a 8mm), ha perforado eficientemente las formaciones lutíticas arenosas obteniendo promedios altos de penetración y buen control direccional.



La preocupación al notar desgaste acelerado de algunos cortadores, debió tomarse en cuenta principalmente a las altas cargas de impacto que genera la vibración pozo abajo. Esta vibración se presenta en dos tipos: La Lateral y La Axial.

Vibración Lateral. denominada remolino ("bit Whirl"), en estas las superficies dinámicas hacen que el centro instantáneo de rotación de la broca se desplace de su centro geométrico, al cortar la roca, la broca deja un patrón característico de lóbulos múltiples.

Vibración Axial. es el movimiento periódico de sube y baja de la broca con relación a su eje central, "rebote de la broca".

Las brocas híbridas PDC perforan eficazmente porque sus postes estabilizan, absorbiendo el grueso de las fuerzas de impacto inverso y evitan los cortes excesivamente profundos eliminando los altos picos de tensión; contribuyendo al relativo desgaste uniforme de los cortadores.

CONTROL DE POZOS

Los fluidos contenidos dentro de las formaciones geológicas ejercen presiones. La magnitud del efecto de estas presiones se relaciona directamente con el tipo de fluido, la porosidad, permeabilidad y el ambiente geológico en que la formación se encuentre.

Cuando se discuten presiones a profundidades arbitrarias, lo común es definir el gradiente de presión. Considerando que una columna de agua dulce ejerce un gradiente de 0.433 psi/ft. y la masa total de roca y fluido de una columna de sedimentos tiene un gradiente promedio aceptable de 1 psi/pie. A estos rangos de presiones se les considera **normales**.

En muchas zonas, se pueden encontrar presiones más grandes o más pequeñas que el gradiente normal. Estas presiones **anormales** son las causas potenciales de algunos problemas serios en la perforación de pozos, tales como reventones o pérdidas de circulación.

Zonas de presiones anormales se encuentran característicamente localizadas en áreas altamente falladas (Nor-Oeste Cuenca Talara). Es posible que el fallamiento origine el completo aislamiento de una parte de una formación en particular, formando lo que se llama comúnmente un yacimiento cerrado.

Desde el punto de vista de nuestra discusión, una presión anormal es aquella que es mayor que la presión hidrostática de los fluidos de formación que están por arriba de ella definiéndola

$$0.465 \text{ psi/pie } < \text{ Geopresión } < 1 \text{ psi/pie}$$

(grd. Agua salada) (grd. Sobrecarga)

Un método para reconocer la presencia de presiones anormales es el analizar el perfil de Velocidad Acústica (Tiempo de Intervalo de Tránsito). Las herramientas acústicas miden en microsegundos el tiempo que tarda el sonido en recorrer una distancia específica.

La aplicación de ésta técnica se limita a lutitas limpias que tienen la propiedad de compactarse para formar una estructura más bien uniforme y homogénea. Las presiones en el reservorio poroso pueden estimarse tomando como base las presiones de las lutitas que lo rodean.

En un ambiente con presión normal, los sedimentos se compactan a medida que el peso en aumento de la sobrecarga impulsa hacia afuera el agua innata. Por lo tanto, la porosidad (espacios vacíos) disminuye con la profundidad. En condiciones anormales, el agua no puede escapar y el proceso de compactación se altera.

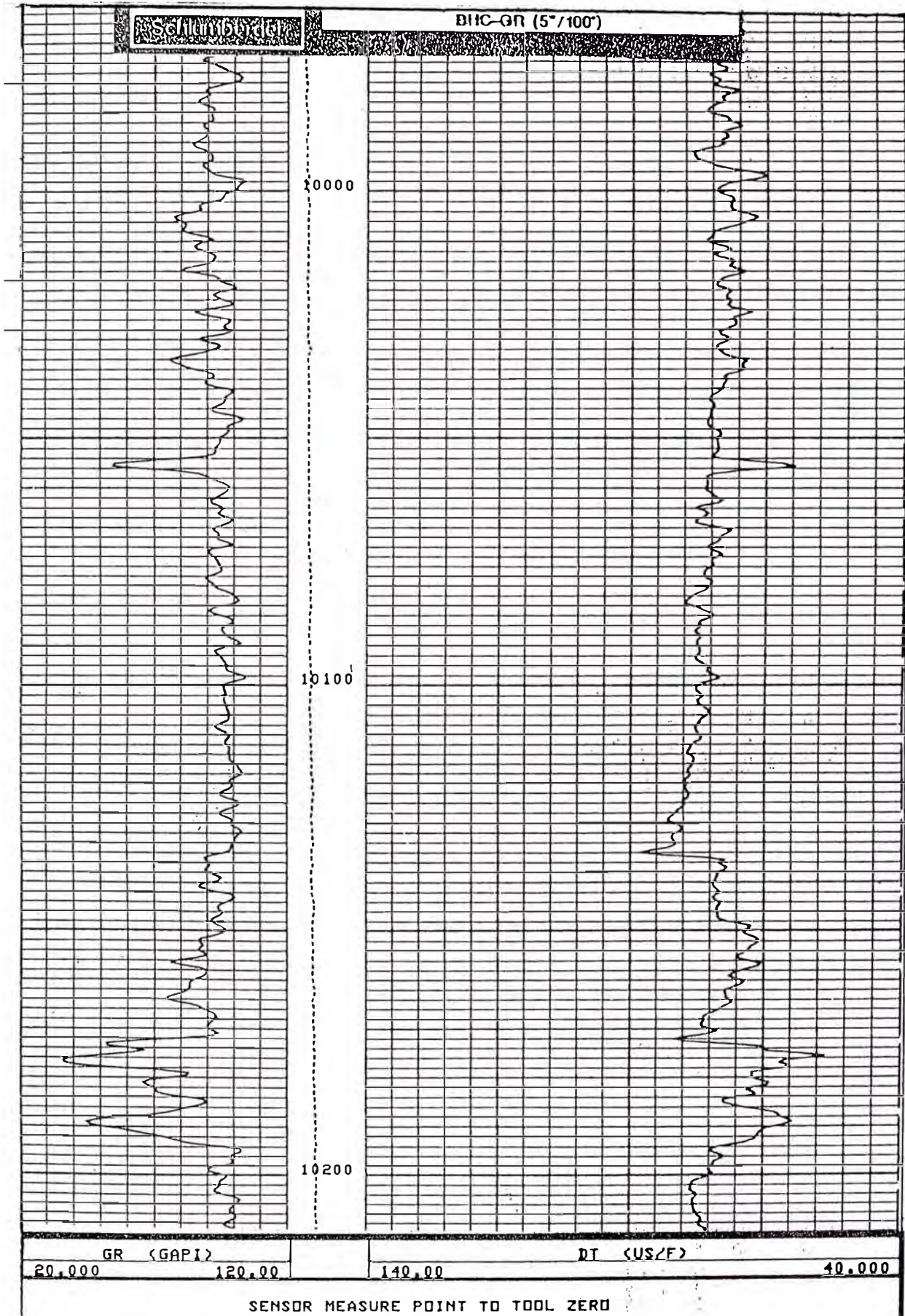
Por ejemplo, una lutita "pura" (0% de porosidad) transmite el sonido aproximadamente a 62.5 microsegundos/pie. Si la porosidad aumenta desde 0 a 30% y los espacios vacíos están llenos con agua de mar, el tiempo de tránsito aumenta aproximadamente a 103 microsegundos/pie.

La experiencia ha demostrado que la tendencia normalmente presurizada decrece, ilustrada óptimamente por una función logarítmica y se grafica como una recta en papel semilogarítmico.

Después las diferencias de velocidades (tendencia normal con el observado) son calibradas en gradientes de presión de poro o en sus equivalentes de densidad de lodo, para estimar la presión de formación y para detectar las zonas geopresurizadas. Este tipo de información se emplea a su vez para planear pozos subsiguientes.

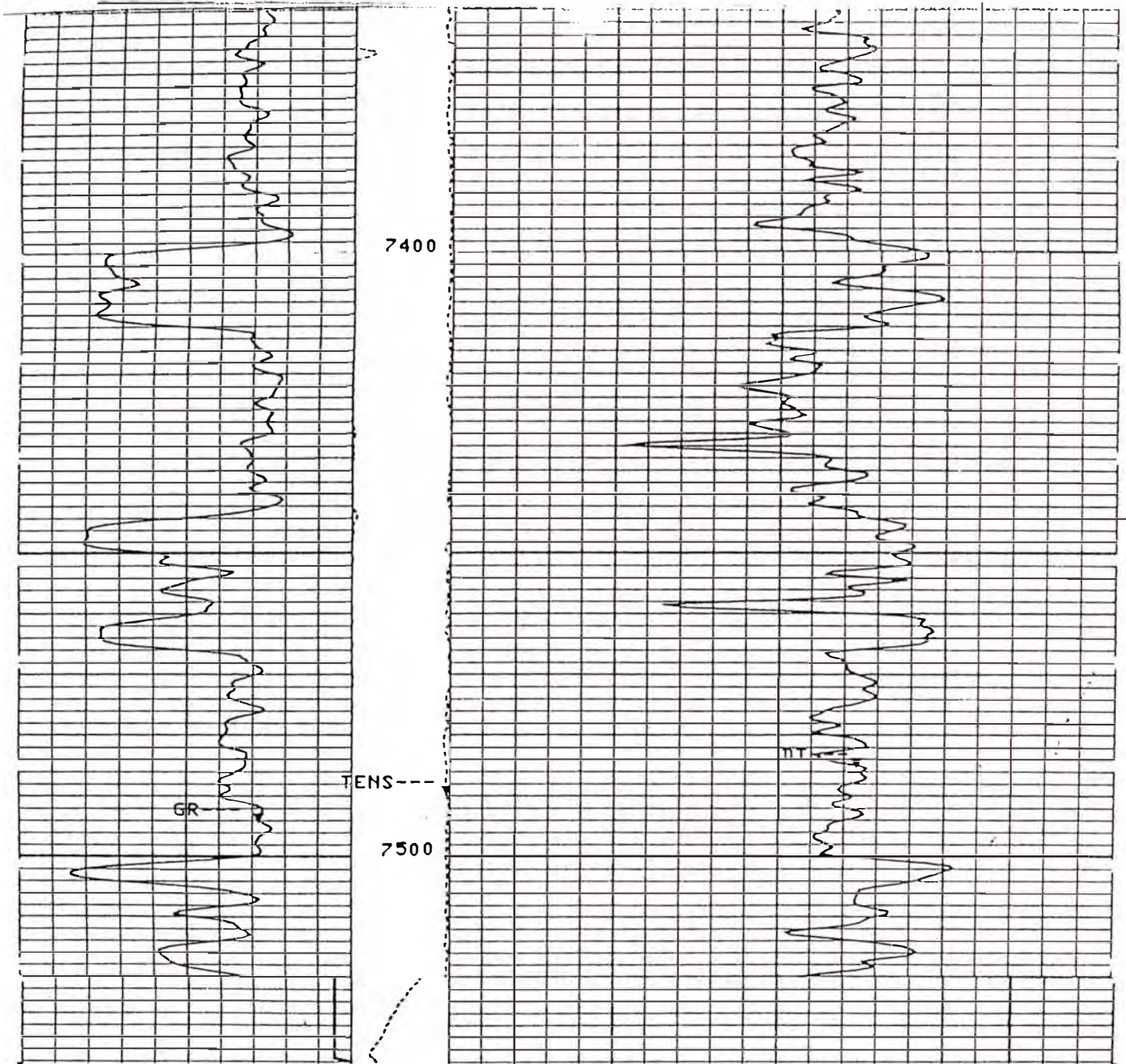
REGISTRO

VELOCIDAD ACUSTICA - GAMMA RAY



REGISTRO

VELOCIDAD ACUSTICA - GAMMA RAY



5" / 100'

CP 40.2

FILE 16

17-AUG-1995 11:34

INPUT FILE(S)
6

CREATION DATE
17-AUG-1995 05:40

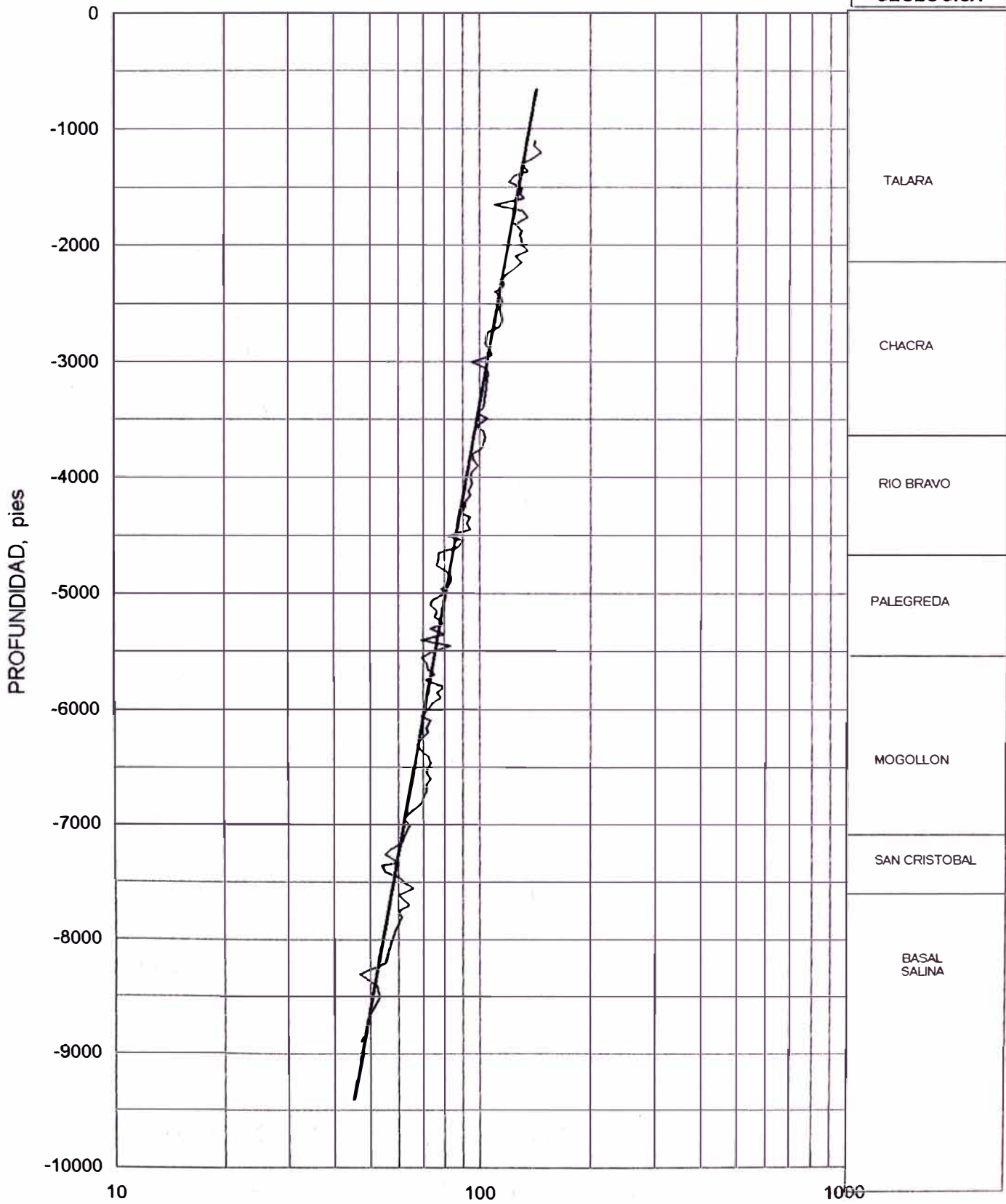
GR (GAPI)	DT (US/F)
20.000	40.000
120.00	
140.00	

SENSOR MEASURE POINT TO TOOL ZERO

TIEMPO DE TRANSITO vs SOBRECARGA

AREA LOBITOS

COLUMNA GEOLOGICA

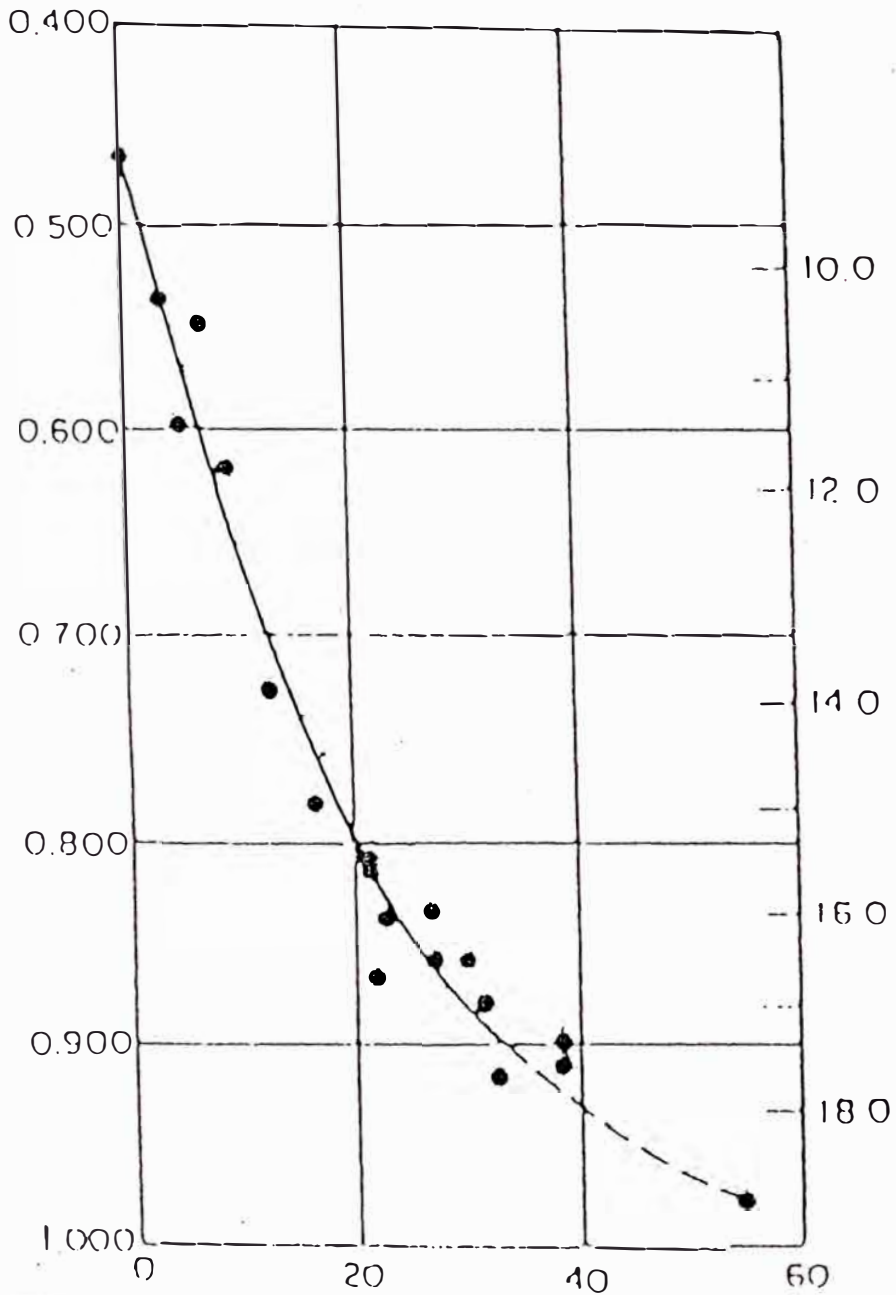


FUENTE : REGISTRO BHC - NGS

ΔT (sh) us/ft

RESERVOIR
FPG,
psi/ft

EQUIVALENT
MUD WEIGHT,
lb/gal



RELACIONES DE VELOCIDADES ACUSTICAS

PARAMETRO: $\Delta T_{ob}(sh) - \Delta T_n(sh)$

LA VELOCIDAD ANULAR

Los pozos "Slim Hole" tienen generalmente un espacio anular de 1/2" en comparación con el espacio anular de los pozos convencionales que suele ser de 1 1/2" a 8". Debido a la pequeñez del espacio anular, altas velocidades se generan a bajas tasas de bombeo produciendo dos efectos en la presión de fondo (E.C.D) durante la perforación:

- 1) Decrece por una reducción en la concentración de recortes en el espacio anular.
- 2) Incrementa por el aumento de la pérdida de presión por fricción.

Para un conocido régimen o velocidad de penetración, diámetro de la sarta perforadora, pozo y propiedades del fluido de perforación, existe una óptima velocidad anular a la cual la presión de fondo (E.C.D) es mínima. Debe recordarse que en el reducido espacio anular, una burbuja de gas producirá una reducción de la columna hidrostática 3.3 veces mayor que en el caso de barras de 4 1/2" dentro de revestimiento de 9 5/8".

Los resultados de campo obtenidos en nuestra experiencia han ofrecido guías tales como para considerar que la velocidad anular debe mantenerse en el rango de 250 a 320 pies/min y la concentración de recortes (sólidos) baja con la ayuda de la centrífuga; llegando a un máximo de 20% del volumen para un peso de 11.5 ppg con el fluido saturado. Esto significa que el valor máximo de los sólidos corregidos fué de 11.7% / Vol; de los cuales solo de 2 a 4% / Vol eran sólidos de perforación.

En pozos desviados cuando se perfora a altas revoluciones por minuto, o hay rotaciones excesivas de la sarta, ésta puede actuar como centrífuga, causando que los sólidos del buen régimen de penetración se adhieran a la superficie catenaria de la sarta y al parar las bombas la "cama de recortes" se deslize e impida maniobras que en el forzamiento provoquen la pérdida hidrostática por el efecto de succión obteniendo aportes de gas y crudo.

FLUIDO DE PERFORACION.

Aspectos críticos de la perforación de pozos de diámetro reducido, asociados a altas desviaciones pueden estar relacionados al fluido de perforación. La consideración será que el fluido deberá tener características inhibitorias y tixotrópicas.

El lodo de base agua, saturado con sales (160M Cl⁻ / 12M K⁺), con valor de Ph entre 8.5 - 9.5, realiza excelente inhibición, la incorporación de supresores de hidratación en combinación con productos celulósicos solubilizados; controlan el filtrado de las arcillas.

Las propiedades reológicas son alcanzadas con biopolímeros de grado superior que, en concentraciones de 2 a 4 lbs/bbl de productos base glicol, reducen el factor de fricción y la espuma.

Para reducir la invasión de la fase líquida del lodo en arenas depletadas y los revoques gruesos en la pared; las que originan arrastres (swabs) y tendencias a quedarse la columna de perforación presa, se utilizan sellantes de origen celulósicos micronizados conjuntamente con carbonato de calcio

El fluido diseñado tiene un mínimo impacto sobre el medio ambiente, debido a que los componentes orgánicos del sistema son biodegradables. En condiciones estables, el lodo es tratado con un biocida y llevando el Ph entre 10.0 a 10.5 permite la conservación para ser re-utilizado en el siguiente pozo a reprofundizar.

POZOS DE RADIO LARGO

Tal vez desde la época en que empezaron a perforarse pozos sesgados desde plataformas situadas a distancia de las vías de comunicación, o desde la playa para desarrollar reservorios someros justificó las inversiones para ponerlos en producción por medios convencionales.

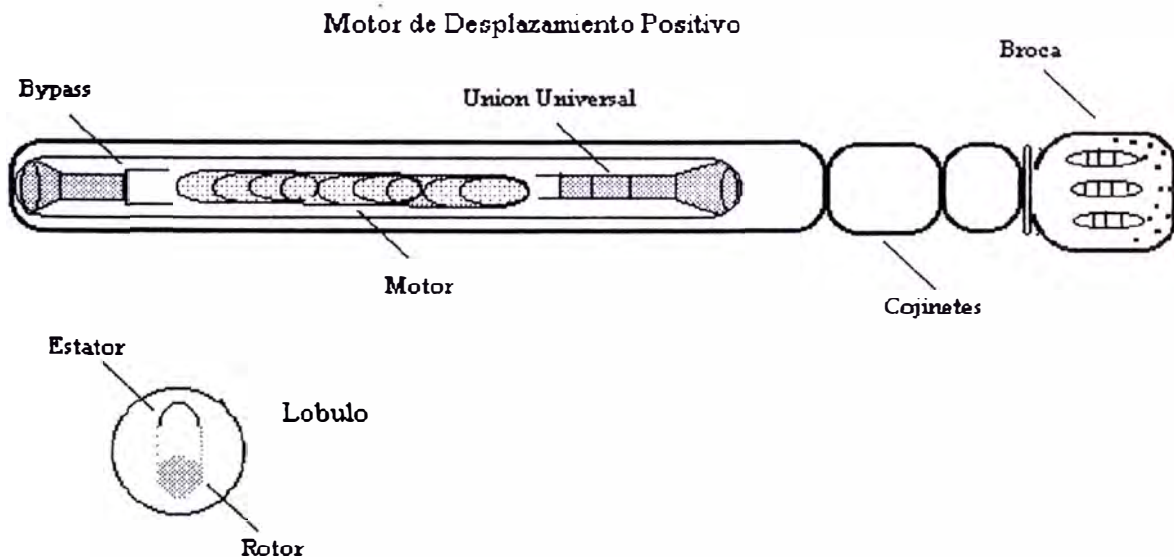
Pozos de radio largo son aquellos cuyo incremento de angulo (build up) varía entre 3°/100' a 8°/100' . Algunos expertos le agregan a esta definición; la relación entre el desplazamiento horizontal y la profundidad medida deberá ser 1:2, o más alta.

HERRAMIENTAS DE FONDO (hueco abajo)

Para conocer con mayor precisión la ubicación real de la trayectoria de un pozo y optimizar su perforación, se han desarrollado diferentes tipos de herramientas de fondo.

Las Mediciones Durante la Perforación ("MWD"); esta herramienta transmite información a la superficie a través de una serie de pulsos. El equipo sensor ("SLIM 1"- 1 3/4" O.D) ubicado en una botella no magnetica (NMDC) muy cerca de la broca envía los pulsos mediante las descargas o restricciones del flujo del lodo. La frecuencia de estos pulsos es detectada y decodificada por un traductor de presión, con el propósito de obtener información de orientación e inclinación del ensamblaje.

Los Motores de Perforación, son empleados para trabajos de mejoras en el proceso de perforación direccional e incrementos de las revoluciones por minuto en la broca. Los motores de desplazamiento positivo ("PDM"- 3 5/8" O.D) empleados en la Reprofundización tienen cuatro componentes básicos: sección bypass, motor, union universal y el ensamblaje del cojinete.



La Sección "Bypass" constituida por una válvula que permite que la sarta de perforación se llene o drene el fluido mientras el motor es bajado o retirado del hueco.

El Motor contiene un "estator" (elastómero de contorno/ perímetro, espiralado alineado en un tubo de acero) y un rotor de acero espiralado. Los espirales del estator y del rotor son conocidos como lóbulos ("lobes") sus contactos forman líneas de sello continuo y cámaras cerradas de fluido múltiple.

La rotación excéntrica del rotor es generada por la presión del fluido de perforación pasando a través de las cámaras (Principio de Moineau), siendo transferida a la broca mediante la unión universal. Para un motor tipo Moineau el número de lobulos del estator y del rotor siempre difiere de 1. Una relación baja como 2:1, es característica de un motor de alta velocidad. Relaciones altas como 5:6 son típicos de motores de baja velocidad.

Cuando se aplica peso adicional sobre la broca, el torque incrementa, requiriéndose mayor presión para forzar el fluido entre las camaras, al perforar disminuye el torque, la presión decrece. Entonces la caída de presión a través del motor es considerada proporcional al torque de perforación.

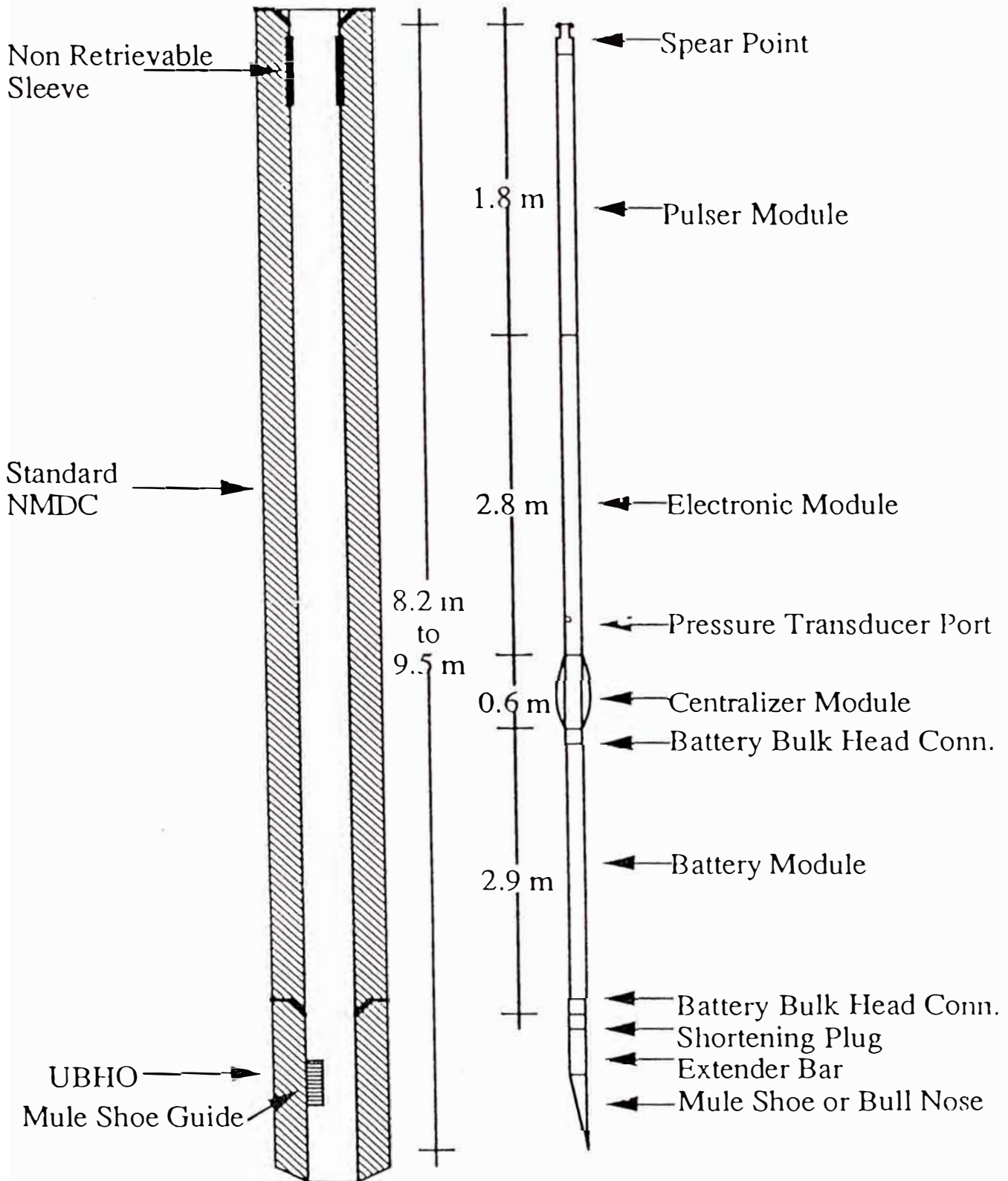
Las RPM del rotor depende del volumen de fluido que desplaza. El rendimiento del motor puede ser monitoreado desde superficie, los correspondientes cambios pueden verse en el "Standpipe" y en el régimen de flujo.

La Unión Universal conecta el extremo inferior del rotor y el extremo superior del eje impulsor (drive sub) con el fin de cambiar el movimiento excéntrico del rotor a una rotación concéntrica con la broca.

La Sección del Cojinete (cojinetes de rollas y radiales) soporta el peso aplicado a la broca y proporciona estabilidad lateral al eje impulsor. Si la sección del cojinete no esta sellada, aproximadamente del 2 al 10% del flujo pasa por esta sección para enfriamiento y lubricacion, dejando el resto pasar a través de la broca. La cantidad de flujo através de la sección depende de la contrapresión creada en la broca. Sin embargo, si el límite máximo es excedido puede producir lavado ("washout") de está sección.

Las caidas de presión a través de las herramientas de fondo requieren ser consideradas para la optimización del programa hidráulico: varían de acuerdo a los tipos que se usen, u manufactura y modelo y medida de las herramientas.

Slim 1 SISTEMA POZO ABAJO



4 - FACTIBILIDAD DE REPROFUNDIZACION

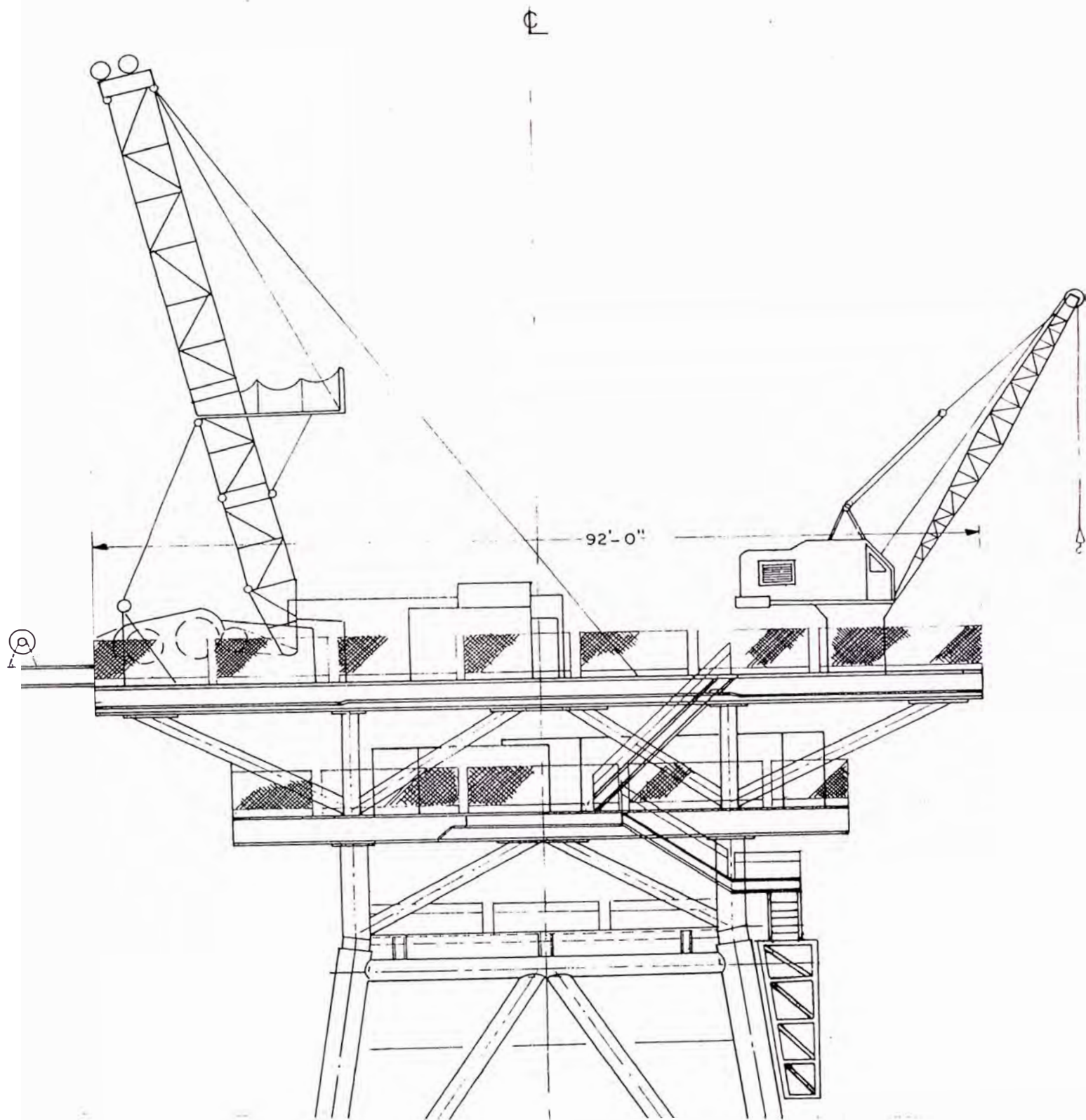
Elegidos y evaluados como candidatos potenciales; pozos que han llegado a su límite económico, o que han sido abandonados, son propuestos para su Reprofundización.

El Trabajo se hará con un equipo de Retrabajo ("Work Over"), acondicionado como se describe a continuación:

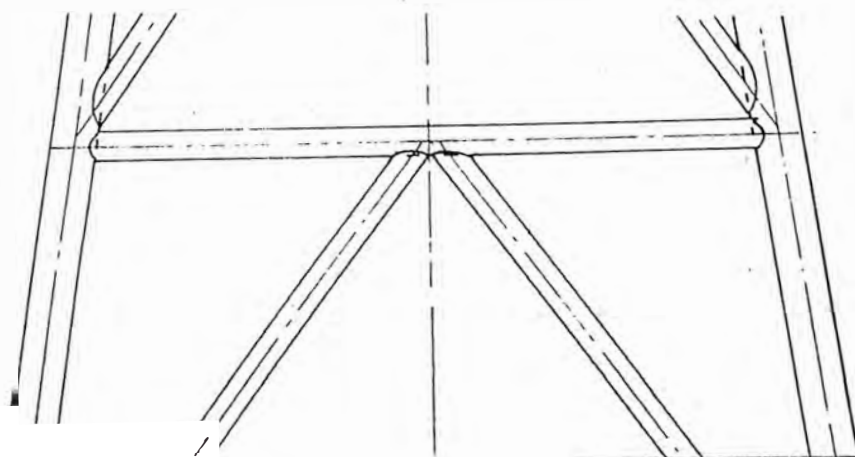
Malacate Cardwell KT-250	400 HP
Mastil	103 pies - 350,000 lbs.
Mesa Rotaria	17 1/2 pulgs.
Bombas (2) Gardner Denver	Mod PZ-7 (Triplex) 750 HP.
BOP - Arite marca Shaffer tipo LWP	7 1/16" x 3000 psi.
BOP - Anular marca Hydrill	7 1/16" x 3000 psi
Capacidad de Perforación	12,000 pies
Dimension del equipo (Skid)	35 pies
Peso del equipo	35 TN.

Dado que la perforación de las formaciones se realizara con broca 4 3/4" de diámetro, los tubulares básicos seleccionados son:

- Tuberia de Perforar (**Dp's**) 2 7/8" O.D; grado X-95 y conexiones tipo SL-H90
- Tuberia Pesada de Perforación (**Hw's**) 3 1/16" O.D.
- Botellas Espiraladas (**Dc's**) 3 7/8" O.D.

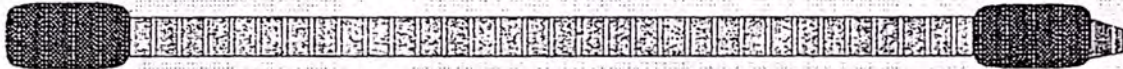



EQUIPO DE RETRABAJO EN PLATAFORMA




CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES DE LA SARTA DE PERFORACION DE POZOS DE DIAMETRO REDUCIDO

GRADO DE ACERO	DIAM. NOM. (PULG.)	PESO NOM. (#/PIE)	DIAM. INT. (PULG.)	RANGO	CONEXION			PROPIEDADES MECAN.	
					TIPO	D. E. (PULG.)	D. I. (PULG.)	TENSION	TORSION
								LBS/PIE	LBS/PIE

TUBERIA DE PERFORACION DE ALTA RESISTENCIA (DRILL PIPE)	X 95	2 7/8"	10.4	2.151	2	SL-H90	3 7/8"	2 1/16"	271,000	14,600
										

TUBERIA DE PERFORACION PESADA (HEAVYWT.)	(*)	3 1/16"	16.8	2 1/16	2	SL-H90	3 7/8"	2 1/16"	442,750	23,690
										

BOTELLA DE PERFORACION ESPIRALADA (DRILL COLLAR)	--	3 7/8"	29	2 1/8"	2	SL-H90	3 7/8"	2 1/4"		
										

(*) = NO ESTA BAJO NINGUNA ESPECIFICACION API - VALORES DETERMINADOS POR EL FABRICANTE

POZO PROPUESTO A REPROFUNDIZAR

LOBITOS COSTA AFUERA

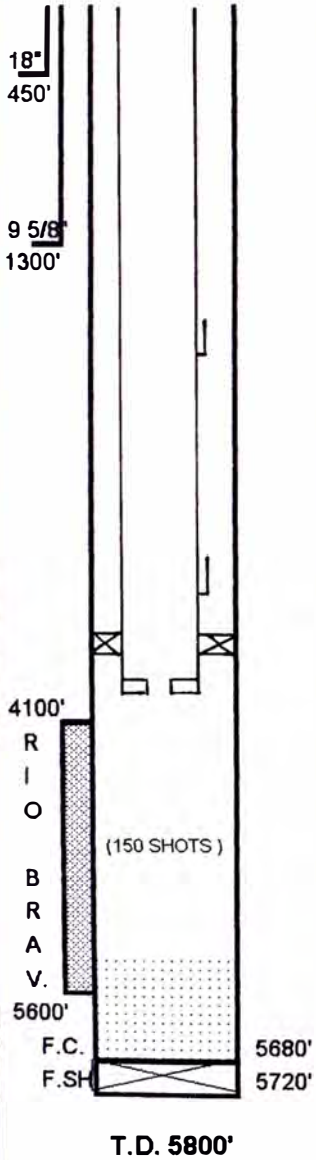
CONFIGURACION DEL POZO

WELL DATA

K.B.: 32.5'		WAT. DEPTH : 350'		W. HEAD: 9 5/8" X 5 1/2" (2000 -3000 PSI)			
C O N D U C T O R					COORDINAT. ON 5 1/2" CASING		
TYPE	SIZE	DEPTH	ANGLE	DIRECT.	NORTH	EAST	
VERTICAL	18"	450			9'508,630	458,958	
P R O D U C T I O N C A S I N G					VERT. ANG.	DIRECTION	
SIZE	TYPE	WEIGHT	G. SHOE	F. COLLAR	TO 5 1/2" CSG.	DIRECTION	
5 1/2"	J-55	17#/FT.	5720'	5680'	26 DEG.	S 48° W	
WELL T.D.	RAT HOLE	P E R F O R A T I O N S					
5800'	80'	INTERVALS		FORMATION			
		5600'	4100'	RIO BRAVO			
PRESENT INSTALLATION :		CONVENTIONAL WIS.N AT 4070'					
MANDRELS :		AT 4000' , 2860					

SLIM HOLE PROJECT

FORMATION	STATUS	NEW	ADDITIONAL	VERT. ANG.	COORDINT. TO NEW OBJECTIVE	
PRODUCING	JUL-95 (BOPD)	OBJECTIVE	DEPTH	TO NEW DEPTH	mN	mE
RIO BRAVO	SI	MOG - B SAL	2700'	52.54°	9'507,974	458,520



La secuencia operativa será preparar primeramente el pozo; retirando de él las instalaciones de levantamiento artificial, luego bajar tubing 2 7/8" O.D con empacadura ("paker") y proceder sellar los intervalos productores selectivamente, mediante forzamientos de cemento ("squeeze"), esperar la fragua y luego perforarlos realizando pruebas de hermeticidad con 800 psi. concluye perforando la valvula, cemento, zapata 5 1/2" hasta el fin del pozo (rat hole - 5800 pies), colocando un tapón de cemento.

La rotación de las brocas Tricónicas en la fase de construcción de angulo se obtendrá mediante el uso de motor de fondo (PMD-3 1/2") de alto torque y rango medio de rpm (4/5 lobe), alternando con mesa rotaria, para luego, atravesar en su integridad el objetivo final manteniendo la proyección con ensamblaje rotario estabilizado y broca PDC en parámetros mecánicos e hidráulicos.

Para reducir un posible riesgo de aprisionamiento que, debido a lo reducido del espacio anular, se incremente ante cualquier inestabilidad de las paredes del pozo y / o presión diferencial; la columna de perforar se mantendrá en rotación mediante un "Power Swivel". Esto con la finalidad de reducir los tiempos de conección de las barras. No obstante, se dispondrá de mesa rotaria y "kelly" para cualquier eventualidad.

El control direccional se efectuará mediante el uso de un MWD "Steerable System" para un control continuo con sarta en movimiento.

En lo referente al lodo base agua, saturado con sales de excelente inhibición con polímeros biodegradables y lubricidad, éste tiene la ventaja de ser absolutamente tolerado por el medio ambiente.

La eliminación de sólidos en pozos de diámetro reducido cobra aún mayor importancia. Se ha considerado el uso de zaranda Derrick Modelo 58 que, debido a la gran superficie y la variación de angulo de +5 a -15º puede tratar 180 gls/min y tela de 210 a 230 mallas por pulgada cuadrada, en adición se usaría un desilter que procesaría hasta tres veces el volúmen de bombeo. No obstante, de acuerdo a la cantidad de baritina que deba usarse, se tendrá de soporte una centrífuga.

También se ha incluido un sistema electrónico para el control de volúmenes de lodo ingresando y saliendo del pozo, volúmenes en piletas y control de desplazamiento por emboladas de bomba. La utilización de medidores (detector de gas) asistirán en la evaluación de manifestaciones (shows), ya sean en las formas; gas de perforación, o de conexión; para ser monitoreados y controlados, en forma dinámica a tasas de bombeo minimizando el daño a la formación.

El revestimiento previsto para la completación de la reprofundización será **Laina 3 1/2"** O.D.(sin cople), sentandola arriba de los intervalos forzados mediante un colgador hidráulico.

POZO SOMERO REPROFUNDIZADO

LOBITOS COSTA AFUERA

CONFIGURACION DEL POZO

WELL DATA

K.B.: 32.5' WAT. DEPTH : 350' W.HEAD: 9 5/8" X 5 1/2" X 2 7/8" (2000-3000-5000 PSI)

C A S I N G

					COORDINAT. ON 5 1/2" CASING	
TYPE	SIZE	DEPTH	ANGLE	DIRECT.	NORTH	EAST
VERTICAL	6 1/2"	6720'	26°	S 48° W	9'608,630	458,958

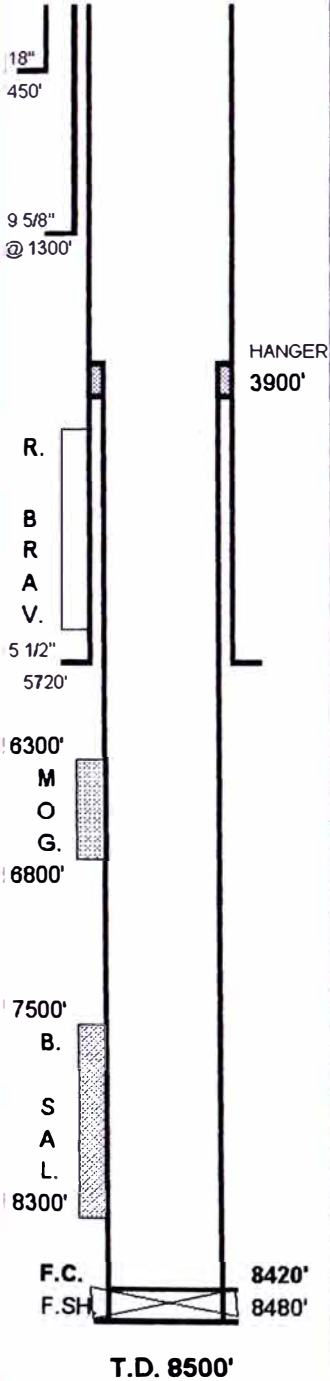
P R O D U C T I O N L A I N E R

SIZE	TYPE	WEIGHT	G. SHOE	F. COLLAR	HANGER
3 1/2"	J-65	9.3 #/FT.	8480	8420	3900'

WELL T.D.	RAT HOLE	INTERVALS		FORMATION
8500'	20'	6800'	6300'	MOGOLLON
		8300'	7600'	BASAL SALINA

SLIM HOLE PROJECT

FORMATION	STATUS	NEW OBJECTIVE	ADDITIONAL DEPTH	VERT. ANG. TO NEW DEPTH	COORDINT. TO NEW OBJECTIVE	
					mN	mE
RIO BRAVO	SI	MOG- B. SAL	2700'	52.54°	9'507,974	458,520



5 - EL PLAN DIRECCIONAL

Una de las consideraciones más importantes para determinar el plan direccional es analizar la factibilidad de una trayectoria real - dada, a las necesidades de la nueva propuesta geológica.

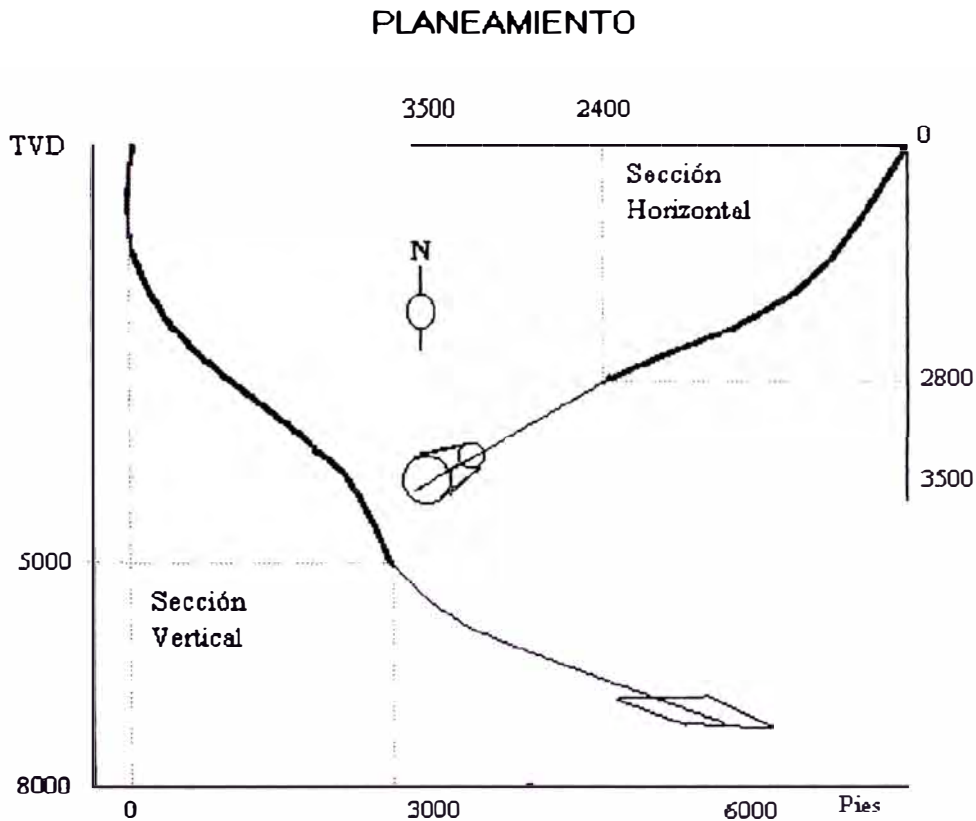
Una consideración adicional lo determina el hecho de que las trayectorias de los pozos pre-existentes van desde la verticalidad hasta más de 30° de inclinación en su zapata de 5 1/2", y que en sus vistas horizontales presentan "nudges" a partir de los 500 pies, con pre-direccionamientos (forzamientos azimutales, "leads") hacia el objetivo original, culminando con desplazamientos del orden de 2400 pies.

Por lo tanto, la factibilidad de un plan direccional reside en perforar (Reprofundizar) un pozo de diámetro reducido a través de un revestimiento pre-existente, cuya configuración no presente curvas severas, esto en prevención de que ocurran problemas con la sarta de perforación durante los viajes, y se pueda alcanzar el objetivo final sin exceder los límites de resistencia de la tubería (ie. fatiga, tensión, torque, etc.).

LA PROPUESTA

Pozo		Somero - I	
Area		Lobitos Costa afuera	
Revestimiento 5 1/2"		Coordenadas:	
Zapata		9'508,630 mN	
		458,958 mE	
Objetivo		9'507,974 mN	
		458,520 mE	
Objetivo		<u>Rectangular Coord.</u>	
Punto de Entrada	6,370'	3,450' S	2,222' W
Profundidad final	7,000'	4,182' S	2,595' W
Angulo		52.54°	
Azimuth		212.78°	
Declinación Magnetica		2.14° E	

	<u>Build Rate</u>	<u>Sección Tangencial</u>
Plan Inicial	4°/100'	2310 pies



Dependiendo de la propuesta geológica, en lo que se respecta a profundidad, coordenadas, del objetivo, razón de cremento de ángulo y/o cambio de dirección, se inicia el diseño geométrico según convenga:

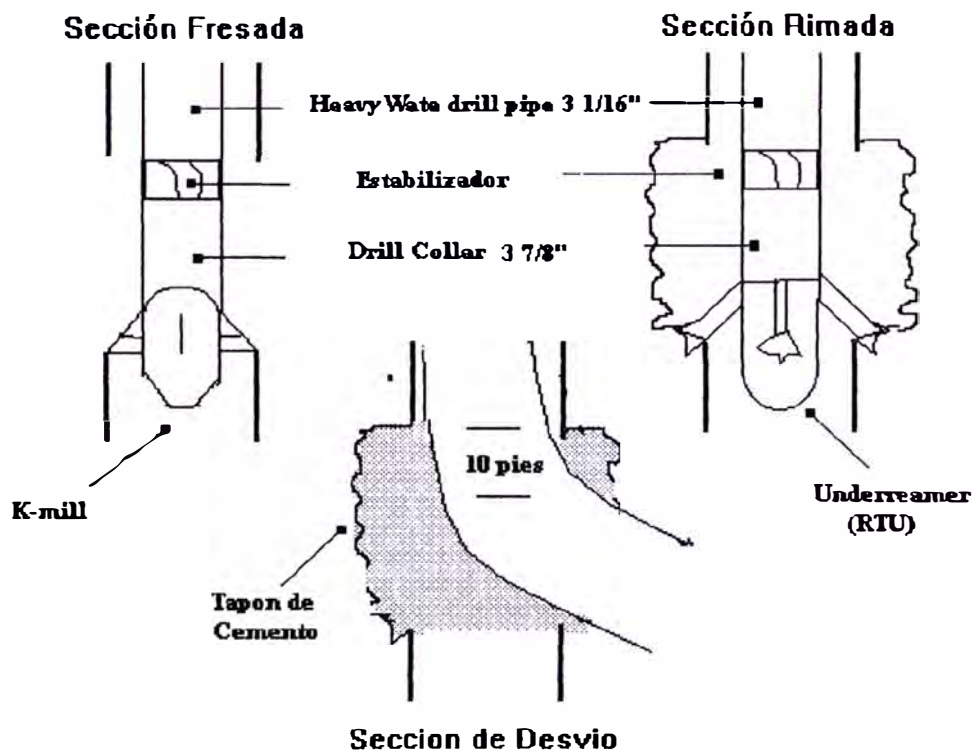
- Considerando el punto de inicio ("Kick off point") a 50 pies debajo de la zapata del revestimiento de 5 1/2"
- Considerando el punto de inicio de desvío a 10 pies del inicio de la sección fresada ("milling section") del revestimiento.

Razones de incremento de ángulo de entre 3.5°/100ft y 6°/100ft han sido comunes en las configuraciones de radio largo con necesidades de giro en dirección variables, todo esto hasta lograr apuntar al objetivo, lógrase con el uso y aprovechamiento del sistemas de navegables con MWD y motores de fondo de alto torque y rpm de rango medio.

SECCION FRESADA

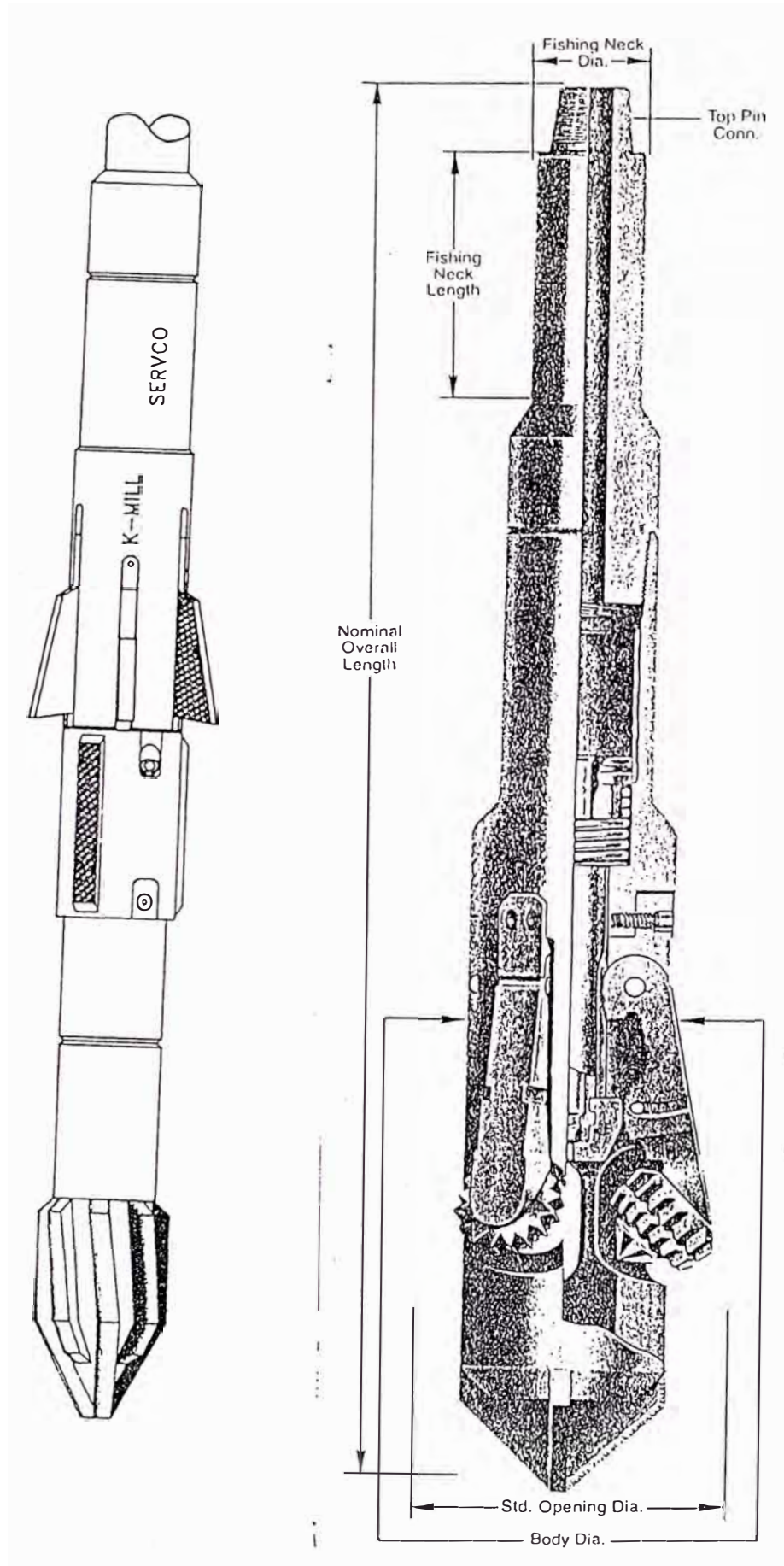
En pozos a reprofundizar, que requieran forzamientos azimutales continuos (giros en la dirección) muy severos, es recomendable fresar una sección del revestimiento, para luego iniciar el KOP, si la sección se realiza por encima de los perforados se corre el riesgo de registrar pérdidas de circulación al atravesar las arenas depletadas.

Nuestra operación de fresado del revestimiento consistió en hacer una sección de 60 pies, luego remover el cemento adherente con un "Underreamer" y posteriormente colocar un tapón de cemento. Iniciar el KOP a 10 pies del inicio de la sección, las razones de incremento de ángulo iniciales fueron suficientes para evitar la colisión con la porción inferior del revestimiento en el que se realizó la sección.



El ensamblaje de fresado está constituido por un estabilizador guía, el K-Mill 4.5" (de seis brazos con cuchillas cortadoras), 2 drill collar 3 7/8", estabilizador, 8 heavy wate drill pipe 3 1/16". Previa revisión del registro GR-CCL se inicia la sección.

HERRAMIENTA DE FRESADO Y ENSANCHE



Las condiciones del lodo fueron: densidad de 9.8 lb/gal, viscosidad de embudo 60 sec., viscosidad plástica 22 cps, punto de cedencia 40 lb/100 ft². Aplicando entre 4,000 - 5000 lbs de peso y rotación de 90 - 100 rpm, el flujo de circulación de 190 gpm permite obtener velocidades anulares de 320 pies/min y 250 pies/min a la altura de los tubulares 3 7/8" y 2 7/8" respectivamente. Las presiones registradas en el standpipe fueron del orden de 1450 psi.

El desempeño logrado en el intervalo fresado (3940 pies - 4000 pies) fue de 4.5 pies/hr, en una operación continua, obteniéndose importante retorno de viruta metálica uniforme.

La operación de remoción del cemento envolvente de la sección fresada se realiza usando un RTU ("Rock Type Underreamers" - Serie 4500), herramienta hidráulica de apertura, de tres brazos de agresivos conos rolados.

El ensamble de ensanche está constituido por: RTU, Sustituto de angulo (Ben sub), 2 heavy wate, estabilizador, 8 heavy wate. Fue bajado lentamente, accionándolo frente al inicio de la sección, incrementando la presión de las bombas a 1000 psi, bombeando 190 gpm, y 100 rpm. El ensanche a 8 1/2" en toda sección fresada se realizó a 20 ft/hr, con retorno de cemento y formación en la zaranda.

PLANEAMIENTO DE ENSAMBLAJES

En el programa direccional se reconocen dos fases, en la Reprofundización de los pozos "Slim hole". Una sección curva inicial, (en la cual se construye ángulo y se realiza el giro en dirección), y una sección tangente (en la cual se mantiene ángulo y dirección). El criterio de selección del ensamblaje toma en cuenta las reacciones de las formaciones a perforar dada la posición relativa de la proyección de la actual trayectoria respecto a la posición del objetivo.

Levantamiento de Angulo.

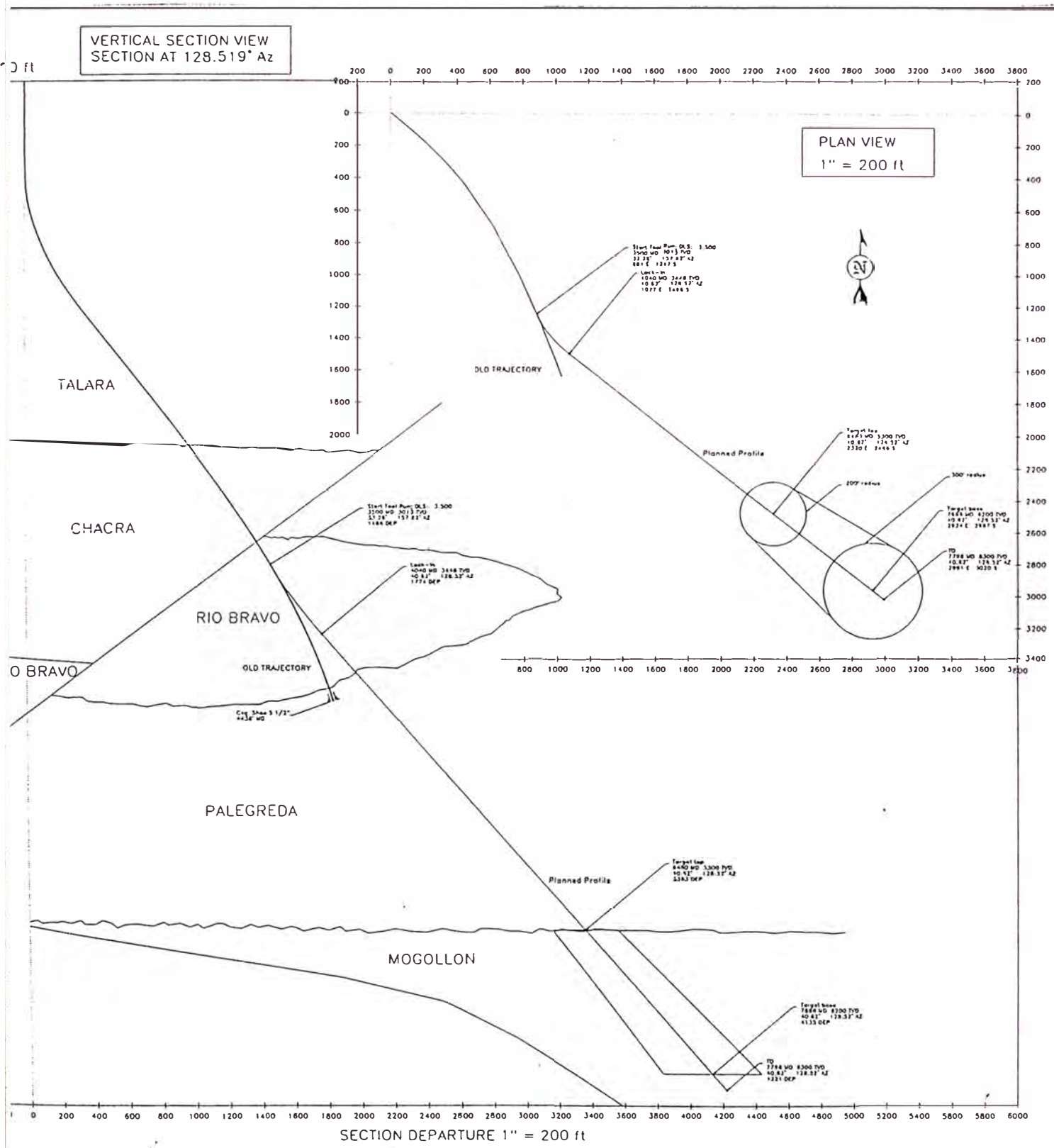
La construcción aproximada de una sección curva de 800 pies con razones de incremento de ángulo de entre $3.5^{\circ}/100$ pies y $6^{\circ}/100$ pies han sido comunes, su ejecución toma de estableciendo un "Build Rate" de $4.5^{\circ}/100'$, su perforación toma de dos a tres días, realizadas preferentemente sobre formaciones suaves (Chacra - Palegreda).

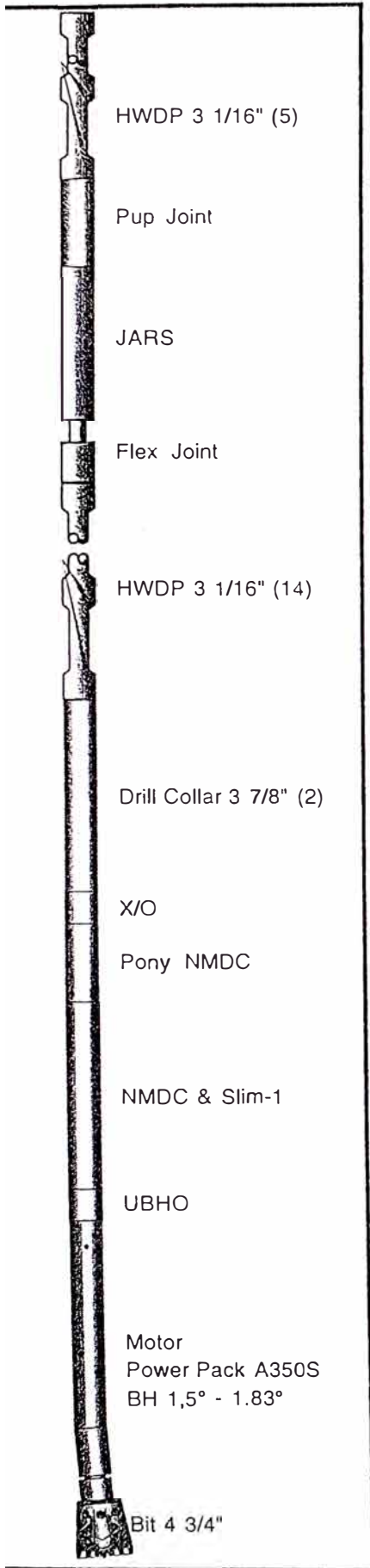
El ensamblaje típico para esta sección usa brocas de insertos $4\ 3/4"$ (AIDC: 5-1-7) con tiempo de rotación máximo de 30 horas, motor de fondo de $3\ 1/2"$ (PMD- A350S), con "Bent Housing" (ángulo en el cuerpo del motor) de 1.83° , un "Universal Bottom Hole Oriented" (UBHO, sustituto de orientación universal) de $3\ 3/4"$, un monel (NMDC) de 30 pies, "Monel Corto" (SNMDC) ambos de $3\ 5/8"$, Reducción (X_o) de $3\ 3/4"$, dos botellas espiradas (DC's) $3\ 7/8"$, 14 HW's de $3\ 1/16"$, un tubo flexible (FJ) $3\ 7/8"$, martillo hidráulico (Jar) $3\ 3/4"$, un tubo de extensión (Pup Joint) de $3\ 7/8"$, 5 HW's, y tubería de perforar (Dp's) $2\ 7/8"$.

El motor alterna en deslizamiento ("Slides") y rotación (50 rpm), en la proporción de 40-60% del piezaje, el peso sobre la broca 8 / 10 Klbs, el lodo de densidad: 9.2 - 9.5 lbs/gal es bombeado a 160 - 154 gpm, registrando presiones en el "stand pipe" entre 2600- - 2750 psi. para boquillas: 12-12-12. Las velocidades anulares son 264 a 280 pies/min al nivel de los Dp's y Hw's, las velocidades de penetración fueron de 8.5 ft/hr deslizando y 18 ft/hr rotando. El punto de toma de "survey's" esta ubicado a 35 pies de la broca.

Nota: Perdida de presión a través de las herramientas de fondo se considera 500 psi.

COMPORTAMIENTO DIRECCIONAL





BHA DESCRIPTION

Element	Length(ft)	OD	ID	STAB OD
Bit 4 3/4"	0.50	4 3/4"	-	-
Motor 1.5°	16.5	3 5/8"	-	-
UBHO	1.5	3 3/4"	1 3/8"	-
NMDC	30	3 5/8"	2 1/4"	-
Pony NMDC	15	3 5/8"	2 1/4"	-
X/O	2.0	3 3/4"	2 1/4"	-
DCs	60	3 7/8"	2 1/4"	-
HWDP	420	3 1/16"	2 1/16"	-
Flex Joint	7.25	3 3/4"	1 1/2"	-
Jars	7.75	3 3/4"	1 1/2"	-
Pup Joint	15.8	3 3/4"	1 1/2"	-
HWDP	150	3 1/16"	2 1/16"	-

DRILLING OVERVIEW

Kick Off & Build Up Section.

Footage:	800 ft.	Dog Leg:	4.5°/100ft.
Steering	40.0%	Rotaring:	60.0% (50 rpm)
Average ROP	6.5 - 12 ft/hr	Flow:	160 gpm
W.O.B.:	5 - 8 Klbs.		

TUBULARES:	CUERPO		CONEXION		PESO
	O.D	I.D	O.D	I.D	lbs/pie
Drill tubing "H-90"	2.88	2.15	3.875	2.125	10.4
Heavy wate	3.06	2.06	3.875	2.063	16.8
Drill collar	3.88	2.25			29

ANALISIS HIDRAULICO

POZO: SOMERO - I

BROCA TIPO	INTERVALO		BROCA plgs.	BOQUILLAS						FLUJO gpm	PRESION (psi)		VELOCIDAS (pies/min)			HSI hp/plg2	VEL. JET pies/seg	FUERZA IMPACTO	ROP pie/hr	ECD lbs/gl	TIPO	
	DESDE	A		J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6		Broca	Sistema	D.P	H. w	Crítica						Motor	BHA
ATJ-22	5800	6200	4.75	12	12	12				160	186	2372	274	297	438	1.0	155	117	14.3	10.2	P.P	1
ATJ-22	6200	6600	4.75	12	12	12				154	176	2388	264	286	466	0.9	149	111	12.5	10.3	P.P	1

BHA

B / P.P / UBHO / NMDC / SNMDC / Xo / 2Dc's / 14Hw's / F.J / Jar / Pup J. / 5 Hw's

(1)

Sección Tangencial.

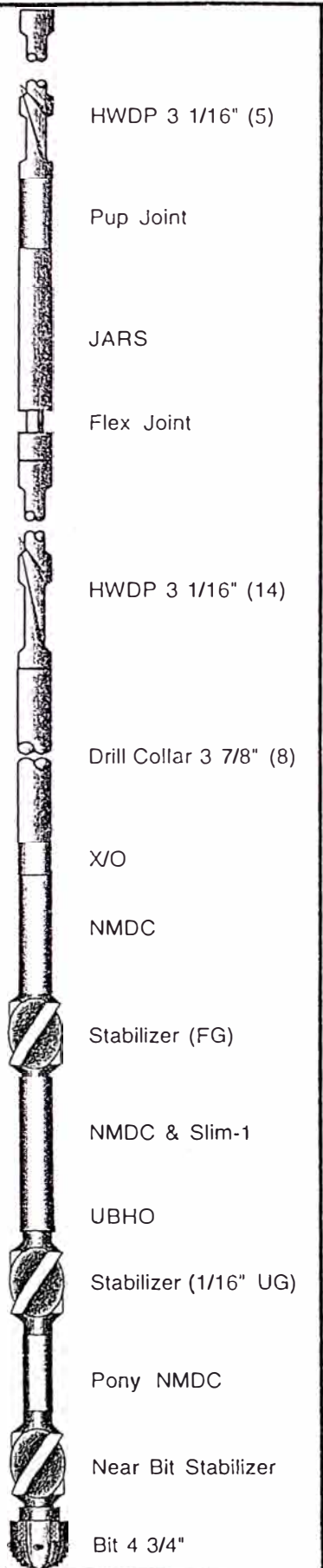
Se Inicia utilizando un ensamblaje estabilizado, al bajar este componente rotario a través de la sección perforada con motor se requiere rimar la sección curva entera.

Perforar secciones tangenciales de hasta 3000 pies precisa optimizar las condiciones del hueco para minimizar el arrastre durante los viajes, para ello la limpieza de los recortes, su mejor remoción se logra bombeando píldoras viscosas, adicionar lubricidad al lodo a fin de minimizar el torque durante el avance de las brocas PDC.

Ensamblajes empaquetado: (0'-10'-40') y (0'-0'-30') son usados en el desarrollo de la sección tangencial. Compuesto por: estabilizador cerca a la broca (Nbstb) / Sdc / Stb / UBHO / NMDc / Stb / NMDc / 8 DC's / 14 Hw's / Jar / Pup J / 5 Hw's. Un mayor número de botellas espiraladas provee WOB e incrementa las caídas de presión interiores.

Nota: Una vez alcanzada la zona de interés, se retira el control de dirección y se continúa perforando manteniendo la proyección.

Los parámetros para rotar la sarta son: entre 80 a 100 rpm, caudal de bombeo 175 - 160 gpm, peso sobre la broca de 10 a 20 Klbs, la densidad del fluido: 9.8 - 11 lbs/gal. Para brocas PDC utilizando TFA: 0.354 / 0.383 plg2 registra presiones de 3150 a 3330 psi en el "stand pipe", desarrollándose velocidades anulares 290 a 310 pies/min, al nivel de Dp's y HW's respectivamente. La perforación de esta sección hasta la profundidad final toma de nueve a doce días.



BHA DESCRIPTION

Element	Length(ft)	OD	ID	STAB OD
Bit 4 3/4"	0.50	4 3/4"	-	-
Near bit Stab	4.0	3 5/8"	-	4 3/4"
Pony NMDC	15	3 5/8"	2 1/4"	-
Stabilizer	4.0	3 5/8"	2 1/4"	4 11/16"
UBHO	1.5	3 3/4"	1 3/8"	-
NMDC	30	3 5/8"	2 1/4"	-
Stabilizer	4.0	3 5/8"	2 1/4"	4 3/4"
NMDC	30	3 5/8"	2 1/4"	-
X/O	2.0	3 5/8"	2 1/4"	-
DCs	240	3 7/8"	2 1/4"	-
HWDP	420	3 1/16"	2 1/16"	-
Flex Joint	7.25	3 3/4"	1 1/2"	-
Jars	7.75	3 3/4"	1 1/2"	-
Pup Joint	15.8	3 3/4"	1 1/2"	-
HWDP	150	3 1/16"	2 1/16"	-

DRILLING OVERVIEW

Tangential Section.

Footage:	3700 ft.	Dog Leg:	0.95°/100ft.
Average ROP	22.1 ft/hr	Flow:	190 gpm
W.O.B.:	10 - 20 Klbs.		
R.P.M.:	85 - 100		

TUBULARES:	CUERPO		CONEXION		PESO
	O.D	I.D	O.D	I.D	lbs/pie
Drill tubing "H-90"	2.88	2.15	3.875	2.125	10.4
Heavy wate	3.06	2.06	3.875	2.063	16.8
Drill collar	3.88	2.25			29

ANALISIS HIDRAULICO

POZO: SOMERO - I

BROCA TIPO	INTERVALO		BROCA plgs.	BOQUILLAS						FLUJO gpm	PRESION (psi)		VELOCIDAD (pies/min)			HSI hp/plg2	VEL. JET pies/seg	FUERZA IMPACTO	ROP ft/hr	ECD lbs/gf	BHA
	DESDE	A		J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6		Broca	Sistema	D.P	H. w	Critica						
DS74-AHF+J	6600	7200	4.75	9	9	10	10	10		175	199	2930	300	325	497	1.1	158	134	30.0	10.6	1
DS74-AHF+J(π)	7200	7700	4.75	9	9	10	10	10		170	195	3066	291	316	508	1.1	154	131	21.7	11.0	1
DS74-AHF+J(π)	7700	8100	4.75	10	10	10	10	10		165	162	3163	283	307	535	0.9	138	118	18.2	11.3	2
DS74-AHF+J(π)	8100	8500	4.75	10	10	10	10	10		160	159	3306	274	297	540	0.8	134	116	16.0	11.8	2

BHA

B / Nstb / SDc / Stb / UBHO / NMDC / Stb / NMDC / 8Dc's / 14Hw's / F.J / Jar / Pup J. / 5 Hw's (1)

B / Nbstb / Dc / Stb / 7Dc's / 14Hw's / F.J / Jar / Pup. J / 5Hw's. (2)

6 - COSTOS

El aprovechar toda la ventaja que da la **Reprofundización** de un pozo que ha llegado a su límite económico, o ha sido abandonado ha tenido el beneficio del ahorro; máxime si se encuentran en instalaciones costa afuera y se le compara con perforar en forma convencional

Los ahorros se acumulan de varias fuentes:

- 1.- Proporcionalidad a escala del equipo (portatilidad) haciendo que las operaciones de movilización, armado y desarmado requiera de menos tiempo de asistencia de barcaza-gruas.
- 2.- La logística de transportar menores requerimientos de materiales y tamaños de herramientas; minimizan los costos.
- 3.- Si bien los costos de servicios especializados de control (direccional, mud logging, coiled tubing, etc) son ligeramente superiores; por el tiempo de utilización, esto se compensa enormemente en la disminución de los tiempos de perforación y mejoras de operación.

Control de Costos de Perforacion		
Tipo de Pozo	Reprofundizado	Convencional
Días	19	40
Piezaje	2700	8500
Costo (M. US \$)	517.8	1,257.5

Sumario de Costos		
M. U.S\$/dia - Servicios	21.7	18.9
M. U.S\$/dia - Materiales	5.5	10.9
U.S\$/pie	191	147.8

Sumario de Tiempos (dias)		
Mov / Armado.equipo	2	4
Mantenimiento/ Rep.	1	1.5
Perforación	13	35.5
Completación	6	5

ANALISIS DE COSTOS DE TRABAJOS DE REPROFUNDIZACION

Tipos de Costos

1. Servicio de quipo de perforación
2. Fluido de perforación
3. Brocas
4. Servicio direccional
5. Servicio de registros eléctricos y baleo
6. Costo de Liner
7. Servicio de cementación

Parametros Principales Durante la Reprofundización

A. Régimen de penetración:

con broca Triconica: 14 pies/hora

con broca PDC: 20 pies/hora

B. Conexiones de drill pipe: 0.15 hr/cnx.

C. Corrida drill pipe: 30 joints/hr.

D. Corrida drill collar / heavy wate: 15 joints/hr.

E. Rendimiento por broca:

Triconica: 400 pies

PDC: 2000 pies

F. Viaje corto cada 600 pies

G. Viaje al zapato cada 24 horas.

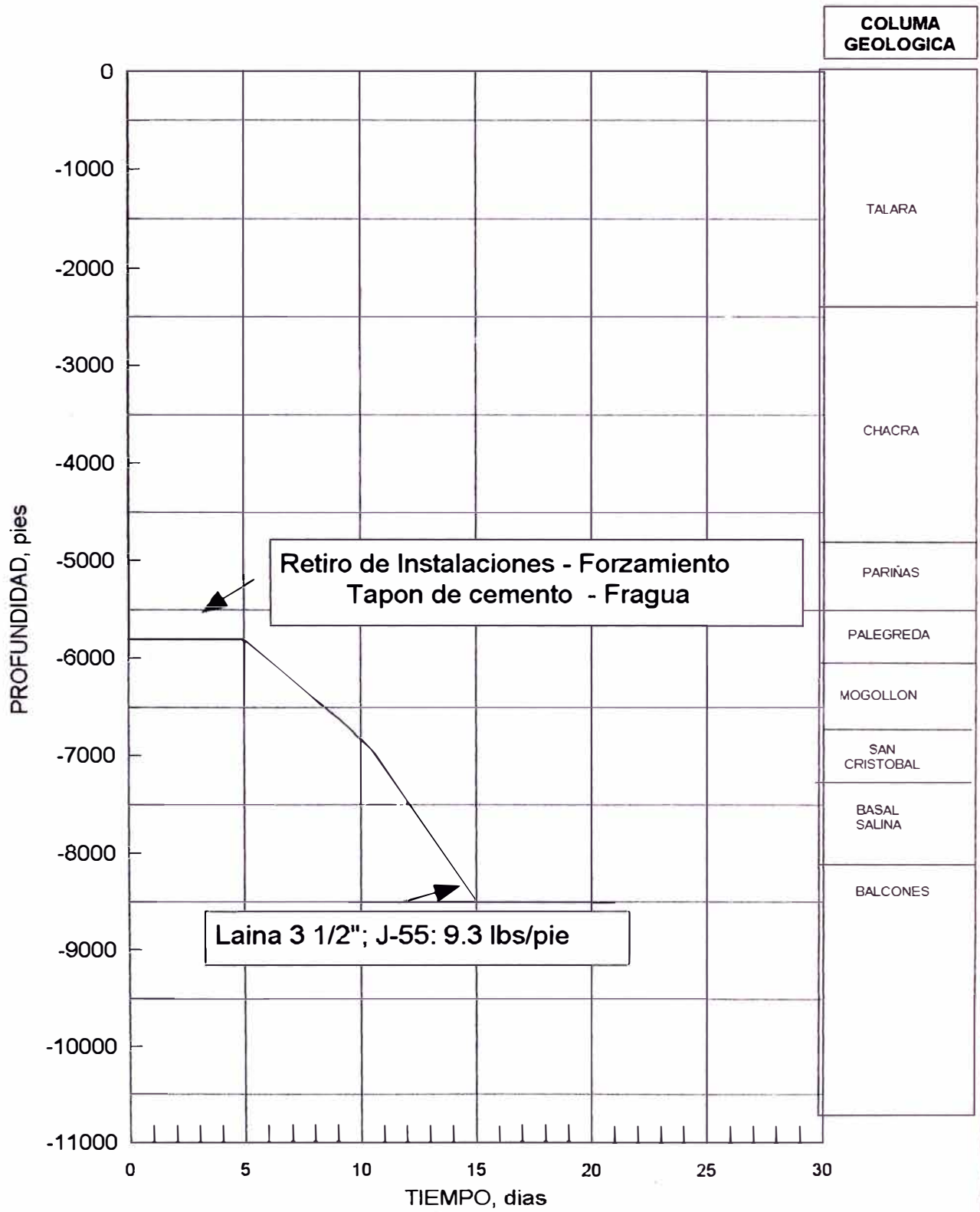
DEL PLANEAMIENTO

POZO SOMERO - I : De 5800' @ 8500' = 2700 pies.

Descripción de secuencias de trabajos	Tiempo (Hrs)
Transporte de equipo (a plataforma)	18
Armado	12
Retiro de instalaciones artificiales / Montaje de BOP's	8
Bajar: 2Dc's + 19Hw's + 165 Dp's	6.5
Forzamiento (squeeze) / Tapón	8
Sacar tubulares	5
Fragua	12
Bajar: broca#1 + 2Dc's + 19Hw's + 159Dp's	4.5
Perforar cemento (400' + 13 cnx.) / Leak off test	10
Sacar cañería	6
Bajar assy: broca#2 + motor + 2Dc's + 19Hw's + 170Dp's	5.5
Perforar 400 pies + 13 cnx.	31
Sacar assy. @ 6200 pies	6
Bajar assy: broca#3 + motor + 2Dc's + 19Hw's + 183Dp's	6
Perforar 400 pies + 13 cnx	32
Sacar assy. @ 6600 pies	7
Bajar assy: PDC + 8Dc's + 19Hw's + 190Dp's	6.5
Perforar 1900 pies + 64 cnx	160
3 viajes cortos (@ 7200', @ 7700', @ 8100')	5
2 viajes cortos al zapato(5800')	12
Circular en el fondo	4
Sacar dos veces assy @ 8500 pies	36
Registro a hueco abierto	18
Bajar Laina y sentar	12
Cementar	2
Sacar Dp's + set Laina @ 5400 pies	6
Bajar molino Limpiar / sacar	8
Fragua	18

CONTROL DE PERFORACION

POZO SOMERO - I



Descripción de secuencias de trabajos	Tiempo (Hrs)
Registro / Baleo	14
Mantenimiento / Servicio equipo	24
Desmontaje de equipo	3
	508
	(21.2 días)
TOTAL	

Análisis

A. Equipo de Retrabajo ("Work Over" - Costa afuera)

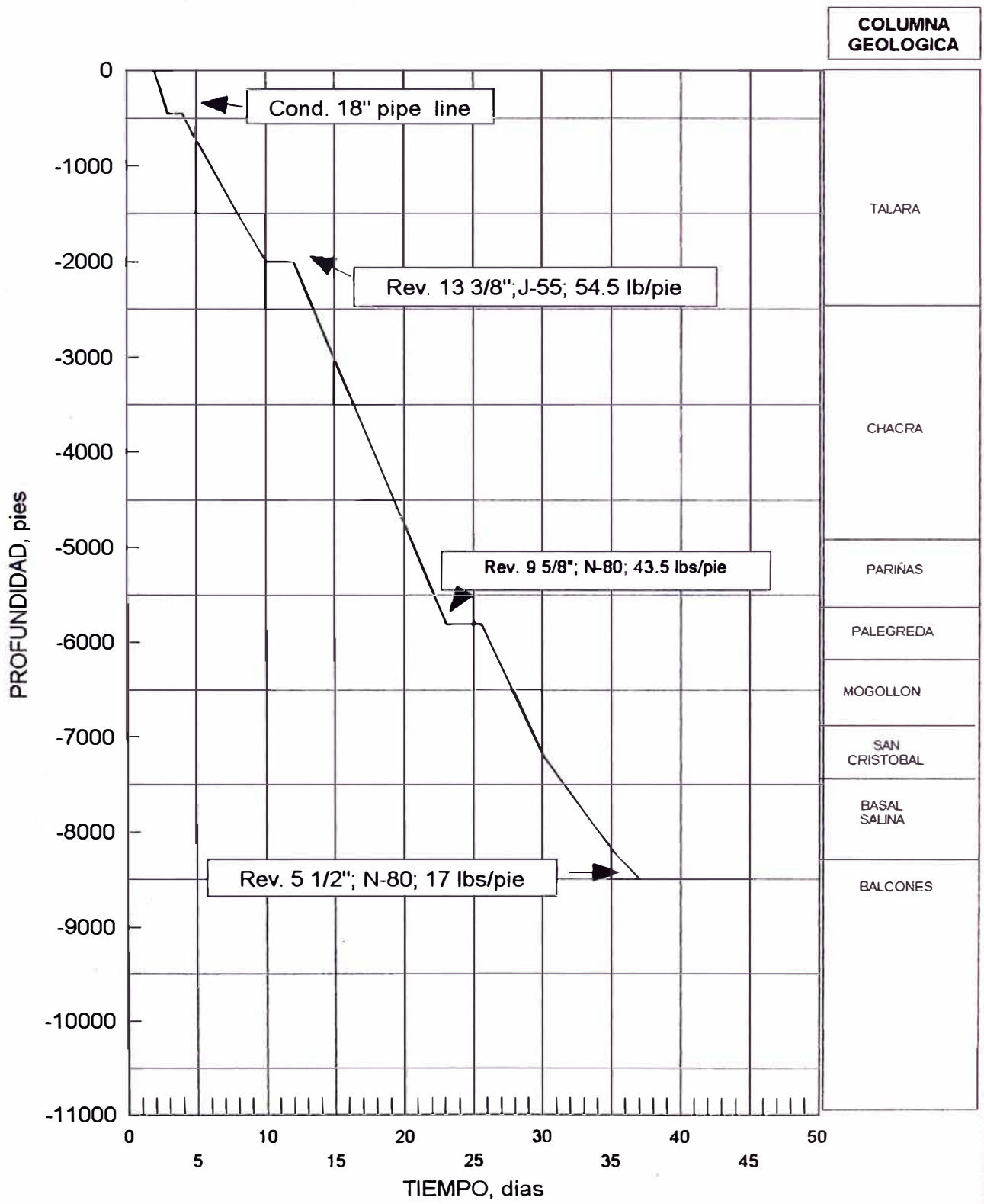
	Días	Tarifa	U.S\$
A.1. Transp / Armd. / Desm. / Rep	2.4	5350	12,840
A.2. Operación Perforación	13	9200	119,600
A.3. Operación Completación	5.8	8300	48,140
			180,580
TOTAL			

B. Lodo de Perforación

	Bbls.	U.S\$
Volumen en Tanques	300	
Vol. en revestimiento 5 1/2"	135	
Vol. en hueco (6")	95	
Diluciones (5% diario)	318	
TOTAL	848	
Costo Lodo: Salado-Biopolimero	36.50 U.S\$/Bbl.	30,950
Ing. de Lodos 12 días x	300 U.S\$/día	3,600
Control geológico 12 días x	500 U.S\$/día	6,000
Unidad (dectetor de gas) 12 días x	1000 U.S\$/día	12,000
		52,550
TOTAL		

			U.S\$
C. Brocas 4 3/4"			
	03	Tricónicas	10,350
	01	PDC	11,200
		TOTAL	<u>21,550</u>
D. Control Direccional			
D.1. Motor de fondo / MWD - Assy			
	3.6 días	x 12550 U.S\$/dia	45,180
D.2. Solo MWD - Assy			
	8.2 días	x 5270 US\$/dia	43,210
		TOTAL	<u>88,390</u>
E. Perfilajes.			
	E.1. Registro a hueco abierto		42,100
	E.2. Registro a hueco revestido		20,600
	E.3. Baleo		28,300
		TOTAL	<u>91,000</u>
F. Laina 3 1/2" O.D; Atlas Bradford FL-4S; J-55; 9.3 lbs/pie.			
	F.1. Servicios		8,000
	F.2. Materiales (Set colgador hyd / equipo flotante)		18,000
	F.3. Liner:	3100 pies x 5.2 U.S\$/pie	16,120
		TOTAL	<u>42,120</u>
G. Cementación			
	G.1. Servicios (Forzamientos, Tapones, Cementacion laina)		14,700
	G.2. Materiales		18,410
		TOTAL	<u>33,110</u>
H. Alquiler, Inspección de Tubulares			
			8,500
		GRAN TOTAL	U.S\$ <u>517,800</u>

CONTROL DE PERFORACION POZO CONVENCIONAL



ALTERNATIVA PERFORACION CONVENCIONAL

Del control de perforacion adjunto; se aprecia la performance que seguirá el equipo de perforación en hacer un pozo convencional nuevo; en similar plataforma y al mismo objetivo propuesto que al reprofundizado.

Resumen de secuencias de trabajos:

	Tiempo (Dias)
Armado de equipo / Montaje de BOP's	1.5
Instalación y penetración de conductor 18" O.D @450 pies	1.5
Cementación y fragua.	1
Perforar 1550 pies con broca 17" O.D y motor de fondo	6
Bajar revestimiento 13 5/8" O.D @ 2000 pies, cementar y fragua	2
Perforar 3800 pies con brocas 12 1/4" O.D	11
Bajar revestimiento 9 5/8" O.D @ 5800 pies, cementar y fragua	2.5
Perforar 2700 pies con brocas 8 1/2" O.D	11.5
Completación en revestimiento 5 1/2" O.D	5
TOTAL	42

Análisis

A. Equipo de Perforación (Costa afuera)

	Dias	Tarifa	U.S\$
A.1. Transp / Armd. / Desm. / Rep	4	7,200	28,800
A.2. Operación Perforación	35.5	10,300	365,650
A.3. Operación Completación	5	9,500	47,500
TOTAL			441,950

B. Brocas

02 Tricónicas 17" O.D	14,200
03 Tricónicas 12 1/4" O.D	15,600
01 Tricónica - 01 PDC 8 1/2" O.D	28,140
TOTAL	57,940

U.S\$

C. Lodo de Perforación

	Bbls.		
Volumen en Tanques	600		
Vol. en huecos (17"; 12 1/4"; 8 1/2")	1180		
Vol. en restimio (13 3/8"; 9 5/8")	900		
Diluciones (5% diario por cada etapa)	1230		
	<hr/>		
TOTAL	3910		
Costo Lodo: Salado-Biopolimero	36.50 U.S\$/Bbl.		142,715
Ing. de Lodos	33 dias x 300 U.S\$/dia		9,900
Control geologico	33 dias x 500 U.S\$/dia		16,500
Unidad (dectetor de gas)	27 dias x 1000 U.S\$/dia		27,000
			<hr/>
	TOTAL		196,115

D. Control Direccional

D.1. Motor de fondo / MWD - Assy			
	6 dias	x 10,250 U.S\$/dia	61,500
D.2. MWD - Assy			
	27 dias	x 4100 US\$/dia	110,700
			<hr/>
	TOTAL		172,200

E. Perfilajes y Baleo.

E.1. Registro a hueco abierto			38,700
E.2. Registro a hueco revestido			16,400
E.3. Baleo			34,300
			<hr/>
	TOTAL		89,400

F. Revestimientos.

F.1. Servicios (tenazas)			9,000
F.2. Revestimientos (18"; 13 3/8"; 9 5/8"; 5 1/2")			235,600
F.3. Materiales (equipo flotante)			4,395
			<hr/>
	TOTAL		248,995

		U.S\$
G. Cementación		
G.1. Servicios		18,500
G.2. Materiales		20,400
	TOTAL	<u>38,900</u>
H. Alquiler, Inspección de Tubulares		12,000
		=====
	GRAN TOTAL	U.S\$ 1'257,500

7 - CONCLUSIONES

1.-La REPROFUNDIZACION de pozos someros es una realidad concreta en las operaciones costa afuera.

De siete pozos que tuvo el proyecto; dos fueron abandonados por problemas mecánicos, uno no encontró el objetivo y los otros cuatro suman una producción diaria de aceite de 1,120 bbls

Se perforó: 29,986 pies

2.-La introducción de técnicas de rotación empleando estabilizadores en el desarrollo del proyecto direccional "Slim Hole", nos ha permitido disminuir los tiempos, el uso de motores de fondo así como sus costo de servicios.

Debemos mencionar que inicialmente se utilizó un promedio de 750 horas, tiempo que se redujo posteriormente a 94 horas por pozo.

3.-El menor volumen de lodo que se requiere para este tipo de perforación disminuye los costos de preparación y mantenimiento; además el lodo se vuelve a emplear en huecos posteriores, haciéndolo más económico aún. Así mismo debido a los menores recortes que procesa y desecha reduce el impacto ambiental.

4.-El uso de brocas PDC modificadas nos ha permitido obtener regímenes de penetración excelentes; reduciendo el costo por pie. Lográndose perforar hasta 6,270 pies con una sola broca en cuatro diferentes corridas.

8 - BIBLIOGRAFIA

- 1.-J.F.Chernyk. "Horizontal Drilling in the Keg River Carbonate Reefs". The Journal of Canadian Petroleum Technology (September 1994).
- 2.-Randolf, Bosio & Boyington. "Slim Hole Drilling: The Story So Far...". Oilfield Review (July 1991).
- 3.-Pittard, Weeks & Wasson. "Slim Hole Horizontal Re-Entries Provide Alternative to new Drills". Petroleum Engineer International (November 1992).
- 4.-"The Cutting Edge" - Magazine. Sponsored by Smith International.
- 5.-G.A. Bethlen. "Selección y Aplicación de Fluidos en Perforación Horizontal y de Alto Angulo".