

Universidad Nacional de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería de Petróleo y
Petroquímica



Logística y Tecnología de la Perforación
de Pozos de Petróleo en la Selva Peruana

Tesis para optar el Título de
INGENIERO DE PETROLEO

Ricarte Alberto Dávila García

LIMA - PERU

1977

A Petróleos del Perú y a la
Universidad Nacional de In-
geniería.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION

2. EXPLORACION GEOLOGICA Y LOGISTICA DE LA PERFORACION DE POZOS EN LA SELVA PERUANA

2.1. Exploración Sísmica y Geológica en la Perforación

2.2. Diseño de la Plataforma de Perforación

2.3. Logística de la Perforación de Pozos, estructura Pacaya

TEORIA Y PRACTICAS DE PERFORACION DE POZÓS, EN LA SELVA NORTE DEL PERU

3.1. Programa de Perforación

3.2. Programa de Lodo para el Pozo IX - Pacaya

3.3. Programa hidráulico

3.4. Cementación de Forros de Superficie e Intermedio

3.5. Programa de Núcleos y Registros

3.6. Perforación dirigida

3.7. Completación del Pozo IX Pacaya

3.8. Costos de Perforación

4. CONCLUSIONES

RESUMEN

BIBLIOGRAFIA

I. INTRODUCCION

Desde el inicio de la última Campaña de Perforación de Pozos de Petróleo, emprendida en la Selva Peruana, se ha encontrado con una serie de problemas diferentes a experiencias anteriores tales como: el sistema de exploración geofísica y geológica, la construcción de plataformas debido a lo inaccesible de la zona de ubicación de las estructuras, el sistema de transporte por helicóptero, los diversos problemas técnicos durante la perforación y completación de los Pozos y el programa logístico de apoyo.

El presente trabajo se ha efectuado en base a la perforación de dos pozos, uno vertical y uno dirigido, en la estructura denominada Pacaya a 12 Km. al S-E del río Marañón. La estructura se encuentra ubicada en terreno pantanoso, lo cual hizo necesario la construcción de una plataforma metálica. Asimismo la sub-base de operaciones en Maypuco y el uso de aviones Twin Otters y Helicópteros Bell-212 y MI-8. Para una mejor organización del sistema Logístico se presenta todas las partes del Equipo y Materiales a usarse, con sus respectivos pesos.

En la perforación de los pozos se han usado las últimas técnicas de aplicación en la Industria, sin embargo, como en materia de exploración cada estructura o área presenta proble

mas diferentes, se incluye las experiencias obtenidas en los brocas, hidráulica, sistemas de entubamiento, cementación, colgadores de Laina y perforación direccional empleando el sistema de Dyna Drill y Rebel Tool.

Consideramos que la obra contiene valiosa información, para futuros trabajos de Perforación, especialmente de aplicación en zonas cercanas a la estructura Pacaya y en general en toda la Selva Peruana.

Deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas que han contribuido en la culminación de este trabajo, de manera especial al Dpto. de Perforación y Servicio de Pozos, al Dpto. de M. y C. y a todos mis compañeros del Dpto. Técnico de Petróleo OPS.

II. EXPLORACION GEOLOGICA Y LOGISTICA DE LA
PERFORACION DE POZOS EN LA SELVA PERUANA

2.1. EXPLORACION SISMICA Y GEOLOGICA EN LA PERFORACION

2.1.1. GEOLOGIA

La estructura Pacaya es un anticlinal comprobado por las líneas sísmicas PK-247, PK-35, PK-51, PK-45, PH-9, PH-10, PH-11 y PH-12, ver láminas 1, 2.

Este anticlinal de 45 x 6 Km, es asimétrico con su flanco oriental más empinado y de rumbo N-S. Hacia el Este está limitado por una zona de falla que afecta al Pre-Cretáceo y probablemente la parte inferior del Cusshabatay; esta zona de falla al reactivarse en el Mioceno - Pleistoceno delineó la configuración actual de la estructura.

La estructura Pacaya está situada a 40 Km. al Oeste de la línea de "Charnela" del Jurásico y comprende una unidad tectónica similar al área donde la Cía. Occidental Petroleum Co. ha perforado varias estructuras con resultados positivos.

El anticlinal Pacaya tiene un cierre vertical de 40 milisegundos en el contorno de 2490 milisegundos - Figs. 1, 2- del horizonte sísmico "B" (tope de Casa Blanca) y 50 milisegundos en el contorno de 3180 milisegundos del horizonte sísmico "D".

En profundidad el cierre vertical en pies en Casa Blanca es de 160 pies y en Chonta 260 pies, el área comprendida dentro del contorno de 3180 milisegundos es de 39,000 Acres. En resumen los factores estructurales positivos son:

- a) Cierre estructural bueno y bien definido por sísmica.
- b) Cierre vertical en Chonta de 260 pies.
- c) Buena extensión de la estructura 39,000 Acres (Horizonte "D").

2.1.2. FLUIDOS

Por la configuración estructural y por la ubicación de la estructura dentro de la cuenca podemos afirmar que el anticlinal 'Pacaya' ha entrampado petróleo indígeno y petróleo de migración lateral.

El mapa preliminar de gravedad API de petróleo preparado por estudios regionales muestra que la gravedad del petróleo que se va a descubrir en Pacaya variará de 18° a 25° API. Los niveles de agua de las arenas reservorio estarán controlados por el cierre horizontal de la estructura.

En resumen los factores positivos para encontrar petróleo en Pacaya son:

1. Ubicación favorable en la cuenca para esperar entrapamiento de hidrocarburos en cantidades comerciales.
2. El nivel agua petróleo dejará suficiente margen debido al cierre estructural óptimo para completar el pozo sin riesgo de conificación.

2.1.3. RELACIONES ESTRATIGRAFICAS

El pozo IX-Pacaya está ubicado en el margen oriental de la cuenca Cretácea, donde se producen cambios estratigráficos notorios, el mapa preliminar de relación arena/lutita preparado por estudios regionales muestra una relación 1/1, que es una condición estratigráfica ideal para la generación y acumulación de petróleo.

La variación de potencia de las formaciones en la dirección del pozo 1-X Corrientes es más considerable en las formaciones terciarias no así en las cretáceas sobre todo debajo de la formación Vivian donde la variación es uniforme y obedece en cierta forma a la pendiente regional durante la deposición.

Los factores estratigráficos positivos son:

- a) La ubicación en un área similar al de Occidental que ha descubierto producción comercial de petróleo.
- b) La relación arena/lutita en Chonta de 1/1.

De acuerdo a la información sísmica y a la correlación de pozos perforados en áreas cercanas, la columna estratigráfica que se espera atravesar en el pozo IX-Pacaya es la siguiente: (Fig. 3).

Depósitos aluviales	0' - 90'
Ipururo	90' - 4000'
Pebas	4000' - 6200'
Chambira	6200' - 8690'
Pozo	8690' - 9470'
Yahuarango	9470' - 9960'
Casa Blanca	9960' - 10220'
Huchpayacu	10220' - 10660'
Vivian	10660' - 11120'
Chonta	11120' - 12070'
Agua Caliente	12070' - 12370'
Raya	12370' - 12740'
Cushabatay	12740' - 12900' (P.F.)

2.1.4. UBICACION

El pozo exploratorio IX-Pacaya está ubicado en el Dpto. de Loreto, Provincia de Loreto en la parcela Marañón, a 12 Km. al S.E. del río Marañón. La ubicación del pozo coincide con el SP 250 de la línea sísmica PK-256, siendo sus coordenadas en el Sistema Transverso Mercator las siguientes:

Norte 1'549,862 m.

Este 837,084 m.

La elevación aproximada es de 136,5 m. snm (446.3').

La ubicación del pozo está en una zona de aguajales.

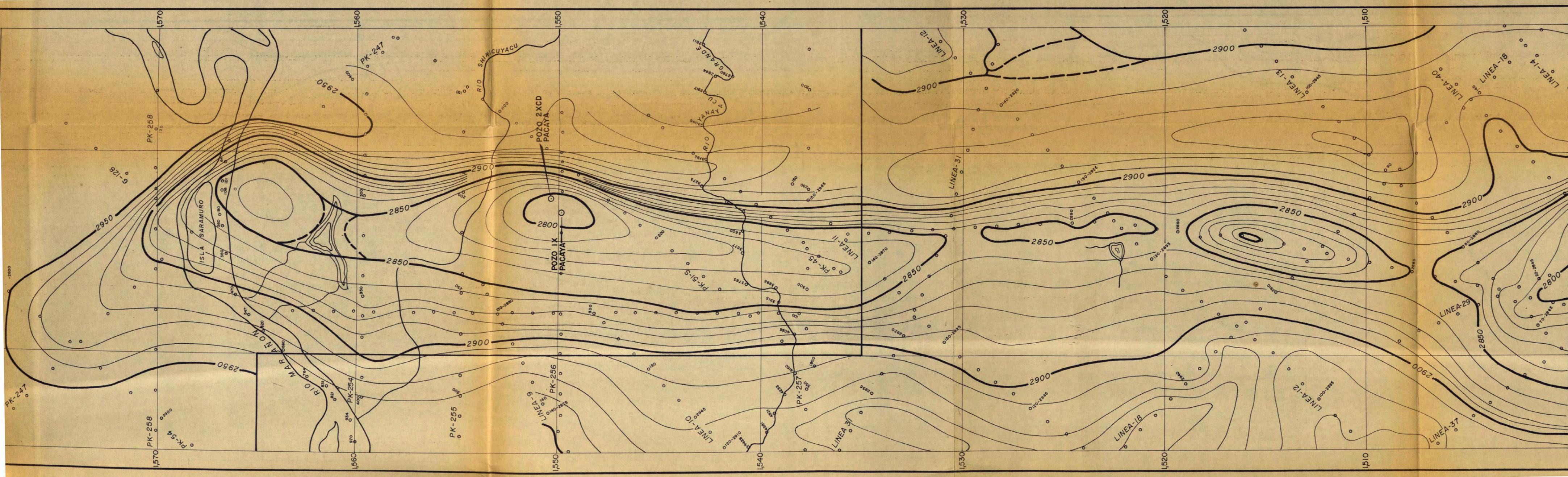
Asimismo, de acuerdo a la información obtenida del Pozo 1X-Pacaya y de encontrarse petróleo en cantidades comerciales, se proyecta perforar un segundo pozo dirigido 2XCD Pacaya para confirmar la producción comercial de petróleo.

El pozo 2XCD Pacaya se perforará desde la misma plataforma, siendo sus coordenadas en el fondo:

Norte 1'550,635 m.

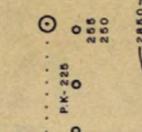
Este 837,850 m.

La perforación del pozo 2XCD Pacaya estará dirigida al N 45° E, hasta una profundidad inclinada de 3687 m. (12096') con una separación horizontal de 1,086 m. (3564') con una inclinación de 20° (Lámina N° 8).



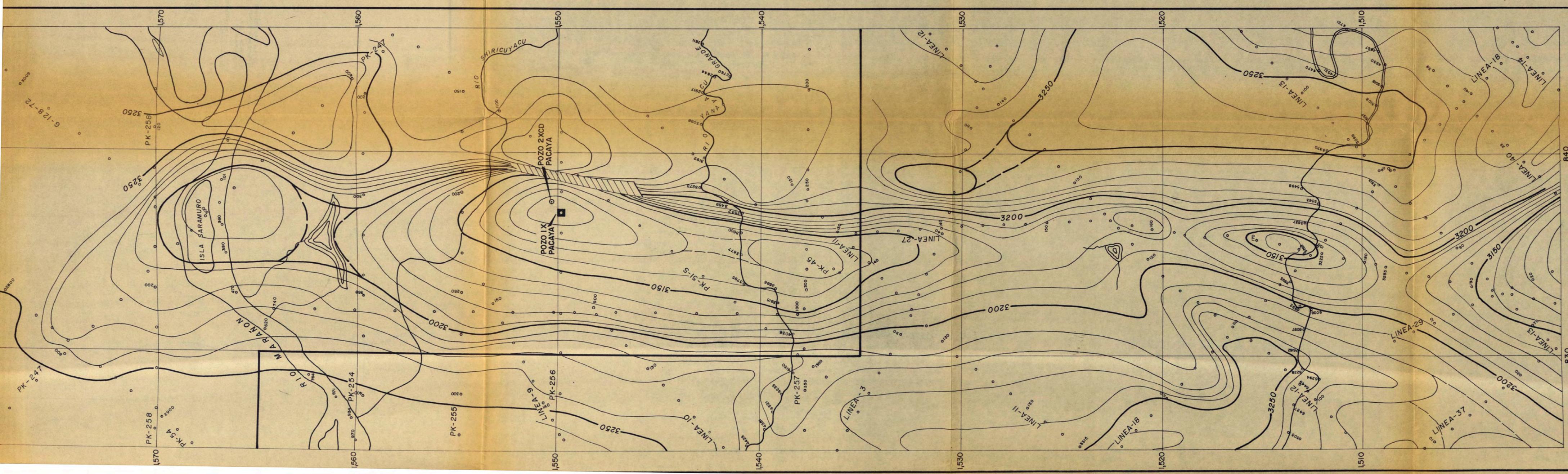
EXPLICACION

- PROFUNDIDAD FINAL DEL POZO
- LINEA SISMICA
- CONTROL ISOCRONO EN MILESEGUNDOS



ESTRUCTURA PACAYA
 UBICACION POZO 1 X, 2 XCD PACAYA
 CONTORNOS EN TIEMPO HORIZONTE "0"
 BASE DE LA FM. CHONTA

ESCALA 1:100,000

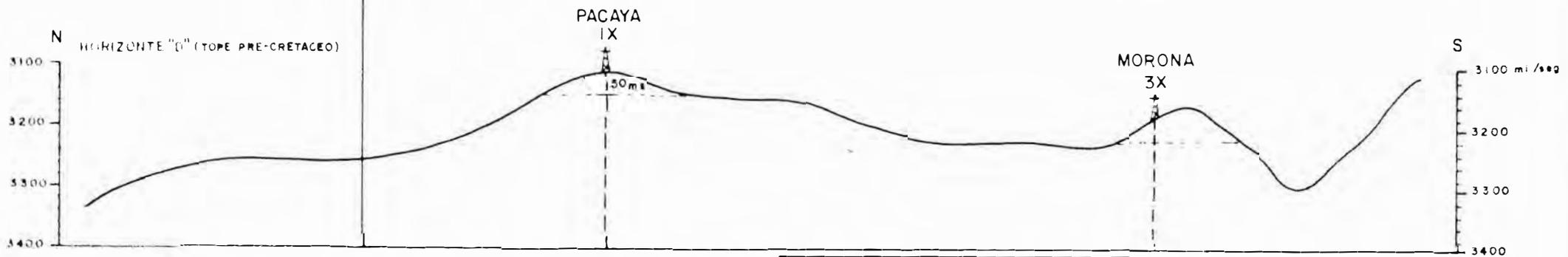
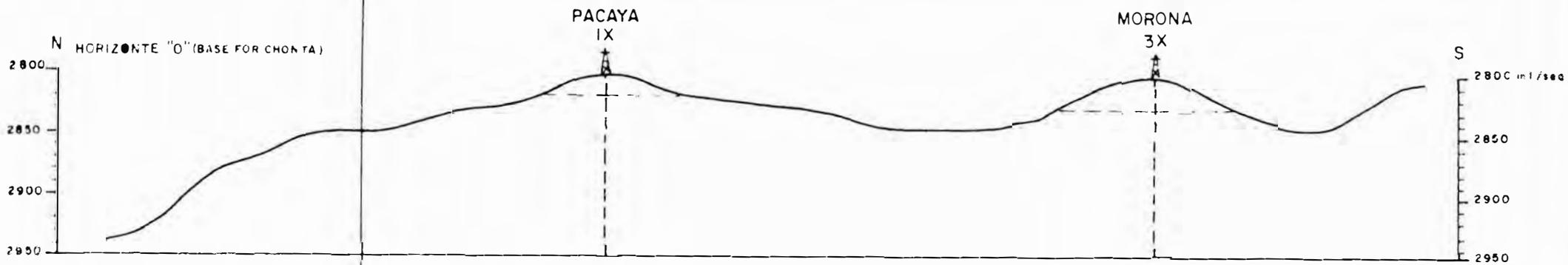
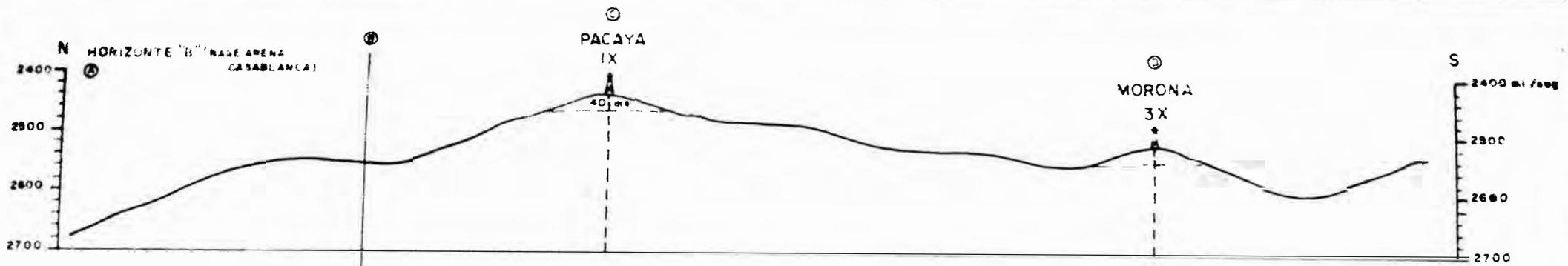


- EXPLICACION**
- PLATAFORMA I X
 - PROFUNDIDAD FINAL DEL POZO
 - LINEA SISMICA
 - CONTORNO ISOCRONO EN MILESEGUNDOS

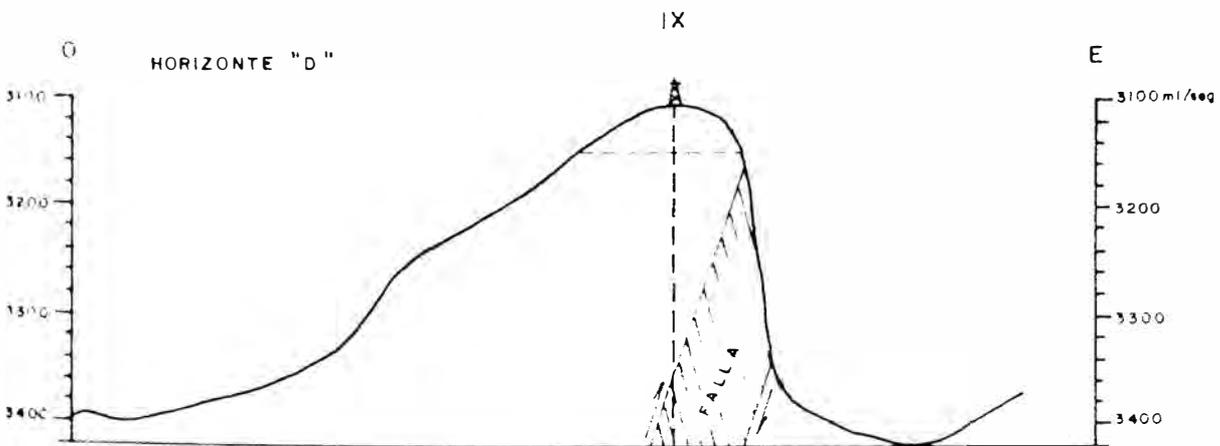
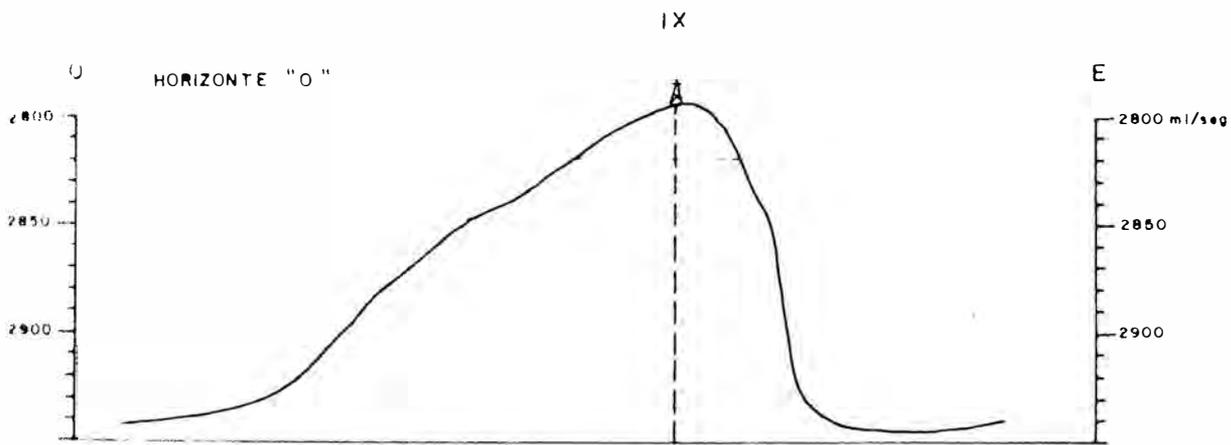
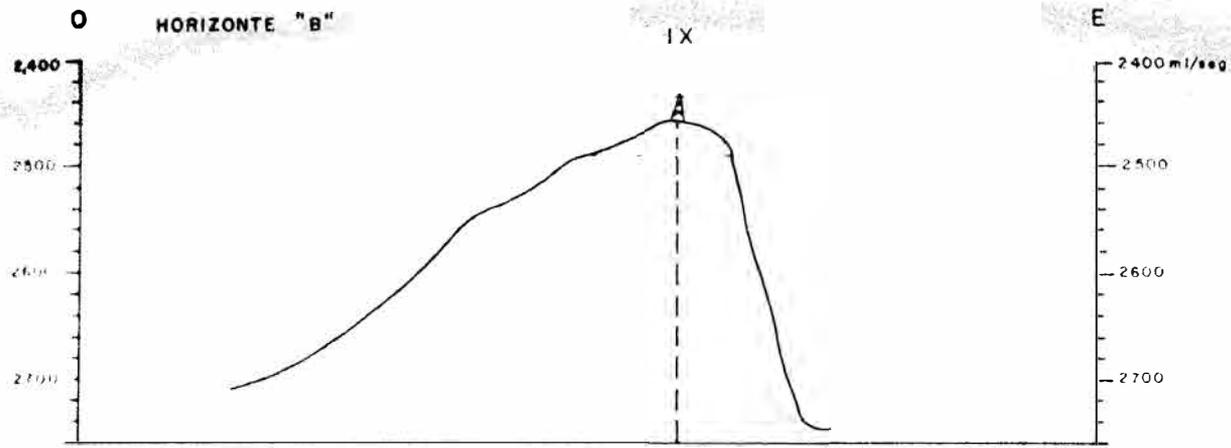
ESTRUCTURA PACAYA
 UBICACION POZO I X, 2 XCD PACAYA
 CONTORNOS EN TIEMPO HORIZONTE "D"
 BASE DEL CRETACEO

ESCALA 1:100,000





ESTRUCTURA PACAYA
SECCIONES SISMICAS
IX PACAYA, 3X MORONA



ESTRUCTURA PACAYA

SECCIONES SISMICAS
RECOMENDACION DEL POZO

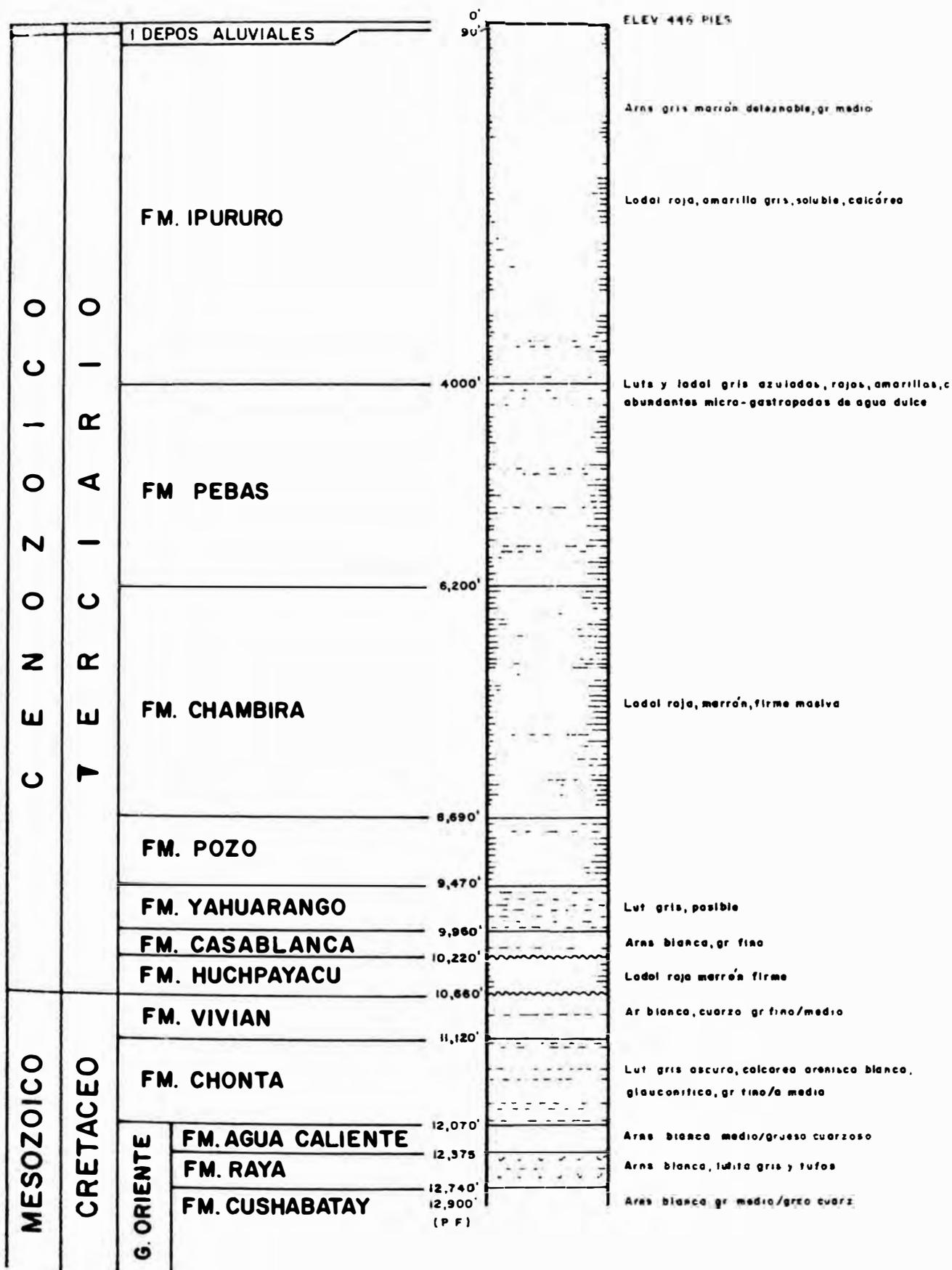
IX PACAYA

(LINEA FR. 255)



COLUMNA ESTRATIGRAFICA

PROGRAMADA PARA EL POZO IX PACAYA



2.2. DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE PERFORACION

2.2.1. REACCIONES EN LOS PILOTES

Peso del equipo	640.46 Tn
Factor de seguridad	2.5
Carga sobre la est.	1601.15 Tn
Carga repartida	55.261 Kg/m.

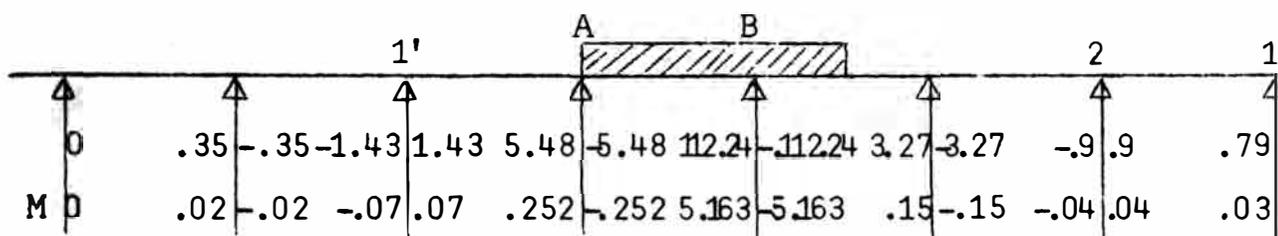


FIG. N° 4

Efectuando cálculos por el método de Cross, tenemos los momentos que se indican en la tabla adjunta a las Figs. N° 4, 5.

$$M_B = \frac{55.261 \times 112.24}{1200} = 5.163 \text{ Tn-m.}$$

Zona A-B

$$R_1' = 0 - \frac{.07 - .252}{3} = .061 \text{ Tn.}$$

$$R_1'' = \frac{55.261}{2} + \frac{-.252 - 5.163}{1} = 27.63 - 5.415 =$$

$$= 22.215 \text{ Tn.}$$

$$R_A = .061 + 22.215$$

$$R_A = 22.276 \text{ Tn}$$

$$R_2' = 27.63 - (.252 - 5.163) = 27.63 + 5.415 = 33.045 \text{ Tn.}$$

$$R_2'' = 20.30 + \frac{-5.163 - 0.15}{1} = 20.30 - 5.01 = 15.29 \text{ Tn.}$$

$$R_B = 33.045 + 15.29$$

$$R_B = 48.335 \text{ Tn.}$$

Zona C-D

$$R_1' = \frac{55.261}{2} + \frac{(-.82 - 7.45)}{1} = 27.63 - 8.27 = 19.36$$

$$R_1'' = \frac{55.261}{2} - \frac{(-7.45 - 7.45)}{2} = 27.63 + 7.45 = 35.08$$

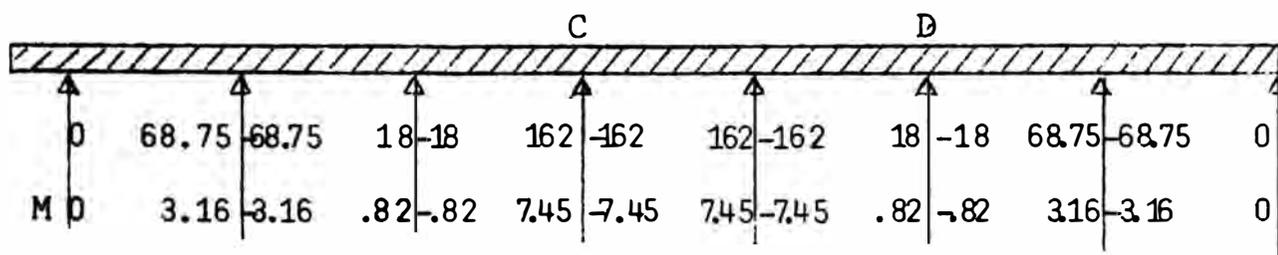


FIG. N° 5

$$R_C = 54.44 \text{ Tn.}$$

$$R_2' = \frac{55.261}{2} + \frac{(-7.45 - .82)}{1} = 27.63 - 8.27 = 19.36$$

$$R_2'' = \frac{55.261}{2} - \frac{(-.82 - 3.16)}{1} = 27.63 + 3.98 = 31.61$$

$$R_D = 30.97 \text{ Tn.}$$

2.2.2. HINCADO DE PILOTES

Cálculo del número de golpes en los últimos 10 cm. de penetración

$$R_A = 50 \text{ Tn} \quad < > \quad W$$

$$R_B = 25 \text{ Tn.}$$

La capacidad de carga de pilotes hincados con un martine nete Diesel Delmag se calcula por la fórmula:

$$W = \frac{ER}{(cL + S)(R + Q)}$$

$$25 = \frac{1250 \times 500}{(0.3 \times 12 + S_1)(500 + 450)}$$

$$S_1 = 22.72 \text{ mm.}$$

$$n_1 = \frac{100}{22.72}$$

$$n_1 = 5 \text{ golpes}$$

$$50 = \frac{1250 \times 500}{(0.3 \times 12 + S_2)(500 + 450)}$$

$$S_2 = 9.56 \text{ mm.}$$

$$n_2 = \frac{100}{9.56}$$

$$n_2 = 10 \text{ golpes}$$

don donde: W = capacidad de carga

E = energía por golpe Kgm.

R = peso del impacto Kg.

c = factor de elasticidad del pilote y suelo
en mm. para un metro de long. del pilote

L = longitud del perfil a hincar

S = penetración media permanente/golpe, durante
los 10 últimos golpes. mm

Q = peso del perfil

n = número de golpes en los últimos 10 cm de pe
netración.

2.2.3. CALCULO DE LA VIGA

$$M_{\text{máx.}} = 7.45 \text{ Tn-m.}$$

Viga 12 WF 36

$$A = 10.6 \text{ pulg}^2$$

$$M = 133.2 \text{ Kips.}$$

$$I = 281$$

$$S = \frac{133.2 \times 12}{36}$$

$$S_v = 46 \text{ pulg}^3$$

$$S_D = 44 \text{ pulg}^3$$

$$r = 5.15$$

$$S_{\text{diseño}} < S_{\text{viga}}$$

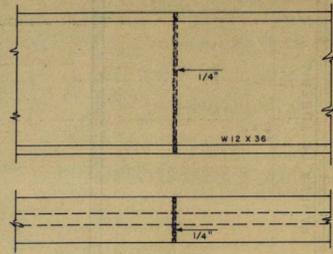
cumple

2.2.4. COSTO DE CONSTRUCCION DE PLATAFORMA EN ACTUALa) Infraestructura de plataforma

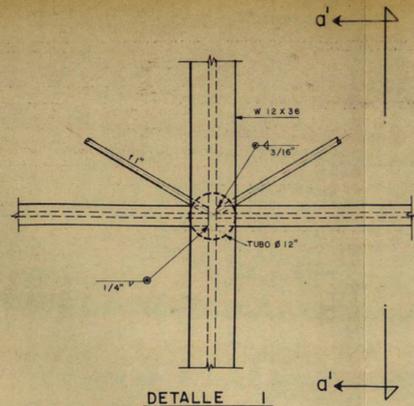
	Unid.	Metrado	Costo	
			unit.	Costo
			₡.	₡.
1. Roce y tala del área de aproximación de helicópteros	m ²	64,000.	6.	384,000.
2. Roce, tala y limpieza del área de plataforma	m ²	20,000.	15.	300,000.
3. Construcción (2) para personal 8x20 m.	m ²	320	1,570.	502,400.
4. Construcción (1) para personal 6x8 m.	m ²	48.	1,890.	90,720.
5. Construcción cocina-comedor 6x12m.	m ²	72.	1,770.	127,440.
6. Construcción servicios 6x8 m.	m ²	24.	3,500.	84,000.
7. Construcción almacén piloteado 8x20 m.	m ²	180.	2,400.	384,000.
8. Construcción caseta geología 6x8 m.	m ²	48.	1,800.	86,400.
9. Helicópteros (2) piloteados 10x15 m. y 10x10 m.	m ²	250.	950.	237,500.
10. Caminos de acceso	m ²	180.	400.	72,000.
11. Base campamento 35x45 m.	m ²	1,575.	80.	126,000.
		Sub-total		<u>2'394,460.-</u>

b) Plataforma metálica

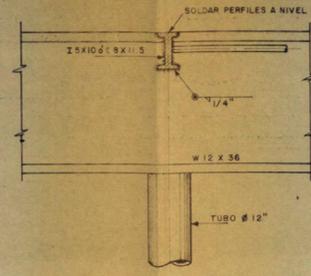
1. Habilitación de pilotes de madera	ea	391.	1,200.	469,200.-
2. Preparación de pilotes de acero	ea	80.	580.	46,400.-
3. Preparación de vigas de acero - 12WF36	Kg	4,530.	2.	9,060.-
- 8WF15	Kg	24,630.	2.	49,260.-
- 5I10	Kg	21,440.	11.	235,840.-
4. Preparación de fierro corrugado 1" pa'arrastre	Kg	3,070.	3.30	10,131.-
5. Construcción de cabezales	ea	391.	304.	118,864.-
6. Hincado de pilotes de acero	ea	80.	2,500.	200,000.-
7. Hincado de pilotes de madera	ea	391.	1,000.	391,000.-
8. Nivelación de pilotes de acero	ea	80.	605.	48,400.-
9. Nivelación de pilotes de madera	ea	391.	60.	23,460.-
10. Soldadura de vigas y arriastramiento	Kg	34,374.	22.	756,228.-
11. Listonado	m ²	1,134.	35.	40,194.-
12. Entablado	m ²	2,170.	180.	390,600.-
		Sub-total		<u>2'577,751.-</u>
		Total		<u>4'972,211.-</u>



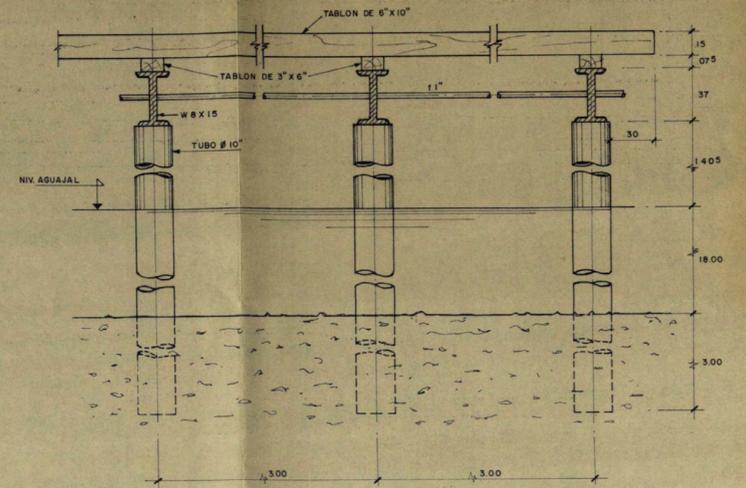
UNION VIGAS I
ESC. 1:25



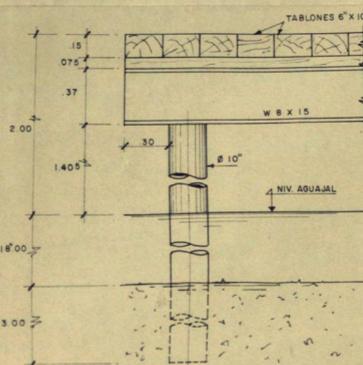
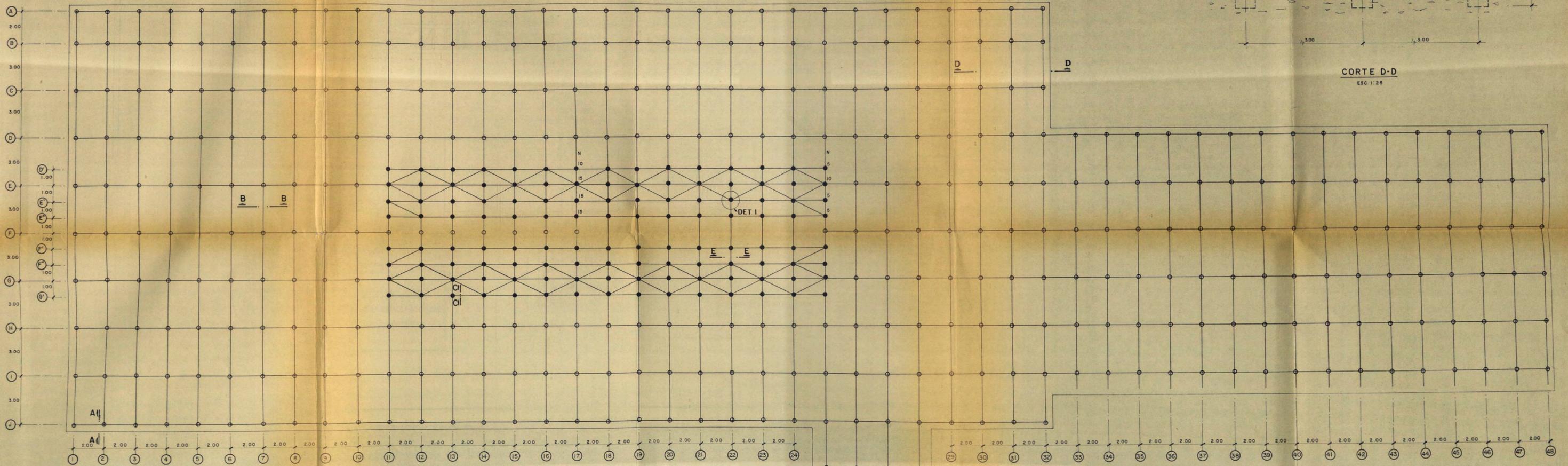
DETALLE I
ESC. 1:25



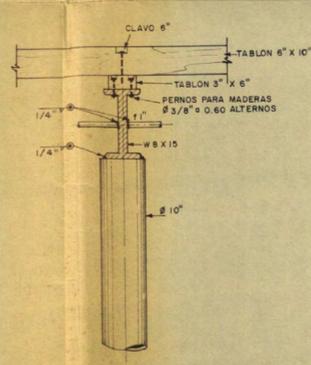
VISTA d'-d'
ESC. 1:25



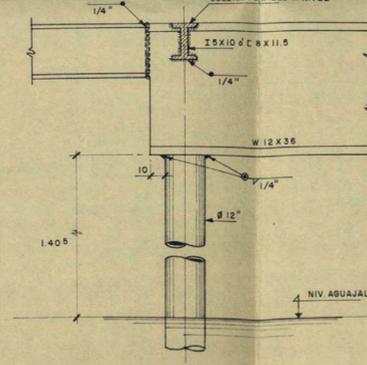
CORTE D-D
ESC. 1:25



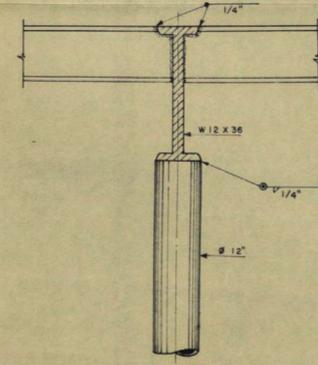
CORTE A-A
ESC. 1:25



CORTE B-B
ESC. 1:20



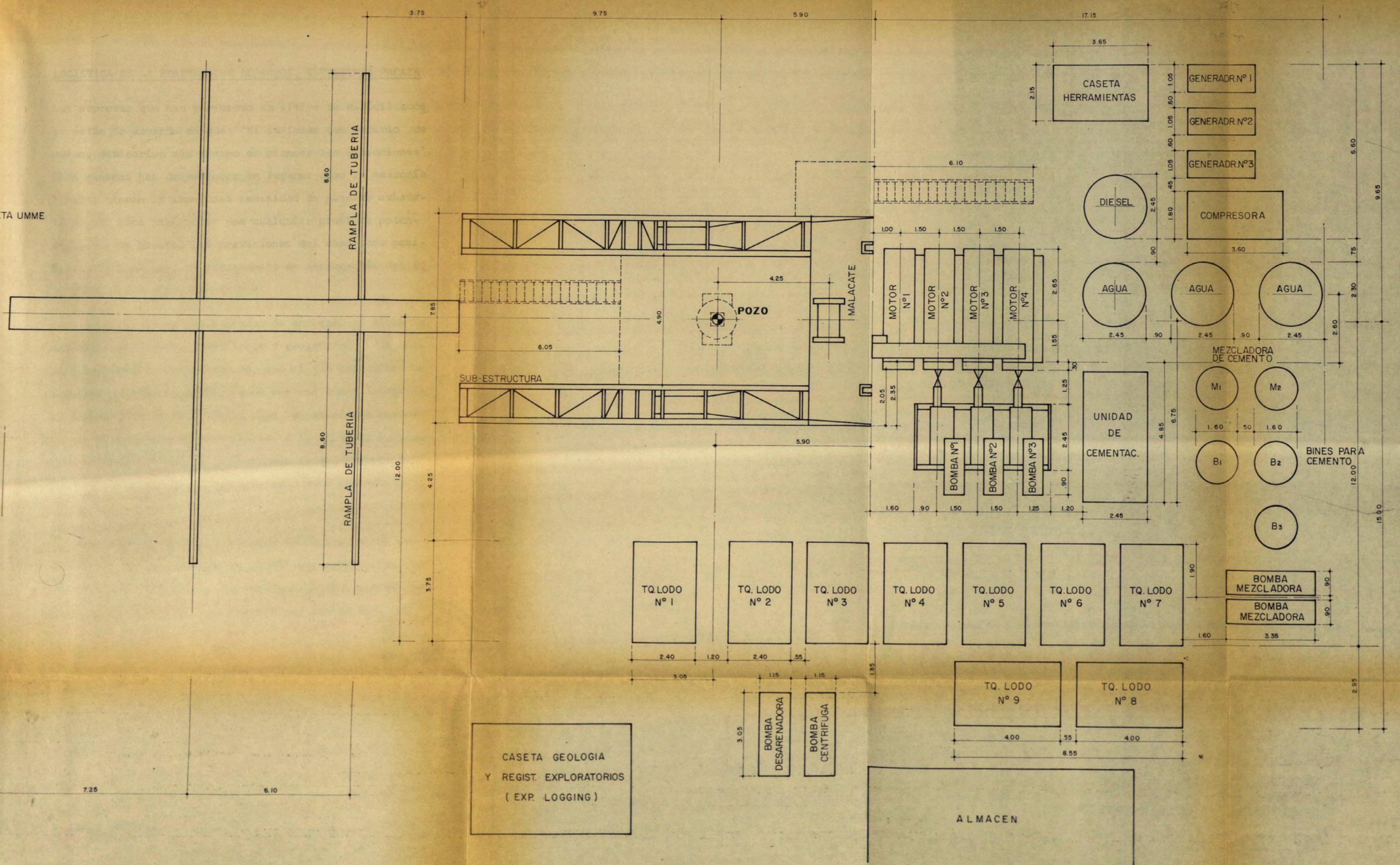
CORTE C-C
ESC. 1:25



CORTE E-E
ESC. 1:25

PLATAFORMA			
DISEÑO	PLANO	REV.	
ING. R. DAVILA		DISTRIBUCION	SPROS.
S. RODRIGUEZ		(Detalles)	Nº LAV.
INDICADA	LUGAR	DEPTO.	3
FECHA	PACAYA	LORETO	

CASETA UMME



DISTRIBUCION DEL EQUIPO

2.3. LOGISTICA DE LA PERFORACION DE POZOS, ESTRUCTURA PACAYA

Las empresas que han perforado en sitios de difícil acceso están de acuerdo en que: 'Si tuvieran que hacerlo de nuevo, dedicarían más tiempo en planear las Operaciones'. Para quienes han de perforar en lugares como la Amazonía Peruana tienen la imperiosa necesidad de planear exhaustivamente para habérselas con cualquier problema potencial. De no hacerse las previsiones del caso para posibles contingencias, el presupuesto de perforación del pozo puede subir astronómicamente.

Para perforar en un sitio remoto de antemano se deben tener datos geológicos, geofísicos y geográficos. Un viaje a la localización propuesta, con el fin específico de reforzar la planificación, puede ser una buena inversión. La Amazonía Colombiana fue la cuna, en la década pasada, de los Equipos Helitransportables; y la Amazonía Peruana creó la invención de las plataformas fijas, también desarmables y mudables por helicóptero, para perforar en zonas pantanosas.

Para perforar el Pozo Exploratorio IX-Pacaya; se ha programado la construcción de la plataforma metálica en la locación, construcción de la Sub-Base en el lugar denominado Maypuco y una Base de Operaciones en Iquitos.

Los trabajos a efectuarse hasta la Perforación del Pozo IX-Pacaya, se pueden programar por el Sistema PERT-CPM y de acuerdo a las siguientes actividades:

TABLA N° 1

ACTIVIDADES PARA LA PERFORACION DEL POZO IX-PACAYA

- A. Construcción de Infraestructura y Plataforma del Pozo
 - a. Base de Campamento
 - b. Construcción de Helipuertos
 - c. Pilotaje
 - d. Entablado
 - e. Construcción de almacenes.
- B. Construcción de Sub-base de Operaciones 'Maypuco'.
 - a. Construcción de campamento
 - b. Construcción de Hangar y Helipuertos
 - c. Almacenes.
- C. Transporte de Material de Lodo, Cemento y Tubería Iquitos-Maypuco
 - a. Embarque
 - b. Movimiento por barcazas
 - c. Desembarque
- D. Transporte de Equipo Iquitos-Maypuco
 - a. Embarque
 - b. Movimiento por barcazas
 - c. Desembarque
- E. Transporte de Equipo Maypuco-Pozo IX Pacaya
 - a. Movimiento por Helicóptero
 - b. Armado del Equipo
- F. Transporte de Materiales Maypuco-Pozo IX Pacaya
 - Material previo de perforación, hueco 17.1/2". Inicio de la perforación
 - Material de perforación, hueco 12.1/4"
 - Material de perforación, hueco 8.1/2"
 - Herramientas UMME
 - Material de Completación.

2.3.1. SISTEMAS DE TRANSPORTE

- a. Remolcadores - Barcazas.- Usado ampliamente en los ríos de la Amazonía, es el medio de transporte económico para mover grandes volúmenes de materiales, herramientas, equipos, tubería, etc. En Iquitos existen Compañías que tienen este tipo de embarcaciones, de la capacidad y dimensiones requeridas por el usuario o para las condiciones geográficas imperantes en cada época del año.

Para el transporte de Equipo y Materiales de Iquitos a Maypuco, se recomienda el uso de lo siguiente:

Equipo: 3 Barcazas x 500 tn c/u x 3 Remolcadores
 x 300 HP c/u

Materiales::2 Barcazas x 600 Tn c/u x 2 Remolcadores
 x 350 HP c/u.

Es conveniente efectuar el movimiento de material de lodo, cemento y tubería de acuerdo al inicio de la perforación del Pozo. Además, no es necesario tener almacenes en Iquitos, dado que se puede efectuar el transbordo directo Barco-Barcaza, que llevará los materiales a la Sub-base Maypuco. Todos estos movimientos deben ser controlados sistemáticamente por el Programa PERT-CPM cuyo objetivo principal es el inicio de la Perforación del Pozo IX-Paca

ya y el abastecimiento diario de materiales y herramientas, necesarios durante la perforación y completación del Pozo.

- b. Helicópteros. - La plataforma IX-Pacaya se encuentra ubicada a 12 Km. de la Sub-Base 'Maypuco', es zona pantanosa e inaccesible, siendo el helicóptero el medio de transporte adecuado para mover el Equipo de Perforación, casetas, generadores, combustible, alimentos y otros abastecimientos requeridos para la Operación.

Para programar el transporte de Equipo y materiales por helicóptero se han usado los datos de los Anexos A y B. Asimismo para determinar el tipo de helicóptero, se calcularon distancias, ver Lámina N° 5, tiempos de vuelo, velocidad de crucero con y sin carga externa e interna, costos y productividad de helicópteros.

TABLA N° 2COSTO DE HELICOPTEROS PARA TRANSPORTAR 100 Tn.

<u>Tipo</u>	<u>Radio-Km</u>	<u>Tiempo requerido</u>		<u>Costo</u> <u>US \$</u>
		<u>Horas</u>	<u>Días</u> <u>6 hr/d.</u>	
CH-47-234	50	4.6	.8	11,680
	100	9.31	1.6	23,640
	200	21.35	3.6	54,210
S-64E	50	6.45	1.1	24,740
	100	13.90	2.3	53,310
	200	36.64	6.1	140,510
MI-8	50	26.72	4.5	29,580
	100	65.51	10.9	72,520
	200	225.62	37.6	249,760
Bell-212	50	29.21	4.9	20,420
	100	61.85	10.3	43,230
	200	*	*	*

Una comparación de la productividad de varios helicópteros, basadas en el número de horas de vuelo requeridas para transportar 100 Tn de carga está ilustrada en la Fig. N° 5. Siendo la productividad una función de la carga, velocidad de crucero y distancia de vuelo, a medida que el radio aumenta, las horas de vuelo también aumentan; en las Tablas N° 3, 4 se muestran velocidades de crucero típicas con cargas externa e interna y velocidades de vuelo máximos.

Para las condiciones imperantes en la Amazonía, el Helicóptero Bell 212 resulta ser el más versátil pa

ra el Area de Operación. También el helicóptero MI-8 ofrece considerables ventajas cuando se trata de grandes distancias y volúmenes de carga.

TABLA N° 3

VELOCIDADES DE CRUCERO PROMEDIO, Km/h.

<u>Aparato</u>	<u>S a l i e n d o</u>		<u>Regresando</u>
	<u>Carga externa</u>	<u>Carga interna</u>	<u>Vacío</u>
CH-47-234	205	243	269
S-64E	208	-	208
CH-53D	220	246	263
MI-6	265	275	284
MI-8	202	210	219
Bell 212	170	201	232
Bell 205	170	200	224

El nomógrafo de la Fig. N° 8 refleja el costo para completar una operación de transporte. Puede ser usado para comparar el costo total de una operación con dos tipos diferentes de helicópteros. El ejemplo siguiente ilustra el método.

Comparar el CH-47-234 y el Bell 212 para transportar 100 Tn de carga a una distancia de 100 Km.

- a) En la tabla de productividad tomar el punto donde el radio es 100 Km (1)
- b) Interceptar la curva de productividad del CH-47-234 en el punto (2) y la curva del Bell 212 en

c) Costo de Plataforma piloteada en agujal

	S/	
Construcción Sub-base		6' 375,586.-
Infraestructura de plataforma		2' 394,460.-
Plataforma metálica		<u>2' 577,731.-</u>
	S/.	11' 347,777.-

el punto (3).

- c) Proceder horizontalmente a la tabla de costo, leyendo las hrs. de vuelo requeridas en la escala vertical en los puntos (4) y (5) e interceptando las curvas de costo para el CH-47-234 y el Bell 212 en los puntos (6) y (7) respectivamente.
- d) Leer el costo total para la operación en la escala de costos en los puntos (8) y (9).

Los tiempos totales de vuelo y costos son:

<u>Helicóptero</u>	<u>Tiempo vuelo req. (Hrs.)</u>	<u>Costo Total \$</u>
CH-47-234	9,3	23,600
Bell 212	61.9	43,300

TABLA N° 4DISTANCIAS Y TIEMPOS DE VUELO

<u>Itinerario</u>	<u>Distancia (Km.)</u>	<u>Tiempo (Hrs.)</u>
Iquitos - Maypuco	105	1:15
Iquitos - Pacaya	108	1:20
Iquitos - Morona	122	1:27
Iquitos - Bretaña	98	1:10
Iquitos - Maypuco - Pacaya	<u>117</u> 110	1:22
Maypuco - Pacaya	12	0:07
Maypuco - Morona	33	0:24
Maypuco - Bretaña	39	0:28
Pacaya - Morona	23	0:16
Pacaya - Bretaña	33	0:24
Morona - Bretaña	<u>30</u> 28	0:21
Pacaya - Corrientes	60	0:43
Pacaya - Capirona	82	0:58
Pacaya - Pavayacu	88	1:03
Iquitos - Corrientes	98	1:05
Iquitos - Capirona	118	1:20
Iquitos - Pavayacu	116	1:15
Iquitos - Valencia	135	1:36

Vía Fluvial

Iquitos - Maypuco	Río Amazonas Río Marañón	195	4 días
-------------------	-----------------------------	-----	--------

COMPARACION DE LA CARGA UTIL DE LOS HELICOPTEROS

CONDICIONES

600 MTS./ISA + 20°C

CARGA EXTERIOR

PUNTO FIJO - FUERA DE EFECTO
DE SUELO

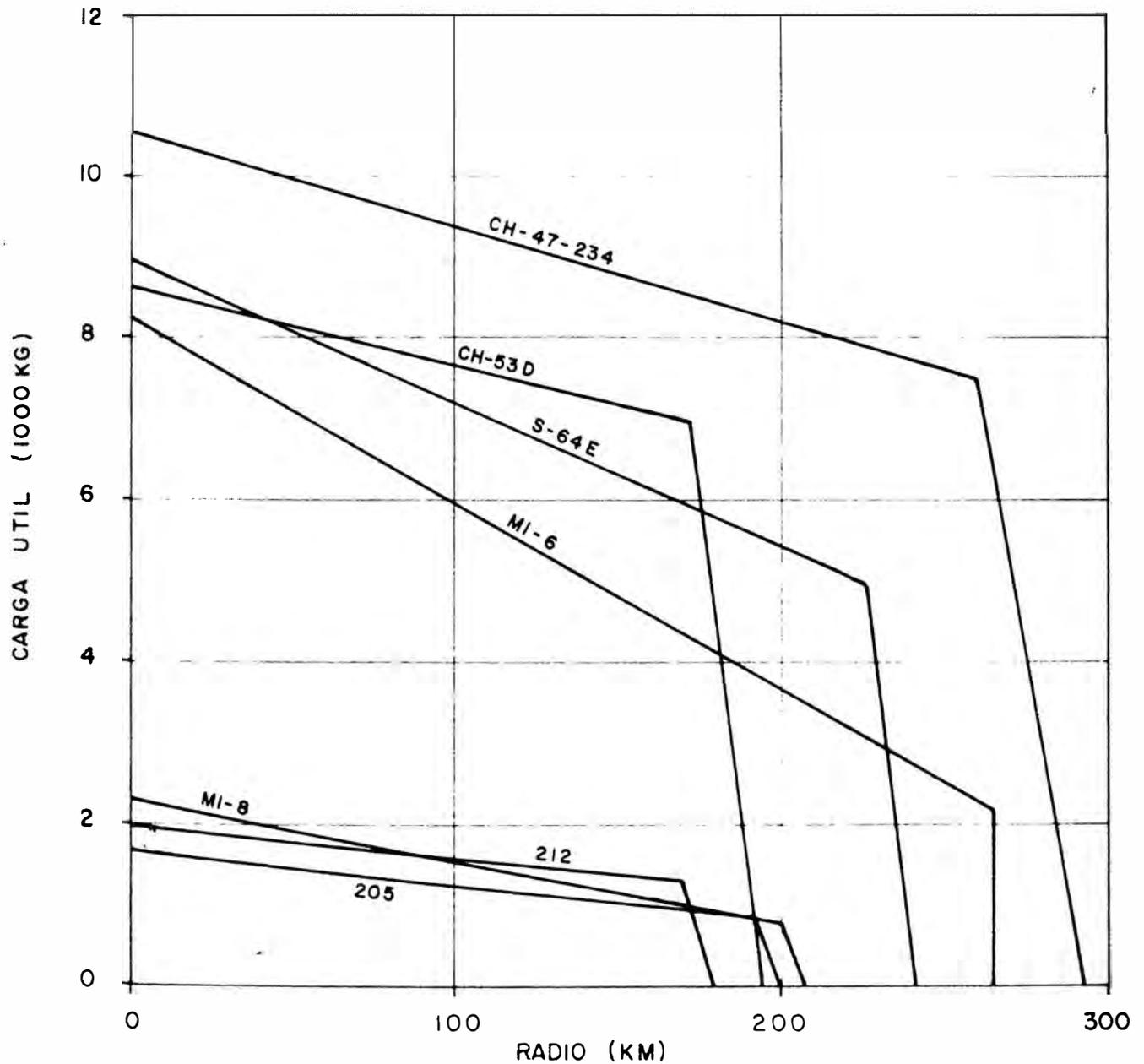


FIG. N° 6

COMPARACION DE PRODUCTIVIDAD DE LOS HELICOPTEROS

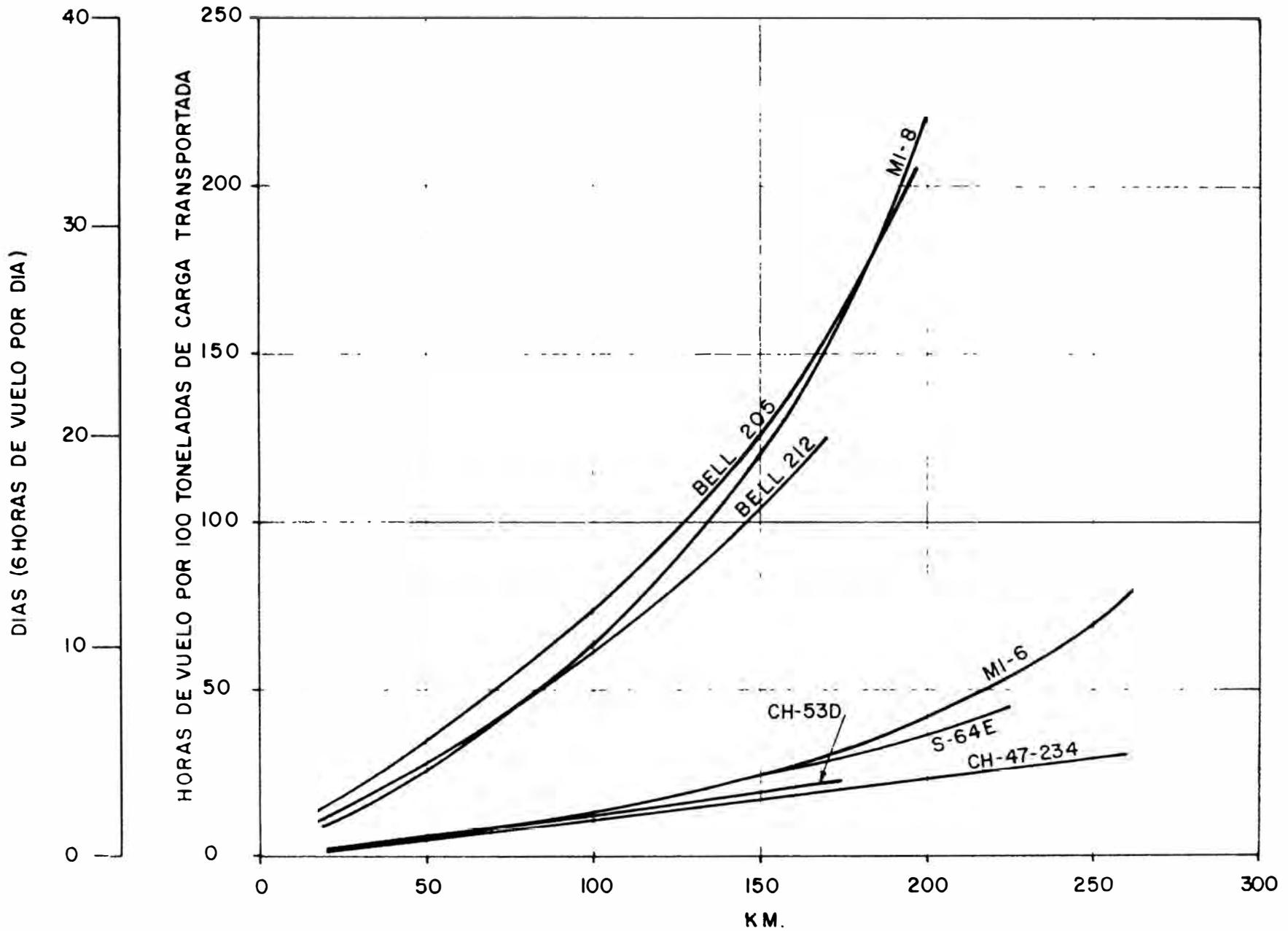
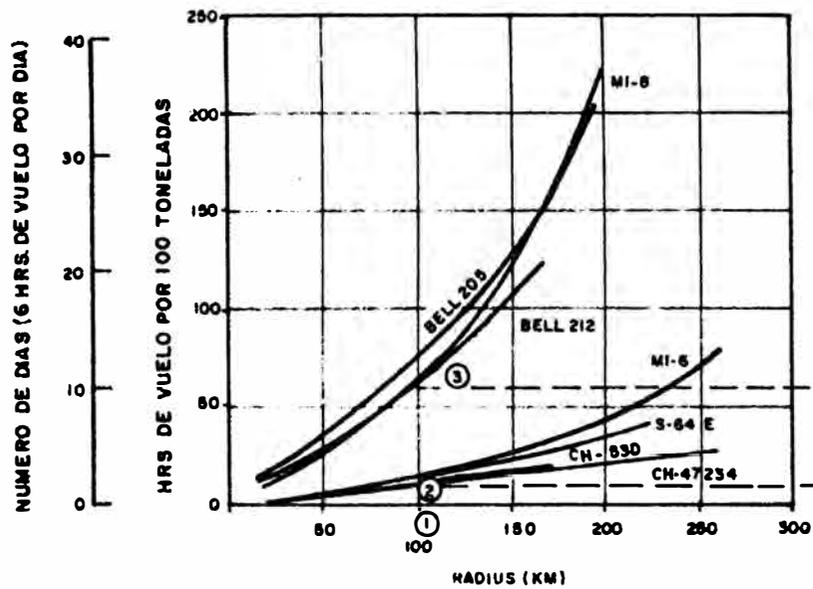


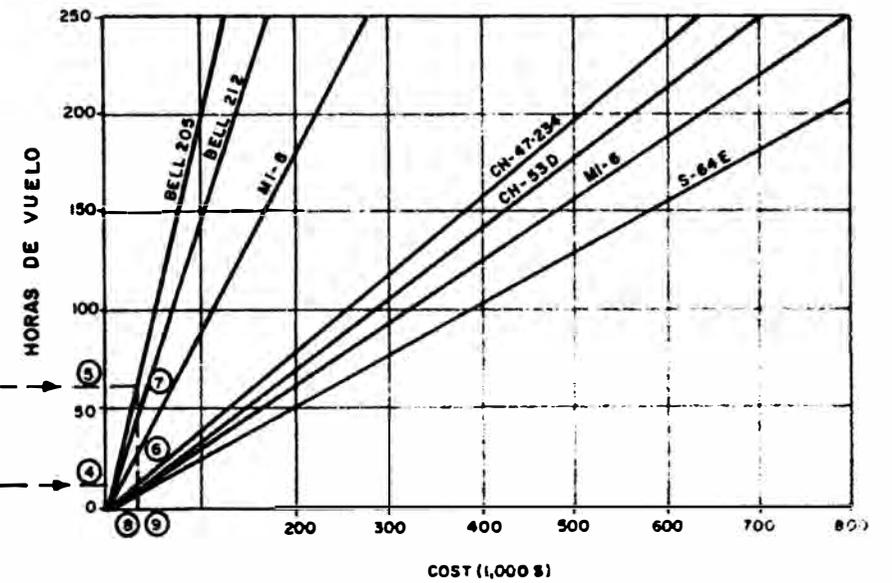
FIG Nº 7

NOMOGRAFO DE COSTO Y PRODUCTIVIDAD

COMPARACION DE LA PRODUCTIVIDAD DE HELICOPTEROS



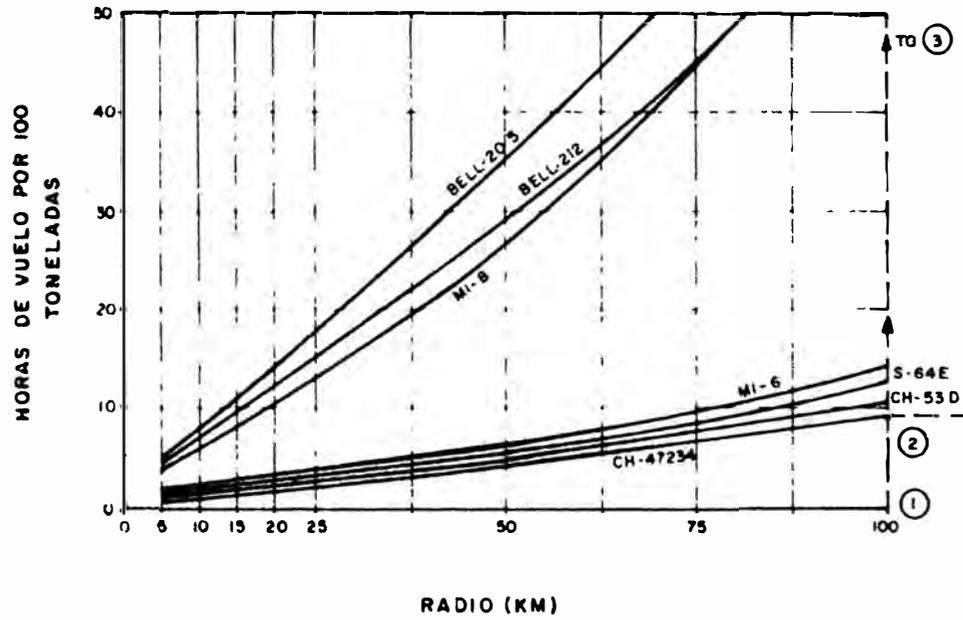
COMPARACION DE COSTO DE HELICOPTEROS



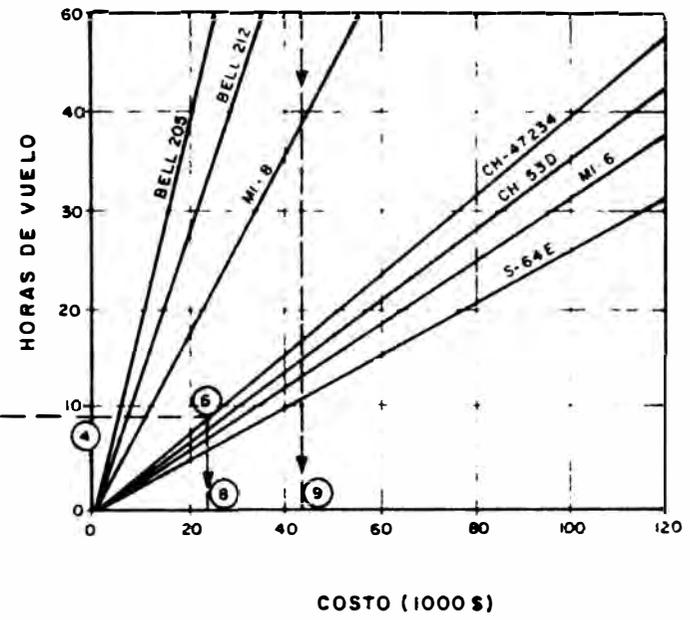
NOMOGRAFO DE COSTO Y PRODUCTIVIDAD

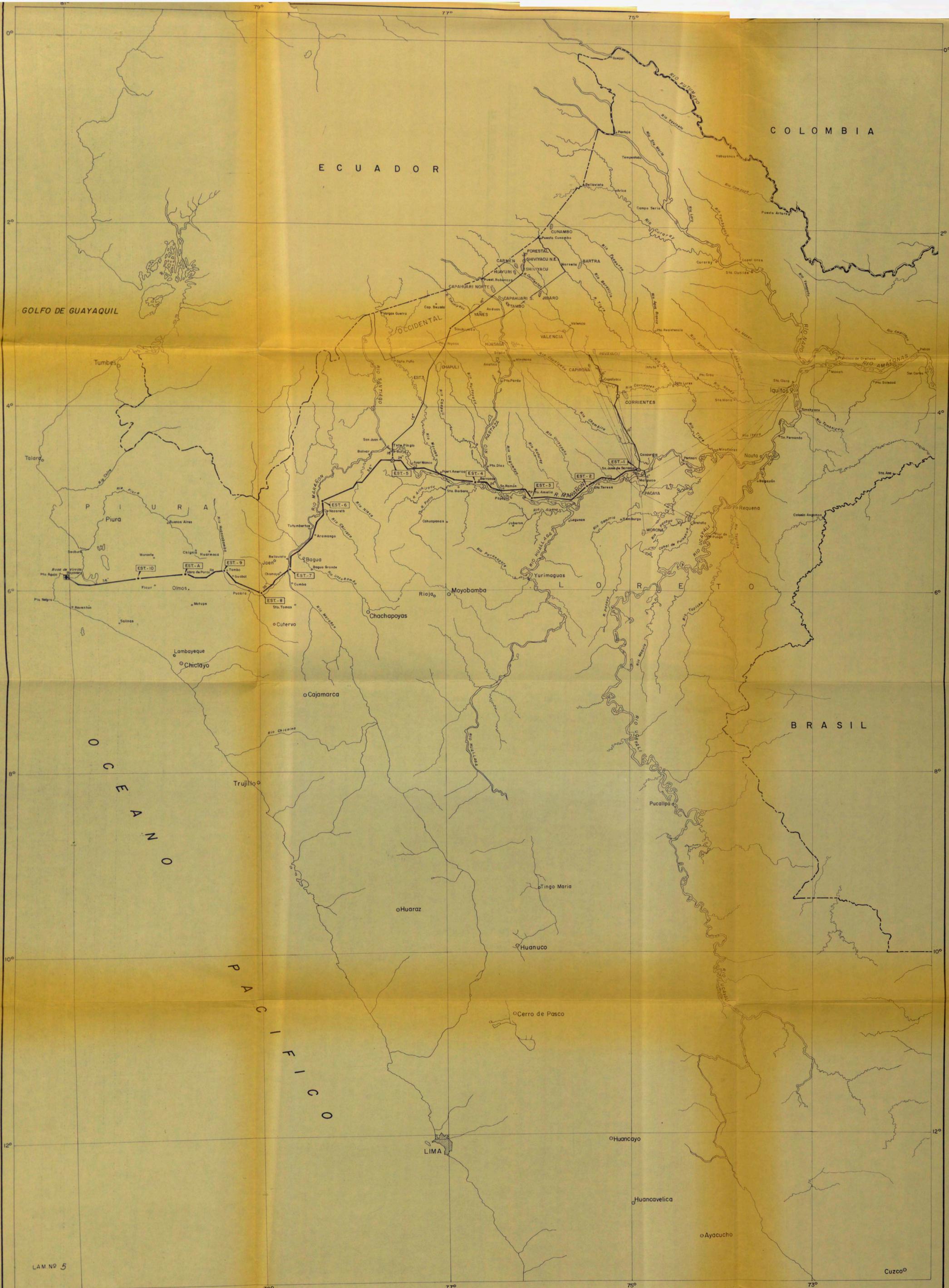
ESCALA AMPLIADA

COMPARACION DE LA PRODUCTIVIDAD
DE HELICOPTEROS



COMPARACION DE COSTO DE HELICOPTEROS





ECUADOR

COLOMBIA

GOLFO DE GUAYAQUIL

OCEANO

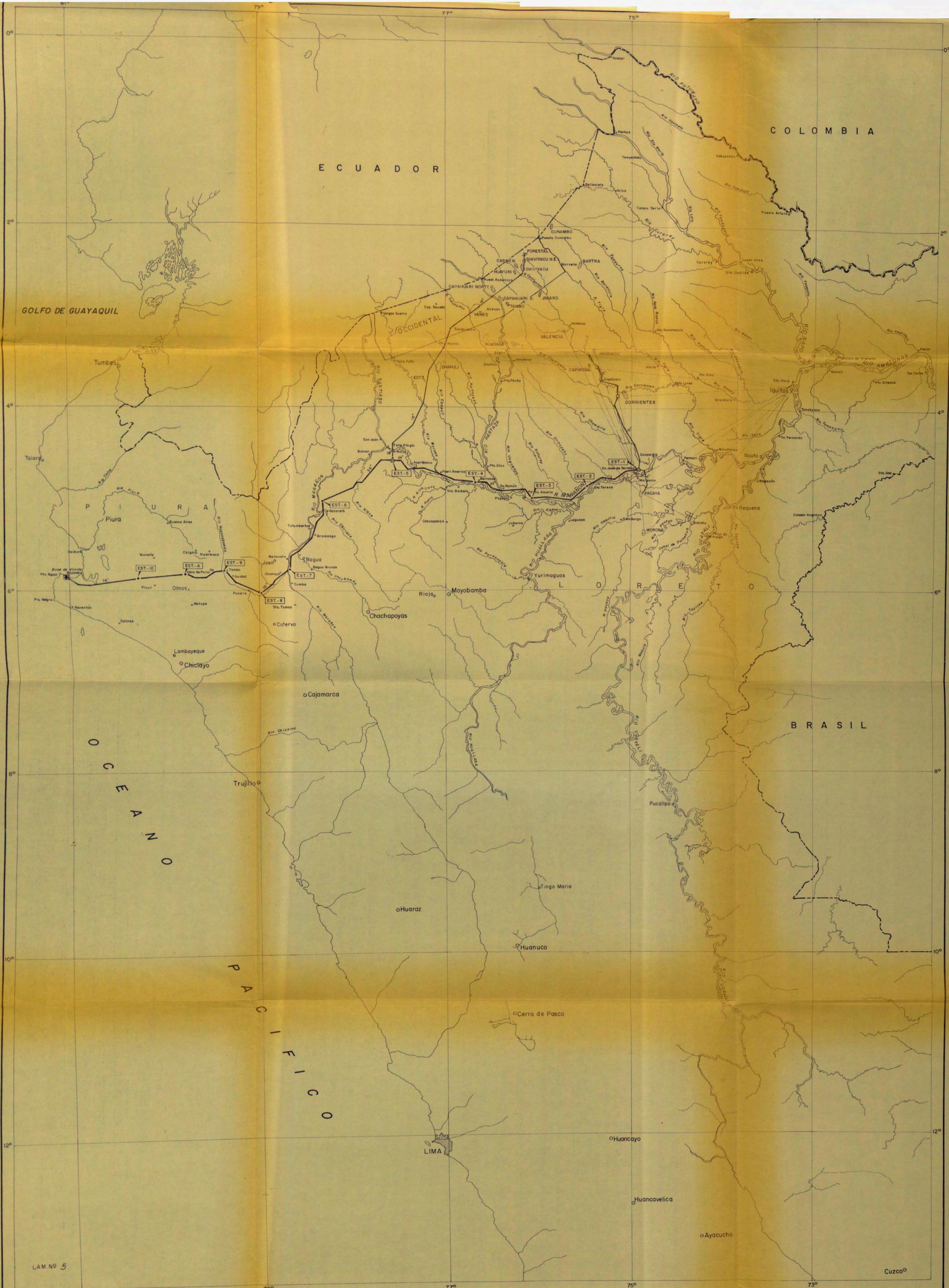
PACIFIC

BRASIL

LIMA

Cuzco

LAM. Nº 5



III. TEORIA Y PRACTICAS DE PERFORACION DE POZOS,
EN LA SELVA NORTE DEL PERU.

3.1. PROGRAMA DE PERFORACION

El tiempo del Pozo IX Pacaya se ha estimado en 80 días, distribuidos en Movimiento, Armado, Perforación, Evaluación y Completación. El tamaño de hueco a perforarse y el diseño de forros se ha programado de la siguiente manera: Se iniciará la perforación con broca de $17\frac{1}{2}$ " hasta $\pm 750'$, los cuales se cubrirán con forros de $13\frac{3}{8}$ " - 48 lb/pie - H-40. Se continuará la perforación del hueco intermedio con broca de $12\frac{1}{4}$ " hasta $\pm 9550'$ y se bajarán forros intermedios de $9\frac{5}{8}$ " - 40 lb/pie - N-80. La perforación del tramo final se hará con broca de $8\frac{1}{2}$ " hasta explorar la formación Cushabatay; de completarse el pozo se hará con lana de 7" - 29 lb/pie - N-80, Ver Láminas N° 6, 7.

El programa de lodo se presenta en la sección 2, así como los resultados obtenidos y las cantidades de material empleado.

El programa hidráulico, Sección 3 - Tabla N° 7, muestra los métodos de Caballaje de fuerza e Impacto Hidráulicos. La evaluación real del método empleado puede hacerse en base a los datos del Registro de brocas (trépanos).

En la Sección 4, 5 se presenta el programa de Cementación de Forros de Superficie e Intermedios, y el progra-

ma de Registros y Núcleos.

Fundamentos teóricos, el diseño y los Cálculos Reales de la Perforación Direccional del Pozo 2XCD Pacaya se incluyen en la parte 7.

POZO Nº IX PACAYA AREA SELVA NORTE EQUIPO Nº 127 PARKER

AVANCE DIARIO DE PERFORACION

EMPEZO HUECO SUPERFICIE A LAS 02:00 HRS.
FECHA 18 ABRIL, 1974

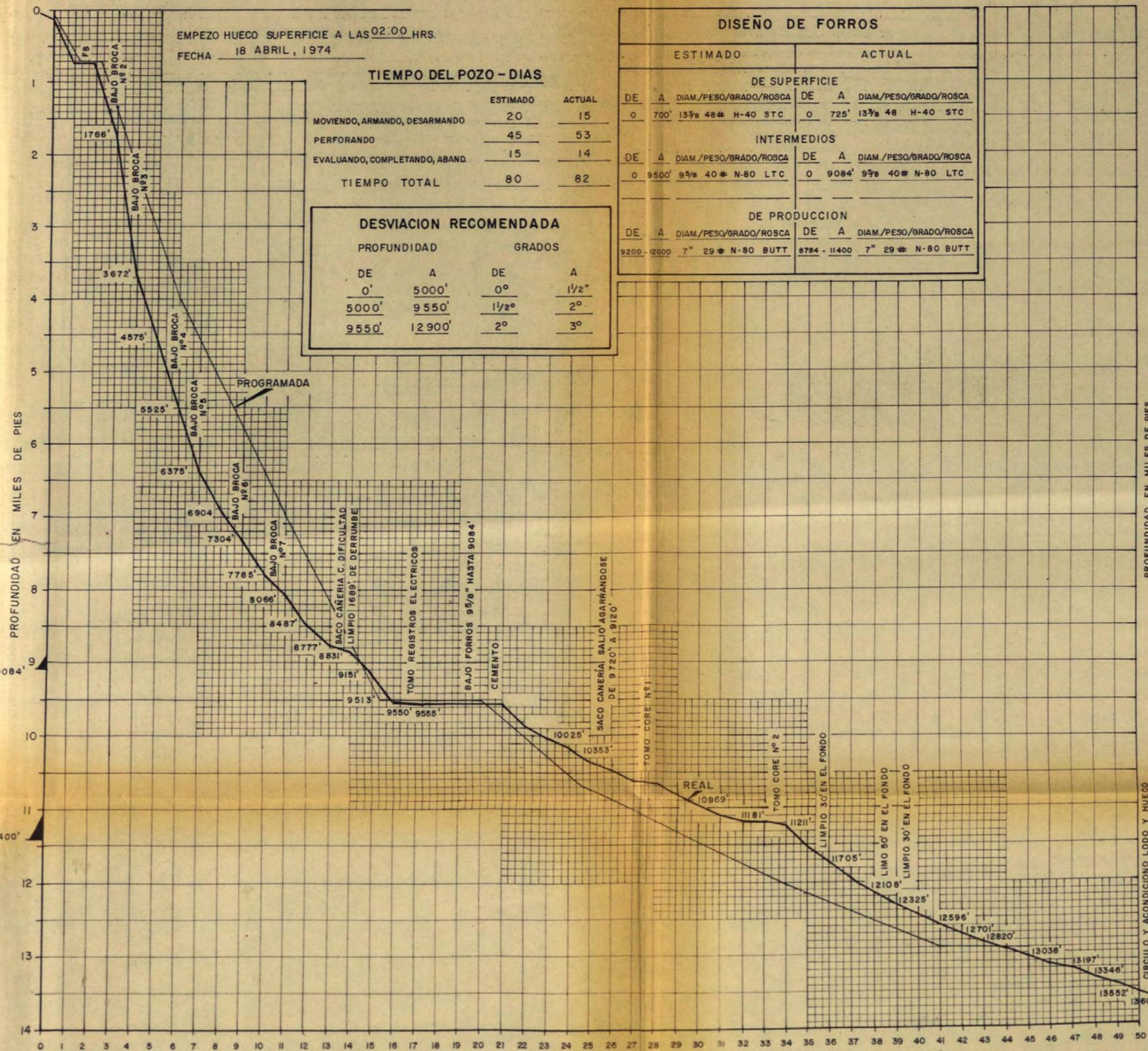
TIEMPO DEL POZO - DIAS

	ESTIMADO	ACTUAL
MOVIENDO, ARMANDO, DESARMANDO	20	15
PERFORANDO	45	53
EVALUANDO, COMPLETANDO, ABAND.	15	14
TIEMPO TOTAL	80	82

DESVIACION RECOMENDADA

PROFUNDIDAD		GRADOS	
DE	A	DE	A
0'	5000'	0°	1/2"
5000'	9550'	1/2°	2°
9550'	12900'	2°	3°

DISEÑO DE FORROS			
ESTIMADO		ACTUAL	
DE SUPERFICIE			
DE	A	DIAM./PESO/GRADO/ROSCA	DE A DIAM./PESO/GRADO/ROSCA
0	700'	13 3/8 48# H-40 STC	0 725' 13 3/8 48 H-40 STC
INTERMEDIOS			
DE	A	DIAM./PESO/GRADO/ROSCA	DE A DIAM./PESO/GRADO/ROSCA
0	9500'	9 5/8 40# N-80 LTC	0 9084' 9 5/8 40# N-80 LTC
DE PRODUCCION			
DE	A	DIAM./PESO/GRADO/ROSCA	DE A DIAM./PESO/GRADO/ROSCA
9200 - 12900	7"	29# N-80 BUTT	8784 - 11400 7" 29# N-80 BUTT

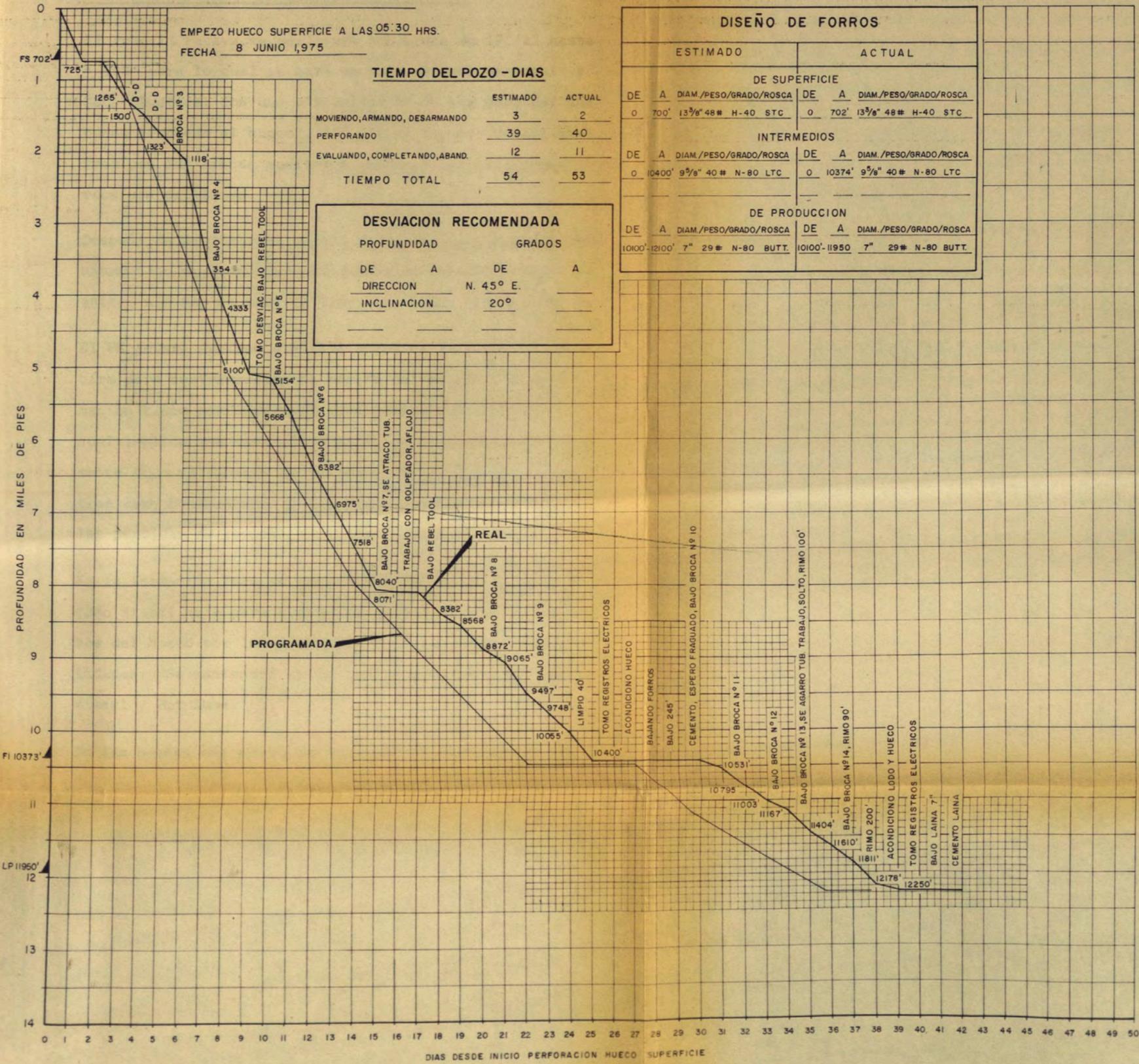


TOPE DE FORMACIONES

ESTIM.	ACTUAL
IPURURO	IPURURO
PEBAS	PEBAS
CHAMBIRA	CHAMBIRA
POZO YAH	POZO YAH
CHONTA	CHONTA
AG. C.	AG. C.
RAY	RAY
CUSH.	CUSH.

HORAS ROTACION DE BROCA EN FONDO	TIPO TAMAÑO BROCA	TAMAÑO CHORROS	PESO SOBRE LA BROCA EN MILS. LIBRS.		VELOC. R.P.H.	DESVIACION PROF. GRADS.	INFORMACION HIDRAULICA			INFORMACION DE LODO					
			TAMAÑO LAINA	VELOCID. BOMBA 5 PM			PRESION BOMBA P.S.I.	PESO LODO LBS./GALN.	VISCO-SIDAD SEG. CC/30M	FILTRA-DO CC/30M	PORCEN-TAJE SOLIDOS	PORCEN-TAJE ACEITE			
0			0	20	40	60	80	100	1000	8.6	35				
1			(750,6)	17 1/2"	OSC-3AJ	11-11-16		6"	2 x 50	1300	9	48			
2			(3672,24 1/4)	12 1/4"	OSC-3AJ	13-13-13		6"	3 x 50	2000	9.5	62	10	12	1
3			(5238,31 3/4)		OSC-3AJ	13-13-13		6"	3 x 50	2000	9.4	48	10	9	1
4			(6457,30 3/4)		OSC-3AJ	13-13-13		6"	3 x 52	2000	9.4	60	10	9	1
5			(7077,22)		OSC-3AJ	13-13-13		6"	3 x 52	2000	9.2	55	9	8	1
6			(7941,41 3/4)		OSC-3AJ	13-13-13		6"	3 x 52	1500	9.4	55	9	9	1
7			(8777,47 3/4)		OSC-3AJ	13-13-13		6"	3 x 55	1800	9	54	10	9	1
8			(9555,48)		OSC-3AJ	13-13-13		6"	3 x 55	1800	9.6	55	6	12	2
9				8 1/2"	OSC-16	10-11-11		6"	3 x 40	1700	9.9	50	4.6	12	1.5
10					OSC-16	11-11-11		6"	3 x 40	2000	9.8	52	4.2	12	2
11					X16	10-10-10		6"	3 x 40	2000	9.8	48	4.6	10	1
12					X16	10-10-10		6"	3 x 40	2000	9.7	44	4.5	10	1
13					X16	10-10-10		6"	3 x 38	2000	9.9	50	4.2	11	1
14					XV	10-10-10		6"	3 x 40	2000	9.9	52	4.8	11	1
15					XV	10-10-10		6"	3 x 42	2000	9.9	52	4.4	10	1
16			(11686,28 3/4)		3 J S	11-11-11		6"	3 x 40	2000	10.2	52	4.2	10	1
17			(12108,33 3/4)		3 J S	11-11-11		6"	3 x 42	2000	10	50	4.6	11	1
18					3 J S	11-11-11		6"	3 x 38	1800	10	47	4	11	1
19					3 J S	11-11-11		6"	3 x 40	1800	10	51	4	11	1
20					2 J S	11-11-11		6"	3 x 40	2000	10	55	4.2	11	1
21					3 J S	11-11-11		6"	3 x 40	2000	10	52	4.2	10	1
22					3 J S	11-11-11		6"	3 x 40	2000	10	55	4.8	10	1
23					3 J S	11-11-11		6"	3 x 42	2000	10	52	4.8	7	1
24					3 J S	11-11-11		6"	3 x 40	2000	10	50	4.8	5	1
25					3 J S	11-11-11		6"	3 x 40	2000	10	55	4.4	7	1
26					XV	11-11-11		6"	3 x 40	2000	10	52	4.3	11	1

AVANCE DIARIO DE PERFORACION



DISEÑO DE FORROS

ESTIMADO		ACTUAL	
DE SUPERFICIE			
DE	A	DE	A
0	700'	0	702'
	13 3/8" 48# H-40 STC		13 3/8" 48# H-40 STC
INTERMEDIOS			
DE	A	DE	A
0	10400'	0	10374'
	9 5/8" 40# N-80 LTC		9 5/8" 40# N-80 LTC
DE PRODUCCION			
DE	A	DE	A
10100'	12100'	10100'	11950'
	7" 29# N-80 BUTT.		7" 29# N-80 BUTT.

TOPE DE FORMACIONES	INFORMACION GENERAL				INFORMACION HIDRAULICA			INFORMACION DE LODO						
	HORAS ROTACION DE BROCA EN FONDO	TIPO TAMAÑO BROCA	TAMAÑO CHORROS	PESO SOBRE LA BROCA EN MILS. LIBRS.	VELOC. R.P.H.	DESVIACION PROF. GRADOS	TAMAÑO LAINA	VELOCID BOMBA S.P.M.	PRESION BOMBA P.S.I.	PESO LODO LBS/BLN.	VISCOSIDAD SEG.	FILTRADO CC/30M.	PORCENTAJE SOLIDOS	PORCENTAJE ACEITE
ESTIM. ACTUAL														
CORRIENTES				(725, 0,3) 17 1/2"	OSC-3A1	16-16-16	1/2°	6	2 x 60	1000	8,8	36	-	-
				(1178, 1,5) 12 1/4"	SDS-1	11-11-11	16 1/2°	6	3 x 45	1100	9,0	40	14	6 0
				(4260, 35 1/4)	SDS-J	11-11-11	18°	6	3 x 52	1100	8,8	35	14	6 0
				(5286, 30 1/4)	SDS-J	12-12-12	22 1/2°	6	3 x 52	1650	9,3	43	10	8 0
				(6810, 43 1/4)	SDS-J	12-12-12	20 1/2°	6	3 x 52	1500	9,6	46	9	8 7
				(8071, 43)	SDS-J	12-12-12	19 3/4°	6	3 x 52	1500	9,6	49	8	9 6
				(8872, 41 1/2)	SDS-J	12-12-12	22 1/2°	6	3 x 50	1650	9,8	49	56	8 5
				(9748, 42 1/2)	XIG	11-11-11	20 1/2°	6	3 x 52	1650	9,8	52	6	9 7
				(10400, 37 1/2)	XIG	11-11-11	19 3/4°	6	3 x 52	1650	9,8	50	5,8	9 7
				(10795, 25,5)	XIG	10-10-16	21°	6	3 x 52	1906	9,5	56	5,2	8 6
				(11158, 29)	XIG	10-10-10	19 3/4°	6	3 x 52	1900	9,6	54	5,4	8 5
				(11404, 12 3/4)	XIG	10-10-10	17°	6	2 x 66	1800	9,6	70	5,8	9 4
				(11811, 30 1/4)	2JS	11-11-11	19°	6	2 x 66	1800	9,6	65	6	9 6
				(12250, 20 1/2)	2JS	11-11-11	20 1/4°	6	3 x 52	2000	9,8	65	6	10 6
				12250', 417, 0,5 Hrs.			20°	6	3 x 42	2000	10	58	5,4	12 9
							18 3/4°	6	2 x 62	2000	10	60	5,8	12 9
							21°	6	3 x 42	2000	10	60	6	13 10
							19 1/4°	6	3 x 46	2200	10	60	5,8	12 9
							19 1/2°	6	3 x 40	1800	9,7	40	6,4	10 7
							17 1/2°	6	3 x 40	2000	9,8	50	6	10 8
							18 1/2°	6	2 x 60	2000	9,7	50	5,2	10 8
							17 3/4°	6	3 x 40	2000	9,8	48	5	12 6
								6	3 x 40	2000	9,9	49	5	11 8
								6	3 x 40	2000	9,9	51	4,4	10 8
								6	3 x 40	2000	9,9	50	4	11 7

3.2. PROGRAMA DE LODO PARA EL POZO IX - PACAYA

El Pozo IX Pacaya se perforará con broca de $17\frac{1}{2}$ " hasta $\pm 700'$ para lo cual se hará un lodo de base magcogel y Soda Cáustica, con una viscosidad de 50 seg para dar una buena limpieza al hueco y así evitar taponeo de los cho rros con las arenas sueltas y asegurar una bajada de fo rros sin problemas.

Después de perforar el zapato de $13\frac{3}{8}$ " se mantendrá el mismo tipo de lodo hasta la formación Marañón y antes de entrar a Pebas se tratará ligeramente con Spersene/XP-20.

El PH deberá subirse a ± 11.5 antes de la formación Cham bira para contrarrestar el efecto del calcio. Esta for mación tiene por característica contaminar el lodo lo cual implica una variación de las propiedades reológicas, sobre todo el aumento de gel tanto inicial como final que trae como consecuencia los arrastres al sacar cañería y las pérdidas de presión en el anillo, al perforar.

En la formación Pozo se tratará con productos asfálticos como Stabil hole para evitar las cavernas y ensanchamien tos del hueco por los derrumbes de estas lutitas inconsol idadas. Se mantendrá un lodo bastante lubricado con diesel y Bit lube.

En las partes más profundas después de bajar forros in-

termedios se mantendrá un lodo bien disperso para controlar el filtrado y evitar invadir las zonas de petróleo con lodo. Se recomienda mantener flujo laminar en el anillo.

3.2.1. VOLUMEN DE HUECO Y CASING

	Hueco	Volumen(Bls)	Casing	Volumen(Bls)
0 - 700'	17 ¹ / ₂ "	208	13 ³ / ₈ "	110
700' - 9500'	12 ¹ / ₄ "	1283	9 ⁵ / ₈ "	720
9500' - 12800'	8 ¹ / ₂ "	232	7" Liner	134

3.2.2. TRATAMIENTO DEL LODO

Intervalo	Peso	Viscos.	Filt.	Tratamiento	Tipo Lodo
0 - 700'	8.9	45-50	-	Magcogel y S. Cáustica	Gel
700' - 4000'	9- 9.2	40		Magcogel y S. Cáustica	Gel
4000' - 6200'	9.2- 9.5	40-45	8 cc	Magco-S. Cáust./Spersene, XP-20	Liger. disperso
6200' - 8690'	9.5- 9.8	42-45	6 cc	Mag. S. Cáust. S. Ash, Spersene XP-20, D-D, Bit lube	Spersene, XP-20
8690' - 9470'	9.8-10.0	45-50	5 cc	anterior	
9470' - 12800'	10.0-10.1	45-55	4 cc	Mag, Spers, Resinex S. Cáust. Bit Lube, Stabil-hole	Spersene/Resinex

3.2.3. PROPIEDADES DEL LODO

Esfuerzo gel y Yield Point. Estos valores deberán mantenerse lo más bajo posible a fin de evitar el efecto pistón de la broca al viajar por el hueco. El punto de cedencia debe ser aproximadamente igual al peso del lodo.

PH variará de acuerdo a las formaciones a perforar. Se recomienda:

700' - 6200'	PH de 10 a 11.5
6200' - 12800'	PH de 9.5 a 10.0

Peso Se recomienda mantener bajo a un máximo de 10.1 lb/gal, para evitar atascamientos por presión diferencial, salvo que se encuentren sobre presiones.

Viscosidad. Si se produce desmoronamiento la viscosidad aparente se aumentará, de tal manera que se mantenga un hueco limpio, y así eliminar el peligro de atascamientos. La viscosidad plástica se mantendrá de acuerdo al comportamiento del hueco tratando de mantener lo más estable posible. El rango de variación será de 16 a 22 cp.

TABLA N° 5POZO IX PACAYAMATERIAL DE LODO- COSTOS, POR TRAMOSPRIMER TRAMO

Broca 17¹/₂" Profundidad 750'
 Forros 13³/₈" Perforado 750'

Material	Consumo			Costo		
	Sacos	Libras	Lb/pie	US\$	US\$/pie	%
Magcogel	82	8,200	10.94	724.06	0.96	23.58
Spersene	6	300	0.40	82.62	0.11	2.70
Soda cáustica	14	700	0.94	187.60	0.25	6.15
Soda Ash	8	800	1.07	101.44	0.14	3.43
Kwik + hik	160	8,000	10.67	1360.00	1.81	44.48
Bentonita	120	12,000	16.00	600.00	0.80	19.66
				3055.72	4.07	100.00

SEGUNDO TRAMOBroca 12¹/₄" Profundidad 9550'Forros 9⁵/₈" Perforado 8800'

Materiales	Consumo			Costo		
	Sacos	Libras	Lb/pie	US\$	US\$/pie	%
Magcogel	176	17,600	2.00	1554.08	0.18	7.93
Spersene	468	23,400	2.66	6444.36	0.73	32.16
SP - 20	37	1,850	0.21	465.09	0.05	2.20
Soda cáustica	170	8,500	0.96	2278.00	0.26	11.45
Tannathin	147	7,350	0.83	2205.00	0.25	11.01
Bicarbonato sodio	22	1,100	0.13	550.00	0.06	2.64
Resinex	69	3,450	0.39	2136.24	0.24	10.57
Soda Ash	26	2,600	0.29	329.68	0.04	1.76
Magco CMC HV	1	50	0.006	74.63	0.01	0.44
Bit lube	9 dm	495 gal	0.056	1546.20	0.18	7.93
D - D	5 dm	275 gal	0.031	1317.50	0.15	6.62
Petróleo diesel	52 Bls	2184 gal	0.248	1040.00	0.12	5.29
				19940.78	2.27	100.00

TERCER TRAMO

Broca 8¹/₂"

Profundidad 13607'

Forros 7"

Perforado 4057'

Material	Consumo			Costo		
	Sacos	Libras	Lb/pie	US\$	US\$/pie	%
Magcogel	510	51,000	12.57	4503.30	1.11	20.07
Spersene	400	20,000	4.93	5508.00	1.36	24.59
XP - 20	239	11,950	2.95	3004.23	0.74	13.38
Soda cáustica	158	7,900	1.95	2117.20	0.52	9.40
Resinex	113	5,650	1.39	3498.48	0.86	15.55
Kwik thik	52	2,600	0.64	442.00	0.11	1.99
Baritina	10	1,000	0.25	70.00	0.02	0.36
Magco CMC HV	20	1,000	0.25	1492.60	0.37	6.69
Bit lube	5 dm	275 gal	0.067	859.00	0.21	3.81
D - D	3.5 dm	192.5gal	0.047	922.25	0.23	4.16
				22417.06	5.53	100.00

TOTAL POZO Brocas 17¹/₂"-12¹/₄"-8¹/₂" Profundidad 13607'
 Forros 13³/₈"- 9⁵/₈"- 7"

Material	Consumo			Costo		
	Sacos	Libras	Lb/pie	US\$	US\$/pie	%
Magcogel	768	76,800	5.64	6781.44	0.50	14.97
Spersene	874	43,700	3.21	12034.98	0.88	26.35
XP - 20	276	13,800	1.01	3469.32	0.27	8.08
Soda cáustica	342	17,100	1.26	4582.80	0.34	10.18
Soda Ash	34	3,400	0.25	431.12	0.03	0.90
Tannathin	147	7,350	0.54	2205.00	0.16	4.79
Bicarbonato sodio	22	1,100	0.08	550.00	0.04	1.20
Resinex	182	9,100	0.67	5634.72	0.42	12.57
Kwik thik	212	10,600	0.78	1802.00	0.13	3.89
Bentonita	120	12,000	0.88	600.00	0.04	1.20
Baritina	10	1,000	0.07	70.00	0.01	0.30
Magco CMC HV	21	1,050	0.08	1567.23	0.11	3.29
Bit lube	14 dm	770 gal	0.056	2405.20	0.18	5.39
D - D	8.5 dm	467.5 gal	0.034	2239.75	0.16	4.79
Petróleo diesel	5.2Bls	2184 gal	0.161	1040.00	0.07	2.10
				45413.56	3.34	100.00

POZO IX PACAYA

COSTO DIARIO - COSTO/PIE

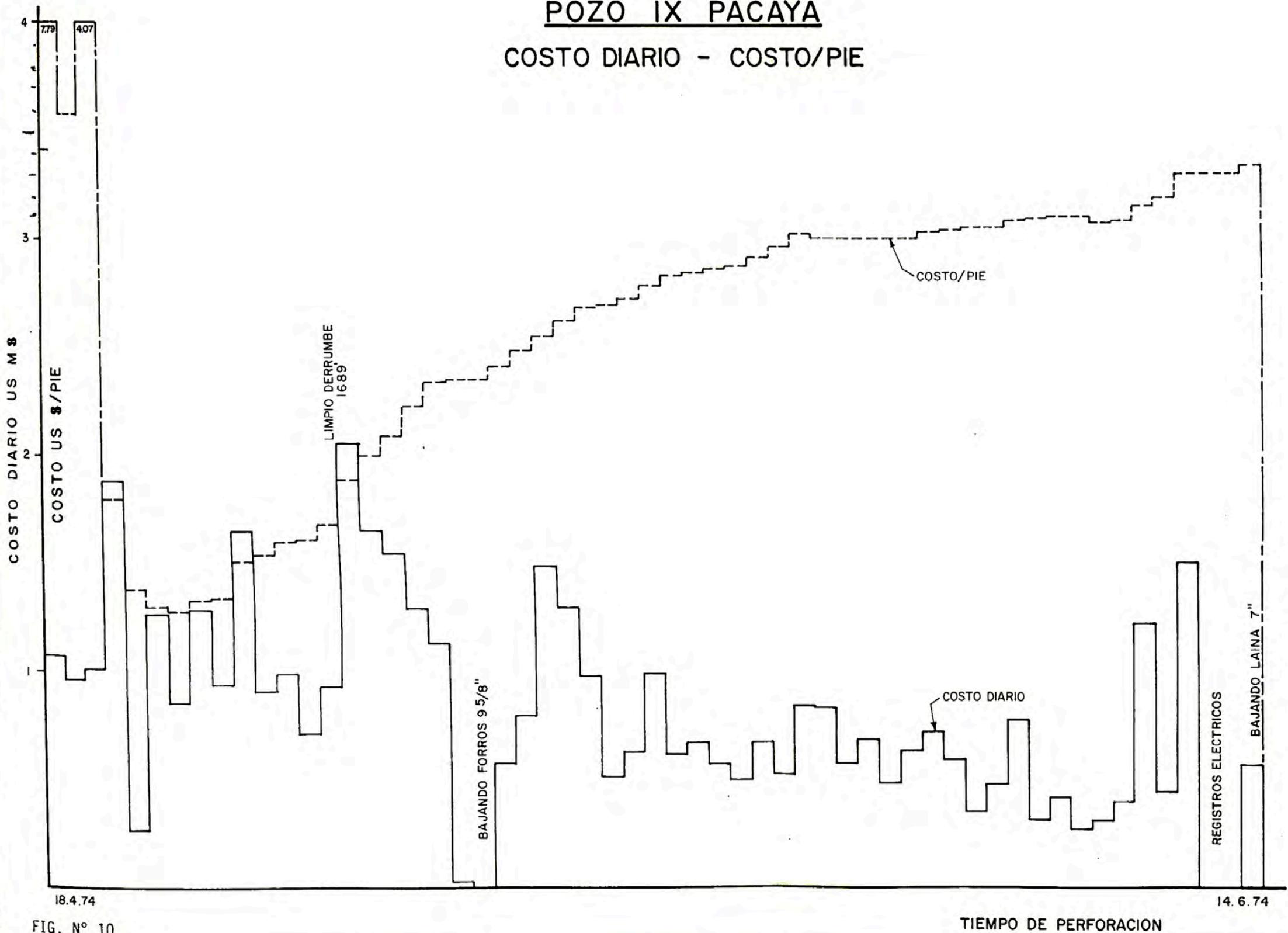


FIG. N° 10

TIEMPO DE PERFORACION

POZO 2XCD PACAYA

PROPIEDADES DEL LODO - COSTO

Fecha	Prof.	W	e.	T	RESUMEN	YP	Fi	PH	f	Alf	Sal	Ca	%Ar	%S	%Ac	%Ag	Magg	Sper	XP-20	S. Caus.	Bit. L.	D-D	P. Lax	CMC	Magp	Resi	Bit S.	Bari	Bent.	Costo	Costo AC	Costo/ pie
6.08.75	165'	8.9	40	95	Preparó 500 Bls lodo			9.5									50			2										468.30	468.30	2.84
9	725	8.8	36	95	Bajó casing 13 3/8"			9.5									30													264.90	733.20	1.01
10	725	8.8	35	95	Cementó, esperó fraguado, armó controles																									-. -	733.20	1.01
11	1500	9	40	100	Perforando	11	4	0/2	11	14	.6	110	200	.4	6	0	94	30		2										291.70	1024.90	0.68
12	1500	9	40	100	Bajó broca s/chorros c/Dyna Drill. Preparó 80 Bls. lodo	12	5	0/2	10	12	.4	110	160	.3	6	0	94	20	2											201.74	1226.64	0.82
13	1893	8.8	35	100	Reorientó Dyna Drill, perforando	11	4	0/2	10	14	.4	110	80	.4	6	0	94													-. -	1226.64	0.65
14	2566	9.3	43	110	Circuló, Tomó desviación, Perforando	15	10	0/4	9.5	12	.1	180	100	.6	8	6	86	44	12	2	1									844.06	2070.70	0.81
15	3870	9.6	46	112	Tratando lodo contaminado con yeso	20	12	2/12	10	9	.4	200	180	.6	8	7	85	18	25	10	15						2			879.89	2950.59	0.76
16	4481	9.6	48	114	30% Anhidrita, tratando contaminación	20	11	2/10	10.5	9	.4	200	200	.4	9	7	84	10	30	12	15	1								1266.74	4217.33	0.94
17	5100	9.6	49	118	60% Anhidrita, arcillas bentoníticas	22	12	2/14	11	8	.9	250	200	.5	9	6	85	8	30	18	20									1278.00	5495.33	1.08
18	5280	9.8	49	118	Bajó Rebel Tod.	20	13	2/15	11	6	1	400	180	.3	8	5	87	8	15	12	15									879.03	6374.36	1.21
19	5850	9.8	52	118	Tratando lodo c/bicarbonato de sodio p/contam.	24	13	2/15	11	6	.9	400	120	.4	9	7	84	10	15	12	10	1								951.49	7325.85	1.25
20	6563	9.8	52	120	Manteniendo propiedades reológicas	23	12	2/14	11	6	.9	450	120	.4	10	7	83	10	20	15	12									963.05	8288.90	1.26
21	7038	9.8	50	120	Perforó hasta 7038'. Cambió conjunto de fondo	20	12	2/15	11	6	1.2	500	180	.3	9	7	84	8	18	15	10	1								1154.55	9443.45	1.34
22	7672	9.5	56	125	Perforó, circuló, hizo viaje corto	22	12	2/14	10	5	.5	600	80	.8	8	6	86	6	22	11	15									895.19	10338.64	1.35
23	7980	9.6	54	130	Sacó cañería, salió agarrándose a 5400'	24	12	2/13	10	5	.4	600	120	.5	8	5	87	10	24	12	17									997.42	11336.06	1.42
24	8071	9.1	45	130	Se atracó cañería. Preparó mezcla 110 Bls. diesel				10	6							90			5		2					2	60		2255.32	13591.38	1.68
25	8071	9.4	56	130	Recuperó circulación, acondicionó lodo y hueco	22	12	2/14	10	6	.4	500	80	.5	8	4	88	12	24	12	12	3								1963.48	15554.86	1.93
26	8362	9.6	70	130	Perforó, circuló, hizo viaje corto	26	14	2/20	10	6	.4	600	160	.8	9	4	87	6	44							22	8	120		2674.78	18229.64	2.18
27	8568	9.6	65	132	Perforando	26	14	2/18	10	6	.3	500	100	.8	9	6	85	20	14		15	1								1113.70	19343.34	2.26
28	8872	9.7	70	132	Perforó, circuló, hizo viaje corto	28	14	2/22	10	6	.3	500	120	.8	10	6	84	12	20		20									958.96	20302.30	2.29
29	9065	9.8	65	134	Perforando	26	14	2/18	10	6	.4	500	100	.5	10	6	84	12	24		18									1049.16	21351.46	2.36
30	9582	10	58	134	Perforó, circuló, hizo viaje corto	26	14	2/16	10	5	.4	500	80	.5	12	9	79	18	34	17	24									1162.41	22513.87	2.35
7.01.75	9823	10	60	135	Perforando	24	12	2/16	10	6	.4	600	80	.5	12	9	79	16	20		18	1								1139.28	23653.15	2.41
2	10055	10	60	135	Perforó, circuló, hizo viaje corto	26	14	2/18	10	6	.3	500	80	.5	13	10	77	16	44		20									1696.28	25349.43	2.52
3	10400'	10	60	136	Acondicionó lodo. Tomó reg. Inducción, Sónico	25	13	2/10	11	6	.4	550	80	.8	12	9	79	12	48	5	28	1								2274.61	27624.04	2.66
4	10400	10	62	137	Tomó reg. buzamiento	26	13	3/14	11	6	.4	550	80	.8	12	9	77													-. -	27624.04	2.66
5	10400	10	58	135	Circuló y acondicionó lodo	25	12	2/10	10	6	.3	500	80	.8	12	10	78	11	18	5	8									793.68	28417.72	2.73
6	10400	10	58	135	Bajando forros 9 5/8"	26	12	3/12	10	6	.3	500	80	.8	12	10	78		4	10		1								352.58	28770.30	2.77
7	10400	10	38	130	Terminó de bajar forros 9 5/8". Circuló. Cementó	15	8	0/8	9	6	.2	450	60	.5	10	8	82													-. -	28770.30	2.77
8	10430	9.9	40	130	Esperó fraguado. Perforando	12	7	0/4	11	6	.3	480	80	.5	9	4	87	20	26	12	20				1	1				1055.71	29826.01	2.86
9	10650	9.7	40	131	Perforando	14	8	0/6	11	6	.3	200	-	.4	10	7	83	16	10	5	1				1	8				677.54	30503.55	2.86
10	10800	9.8	50	133	Circuló, hizo viaje corto, perforando	17	8	2/10	11	6	.3	350	-	.3	10	8	82	35	10	5	3				4	23	30			1710.40	32213.95	2.98
11	11085	9.7	50	135	Perforando	17	8	2/10	11	5	.4	500	60	.3	10	8	82	18	14	7	10	2			6	10				1674.69	33888.64	3.06
12	11318	9.8	48	136	Perforando	14	8	2/8	11	6	.4	550	-	.4	12	6	82	10	6	8	5	1			4	20				1331.66	35220.30	3.11
13	11417	9.8	48	132	Se atascó la columna, trabajó, soltó, rimó 10'	15	7	2/9	11	5	.4	550	-	.3	12	6	82	16	8	10	4			2	1	20				1226.82	36447.12	3.19
14	11662	9.9	49	134	Rimando a 11350'	18	10	2/11	11	5	.3	450	-	.3	11	8	81	20	14	7	8	1		4						1298.39	37745.51	3.24
15	11811	9.9	51	136	Circuló, tomó desviación, perf.	17	10	2/10	11	4	.3	500	-	.3	10	8	82	15	6	3	4	1								724.68	38470.19	3.26
16	12250	9.9	50	137	Diluyendo y tratando de mantener filtrado	18	10	2/10	11	4	.3	550	-	.3	11	7	82	16	6	3	3					16				797.17	39267.36	3.21
17	12250	9.8	50	138	Tomó registros eléctricos	18	9	2/8	11	4	.3	550	-	.3	11	7	82	20	8	4	3									563.00	39830.36	3.25
18	12250	9.6	44	138	Circuló, acondicionó lodo. Bajando laina 7"	14	7	0/6	10	4	.3	500	-	.3	10	6	84	20			2									389.16	40219.52	3.28
19	12250	9.6	36	131	Bajó laina, no trabajó colgador	15	5	0/2	9	5	.2	500	-	.3	9	6	85													-. -		
20	12250	9.6	37	126	Bajó nuevo colgador. Circuló. Cementó.	12	4	0/2	9	6	.2	350	-	.1	8	5	87													-. -		

TABLA Nº 6POZO 2XCD PACAYAMATERIAL DE LODO- COSTOS, POR TRAMOS

PRIMER TRAMO
 Broca 17¹/₂" Profundidad 725'
 Forros 13³/₈" Perforado 725'

Material	Consumo			Costo		
	Sacos	Libras	Lb/pie	US\$	US\$/pie	%
Magcogel	80	8,000	11.03	706.40	0.97	96.03
Soda cáustica	2	100	0.14	26.80	0.04	3.97
				733.20	1.01	100.00

SEGUNDO TRAMO
 Broca 12¹/₄" Profundidad 10,400'
 Forros 9⁵/₈" Perforado 9,675'

Magcogel	407	40,700	4.21	3593.81	0.37	12.76
Sparsene	505	25,250	2.61	6953.85	0.72	24.83
XP - 20	168	8,300	0.86	2111.76	0.23	7.93
Soda cáustica	323	16,150	1.67	4328.20	0.45	15.52
Bicarbonato sodio	84	4,200	0.43	2100.00	0.22	7.59
Baritina	280	28,000	2.89	1960.00	0.20	6.90
Resinex	126	6,300	0.65	3900.96	0.40	13.78
Bit lube	8 dm	440 gal	0.045	1374.40	0.14	4.83
D - D	3 dm	165 gal	0.017	790.50	0.08	2.76
Pipe lax	2 dm	110 gal	0.011	923.62	0.09	3.10
				28037.10	2.90	100.00

TOTAL POZO Brocas 17¹/₂"-12¹/₄"-8¹/₂" Profundidad 12250'
 Forros 13³/₈"- 9⁵/₈"- 7"

Material	Consumo			Costo		
	Sacos	Libras	Lb/sx	US\$	US\$/pie	%
Magcogel	693	69,300	5.66	6119.19	0.50	15.24
Spersene	613	30,650	2.50	8441.01	0.69	21.04
XP - 20	232	11,500	0.94	2916.24	0.24	7.32
Soda cáustica	388	19,400	1.58	5199.20	0.42	12.80
Bicarbonato sodio	84	4,200	0.34	2100.00	0.17	5.18
Baritina	280	28,000	2.29	1960.00	0.16	4.88
Bentonita	30	3,000	0.24	150.00	0.01	0.30
Resinex	240	12,000	0.98	7430.40	0.61	18.61
Magcophos	6	30	0.002	165.72	0.01	0.30
CMC HV	18	900	0.073	1343.34	0.11	3.35
Bit lube	11 dm	605 gal	0.049	1889.80	0.15	4.57
D - D	6 dm	330 gal	0.027	1581.00	0.13	3.96
Pipe lax	2 dm	110 gal	0.009	923.62	0.08	2.45
				40219.52	3.28	100.00

POZO 2XCD PACAYA

COSTO DIARIO - COSTO/PIE

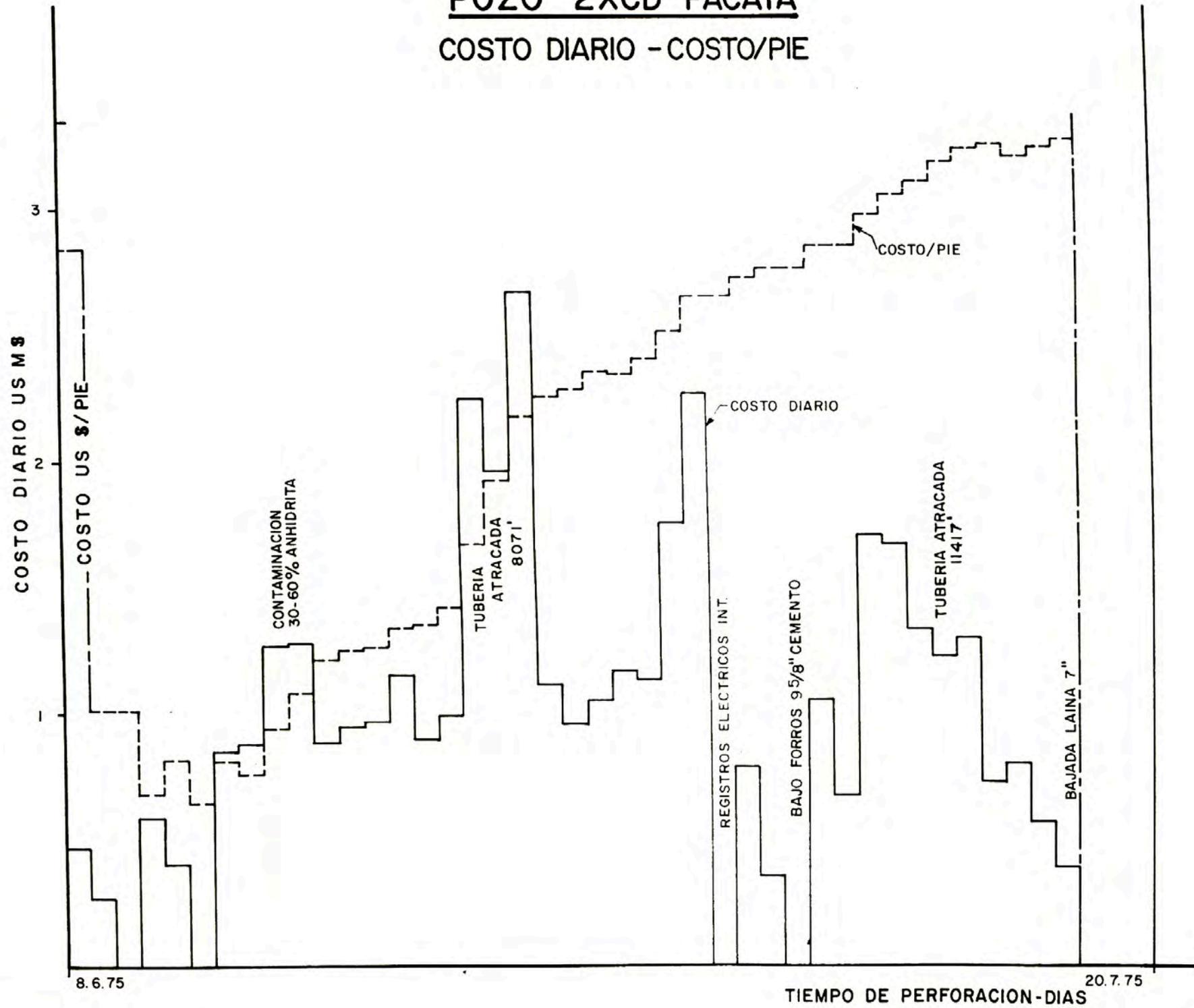


FIG. N° 11

3.3. PROGRAMA HIDRAULICO

Una de las funciones primarias de un fluido de perforación es llevar los cortes perforados a la superficie.

La habilidad del fluido de perforación para limpiar eficientemente el hueco, depende de la hidráulica del sistema y las propiedades del fluido.

Un conocimiento fundamental de la Hidráulica, permitirá al Ingeniero dar respuesta a problemas, tales como:

- están las bombas sobrecargadas?; es la línea de la bomba la correcta?; son las bombas suficientemente grandes y adecuadas?
- qué velocidad anular o régimen de circulación es necesario?
- qué tamaño de tubería de perforar y botellas deben ser usados al tamaño del hueco
- qué tamaño de chorros deben ser usados en las brocas
- es el problema encontrado, realmente un problema de lodo o un problema hidráulico?
- cuál es la pérdida de presión en el anillo? es la densidad de circulación equivalente muy alta?
- qué tipo de flujo hay en el anillo? estamos en flujo laminar o turbulento? contribuye el tipo de flujo, al problema del hueco?

El método de cálculo hidráulico, está basado en la dinámica de flujo anular y en los métodos convencionales de cálculo de la caída de presión en las diferentes partes del sistema.

3.3.1. PERFORACION CON BROCA DE 12^{1/4}"

Diámetro hidráulico

$$dh = 12^{1/4}'' \quad dH = dh - dt = 12^{1/4} - 4^{1/2} = 7.75 \text{ pulg.}$$

$$dt = 4^{1/2}'' \quad dH = dh - db = 12^{1/4} - 8 = 4.25 \text{ pulg.}$$

$$db = 8''$$

Viscosidad equivalente

$$V_{600} = 48 \quad \mu_p = 18 \text{ cp.}$$

$$V_{300} = 30 \quad Y_p = 12 \text{ lb}/100 \text{ pie}^2$$

$$\mu_e = \frac{300 V_x}{\text{RPM}}$$

$$\mu_{e1} = \frac{300 \times 30}{300} \quad \mu_{e1} = 30 \text{ cp.}$$

$$\mu_{e2} = \frac{300 \times 48}{600} \quad \mu_{e2} = 24 \text{ cp.}$$

Velocidad anular

- espacio anular de la tubería $V_a = 90 \text{ pies}/\text{min}$

- espacio anular de las botellas $V_a = 136 \text{ pies}/\text{min.}$

Velocidad anular de corte

$$\gamma_1 = \frac{2.4 \times V_a}{dH}$$

$$= \frac{2.4 \times 90}{7.75} \quad \gamma_1 = 28 \text{ seg}^{-1} \quad \text{flujo laminar, según gráfico}$$

$$\gamma_2 = \frac{2.4 \times 136}{4.25} \quad \gamma_2 = 77 \text{ seg}^{-1} \quad \text{flujo laminar, según gráfico}$$

$$Q = 480 \text{ Gpm} \quad \text{SPM} = 55$$

3.3.2. PERFORACION CON BROCA DE 8¹/₂"Diámetro hidráulico

$$d_h = 8^{1/2}'' \quad d_H = 8^{1/2}'' - 4^{1/2}'' = 4.00 \text{ pulg.}$$

$$d_t = 4^{1/2}'' \quad d_H = 8^{1/2}'' - 6^{1/2}'' = 2.00 \text{ pulg.}$$

$$d_b = 6^{1/2}''$$

Viscosidad equivalente

$$V_{600} = 50 \quad \mu_p = 20 \text{ cp.}$$

$$V_{300} = 30 \quad Y_p = 10 \text{ lb/100 pie}^2$$

$$\mu_{e1} = \frac{300 \times 30}{300} \quad \mu_{e1} = 30 \text{ cp}$$

$$\mu_{e2} = \frac{300 \times 50}{600} \quad \mu_{e2} = 25 \text{ cp}$$

Velocidad anular

- espacio anular de la tubería $V_a = 127$ pies/min
- espacio anular de las botellas $V_a = 205$ pies/min

Velocidad anular de corte

$$\gamma_1 = \frac{2.4 \times 120}{4} \quad \gamma_1 = 72 \text{ seg}^{-1} \quad \text{flujo laminar, según gráfico}$$

$$\gamma_2 = \frac{2.4 \times 208}{4} \quad \gamma_2 = 250 \text{ seg}^{-1} \quad \text{flujo laminar-Transición}$$

$$Q = 300 \text{ GPM}$$

$$\text{SPM} = 40$$

TABLA N° 7

PROGRAMA HIDRÁULICO

Profund.	1000'	2000'	3000'	4000'	5000'	6000'	7000'	8000'	9000'	9500'	10000'	11000'	12000'	13000'
Long. tub.	700'	1700'	2600'	3600'	4500'	5500'	6500'	7500'	8400'	8900'	9400'	10400'	11400'	12400'
Long. bot.	300'	300'	400'	400'	500'	500'	500'	500'	600'	600'	600'	600'	600'	600'
Pres. sup.	1800 psi	1800	1900	1900	1900	2000	2000	2000	2200	2200	2000	2000	2000	2000
Q (Gpm)	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	300	300	300	300
APs	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
APp	64	156	239	331	414	506	598	690	773	819	357	395	433	471
APap	1.5	3.5	5	7	9	11	13	15	17	18	75	83	91	99
APb	114	114	152	152	190	190	190	190	228	228	96	96	96	96
APab	3	3	4	4	5	5	5	5	6	6	24	24	24	24
APt	211	300	418	507	625	714	804	893	1011	1055	592	638	684	730
Pres. chorr	1673	1579	1560	1466	1342	1354	1259	1165	1252	1205	1408	1362	1316	1270
Chorros	12-13-13	12-13-13	12-13-13	13-13-13	13-13-14	13-13-14	13-13-14	13-14-14	13-14-14	13-14-14	10-10-11	10-11-11	10-11-11	10-11-11
APch	1475	1475	1475	1333	1202	1202	1202	1089	1089	1089	1367	1205	1205	1205
VEL Ch.	415	415	415	395	375	375	375	357	357	357	390	366	366	366
Ps	1686	1775	1893	1840	1827	1916	2006	1982	2100	2144	1959	1843	1889	1935
HP/broca	87%	83%	78%	72%	66%	63%	60%	55%	52%	51%	70%	65%	64%	62%

TABLA N° 8
CARACTERISTICAS DE LA BOMBA GIST HP-500

SPM	6 ¹ / ₄ " máx.3250psi	6" máx.3500psi	5 ¹ / ₂ " máx.4000psi	4 ¹ / ₂ " máx.5750psi	4" máx.6000psi	3 ¹ / ₂ " máx.6000psi
125	398	367	309	207	163	125
120	382	353	296	198	157	120
115	367	338	284	190	150	115
110	351	323	271	182	144	110
105	335	308	259	173	137	105
100	319	294	247	165	131	100
95	303	279	234	157	124	95
90	287	264	222	149	118	90
85	271	250	210	140	111	85
80	255	235	197	132	104	80
75	239	220	185	124	98	75
70	223	206	173	116	91	70
65	207	191	160	107	85	65
60	191	176	148	99	78	60
55	175	162	136	91	72	55
50	159	147	123	83	65	50
gal/st	3.187	2.938	2.468	1.652	1.306	1.000

REGISTRO DE TREPANOS

PROVINCIA O ESTADO Loreto Perú	YACIMIENTO Pacaya	INICIO PERF. Abril 18, 74	CAÑERÍA GUÍA 13.3/8"	CAÑERÍA INTERMEDIA 9.5/8"	OTRAS CAÑERÍAS 7"	
CONTRATISTA Parker Drilling Co.	EQUIPO N° 127	POZO N° IX Pacaya	COMPañIA ---	TIPO DE FLUIDO Liger. disperso-Lignosulfonato	MARCA DEL EQUIPO Heli-Hoist	TIPO 2000
POTENCIA PARA MANIOBRA 1200 HP	BOMBA N° 1 - TIPO GIST HP-500	MOTORES-HP. - BOMBA N° 1 CAT-342	BOMBA N° 2-TIPO GIST HP-500	MOTORES - HP. BOMBA N° 2 CAT-342	BARRAS DE PERF. 4.1/2" 16.6 #	
TIPO DE UNIONES X H	CONJUNTO DE FONDO Broca - Botellas	PORTA- MECHAS	DIAM. EXT. 8"	DIAM. INT. 2.13/16	LARGO: 300'	
			DIAM. EXT.	DIAM. INT.	LARGO:	

NUMERO	MEDIDA	MARCA	TIPO	DIAM. BOQ.	N° SERIE	PROFUNDIDAD DE EXTRACCION	PERFO RADO	HORAS	PROGRE SO/HR.	HORAS ACUM.	PESO TREPAN NO	RPM	DES. VERT.	PRES. BOMBA	SPM	CAM	N° 2 VALORES DE FLUIDO				DESGASTE
																	CAUDAL	DENSIDAD	VIS. FILT.	D C OTRAS	
1	17.1/2"	HTC	OSC-3A	11-11-16	E2 462	750'	750'	6	125.00	6	5/8	100	1/2°	1000	2x60 6"	334	9	48	2 3	0	
2	12.1/4	HTC	OSC-3A	3/13	FH 384	3672	2922	241/4	120.49	30.25	25	150	1.3/4°	2000	3x50 6	419	9.5	42	8	3 6	1
3	12.1/4	HTC	OSC-3A	3/13	FH 391	5238	1566	313/4	49.32	62.00	28	150	1°	2000	3x50 6	419	9.4	48	10	3 4	1
4	12.1/4	HTC	OSC-3A	3/13	FH 386	6457	1219	303/4	39.64	92.75	30	120	1°	2000	3x52 6	436	9.4	60	10	4 6	1
5	12.1/4	HTC	OSC-3A	3/13	KL 575	7077	620	22	28.18	114.75	30/35	150	1°	2000	3x52 6	436	9.2	55	9	4 7	1
6	12.1/4	HTC	OSC-3A	3/13	KL 029	7941	864	413/4	20.69	156.50	35/30	150/90	1°	1500	3x52 6	436	9.4	55	9	2 7	1
7	12.1/4	HTC	OSC-3A	3/13	KL 880	8777	836	473/4	17.51	204.25	35	90	1.1/4°	1800	3x55 6	462	9	55	9	4 6	1
8	12.1/4	HTC	OSC-3A	3/13	KL 578	9555	778	48	16.21	252.25	38/35	90	2°	1800	3x55 6	462	9.6	56	5	5 5	1
9	8.1/2	HTC	OSC-IG	10-11-11	EH 790	9922	367	293/4	12.34	282.00	35	60/65	1.3/4°	1700	3x40 6	336	9.9	50	4.6	2 8	1
10	8.1/2	HTC	OSC-IG	3/11	EH 791	10123	201	17	11.82	299.00	35	65/80	1.3/4°	2000	3x40 6	336	9.8	52	4.2	3 8	1
11	8.1/2	HTC	XIG	3/10	441269	10405	282	311/2	8.95	330.50	35	90/80	1.3/4°	2000	3x40 6	336	9.7	44	4.5	3 8	1
12	8.1/2	HTC	XIG	3/10	441060	10623	218	27	8.07	357.50	45	90	1.3/4°	2000	3x40 6	336	9.5	45	4.8	3 7	1
13	8.1/2	HTC	XIG	3/10	441269	10851	228	18	12.67	375.50	35	90	1.3/4°	2000	3x38 6	319	9.9	50	4.2	4 6	1
CORE N° 1	8.15/32	CHRIS	C-20	-	511021	10647 10677	30	41/2	6.67	4.50	15	50	1.3/4°	1400	3x38 6	319	9.6	48	4.5		
14	8.1/2	HTC	XV	3/10	TX 234	10984	133	101/2	12.67	386.00	40	80/90	1.1/2°	2000	3x40 6	336	9.9	52	4.8	7 5	1
15	8.1/2	HTC	XV	3/10	VF 921	11121	137	141/2	9.45	400.50	40/38	90/60	1.1/2°	2000	3x42 6	350	9.9	52	4.4	7 4	1
16	8.1/2	SMITH	3JS	3/11	LZ 402	11686	565	283/4	19.65	429.25	30/40	60	1°	2000	3x40 6	336	10.2	52	4.2	2 8	1
CORE N° 2	8.15/32	CHRIS	C-20	-	511021	11181 11211	30	81/2	3.53	8.50	30	60	1°	2000	3x40 6	336	9.9	51	4.4		
17	8.1/2	SMITH	3JS	3/11	NS 190	12108	422	333/4	12.50	463.00	40	60	1°	2000	3x42 6	350	10	50	4.6	3 7	1
18	8.1/2	SMITH	3JS	3/11	JT 706	12450	342	24	14.25	487.00	40	60/50	1°	1800	3x38 6	319	10	51	4	3 8	1
19	8.1/2	SMITH	3JS	3/11	302023	12701	251	34	7.38	521.00	40	55/60	1°	2000	3x40 6	336	10	47	4	3 8	1
20	8.1/2	SMITH	2JS	3/11	481165	12880	179	181/2	9.68	539.50	40	60/50	1°	2000	3x40 6	336	10	52	4.2	3 8	1
21	8.1/2	SMITH	3JS	3/11	418240	13038	158	203/4	7.61	560.25	40	50	1°	2000	3x40 6	336	10	56	4.8	3 6	1
22	8.1/2	SMITH	3JS	3/11	367678	13197	159	213/4	7.31	582.00	40	50	1°	2000	3x42 6	350	10	52	4.8	8 8	1
23	8.1/2	SMITH	3JS	3/11	331027	13408	211	311/4	6.75	613.25	40	50	1°	2000	3x40 6	336	10	50	4.8	2 7	1
24	8.1/2	SMITH	3JS	3/11	367775	13552	144	201/4	7.11	633.50	40	50	1°	2000	3x40 6	336	10	55	4.4	2 7	1
25	8.1/2	HTC	XV	3/11	JE 727	13607	55	131/2	4.07	647.00	40	50	1°	2000	3x40 6	336	10	52	4.5	7 6	1

REGISTRO DE TREPANOS

PROVINCIA O ESTADO Loreto Perú	YACIMIENTO PACAYA	INICIO PERF. Junio 6, 75	CAÑERÍA GUÍA 13.1/8"	CAÑERÍA INTERMEDIA 9.5/8"	OTRAS CAÑERÍAS 7"	
CONTRATISTA Parker Drilling Co.	EQUIPO N° 127	POZO N° 2XCD Pacaya	COMPañIA ---	TIPO DE FLUIDO Liq. disperso-Lignosulfonato	MARCA DEL EQUIPO Heli Hoist	TIPO 2000
POTENCIA PARA MANIOBRA 1200 HP	BOMBA N° 1 - TIPO GIST HP-500	MOTORES-H.P. - BOMBA N° 1 CAT 342	BOMBA N° 2 - TIPO GIST HP-500	MOTORES-HP. BOMBA N° 2 CAT 342	BARRAS DE PERF. 4.1/2" 16.6 #	
TIPO DE UNIONES X H	CONJUNTO DE FONDO Broca - Estab - Botella	PORTA-MECHAS	DIAM. EXT. 8"	DIAM. INT. 2.13/16	LARGO 400'	
			DIAM. EXT. 6.1/2"	DIAM. INT. 2.13/16	LARGO 550'	

NUMERO	MEDIDA	MARCA	TIPO	DIAM. BOQ.	N° SERIE	PROFUNDIDAD DE EXTRACCION	PERFORADO	HORAS	PROGRE SO/HR.	HORAS ACUM.	PESO TREPA NO	RPM	DESV. VERT.	PRES. BOMBA	SPM	CAM	CAUDAL	DENSIDAD	VIS.	SOL.	J	C	OTRA
1	17.1/2"	HTC	OSC3AJ	16-16-16	515602	725'	725'	10.3	70.4	10.30	15	120	1/2°	1000	2x60	6"	334	8.8	36	3	3	6	1
2	12.1/4"	SMITH	SDS-J	12-12-12	397409	1781	1056	15.0	70.4	25.30	15/20	110	161/2°	1100	3x48	6"	393	8.8	35	6	4	4	0
3	12.1/4"	SMITH	SDS-J	11-11-11	A756C	4260	2479	35.25	70.3	60.55	30/35	70	18°	1500	3x52	6"	436	9.6	48	9	4	3	0
4	12.1/4"	SMITH	SDS-J	12-12-12	A719C	5286	1026	30.75	33.4	91.30	35	70	221/2°	1650	3x42	6"	350	9.8	49	8	4	4	1
5	12.1/4"	SMITH	SDS-J	12-12-12	A717C	6810	1524	43.25	35.2	134.55	35	70/80	193/4°	1650	3x52	6"	436	9.8	50	9	5	4	0
6	12.1/4"	SMITH	SDS-J	12-12-12	A547C	8071	1261	43.00	29.3	177.55	35	80	193/4°	1900	3x52	6"	436	9.6	54	8	6	6	0
7	12.1/4"	SMITH	SDS-J	12-12-12	A754C	8872	801	41.50	19.3	219.05	35	80	19°	1900	3x48	6"	402	9.7	60	10	4	4	0
8	12.1/4"	HTC	XIG-J	11-11-11	ZV 437	9748	876	42.50	20.6	261.55	40	65/75	183/4°	2000	3x42	6"	350	10	60	12	7	6	0
9	12.1/4"	HTC	XIG-J	11-11-11	XZ 601	10400	652	37.50	17.4	299.05	5/40	70/80	191/4°	2200	3x44	6	368	10	60	12	5	4	0
10	8.1/2"	HTC	X3A-J	11-11-11	XF 430	10795	395	25.50	15.5	324.55	35	60/80	191/2°	2000	3x40	6	336	9.8	50	10	6	7	0
11	8.1/2"	HTC	XIG-J	10-10-10	XA 965	11158	363	29.00	12.5	353.55	35	60	171/2°	2000	3x40	6	336	9.8	48	12	3	6	0
12	8.1/2"	HTC	XIG-J	10-10-10	XV 350	11404	246	12.75	19.3	366.30	25	60	181/2°	2000	3x40	6	336	9.8	48	12	7	3	1
13	8.1/2"	SMITH	2JS-J	11-11-11	490739	11811	407	30.25	13.5	396.55	30/45	60	173/4°	2000	3x40	6	336	9.9	51	10	6	5	1
14	8.1/2"	SMITH	2JS-J	11-11-11	490733	12250	439	20.50	21.4	417.05	35	60	173/4°	2000	3x40	6	336	9.9	50	11	5	5	0
							<u>12250'</u>			<u>32.0</u>													

TRAMO 12 1/4" 9675' x 8 Brocas 1209 pies/broca

TRAMO 8 1/2" 1850' x 5 Brocas 370 pies/broca

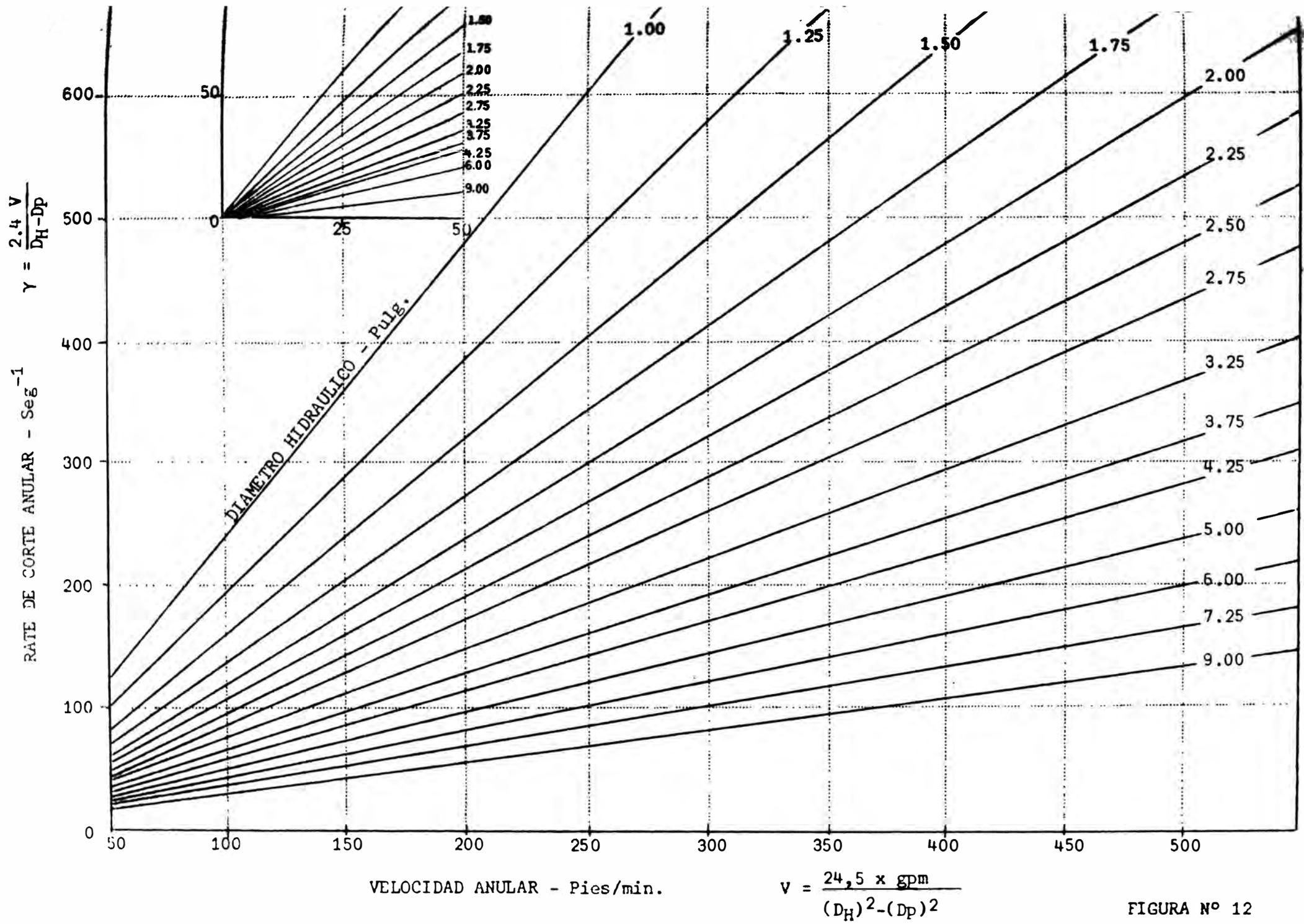


FIGURA N° 12

3.4. CEMENTACION DE FORROS DE SUPERFICIE E INTERMEDIO

3.4.1. FORROS DE SUPERFICIE

Volumen en ft^3

$$700 \times .7914 \frac{\text{ft}^3}{\text{ft}} = 554 \text{ ft}^3$$

$$10\% \text{ exceso} = \underline{55} \text{ ft}^3$$

$$V = 609 \text{ ft}^3$$

Cantidad de cemento

$$SxCem = \frac{V}{r}$$

$$= \frac{609 \text{ ft}^3}{1.22 \text{ ft}^3/\text{sx}}$$

$$SxCem = 500 \text{ sx}$$

Cemento y aditivos

<u>Material</u>	<u>1a. mezcla</u>	<u>2a. mezcla</u>
Cemento andino tipo II	350sx	150sx
Bentonita 2%	6.5sx	-
Cloruro de Calcio 2lb/sx	-	300lb.

Otros

- Peso de la mezcla lb/gal 15.5
- Agua requerida Bls 46
- Desplazamiento 700'x1.570 110 Bls.
- Tiempo de fraguado 6 hrs.
- Usar 3 centralizadores.

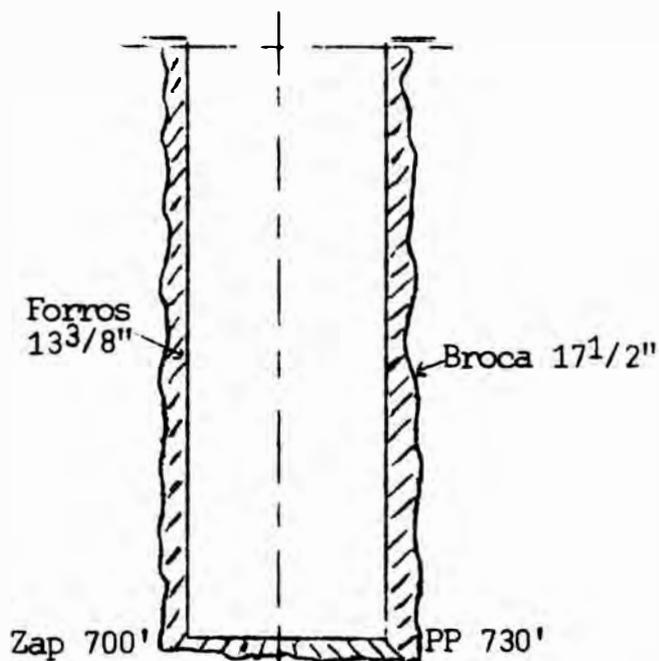


FIG. N° 13

3.4.2. FORROS INTERMEDIOSVolumen en ft³

$$3800' \times .4165 \frac{\text{ft}^3}{\text{ft}} = 1583 \text{ ft}^3$$

$$10\% \text{ exceso} = \underline{158} \text{ ft}^3$$

$$V = 1741 \text{ ft}^3$$

Cantidad de cemento

$$Sx \text{ cem} = \frac{1741}{1.5}$$

$$Sx \text{ cem} = 1160 \text{ sx}$$

Cemento y aditivos

<u>Material</u>	1a. Mezcla	2a. Mezcla
Cemento andino tipo II	800 sx	360 sx
Bentonita 8%	60 sx	-
HR - 7 .3%	226 lb	-
HR - 4 .3%	-	102 lb

Otros

- Rendimiento st³/sx 1.73 1.18
- Agua requerida gal/sx 9.07 5.2
- Peso mezcla lb/gal 13.6 15.6
- Desplazam. 9460' x .0758 717 Bls.
- Tiempo de fraguado 12 hrs.
- Usar 8 centralizadores

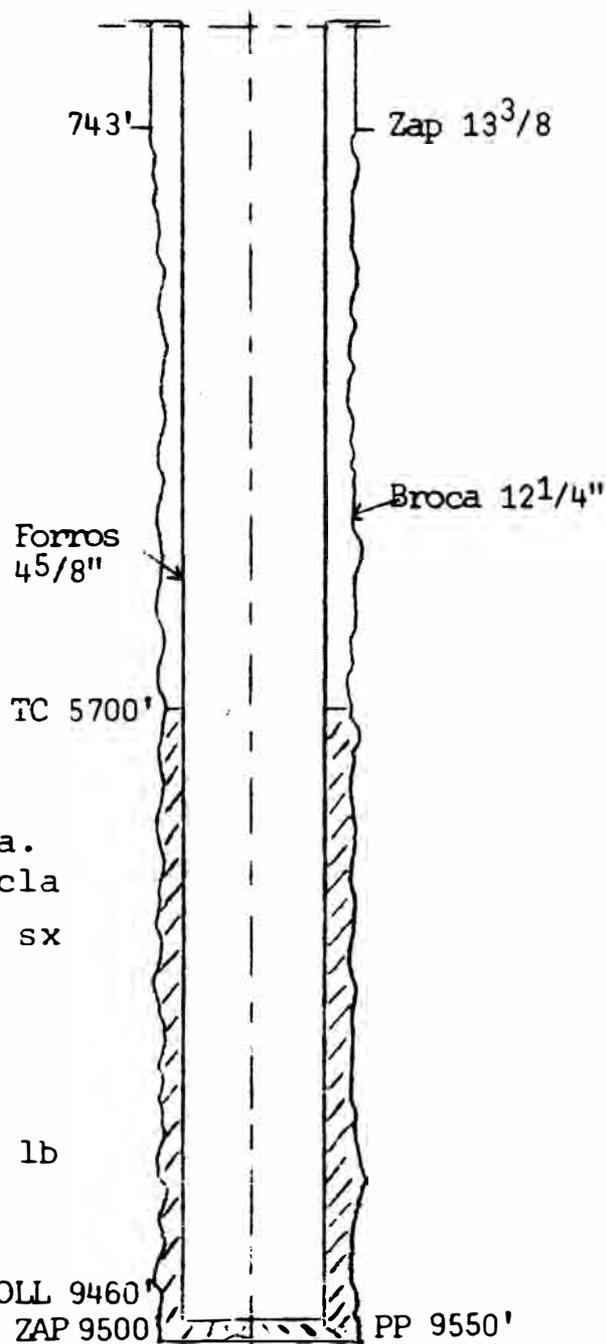


FIG. N° 14

3.5. PROGRAMA DE NUCLEOS Y REGISTROS

Núcleos

- 4 Núcleos convencionales en arena prospectiva.
- 30 Muestras laterales en arenas prospectivas.
- 30 Muestras laterales para análisis litológico.

Registros

Hueco abierto

- 1,000'-10,000' Registro Eléctrico de Inducción
- 1,000'-10,000' Registro Sónico Compensado
- 1,000'-10,000' Registro Caliper
- 10,000'- P.F. Registro Eléctrico de Inducción
- 10,000'- P.F. Registro Eléctrico de Inducción. Escala Logarítmica
- 10,000'- P.F. Microregistro de proximidad con Caliper
- 10,000'- P.F. Registro de Densidad con Rayos Gamma, Factor de formación
- 10,000'- P.F. Registro Sónico Compensado
- 10,000'- P.F. Registro Neutrónico de Porosidad, Factor de formación
- 10,000'- P.F. Registro de Bozamiento
- Registro de Velocidad

Hueco entubado

- En arenas prospectivas Registro Rayos Gamma-Neutrón
- Tope de cemento a P.F. Reg.de Adherencia de Cem.-CBC-VDL

3.6. PERFORACION DIRIGIDA

La perforación dirigida es la rama de la perforación que nos permite alcanzar objetivos ubicados en coordenadas distintas a las ubicaciones en superficie, latitud y longitud, con un control positivo de la dirección a medida que avanza la perforación.

Se utiliza en todas aquellas ocasiones en que no es factible la perforación vertical, por la presencia de lagunas, pantanos, mar, relieves topográficos, etc. También en aquellas perforaciones verticales en las que algún obstáculo impide llegar al objetivo o en caso que se quiera ubicar cotas más favorables.

3.6.1. METODOS DE PERFORACION DIRECCIONAL

- a) Broca-jet.- Es una broca de tres conos en la que uno de los conos es reemplazado por un chorro grande y prominente. Orientando este chorro se obtiene una desviación del pozo en el rumbo deseado, trabajando exclusivamente con alta presión de la bomba. La ventaja principal de este sistema es el hecho de que desviación y perforación son operaciones continuas.
- b) Dyna drill.- Su uso dentro de las operaciones de perforación como herramienta direccional, ha logrado re

ducir los costos, ya que esta herramienta orienta el pozo en el mismo diámetro del hueco que se está perforando, sin necesidad de ensanchar un hueco de menor diámetro. El principio de operación es el de la bomba Moyno o de desplazamiento positivo.

Este sistema permite la rotación de la broca sin mover el resto de la columna. La relación entre la presión y las revoluciones de la broca, permite controlar el avance de la perforación. Esto significa que un desgaste en la broca, torque en la broca, sea detectado por un aumento en la presión de bombeo. Su eficiencia depende de la buena aplicación de los procedimientos de operación, y de un fluido de perforar libre de sólidos que afectan considerablemente el mecanismo de esta herramienta.

3.6.2. COMPLEMENTOS DE LA PERFORACION DIRIGIDA

Tanto para la construcción de la curva como para la continuidad de la perforación, se utilizan conjuntos de fondo especialmente constituídos por estabilizadores y botellas.

- a) Estabilizadores.- Son elementos tubulares en forma de sustitutos de aproximadamente 1.5m. de longitud con cuchillas rectas o helicoidales, adozadas al cuer

po por pines de retención o soldados.

El trabajo que efectúan los estabilizadores es de vital importancia para la perforación direccional, lo cual permite controlar el ángulo de inclinación y dirección, según su disposición en la columna de perforación.

De acuerdo a la posición que ocupan dentro de la columna de perforar se clasifican en:

- Conjunto flexible.- Incrementa el ángulo vertical, está compuesto por un estabilizador junto a la broca.
- Conjunto empaquetado.- Mantiene el ángulo vertical. Tiene un estabilizador sobre la broca y otros dos separados por una botella cada uno.

Estos conjuntos de fondo sólo son los principios de la perforación dirigida y en ningún caso pueden dictarse fijos ya que inciden otros factores como, diámetro del hueco, tendencias regionales, inclinaciones de las formaciones; y es en base a la experiencia que se puede conjugar todos los elementos para optimizar la operación.

Además, se pueden instalar otros estabilizadores en

la columna, con la finalidad de impedir atraques por presión diferencial u otra causa que justifique su uso.

- A mayor diámetro de las botellas se consigue un me jo r control de las tendencias.

Las normas generales que se siguen para el fluido de perforar son:

- baja viscosidad
- bajo contenido de sólidos
- contenido de lubricante (diesel, bit lube).
- buena concentración de detergente (D-D, RAP)

3.6.3. PROGRAMACION

Una vez que se tiene las coordenadas de superficie y ob jetivos del pozo, y se ha calculado su deflección horizontal, profundidad vertical y rumbo, es necesario considerar al programar el pozo direccional los siguientes factores:

- Ubicación del KOP, punto inicial de desviación. Según la medida de la deflección horizontal, el KOP tendrá que elegirse de tal forma que el ángulo vertical resultante sea el mismo, y a la vez el más adecuado para evitar problemas de perforación, construcción de

la curva y terminación del pozo.

- La forma del pozo puede ser elegida entre la forma convencional del pozo dirigido, inclinado o del tipo "S".
- La instalación de casing intermedio es de importancia en la perforación de pozos dirigidos, sobre todo en aquellas formaciones fácilmente hinchables y delesnables, ya que evita los problemas de key seats y atraques por hinchamiento de lutitas.

Control

Los registros direccionales usados son:

Single shot.- Este instrumento toma un registro cada vez y dá lecturas de ángulo vertical y rumbo.

Multi shot.- Realiza el levantamiento de un pozo ya perforado mediante una sucesión de impresiones a intervalos regulares mientras se va sacando la columna de perforar.

b) Escareadores de pared

Se utiliza principalmente para limpiar ojos de llave, 'key seats' y patas de perro, 'dog legs'; su ubicación en la columna está de acuerdo a las profundi-

dades en que hay que limpiar. Su construcción es si milar a la de los estabilizadores, pero en vez de cu chillas usa cortadores cuyo contacto con la forma-
ción es sólo en los bordes de atasque.

c) Botellas

Son usados como elementos de peso sobre la broca, del tipo acanalado en espiral, para evitar pegamientos por presión diferencial.

Las botellas antimagnéticas se usa en perforación di rigida con la finalidad de independizar de efectos magnéticos al instrumento registrador de la direc-
ción. Su ubicación en la columna está directamente sobre la broca; el número de botellas depende del án gulo que se está perforando.

3.6.4. CONSIDERACIONES

En la perforación dirigida es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Observar la tendencia de giro de las formaciones que se están perforando.
- Las tendencias pueden aminorarse mediante el uso de conjuntos de fondo, pero sin parar totalmente la tendencia.

- Para hacer girar el pozo en sentido contrario a la tendencia es necesario el uso de Dyna drill o Rebel tool.
- Al trabajar en conjunto empaquetado con alta revolución y poco peso, nos mantendrá el ángulo vertical y la dirección. Con alto peso y poca revolución, el pozo girará a favor de la tendencia.
- El diámetro de los estabilizadores debe ser controlado con minuciosidad.
- Cuánto más se acerque el diámetro de los estabilizadores al del hueco, menos variación de dirección se logrará.

3.6.5. DISEÑO DE LA PERFORACION DIRIGIDA DEL POZO 2XCD PACAYA

a) Rumbo

<u>Coordenadas</u>	<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>
En superficie	1549862 ^m	837082 ^m
En el fondo	<u>1550635 ^m</u>	<u>837850 ^m</u>
	773 ^m Norte	768 ^m Este

$$\text{Tg } \alpha = \frac{768}{773} = 0.003532$$

$$\alpha = 45^\circ$$

Rumbo N 45° E

b) Sección horizontal

$$H = \frac{768}{\text{sen } \alpha}$$

$$= \frac{768}{.707107}$$

$$H = 3563.55'$$

c) Angulo vertical

$$KOP = 1400' \quad (\text{PID})$$

$$Pv = 11475'$$

$$\frac{\pi R}{180} = \frac{100'}{3^\circ}$$

Se construirá una curva con incremento de 3° cada 100'.

Radio de curvatura

$$R = \frac{100}{3} \cdot \frac{180}{\pi}$$

$$R = 1910'$$

$$HI \quad H-R = 3564 - 1910$$

$$H-R = 1654$$

$$P = Pv - KOP$$

$$= 11475 - 1400$$

$$P = 10075'$$

$$\text{tg } \beta = \frac{H-R}{P}$$

$$\beta = \frac{1654}{10075}$$

$$= 0.164169$$

$$\beta = 9^{\circ}19'$$

$$Z = \frac{H-R}{\text{Sen}9^{\circ}19'}$$

$$Z = \frac{1654}{.161891} = 10217'$$

$$Z = 10217'$$

$$\dagger \gamma = \frac{R}{Z}$$

$$= \frac{1910}{10217}$$

$$= 0.186943$$

$$\gamma = 10.71^{\circ}$$

$$\gamma = 10^{\circ}41'$$

$$\phi_n = \beta + \gamma$$

$$\phi_n = 9^{\circ}19' + 10^{\circ}41'$$

$$\phi_n = 20^{\circ}$$

En las Tablas N° 9 10 se presenta el Programa y los registros reales de Perforación direccional del Pozo 2XCD Pacaya; en la Lámina N° 8 se muestra gráficamente.

TABLA N° 9

PROGRAMA DE DESVIACION

POZO 2XCD PACAYA

<u>Prof.</u>	<u>Angulo</u>	<u>Intervalo</u>	<u>Vertical</u>	<u>Horizontal</u>	<u>Total Vertical</u>	<u>Total Horizontal</u>
1500	3°	100	99.86	5.23	1499.86	5.23
1600	6°	100	99.45	10.45	1599.31	15.68
1700	9°	100	98.77	15.64	1698.08	31.32
1800	12°	100	97.81	20.79	1795.89	52.11
1900	15°	100	96.59	25.88	1892.48	77.99
2000	18°	100	95.11	30.90	1987.59	108.89
2067	20°	67	62.96	22.92	2050.55	131.81
3067	20°	1000	939.69	342.20	2990.24	474.01
6067	20°	3000	2819.07	1026.60	5809.31	1500.61
9067	20°	3000	2819.07	1026.60	8628.38	2527.21
11067	20°	2000	1879.38	684.40	10507.76	3211.61
12096	20°	1029	967.24	351.94	11475.00	3563.55
			<u>11475.00'</u>	<u>3563.55'</u>		

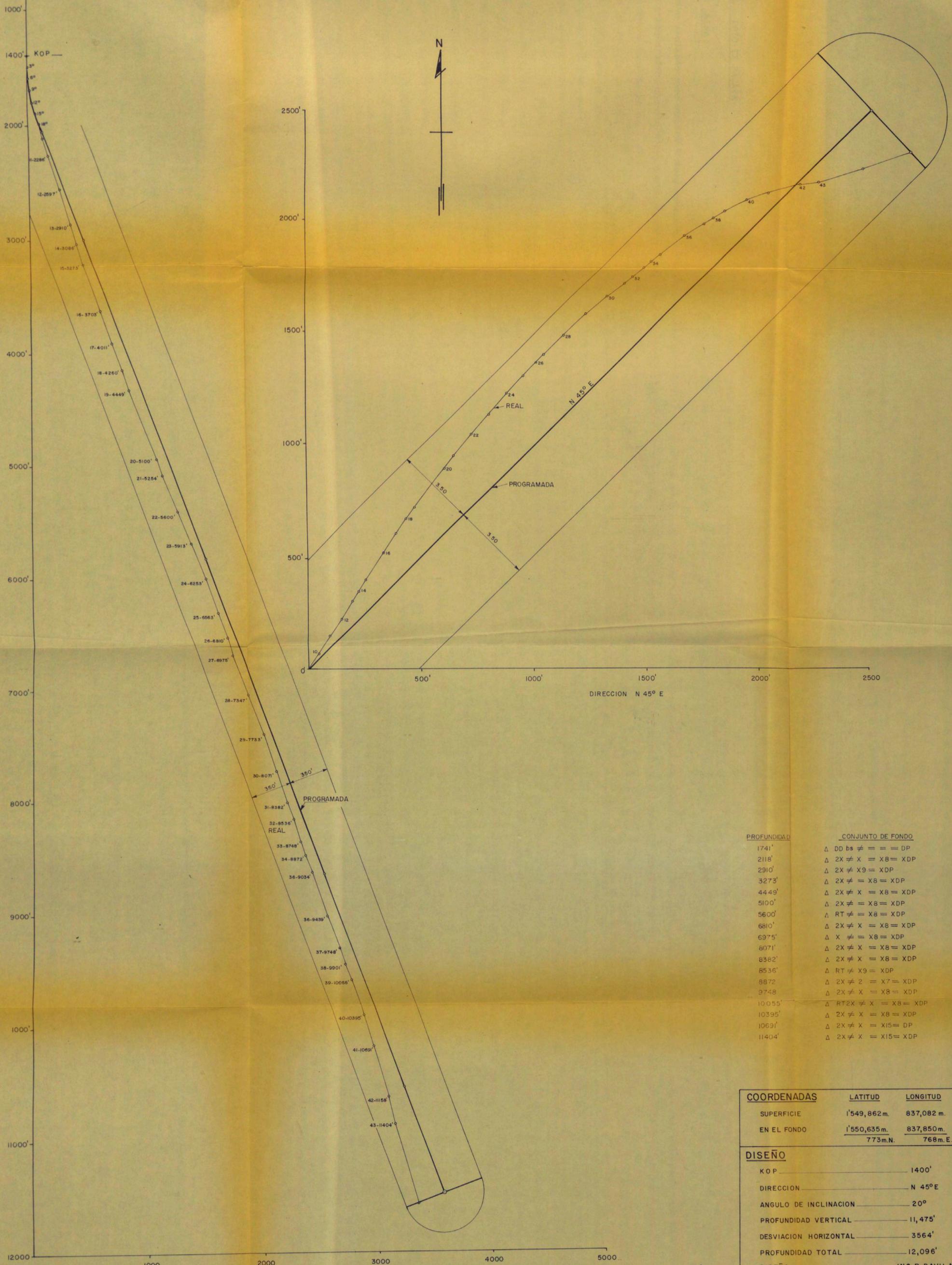
REGISTRO DE DESVIACION

POZO 2XCD PACAYA

Coordenadas : Latitud					Longitud				Dirección			Inclinación		Total Horizontal	Dif. Ang.		
Prof.	An.	Dir. Mag.	Mt.	Ang. Prom.	Prof. Vert.	Total Vertical	Dir. Mag. Prom.	Dirección	Desv. Horiz.	Norte	Este	T. Norte	T. Este			Horiz.	
1	1429	1°	S28°E	29	1/2°	29.00	1429.00	S28°E	S26°E	0.25	0.22 ^s	0.11	.22 ^s	0.11	-0.08	-0.08	109°
2	1491	1 1/2°	N69°E	62	1 1/4°	61.99	1490.99	S69 1/2°E	S71 1/2°E	1.35	0.43 ^s	1.28	.65 ^s	1.39	0.60	0.52	63 1/2°
3	1522	2 1/2°	N42°E	31	2°	30.98	1521.97	N55 1/2°E	N57 1/2°E	1.08	0.58	0.91	.07	2.30	1.05	1.57	12 1/2°
4	1585	5 1/4°	N28°E	63	3 3/4°	62.87	1584.84	N35°E	N37°E	4.12	3.29	2.48	3.36	4.78	4.08	5.65	8°
5	1648	8°	N33°E	63	6 3/4°	62.56	1647.40	N30 1/2°E	N32 1/2°E	7.40	6.24	3.97	9.60	8.75	7.22	12.87	12 1/2°
6	1710	10°	N32°E	62	9°	61.24	1708.64	N32 1/2°E	N34 1/2°E	9.70	8.00	5.50	17.60	14.25	9.54	22.41	10 1/2°
7	1741	11°	N29°E	31	10 1/2°	30.48	1739.12	N30 1/2°E	N32 1/2°E	5.65	4.77	3.04	22.37	17.29	5.51	27.92	12 1/2°
8	1868	14 1/2°	N29°E	127	12 3/4°	123.86	1862.98	N29°E	N31°E	28.03	24.03	14.43	46.40	31.72	27.20	55.12	14°
9	1994	16 1/4°	N29°E	126	15 1/4°	121.56	1984.54	N29°E	N31°E	33.14	28.41	17.07	74.81	48.79	32.16	87.28	14°
10	2118	19°	N30°E	124	17 3/4°	118.10	2102.64	N29 1/2°E	N31 1/2°E	37.80	32.23	19.75	107.04	68.54	36.76	124.04	13 1/2°
11	2286	19°	N31°E	168	19°	158.85	2261.49	N30 1/2°E	N32 1/2°E	54.70	46.13	29.39	153.17	97.93	53.40	177.44	12 1/2°
12	2597	17 1/2°	N31°E	311	18 1/4°	295.36	2556.85	N31°E	N33°E	97.40	81.69	53.05	234.86	150.98	95.27	272.71	12°
13	2910	16°	N29°E	313	16 3/4°	299.72	2856.57	N30°E	N32°E	90.21	76.50	47.80	311.36	198.78	87.89	360.60	13°
14	3086	17°	N30°E	176	16 1/2°	168.75	3025.32	N29 1/2°E	N31 1/2°E	49.99	42.62	26.12	353.98	224.90	48.61	409.21	13 1/2°
15	3273	19°	N30°E	187	18°	177.85	3203.17	N30°E	N32°E	57.78	49.00	30.62	402.98	255.52	56.30	465.51	13°
16	3703	20°	N32°E	430	19 1/2°	405.33	3608.50	N31°E	N33°E	143.53	120.37	78.17	523.35	333.69	140.39	605.90	12°
17	4011	19°	N32°E	308	19 1/2°	290.33	3898.83	N32°E	N34°E	102.81	85.23	57.49	608.58	391.18	100.92	706.82	11°
18	4260	18°	N33°E	249	18 1/2°	236.13	4134.96	N32 1/2°E	N34 1/2°E	79.01	65.11	44.75	673.69	435.93	77.69	784.51	10 1/2°
19	4449	20°	N33°E	189	19°	178.70	4313.66	N33°E	N35°E	61.53	50.40	35.29	724.09	471.22	60.60	845.11	10°
20	5100	21°	N37°E	651	20 1/2°	609.77	4923.43	N35°E	N37°E	227.98	182.07	137.20	906.16	608.42	225.76	1070.87	8°
21	5254	22 1/2°	N37°E	154	21 3/4°	143.04	5066.47	N37°E	N39°E	57.07	44.35	35.91	950.51	644.33	56.76	1127.63	6°
22	5600	22 1/2°	N39°E	346	22 1/2°	319.66	5386.13	N38°E	N40°E	132.41	101.43	85.11	1051.94	729.44	131.91	1259.54	5°
23	5913	22°	N39°E	313	22 1/4°	289.69	5675.82	N38 1/2°E	N40 1/2°E	118.52	90.12	76.97	1142.06	806.41	118.15	1377.69	4 1/2°
24	6253	20 1/2°	N39°E	340	21 1/4°	316.88	5992.70	N38 1/2°E	N40 1/2°E	123.22	93.69	80.02	1235.75	886.43	122.84	1500.53	4 1/2°
25	6563	19°	N41°E	310	19 3/4°	291.77	6284.47	N40°E	N42°E	104.75	77.84	70.09	1313.59	956.52	104.60	1605.13	3°
26	6810	18 1/4°	N42°E	247	18 3/4°	233.89	6518.36	N41 1/2°E	N43 1/2°E	79.39	57.58	54.65	1371.17	1011.17	79.36	1684.49	1 1/2°
27	6975	19 3/4°	N42°E	165	19°	156.01	6674.37	N42°E	N44°E	53.72	38.64	37.32	1409.81	1048.49	53.71	1738.20	1°
28	7347	20 1/2°	N45°E	372	20°	349.57	7023.94	N43 1/2°E	N45 1/2°E	127.23	89.18	90.75	1498.99	1139.24	127.23	1865.43	1 1/2°
29	7733	20 1/4°	N47°E	386	20 1/2°	361.56	7385.50	N46°E	N48°E	135.18	90.45	100.45	1589.44	1239.69	134.99	2000.42	3°
30	8071	19 3/4°	N47°E	338	20°	317.62	7703.12	N47°E	N49°E	115.60	75.84	87.24	1665.28	1326.93	115.32	2115.74	4°
31	8382	18 1/2°	N52°E	311	19 1/4°	293.61	7996.73	N49 1/2°E	N51 1/2°E	102.54	63.83	80.25	1729.11	1407.18	101.88	2217.62	6 1/2°
32	8536	17°	N50°E	154	17 3/4°	146.67	8143.40	N51°E	N53°E	46.95	28.25	37.50	1757.36	1444.68	46.49	2264.11	8°
33	8748	18 1/4°	N48°E	212	17 3/4°	201.91	8345.31	N49°E	N51°E	64.63	40.67	50.23	1798.03	1494.91	64.28	2328.39	6°
34	8872	19°	N48°E	124	18 3/4°	117.42	8462.73	N48°E	N50°E	39.85	25.62	30.53	1823.65	1525.44	39.70	2368.09	5°
35	9034	20 1/4°	N50°E	162	19 3/4°	152.47	8615.20	N49°E	N51°E	54.74	34.45	42.54	1858.10	1567.98	54.44	2422.53	6°
36	9439	20°	N52°E	405	20°	380.58	8995.78	N51°E	N53°E	138.51	83.36	110.62	1941.46	1678.60	137.16	2559.69	8°
37	9748	18 3/4°	N55°E	309	19 1/2°	291.27	9287.05	N53 1/2°E	N55 1/2°E	103.14	58.42	85.00	1999.88	1763.60	101.41	2661.10	10 1/2°
38	9901	19 1/4	N56°E	153	19°	144.66	9431.71	N55 1/2°E	N57 1/2°E	49.81	26.76	42.00	2026.64	1805.60	48.63	2709.73	12 1/2°
39	10055	21°	N59°E	154	20°	144.71	9576.42	N57 1/2°E	N59 1/2°E	52.67	26.73	45.38	2053.37	1850.98	50.99	2760.72	14 1/2°
40	10395	19 1/4°	N65°E	340	20 1/4°	318.99	9895.41	N62°E	N64°E	117.67	51.58	105.76	2104.95	1956.74	111.25	2871.97	19°
41	10691	19 1/2°	N72°E	296	19 1/2°	279.02	10174.43	N68 1/2°E	N70 1/2°E	98.81	32.98	93.14	2137.93	2049.88	89.19	2961.16	25 1/2°
42	11158	17 1/2°	N78°E	467	18 1/2°	442.86	10617.29	N75°E	N77°E	148.18	33.33	144.38	2171.26	2194.26	125.66	3086.82	32°
43	11404	18 1/2°	N79°E	246	18°	233.96	10851.25	N78 1/2°E	N80 1/2°E	76.02	12.54	74.98	2183.80	2269.24	61.89	3148.71	35 1/2°
				11404		10851.25				2183.80		2269.24		3148.71			

POZO DIRECCIONAL

2 XCD PACAYA



PROFUNDIDAD	CONJUNTO DE FONDO
1741'	Δ DD bs ≠ = = DP
2118'	Δ 2X ≠ X = X8 = XDP
2910'	Δ 2X ≠ X9 = XDP
3273'	Δ 2X ≠ X8 = XDP
4449'	Δ 2X ≠ X = X8 = XDP
5100'	Δ 2X ≠ X8 = XDP
5600'	Δ RT ≠ X8 = XDP
6810'	Δ 2X ≠ X = X8 = XDP
6975'	Δ X ≠ X8 = XDP
8071'	Δ 2X ≠ X = X8 = XDP
8382'	Δ 2X ≠ X = X8 = XDP
8536'	Δ RT ≠ X9 = XDP
8872'	Δ 2X ≠ 2 = X7 = XDP
9748'	Δ 2X ≠ X = X8 = XDP
10055'	Δ RT2X ≠ X = X8 = XDP
10395'	Δ 2X ≠ X = X8 = XDP
10691'	Δ 2X ≠ X = X15 = DP
11404'	Δ 2X ≠ X = X15 = XDP

COORDENADAS	LATITUD	LONGITUD
SUPERFICIE	1°549,862m.	837,082 m.
EN EL FONDO	1°550,635m.	837,850m.
	773m.N.	768m.E.

DISEÑO	
KOP	1400'
DIRECCION	N 45°E
ANGULO DE INCLINACION	20°
PROFUNDIDAD VERTICAL	11,475'
DESVIACION HORIZONTAL	3564'
PROFUNDIDAD TOTAL	12,096'
DISEÑO	ING. R. DAVILA

3.7. COMPLETACION DEL POZO IX PACAYA

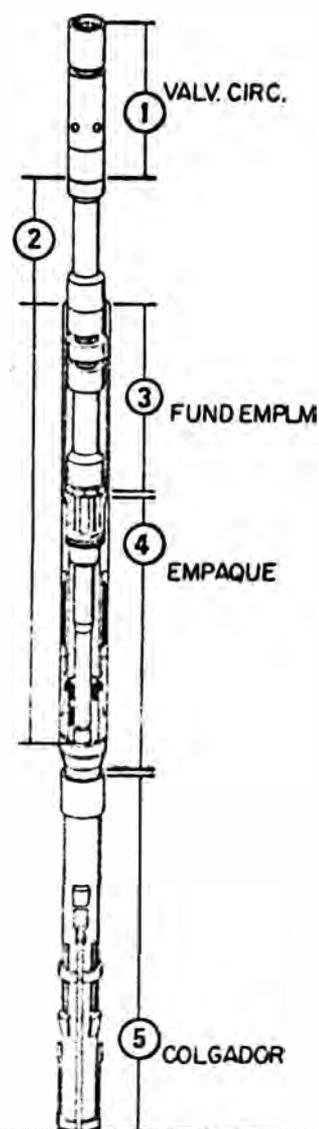
3.7.1. EL COLGADOR DE LAINA

Es un dispositivo empleado para colocar y suspender, con o sin elemento empaquetador, una columna o sarta de forros de producción, o tub. de producción, dentro de la cañería ya instalada en un pozo de petróleo o gas. Las economías que se obtienen son:

(1) Reducción de la cantidad de forros necesarios y (2) costo de uñas, empaquetaduras y bridas que hubieran sido necesarios para suspender dicha tubería en la boca del pozo.

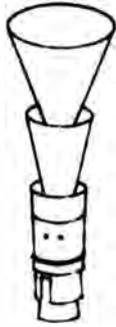
3.7.2. ACCESORIOS EMPLEADOS CON EL COLGADOR

- a) Válvula de circulación Brown; permite romper la circulación primero arriba, luego alrededor de la lana. Ver fig. N° 15.
- b) Herramienta de sentado tipo CS Brown, para bajar y colgar la lana, así como para sentar el empaque de la lana.



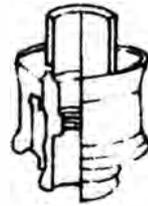
- c) Funda de empalme (tie back sleeve); provee un método para conectar y sellar la lana a fin de tener una sarta completa, si se desea.
- d) Empaque de lana tipo SS. Se sienta por rotación a la derecha de la sarta. Este empaque de lana de roscado positivo provee aislamiento del tope de la laina con los forros para prevenir rotura y pérdida de cemento en la sección de hueco abierto mientras se reulta el exceso de cemento al completarse la cementación. El empaque SS de lana también provee un sello en adición al sello de cemento entre la lana y los forros.
- e) El colgador de lana Boll Weevil (Multi-cone):- Se sienta sin rotación y distribuye el peso de la lana en 2 juegos de uñas. Este diseño reduce la posibilidad de formar los forros y provee mayor área para pase de fluido alrededor del colgador. El colgador Brown CMC que se desconecta mediante rotación de 1/4 vuelta para el juego 'J' o el colgador 'Hydraulic Set Multi-cone' MC también se usan con frecuencia para lainas de pozos profundos.
- f) Tapón limpiador de lana, recibe el tapón que sigue al cemento y limpia la laina, fig. N° 17.





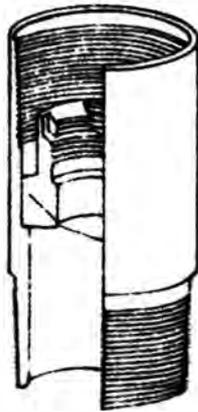
TAPON DE TUB. PERFORAR
PUMP DOWN PLUG

FIG 16



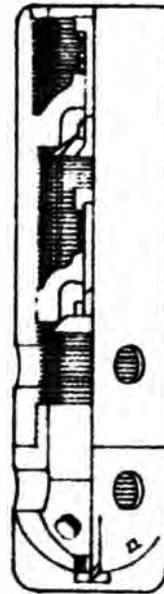
TAPON DE LAINA
LINER WIPER PLUG

FIG 17



VALVULA DE RETENCION
LANDING COLLAR

FIG 18



ZAPATO BROWN
TIPO V

FIG 19

- g) Longitud de la lana a bajarse.
- h) Válvula de retención 'Landing Collar', detiene el tapón limpiador y actúa como 'válvula check' después de efectuada la cementación, fig. N° 18.
- i) Tubo de lana entre zapato y válvula de retención.
- j) Zapato Brown tipo 'V', fig. N° 19.

3.7.3. PROCEDIMIENTO DE INSTALACION

- a) Bajar la lana en el pozo con válvula flotadora Howco, debajo de la válvula de retención, con el número determinado de centralizadores y rascadores, además con la válvula de circulación abierta.
- b) Después de alcanzar la profundidad deseada de asentamiento, dejar colgado la lana. Establecer circulación encima de la lana, luego cerrar la válvula de circulación y circular fluido alrededor de la lana.
- c) Desconectar la herramienta tipo CS de asentamiento del empaque de la lana por rotación de 5 vueltas hacia la derecha.
- d) Verificar que la herramienta de asentamiento se desconectó del empaque, levantando la tubería ± 5 pies. Cuidar que el 'stinger' no salga de la 'válvula check' del empaque.

- e) Descargar la herramienta de asentamiento, corriéndola en la manga ranurada con una vuelta completa de la tubería al mismo tiempo que se baja.
- f) Sentar con 15000-20000 lbs. para balancear la contra presión que se producirá durante el bombeo de cemento.

3.7.4. BAJADA Y CEMENTACION DE LAINA DE 7"

Para la cementación de la lina de producción de 7", los datos de fluorescencia de hidrocarburos gráfico del Petr6leo Mobil (MOP Láminas N° 11-12), curva de diámetro del hueco y otros registros, son de importancia para determinar el número de centralizadores (gráficos N° 22-23), rascadores, profundidades del zapato y válvula de retención, cantidades de cemento y aditivos; así como para determinar el tipo de mezcla y de desplazamiento del cemento. La secuencia de la operación es la siguiente:

- a) Circular y acondicionar el hueco y el lado antes de bajar la lina de 7", circulando 6-8 hrs. en el fondo y viaje corto hasta el zapato de $9\frac{5}{8}$ ".
- b) Armar y bajar con tub. de perforar de $4\frac{1}{2}$ ", 2616' de lina 7" x 29 lb/pie x N-80; con zapato Brown tipo V, collar flotador, válvula de retención (landing

collar), 15 centralizadores, 4 rascadores y el tope del colgador de lana, como se indica en la fig. N° 20 Circular 1 hr. en el zapato de 9⁵/₈' y cada 400-500 pies (1/2 hr) hasta llegar al fondo indicado.

c) Circular y acondicionar el hueco y el lodo antes de cementar, hasta obtener las siguientes propiedades del lodo:

- peso 10 lb/gal
- viscos.emb. 35.38 seg.
- viscos.plástica 12-15 cp.
- punto de cedencia 3-5^{lb}/100pie²

d) Mezclar en seco las cantidades de cemento y aditivos, calculados en la tabla N° 14:

- Cemento clase H 560 sx
- Sílica flour 35% 184 sx
- CFR-2 1.25% 658 lb
- Halad-9 0.20% 105 lb -HR-12 0.10% 53 lb
- NF - P 0.25% 132 lb -KCI 5% 1266 lb

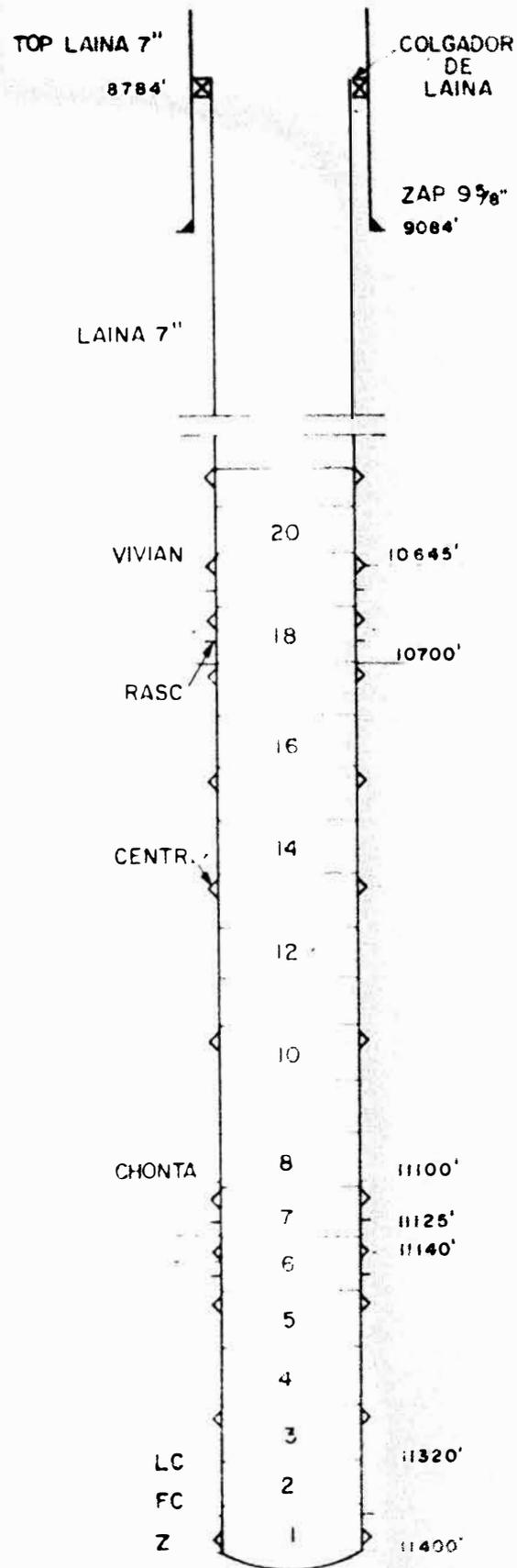


FIG N°

Preparar en tKs auxiliares 50 Bls de Lodo ligero

(mud-flush) con: 50 Bls Agua fresca

500 lb MF-1

30 gal Morflo II

- e) Probar líneas de superficie con 4000 PSI y sentar uñas del colgador de lana. Bombear 30 bls de agua seguido de 50 Bls de lodo ligero (mod-flush).
- f) Bombear mezcla de cemento, peso requerido 15.9-16.2 lb/gal. Desplazar con 219 B ls de lodo a un rate de 9.0-10.5 BPM. (flujo turbulento). La fig. N° 24 indica la secuencia de operación vs tiempo, para la Cementación de la lana de 7".
- g) Levantar herramienta sentadora. Reversar de forros a tubos. Esperar fraguado de cemento 30 hrs.
- h) Bajar tubería con broca y perforar cemento hasta el tope de la válvula de retención. Bajar tubería con rima y limpiar el pozo hasta el fondo. Tomar registro de adherencia del cemento (CBL-VDL).

TABLA N° 11PRUEBAS DE LABORATORIODETERMINACION DE LA MEZCLA PARA CEMENTAR LA LAINA 7"

<u>N° Mezcla</u>	<u>Composición de la Mezcla</u>
1	Cemento Louisiana clase H + 35% SSA-1+ 1% Halad-9 + 0.25% NF-P + 5% Kcl.
*2	Cemento Louisiana clase H + 35% SSA-1+ 0.2% Halad-9 + 1.25% CFR-2 + 0.25% NF-P + 5% Kcl.
3	Cemento Halliburton clase H + 35% SSA-1+ 0.6% Halad-9 + 1.25% CFR-2 + 0.2% NF-P + 5% Kcl.
4	Cemento Louisiana clase H + 35% SSA-1+ 1.25% Halad-14 + 0.5% CFR-2 + 0.25% NF-P + 5% Kcl.
5	Cemento Louisiana clase H + 35% SSA-1+ 1.00 Halad-14 + 0.75% CFR-2 + 0.25% NF-P + 5% Kcl.

Tiempo de espesamiento a Presión y Temperatura

<u>N° Mezcla</u>	<u>Profund.</u>	<u>Densid.</u>	<u>Agua (gal/sx)</u>	<u>Rendim. pie³/sx</u>	<u>HR-12(%)</u>	<u>T.espes. (Hrs:min)</u>
1	12000'	15.6	6.60	1.58	0.15	5:23
1	12000	15.9	6.10	1.50	0.15	4:34
2	12000	16.4	5.42	1.41	0.00	2:19
*2	12000	16.4	5.42	1.41	0.10	+5:00
3	12000	15.9	6.10	1.51	0.00	6:30
3	12000	15.9	6.10	1.51	0.10	+4:30
4	14000	15.9	6.10	1.50	0.50	5:30
4	14000	15.9	6.10	1.50	0.60	+6:00
5	14000	15.9	6.10	1.50	0.50	5:00
5	14000	15.9	6.10	1.50	0.60	+6:00

* Tipo de Mezcla usada.

TABLA N° 12
POZO IX PACAYA

VOLUMEN

<u>Hueco</u>	<u>pies</u>	<u>Total pies</u>	<u>Factor ft³/pie</u>	<u>Volumen pie³</u>
8 ¹ / ₄ "	25+35+22+38+35+65+75+75	370	.1268	46.91
8 ³ / ₄	43+22+53+34+56+37+45+14+26	330	.1503	49.60
9	38+15+37+40+25+55	210	.1745	36.64
9 ¹ / ₄	18+35+27+45+35+20+30	210	.1994	41.87
9 ¹ / ₂	36+25+45+34+56+40+45	281	.2250	63.23
9 ³ / ₄	15+18+23+41	97	.2512	24.37
10	25+14+32+12	83	.2782	23.09
10 ¹ / ₄	16+10+14+23	72	.3058	22.02
10 ¹ / ₂	35+15+18+65	133	.3341	44.43
10 ³ / ₄	48+16+14+40	118	.3630	42.83
11	15+21+10+55	101	.3927	39.66
11 ¹ / ₂	18+16+10+35	79	.4541	35.87
12	19+11+15+15	60	.5181	31.08
12 ¹ / ₂	16+11+15+25	67	.5850	39.19
13	15+18	33	.6545	21.60
13 ¹ / ₂	18+19	37	.7268	26.89
14	25+10	35	.8018	28.06
		<u>2316</u>		
espacio anular 9 ⁵ / ₈ "-7"		300	.1585	47.55
capacidad lana 7"		80	<u>.2085</u>	<u>16.68</u>
diámetro promedio: 10 ¹ / ₄ "			0.2943	681.57
		exceso 15%		<u>102.23</u>
				783.80

CEMENTO

$$\text{Sx cem} = \frac{783.80}{1.4} = 560 \text{ sx.}$$

ADITIVOS

Sílica flour	35%	.35 x .94 x 560 =	184 sx
CFR-2	1.25%	1.25 x .94 x 560 =	658 lb
Halad-9	0.20%	0.20 x .94 x 560 =	105 lb
NF-P	0.25%	0.25 x .94 x 560 =	132 lb
HR-12	0.10%	0.10 x .94 x 560 =	53 lb
KCl	5.00%	2.26 x 560	= 2366 lb

AGUA

$$5.42 \frac{\text{gal}}{\text{sx}} \cdot 560 \text{ sx.} \cdot \frac{1 \text{ Bl}}{42} = 72 \text{ Bls.}$$

DESPLAZAMIENTO

$$q = 8784' \times .01422 \frac{\text{Bl}}{\text{pie}} + 2536' \times .0371 \frac{\text{Bl}}{\text{pie}}$$

$$q = 219 \text{ Bls}$$

7.5. COMPLETACION DEL POZO IX-PACAYA

Los registros de adherencia del cemento CBL y densidad variable VDL nos indican la calidad de cementación. En las láminas N° 11-12, se muestra el registro CBL con una variación de 1.5 a 4 mv en la zona productiva, lo cual dá un índice de adherencia de 80-85%.

Efectuada las pruebas de formación el Pozo IX y 2XCD Pacaya, dieron los siguientes resultados:

Pozo	Formación	Intervalo Baleado	Estran-gulador	Tiempo de Prueba	Presión en Cabeza	Producción	°AP1 60°F.
IX	Chonta	11134-11130'	1/2"	3 hrs	75 PSI	250 BPD	27.4
			1 ¹ / ₈ "	5 hrs	60 PSI	300 BPD	27.2
	Vivian	10673-10663'	1/2"	3 hrs	80 PSI	1248 BPD	18.6
			1 ¹ / ₈ "	5 hrs	60 PSI	1584 BPD	18.5
2XCD	Chonta	11788-11782'	1/2"	3 hrs	80 PSI	450 BPD	27.0
			1 ¹ / ₈ "	5 hrs	60 PSI	500 BPD	27.3
	Vivian	11230-11200'	1/2"	3 hrs	85 PSI	1400 BPD	19.0
			1 ¹ / ₈ "	5 hrs	70 PSI	1600 BPD	19.1

La instalación de producción del pozo IX-Pacaya se indica en la fig. N° 21. El objetivo de cada parte del Equipo de producción se explica a continuación.

Camisa SS₁.- Instalada encima del Empaque superior, se usa para circular lodo y matar el pozo cuando sea necesario hacerle en el futuro, un servicio al pozo. Se instala y queda cerrada. Se abre con unidad de cable ('Wireline') al momento de hacer el servicio de pozo.

Empaque FH₁.- Aisla y controla la zona productiva de la formación Vivian.

Camisa SS₂.- Permite el flujo de la zona productiva de Vivian que ha quedado entre los empaques FH₁ y FH₂. Se abre y cierra con 'Wireline'.

Empaque FH₂.- Aisla y separa la zona de Vivian de la zona de Chonta.

Niple modelo R.- Sirve de asiento a un tapón, estrangulador, etc., de fondo que desee bajarse con

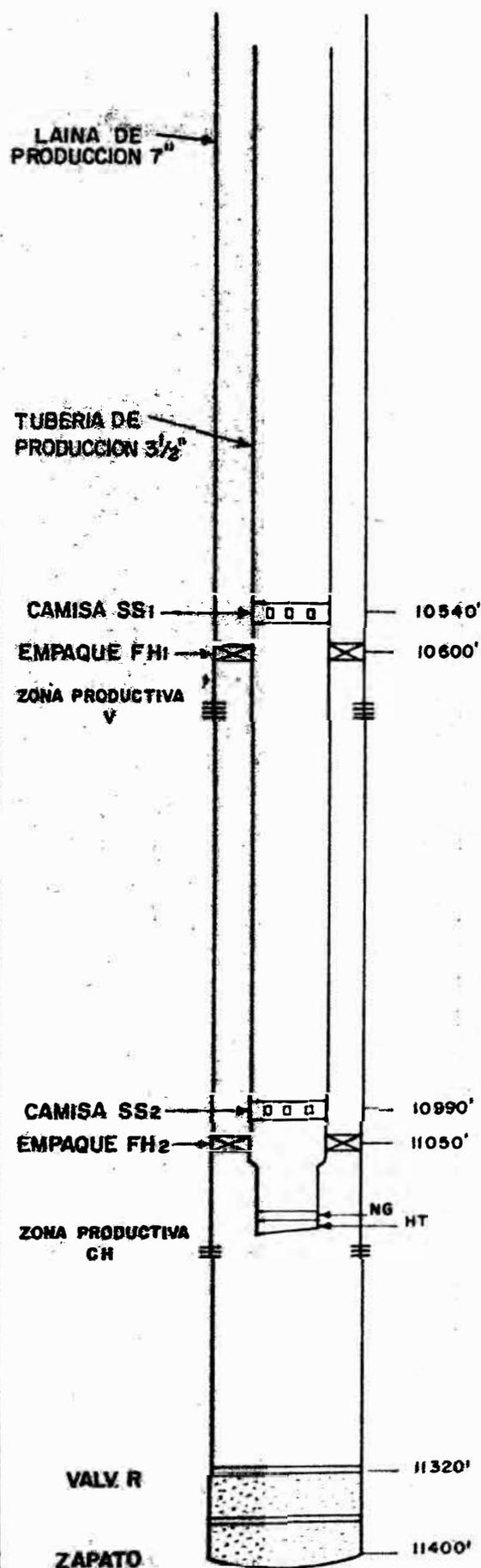


FIG. N° 21

'Wireline', para controlar la zona de Chonta. Además sirve como alternativa al niple de presión.

Niple de presión (Hydrotrip pressure sub).- Sirve de asiento a la bola que se deja caer para presionar la tub. de producción y asentar los empaques. Luego, al exceder 2500PSI, el asiento se retrae dejando caer la bola al fondo del pozo y quedando el diámetro interno a través del niple igual al diámetro interno de la tub. de producción.

POZO IX PACAYA

REGISTRO NEUTRON COMPENSADO

RAYOS GAMMA

200

FACTOR DE FORMACION $\log F = \frac{\rho_N}{\rho_D}$

POROSIDAD NEUTRON-DENSIDAD %

2

10

100

200

24

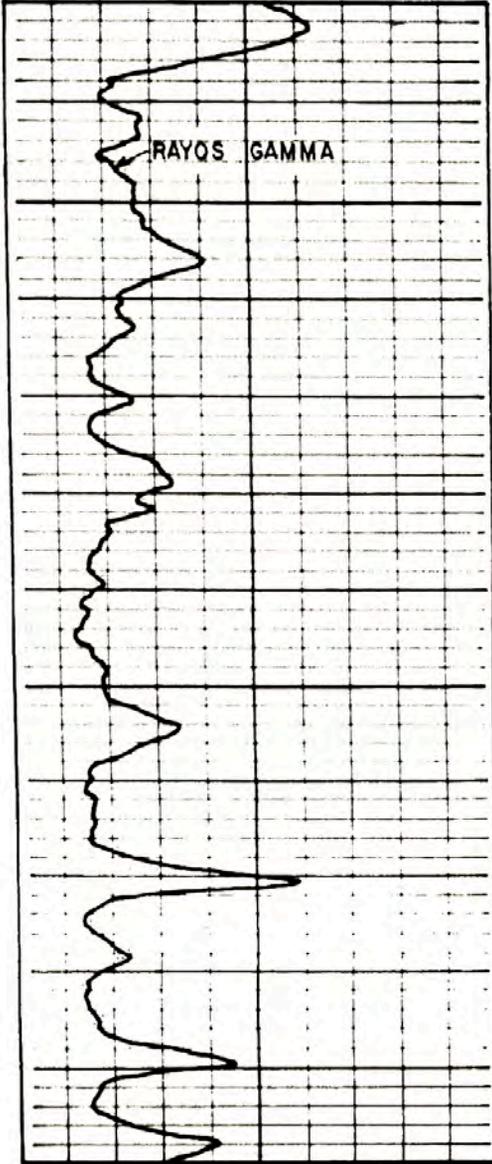
18

12

6

0

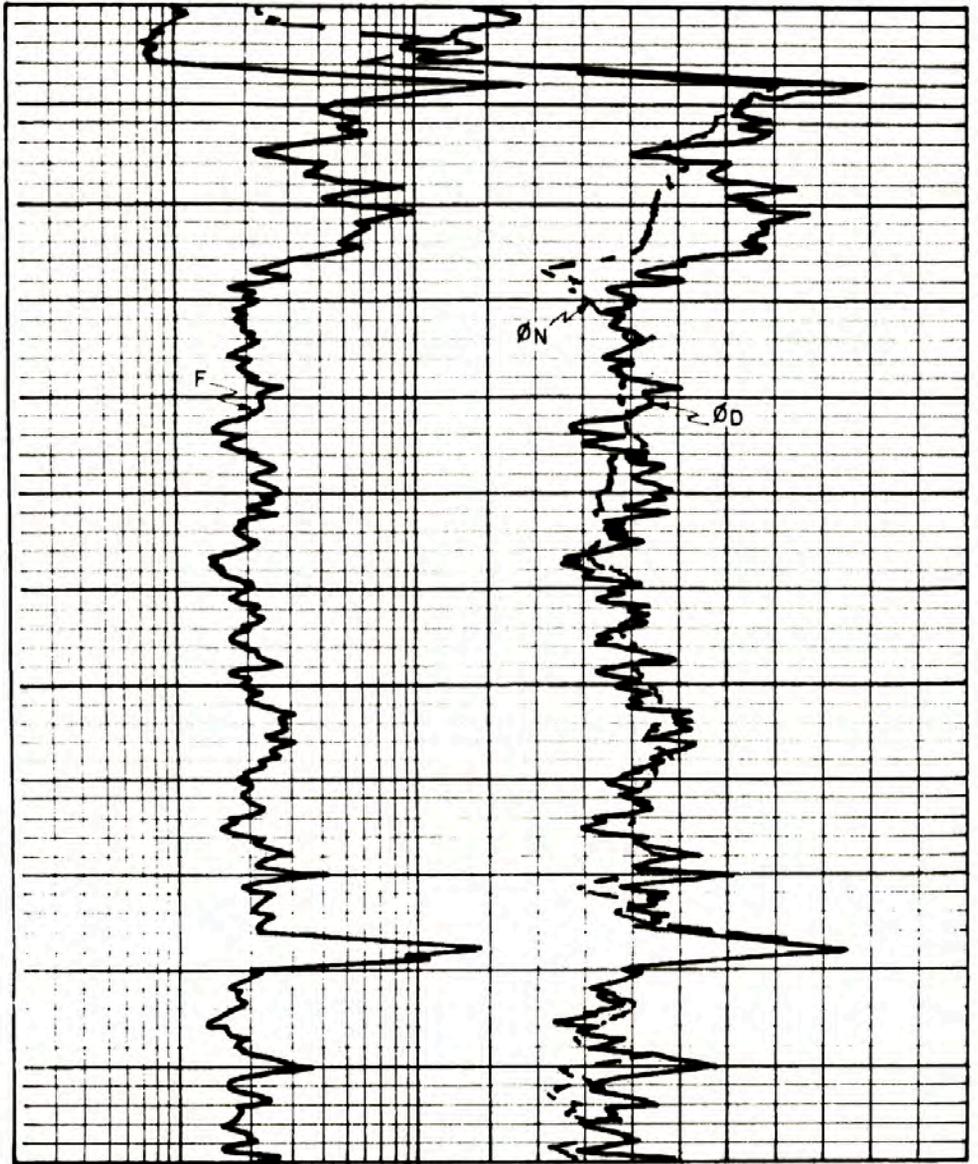
FORMACION VIVIAN



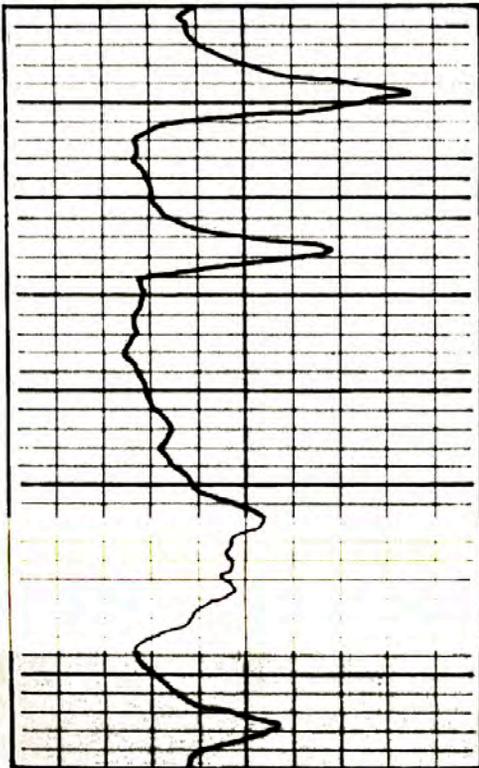
10650

10700

10750



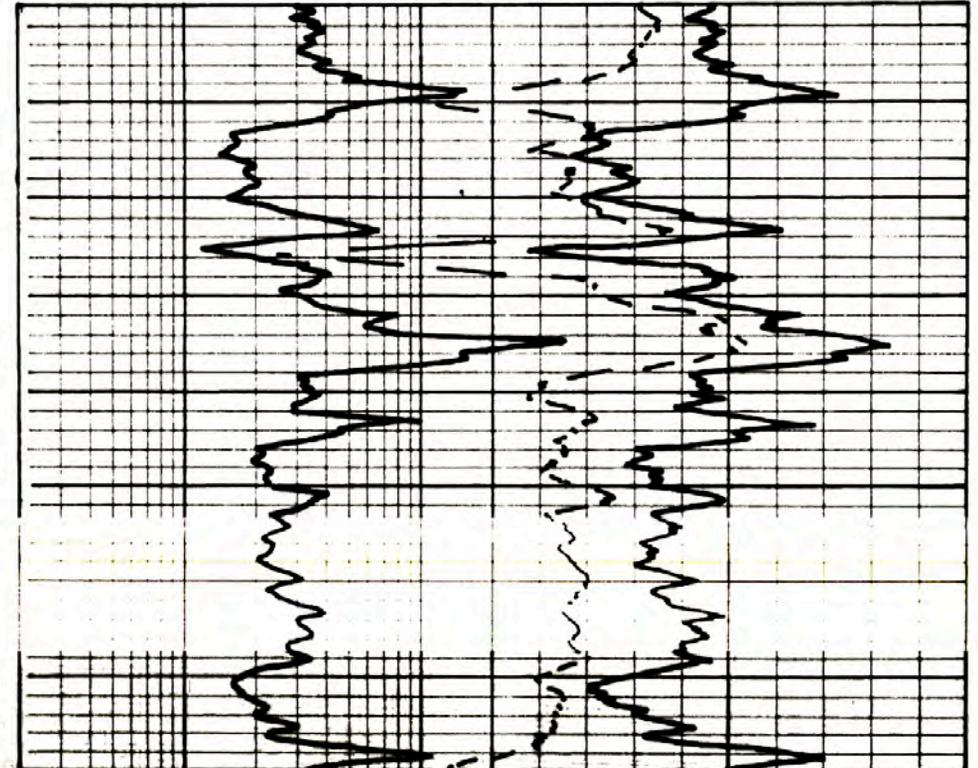
FORMACION CHONTA



11100

11150

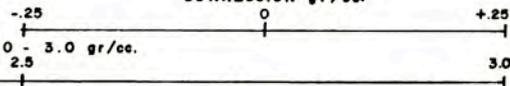
11180



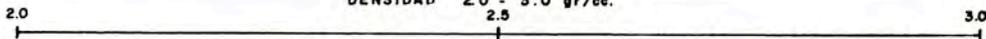
POZO IX PACAYA

REGISTRO DE DENSIDAD, RAYOS GAMMA Y CALIPER

CORRECCION gr/cc.

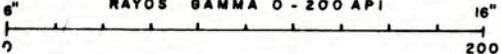


DENSIDAD 2.0 2.5 3.0 gr/cc.

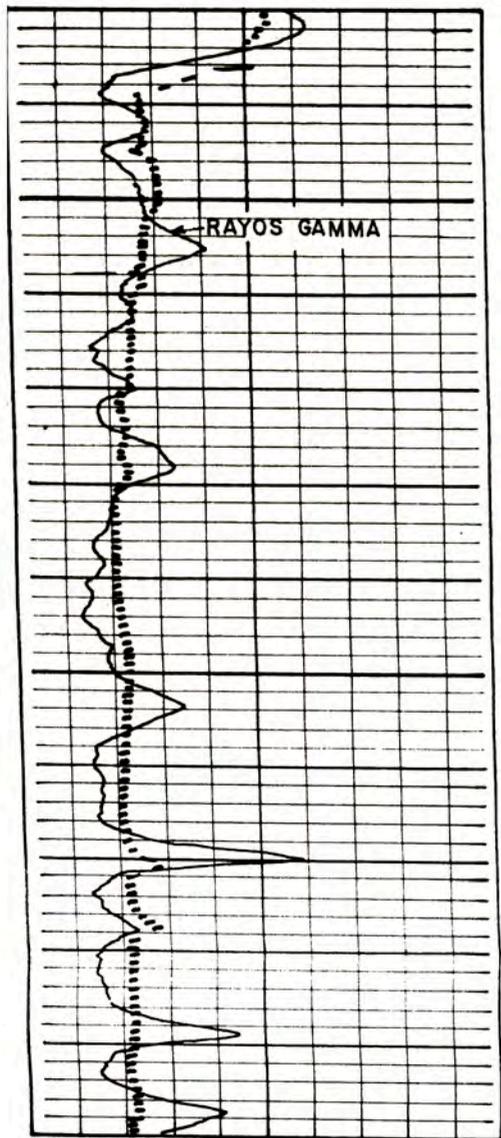


CALIPER 6-16

RAYOS GAMMA 0-200 API



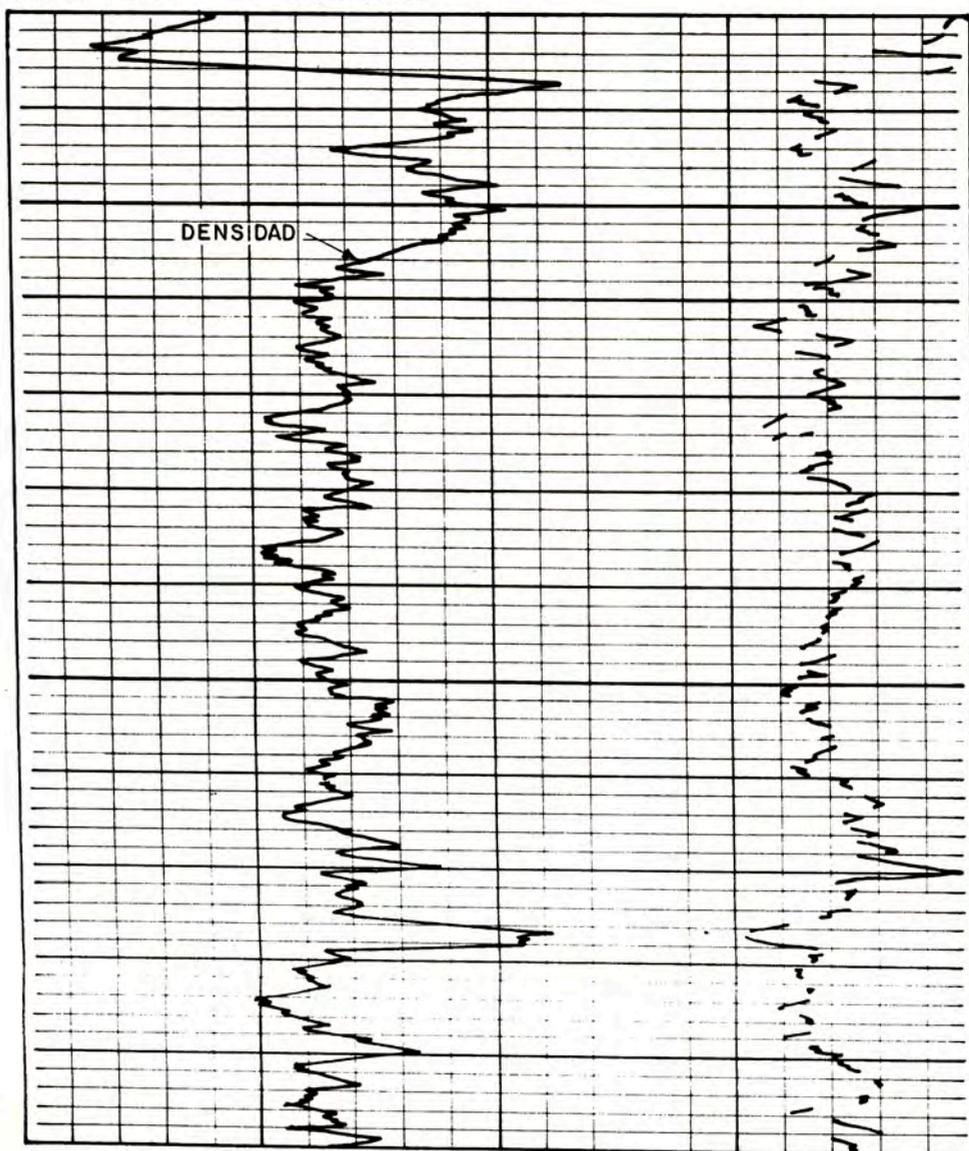
FORMACION VIVIAN



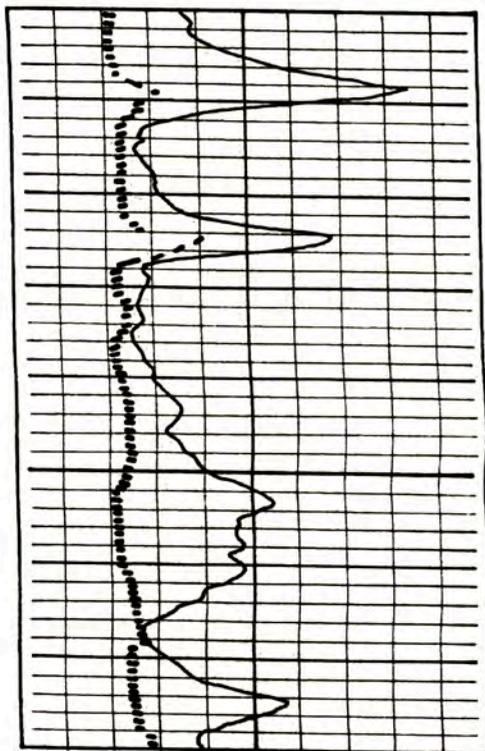
10650

10700

10750



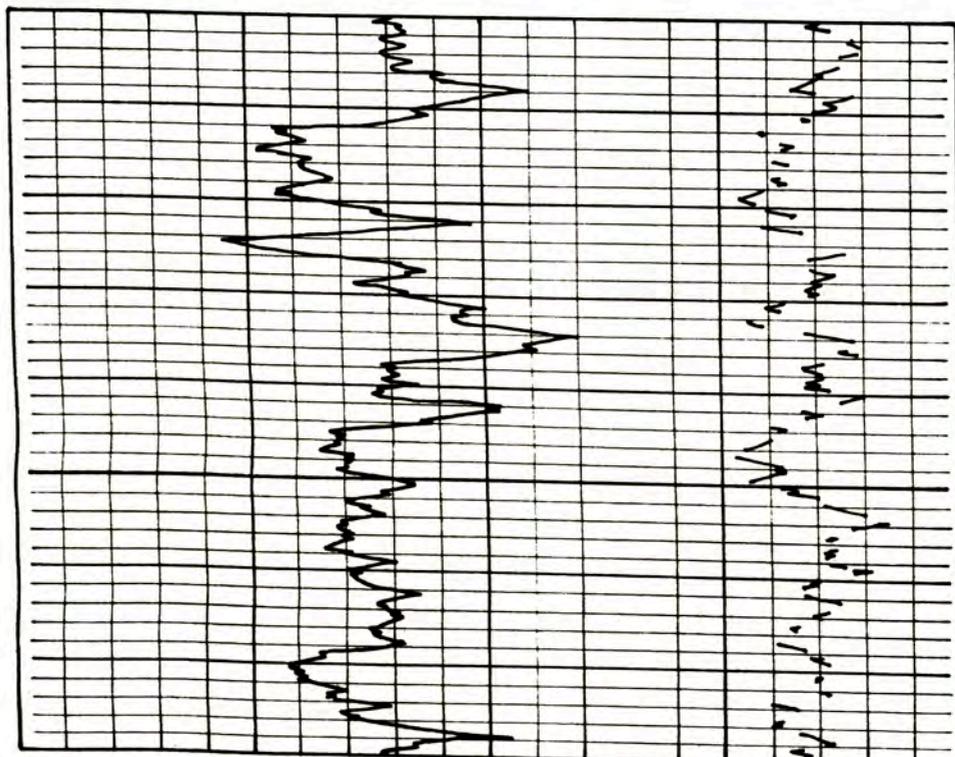
FORMACION CHONTA



11100

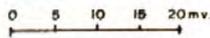
11150

11180

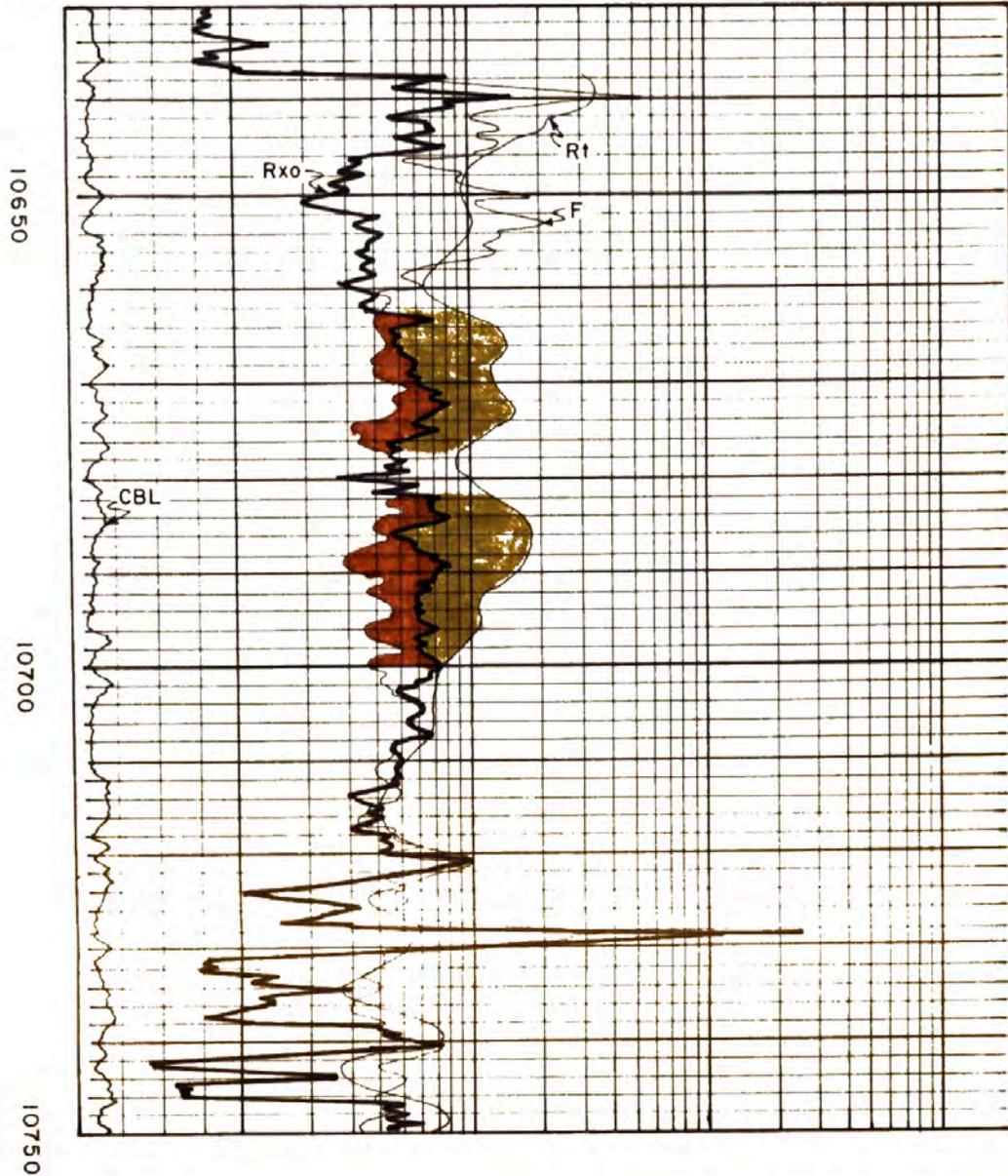
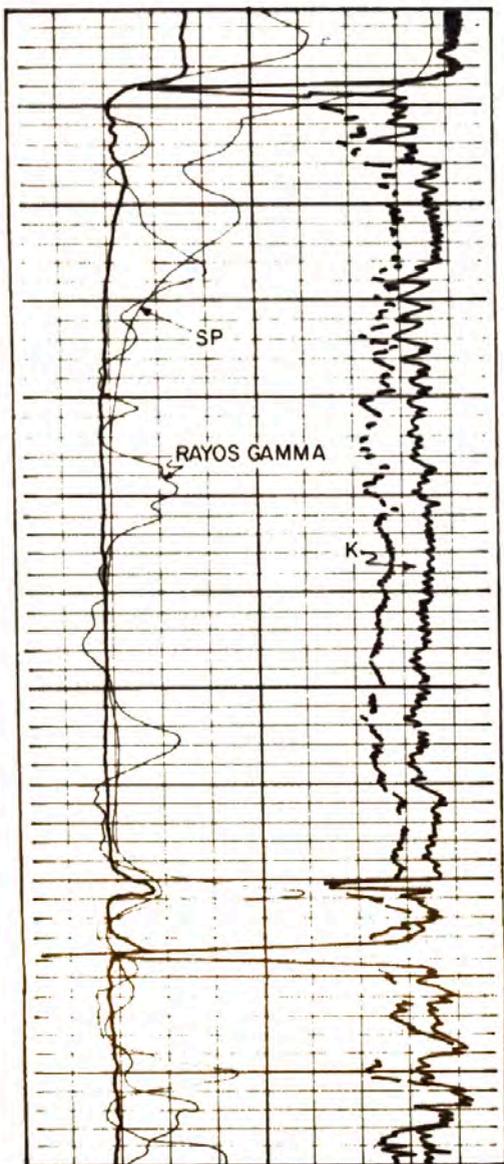


POZO IX PACAYA

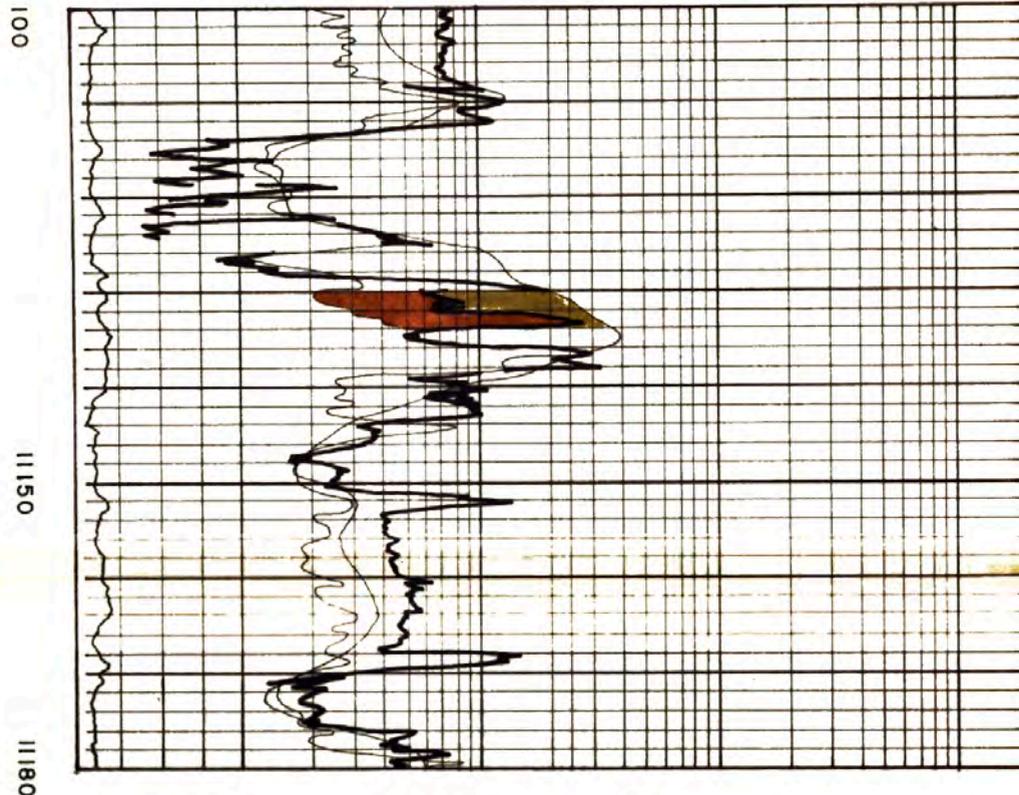
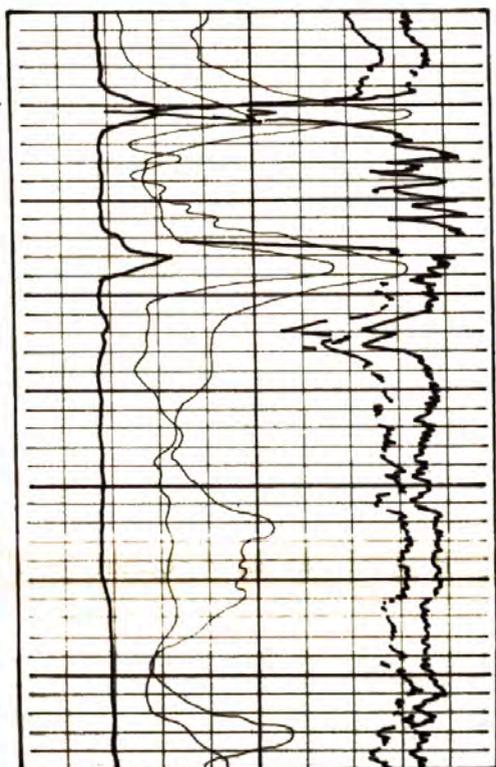
GRAFICO DEL PETROLEO MOVIL Y CBL



FORMACION VIVIAN



FORMACION CHONTA

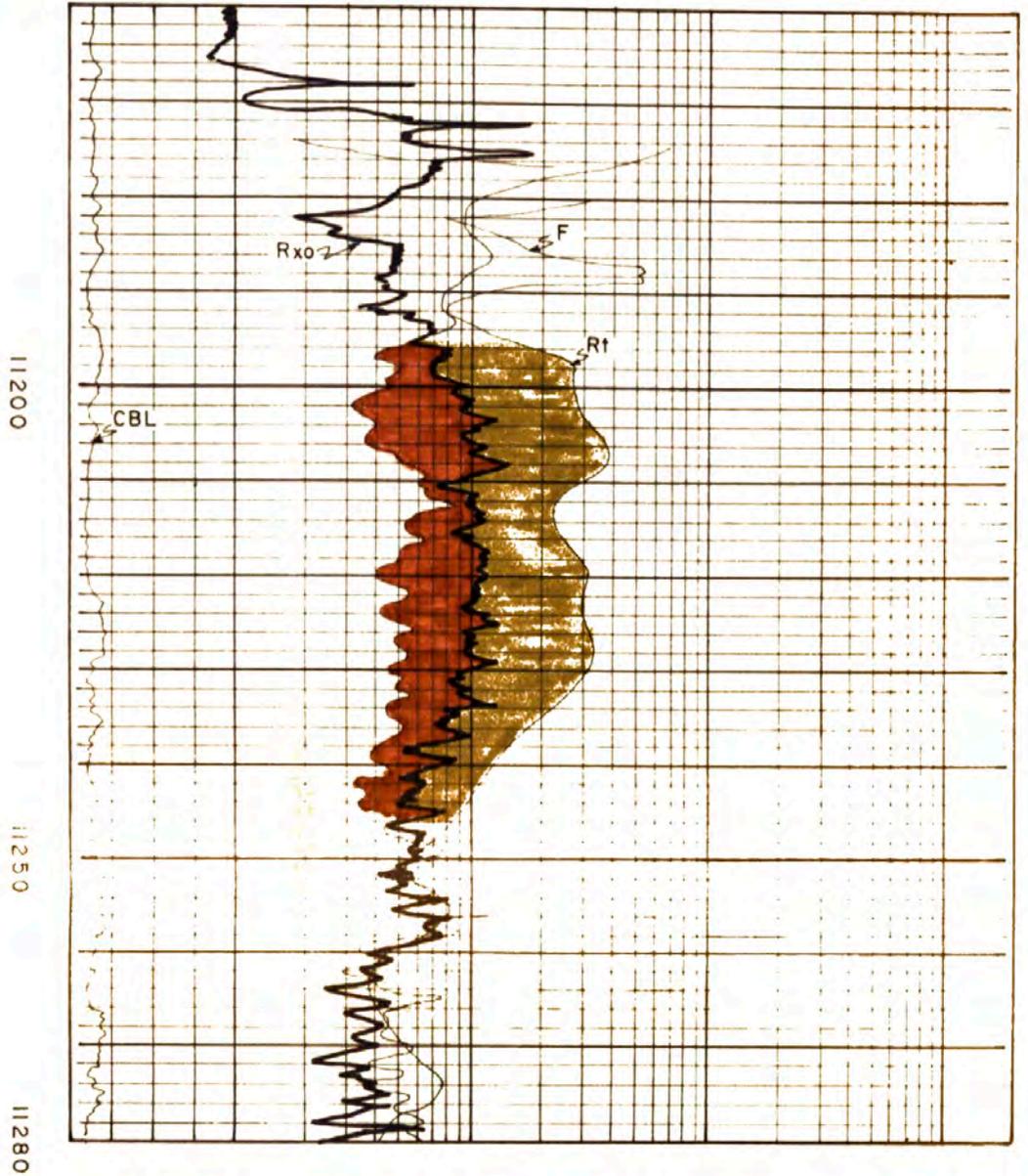
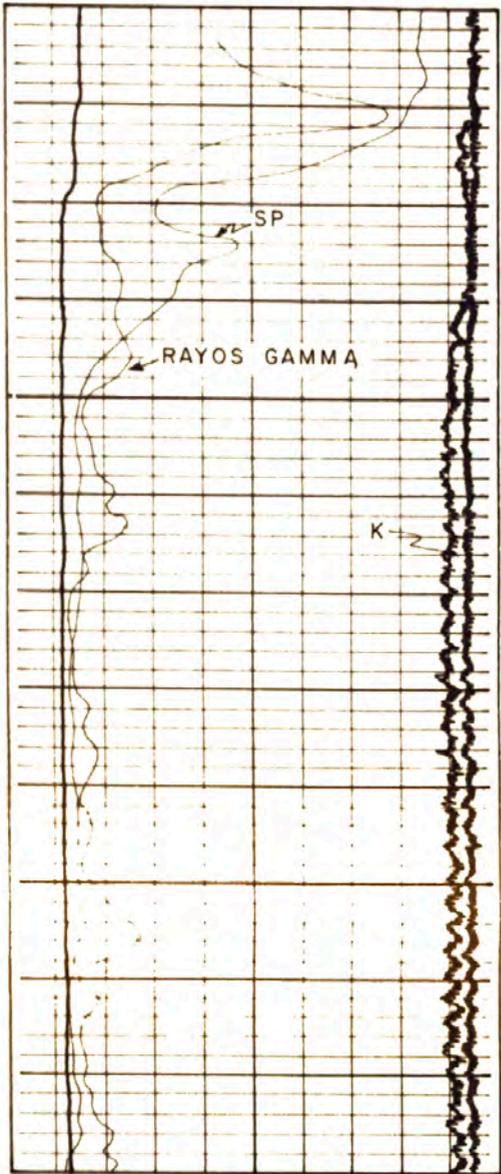


POZO 2 XCD PACAYA

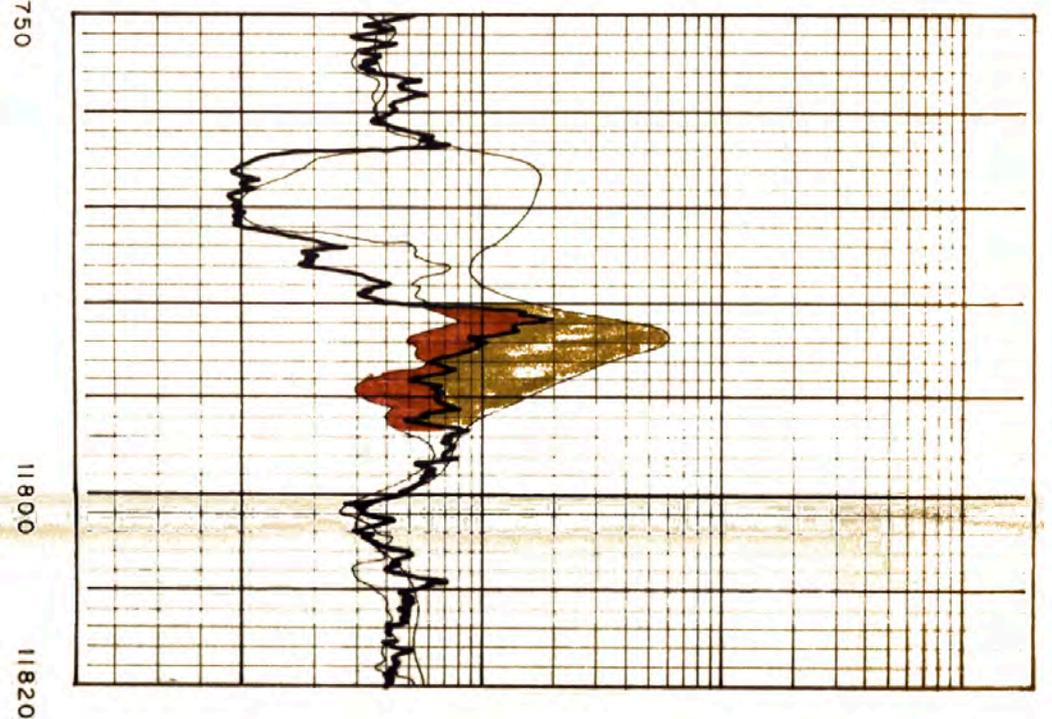
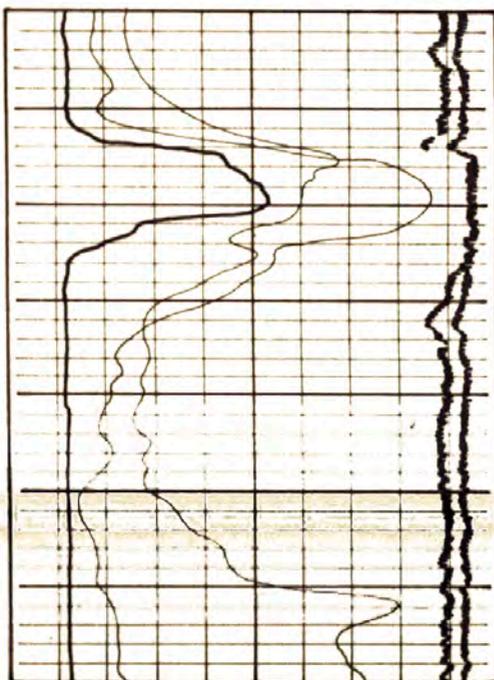
GRAFICO DEL PETROLEO MOVIL Y CBL

0 5 10 15 20mv

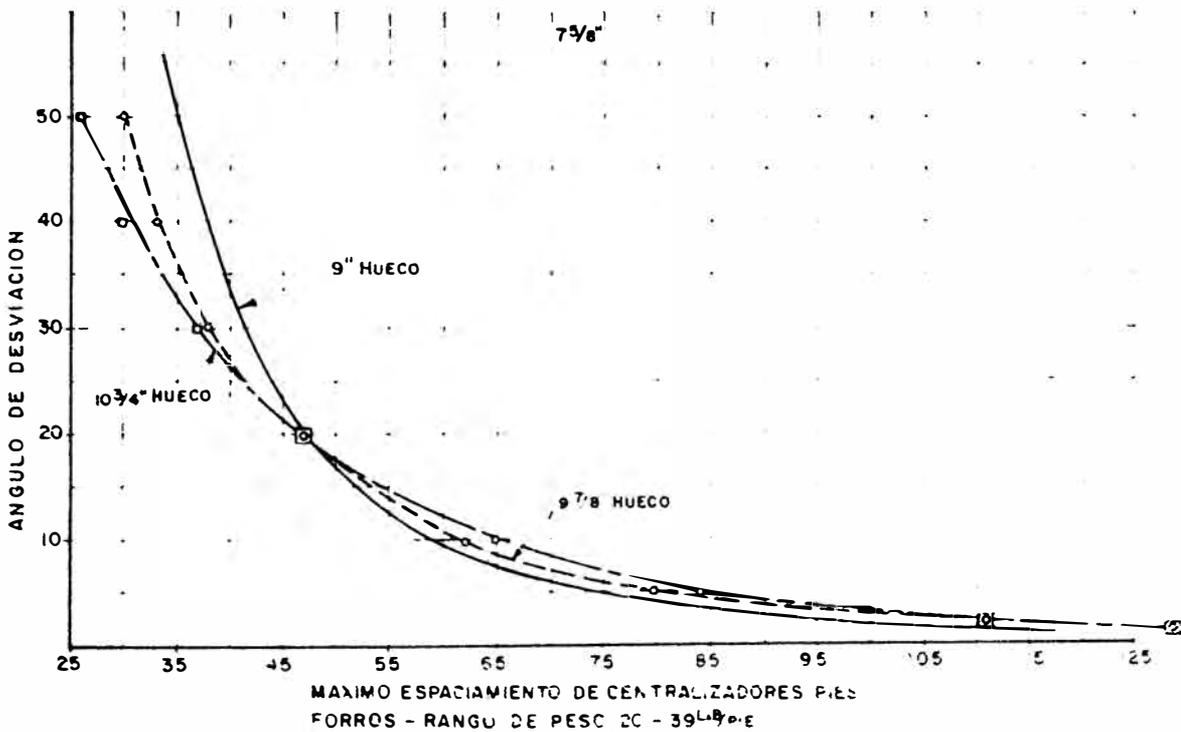
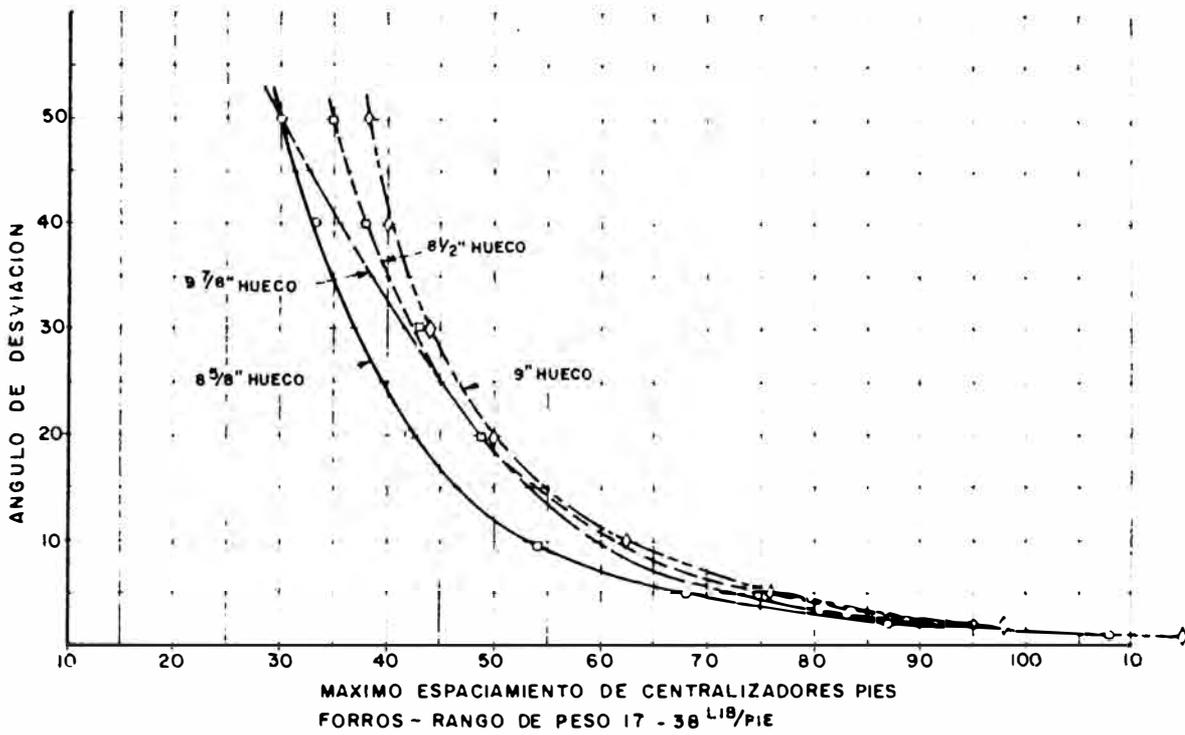
FORMACION VIVIAN



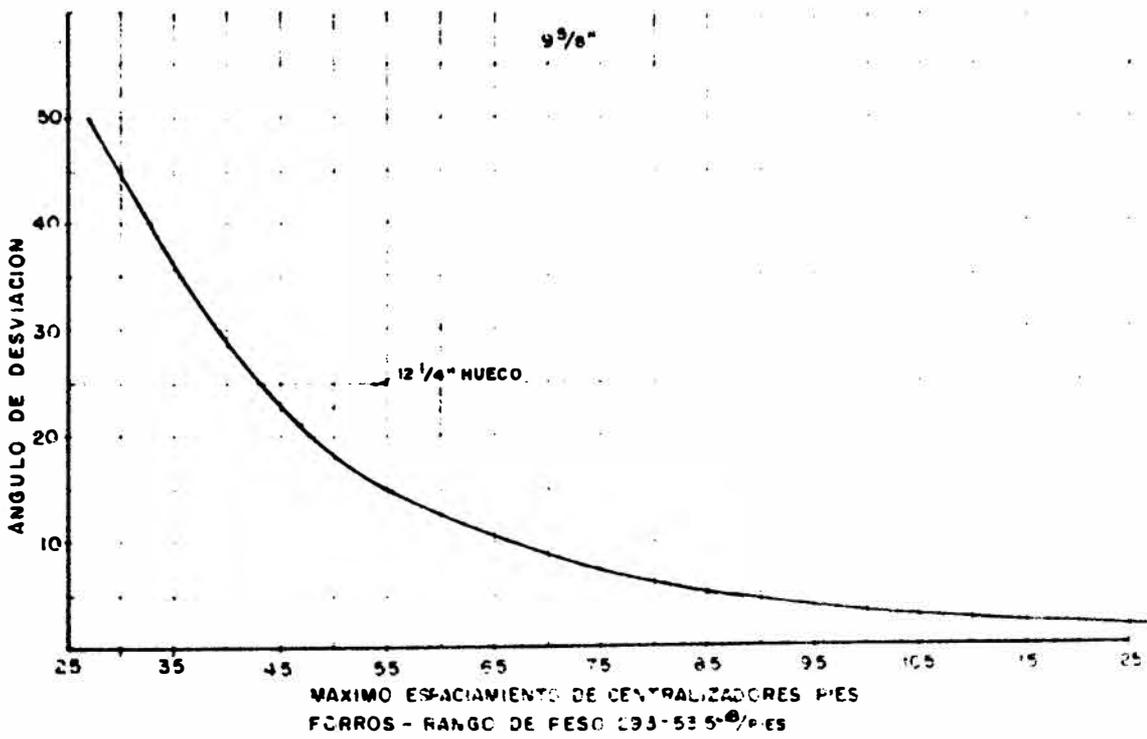
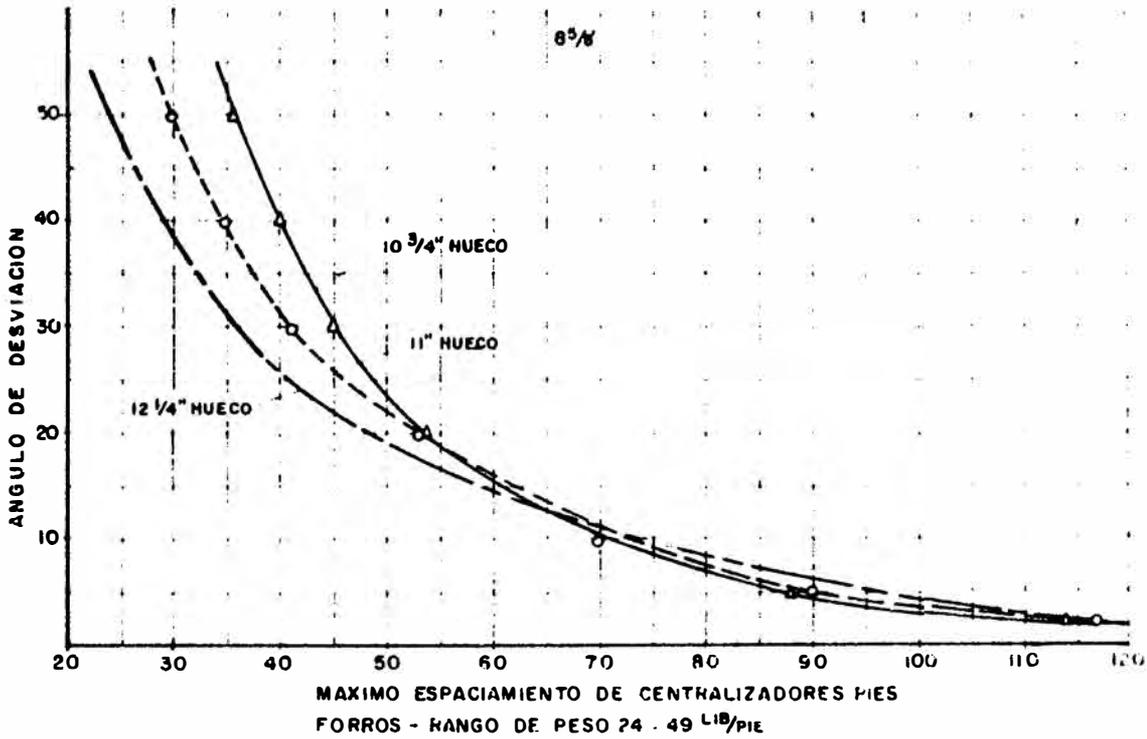
FORMACION CHONTA



ESPACIAMIENTO DE CENTRALIZADORES
MODELO S-3 HOWCO



ESPACIAMIENTO DE CENTRALIZADORES
MODELO S-3 HOWCO



POZO IX PACAYA

CEMENTACION LAINA 7"

MATERIALES

CEMENTO LOUISIANA CLASE H		560 SX
SILICA FLOUR	35 %	184 SX
CFR - 2	1.25 %	658 LB
HALAD-9	0.20%	105 LB
NF - P	0.25%	132 LB
HR - 12	0.10%	53 LB
KCI	5%	1266 LB
PESO PROMEDIO	16 LB/GAL	

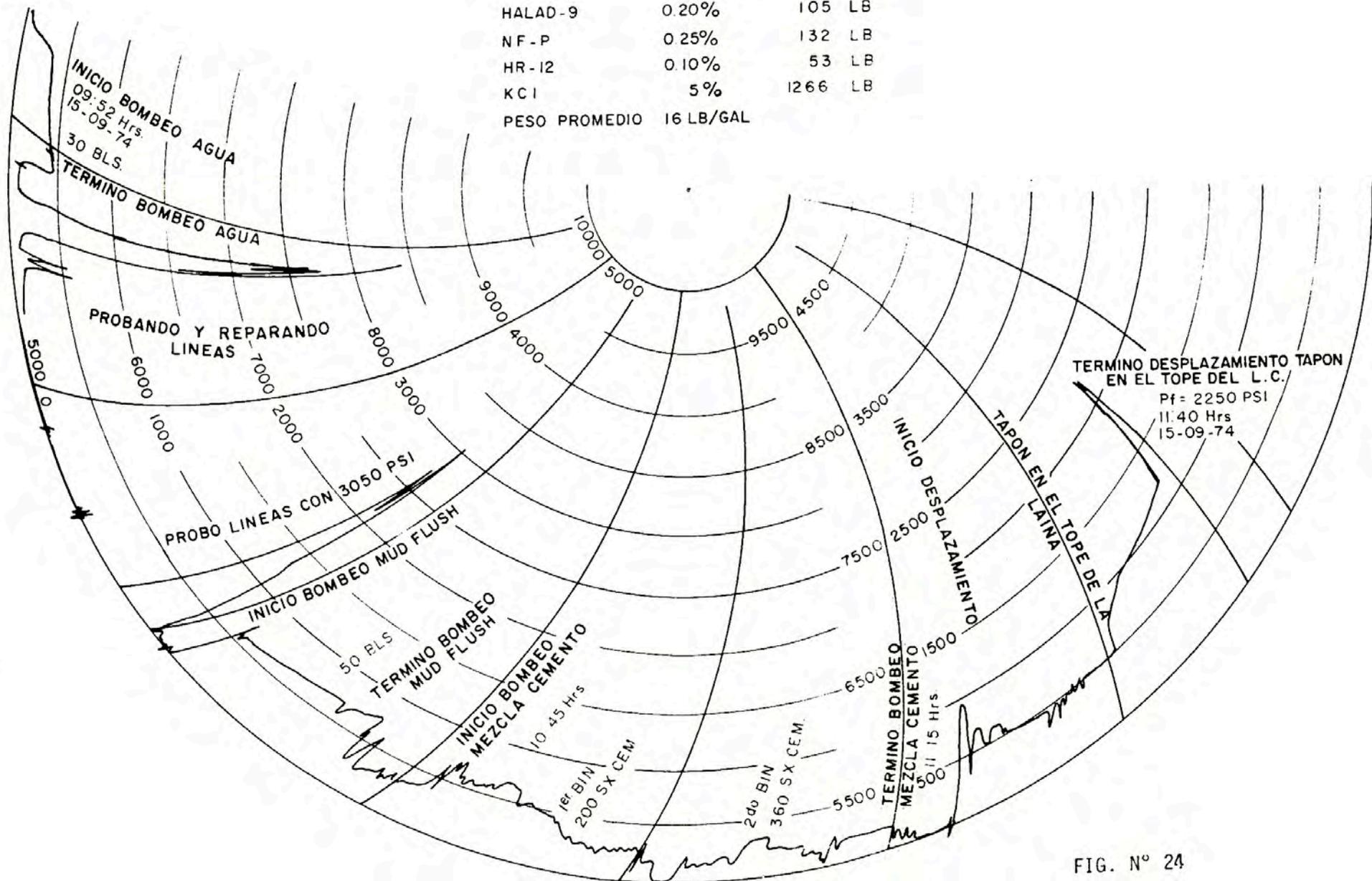
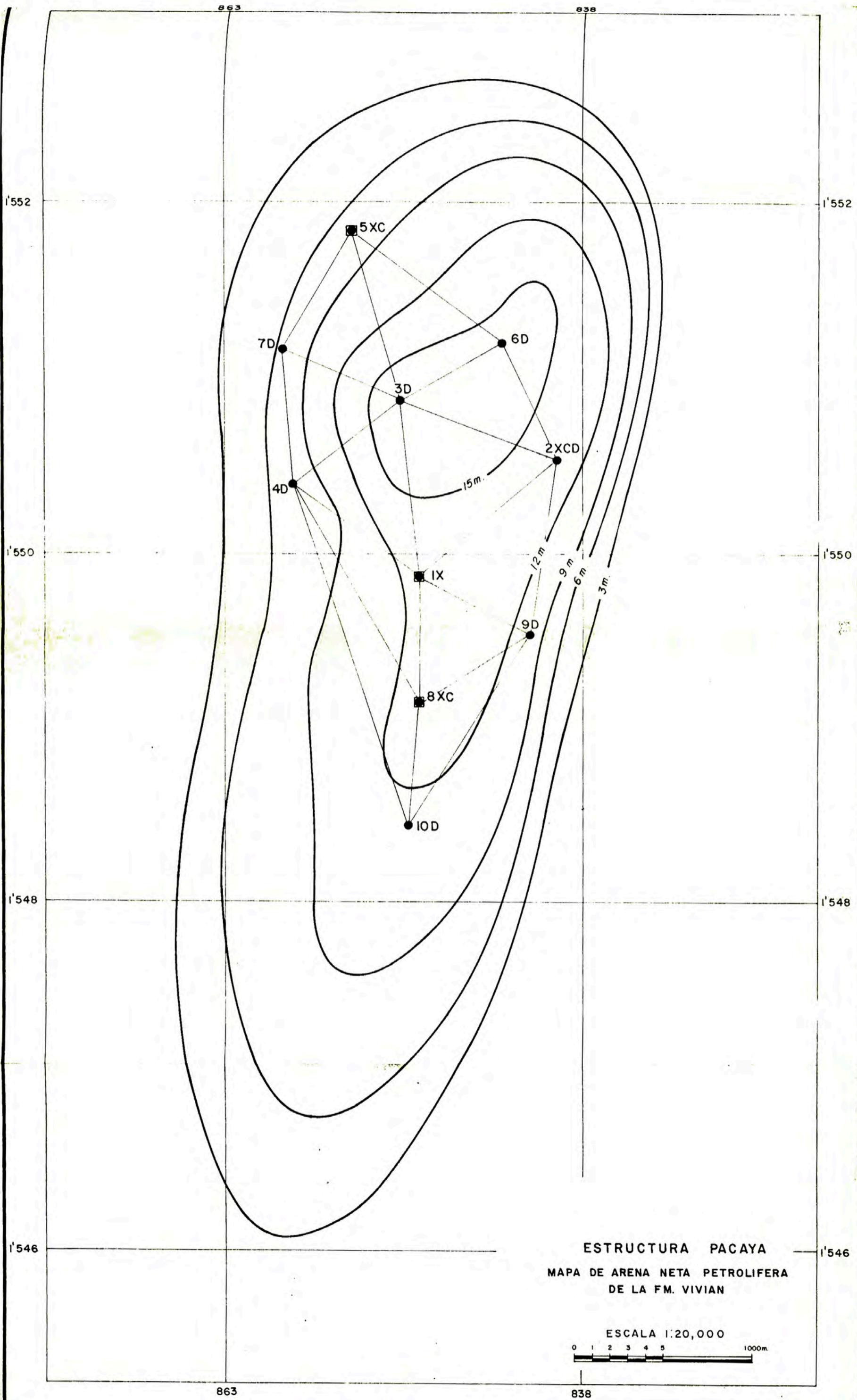


FIG. N° 24



ESTRUCTURA PACAYA
 MAPA DE ARENA NETA PETROLIFERA
 DE LA FM. VIVIAN

ESCALA 1:20,000
 0 1 2 3 4 5 1000m

3.8. COSTOS DE PERFORACION DEL POZO IX-PACAYA

1. Plataforma

Infraestructura	2'394,460	
Plataforma metálica	2'577,731	
Construcción Sub-base	<u>6'375,586</u>	11'347,777

2. Forros de Superficie, Cementación

725 pies forros 13 ³ / ₈ "		
x S/. 670/pie		485,750
Operador 3 días x S/.		
6500/día	19500	
Servicio (23790+425'x		
12.35) x .75	21779	
Cemento 500 sx x S/.		
300/sx	150000	
CaCl ₂ 300lb x S/.14/lb	4200	
Bentonita 6.5 sx x		
S/. 300/sx	1950	
Zapato guía	6500	
Centralizadores	9600	
Tapones de desplaza-		
miento	<u>9500</u>	<u>223,029</u> 708,779

3. Lodo

Material 13607 ¹ x S/. 195/pie	2'653,365	
Ingeniero contratado 52 días x		
S/. 6500/día	338,000	
Alimentación 52 días x S/.520/		
día	27,040	3'018,405

4. Contrato Parker

Movimiento 15 días x S/.		
164,000/día	2'460,000	
Perforación 66 días x S/.		
176,000/día	<u>11'616,000</u>	14'076,000

5. Brocas

1/3 de 17 ¹ / ₂ "	72000+3	24,000	
7 de 12 ¹ / ₄ "	40000x7	280,000	
14 de 8 ¹ / ₂ "	24000x14	336,000	
3 de 8 ¹ / ₂ "	86000x3	<u>258,000</u>	898,000

6. Forros

9084 pies forros 9 ⁵ / ₈ " x		
S/. 725/pie		6'585,900
Operador 5 días x S/.		
6500/día	32500	
Servicio 55445x75x2	83168	

Cemento 1160sx x S/.			
300/sx	348,000		
Bentonita 60sx x S/.			
300/sx	18,000		
HR-7,HR-4 328 lb x			
S/. 30/lb	9,840		
Zapato guía	16,300		
Cuello flotador	17,400		
Centralizadores 8 x			
S/. 1400	11,200		
Tapones desplazamiento	4,200		
Cabezal de alta presión	<u>8,000</u>	<u>548,608</u>	7'134,508

7. Transportes

a) Transporte por Twin Otters

(Hidroaviones)

82 días x 3 hrs-vuelo/día x

S/. 15093/Hr.vuelo x .5 1'856,439

b) Transporte por helicóptero

-Movimiento previo, Maypuco-

Pozo 110 vuelos x 0.4hr/v

x 47645 2'096,380

-Movimiento Equipo,

Maypuco-Pozo

Tubería 110 vuelos

x0.4 hr x 47645 2'096,380

Equipo y Tract.190v. x

0.4 hr x 47645 3'621,020

Casetas y Tks. 42v.x

0.5 hr.x 47645 1'000,545

-Movimiento apoyo,

300 vuelos x 0.4 hr.

x 47645 5'717,400 14'531,725

c) Transporte Fluvial

-Movimiento Equipo:

Iquitos-Maypuco

Barcazas S/.48000/

día x 8 384,000

Remolcadores 48000/

día x 8 384,000

-Movimiento material

apoyo

Barcazas/Remolcadores

64,000 x 52 3'328,000 4'096,000 20'484,164

8. Pagos por alquiler de Equipo.

-Estepsa, Cementación 31915x2.0 63,830

-Halliburton, Completación

35212 x 2.0 70,424

-Unne 1'000,000

-Exploration Logging 750,000 1'884,254

9. <u>Registros Eléctricos, Baleo, Muestras</u>			2'500,000
10. <u>Forros de Producción, Cementación</u>			
2616 pies forros 7" a S/. 540/pie	1'412,640		
Colgador de lana y otras herramientas		634,000	
Servicio (76115+1400' x 13) x .75 x 2	141473		
Cemento 600sx x 400/sx	240000		
Aditivos químicos	150000		
Zapato, Collar, Válvula retención	45000		
Centralizadores	15000		
Tapones de desplazamiento	9500		
Cabezal de alta presión	<u>8000</u>	608,973	2'655,613
11. <u>Completación</u>			
-Pruebas de formación	300000		
Operador 14x6500	91000		
Personal técnico	<u>90000</u>	481,000	
-Empaques hidráulicos		200,000	
-Tubería producción			
3 ¹ / ₂ " x S/. 225/pie		2'497,500	
-Cabezal de producción		<u>347,000</u>	3'525,500

12. Combustibles y Lubricantes

Diesel 1200 gal x 82 x S/.4/gal	393,600	
Lubricantes 10 cil. x S/. 5000/cil	50,000	
Gasolina y otros	<u>70,000</u>	513,600

13. <u>Depreciación de Equipo</u>		400,000
-----------------------------------	--	---------

14. <u>Seguro de Equipo y Material</u>		<u>300,000</u>
--	--	----------------

		<u>69'446,600</u>
--	--	-------------------

		=====
--	--	-------

CONCLUSIONES

1. Para el transporte de materiales, equipos, herramientas, etc., se recomienda el uso de Helicópteros Bell 212, para distancias de hasta 50 Km., y para volúmenes mayores de cargas y distancias superiores a los 60 Km., helicópteros MI-8.
2. En la perforación vertical de pozos a profundidades de \pm 13,000 pies, y en pozos direccionales se hace necesario el uso de forros intermedios, a fin de evitar peligrosos atraques de tubería, con el consiguiente aumento considerable del costo de perforación.
3. Planear exhaustivamente la Logística de apoyo a la Perforación de los pozos es de suma importancia a fin de evitar costosos contratiempos.
4. El uso óptimo de brocas y materiales de lodo reducen el tiempo total del pozo.
5. El completamiento mediante el sistema de lana y una buena práctica de cementación optimizan la inversión.
6. El costo total del Pozo IX Pacaya es del orden de 70'000,000 de soles a precios referidos a S/. 65/dollar. Al cambio actual y con el alza de materiales y herramientas asciende al orden de S/. 140'000,000.

7. De los 2 pozos perforados en la Estructura Pacaya se concluye que para desarrollar el campo será necesario la Perforación de 10 pozos ubicados como se indica en la fig. 25.

8. Explorar nuevas estructuras, especialmente cercanas al área en estudio, trae ciertas ventajas por las instalaciones ya existentes, como es el Oleoducto, así como también para una mejor utilización del mismo, lo cual requiere que se encuentren nuevos campos de petróleo.

BIBLIOGRAFIA

1. Reportes de Perforación, Pozo IX, 2XCD Pacaya, Petro-Pe
rú 1974-1975.
2. Dinámica de flujo anular.- H. Craig Willis, Dresser In-
dustries, Inc.
3. Cementación de Pozos de petróleo.- Halliburton Co.
4. Perforación dirigida.- A. Lubinski.

ANEXO APARTES DEL EQUIPO DE PERFORACIONPARKER N° 127

<u>N°</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>VALOR APROX.</u>	<u>PESO EST.</u>
			<u>U.S. \$</u>	<u>Kgs.</u>
1	1	Huinche heli-transportable Mod. 2000 con capacidad para 20,000', con freno hidromático. Mod. 342A.	106,800	14,000
2	1	Transmisión compuesta con cadenas y juntas U. Cuatro motores Caterpillar D 343TA con baja de cambios Twin Disc TAC-51-2003 y respectivos convertidores de torque.	177,000	23,800
3	1	Unidad de Sistema de impulsión con maceros Foster, accionado por medio de un tubo de torque.	24,735	3,400
4	1	Mástil Lee C. Moore 136' x 21'; 20' de Subestructura con capacidad de 670,000# con 10 líneas en el gancho, con capacidad de 550,000# de forros de revestimiento, simultáneamente con 450,000# de tuberías de perforar armadas.	135,000	27,000
5	3	Bombas triplex Gist de 6" x 8" para 6000 PSI de presión máxima acopladas a la transmisión compuesta.	185,000	19,500
6	1	Mesa Rotaria IDECO 17 ¹ / ₂ ". Mod. D con un master bushing partido y uno sólido, con rueda dentada de accionamiento y protectores.	15,000	3,500

<u>Nº</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>VALOR APROX.</u>	<u>PESO EST.</u>
			<u>U.S. \$</u>	<u>Kgs.</u>
7	1	Buje para vástago cuadrado VARCO 4KRS con sus rodamientos para vástagos de 4 ¹ / ₂ " y 3".	500	200
8	1	Polea viajera y gancho IDECO VTB 300.	13,500	5,220
9	1	Enrosgador automático FOSTER tipo 77.	4,200	1,100
10	1	Manguera Rotaria 3" x 55'	2,000	400
11	3	Mangueras de descarga de la bomba de 2 ¹ / ₂ " x 8' y conexiones.	3,500	800
12	1	Swivel Gray B-44 capacidad 500 Tn. con cuello de ganso de cambio rápido.	9,140	1,540
13	9	Tanques para lodo de 120 bls. de 8' x 12' x 7' con pistolas, embudos y múltiple de distribución de succión y descarga.	39,830	
14	2	Unidades de circulación de baja presión con bombas centrífugas Thompson de 6" x 6" impulsadas por un motor Caterpillar D-330 c/u.	22,090	3,450
15	1	Desarenador Demco de 2 conos de 12" con bomba centrífuga Thompson de 6" x 6" impulsada por un motor Caterpillar D-330.	15,010	2,300
16	1	Separador de Limo (Desilter) Pioneer T-12-4 con bomba centrífuga Thompson de 6" x 6" impulsada por un motor Caterpillar D-330.	13,710	2,380
17	1	Vibradora Thompson doble 4' x 8' accionado por un motor eléctrico de 3HP.	4,180	1,450

<u>Nº</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>VALOR APROX.</u>	
			<u>U.S. \$</u>	<u>Kgs.</u>
18	1	Acumulador Koomey Mod. T-15080-	16,000	3,500
19		35, 3000 psi con bomba triplex,		
20		Koomey T-315-15-3 accionado con un		
		motor eléctrico de 15HP.		
19	1	Distribuidor Koomey para preventor	-	-
		de reventones Mod GULK 45 con 4		
		válvulas de control.		
20	1	Sistema Koomey de control remoto con	-	-
		4 válvulas de 1" Mod ARC-4.		
21	1	Válvula de seguridad del vástago cua-	1,300	500
		drado (Kelly Cock) para 10,000 PSI.		
22	1	Múltiple de descarga de seguridad de	20,000	1,500
		5000 PSI con sus válvulas y estrangu-		
		ladores.		
23	1	Kelly (vástago) cuadrado de 4 ¹ / ₄ " x	3,500	1,500
		40' con funda de protección.		
24	1	Kelly cuadrado de 3" x 40' con funda	3,000	1,000
		de protección y conexión 2 ⁷ / ₈ " 1F.		
25	10500'	Tubería perforar 4 ¹ / ₂ " OD 16.6 lb/pie	87,600	84,570
		grado E con uniones 4 ¹ / ₂ " FH 18" con		
		protectores de jebe.		
26	5500'	Tubería perforar 4 ¹ / ₂ " OD 16.6 lb/pie	51,500	42,330
		grado X-95 con uniones 4 ¹ / ₂ " FH 18"		
		con protectores de jebe.		
27	10	Las trabarreas (drill collars) 8" OD	26,000	20,000
		x 2 ¹³ / ₁₆ ID x 30' con conexión 6 ⁵ / ₈ "		
		API reg. caja-pin.		

Nº	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR APROX.	PESO EST.
			U.S. \$	Kgs.
28	2	Reducciones de Broca 8" OD con conexión 6 ⁵ / ₈ " API reg. caja-caja para usar con el item 27, torneadas para instalar flotador.	1,450	500
29	30	Lastrebarrenas (drill collars) 6 ¹ / ₂ OD x 2 ¹³ / ₁₆ " ID x 30' con conexiones 4" IF (4 ¹ / ₂ " XH) caja-pin.	45,420	35,000
30	2	Reducciones de broca de 6 ¹ / ₂ " OD x 4" IF caja x 4 ¹ / ₂ " reg. caja.	500	300
31	6	Lastrebarrenas (drill collars) 4 ¹ / ₈ " OD x 1 ¹ / ₄ " ID x 30' con conexión 2 ⁷ / ₈ " IF.	5,400	4,800
32	2	Reducciones de broca 4 ¹ / ₈ " OD con conexión 2 ⁷ / ₈ " IF caja x 2 ⁷ / ₈ " reg. caja.	500	400
33	2	Reducciones 2 ⁷ / ₈ " IF caja x 2 ⁷ / ₈ " EUE.	250	200
34	1	Lote de reducciones varias para Kelly, tubería de perforar, tubería producción 2 ⁷ / ₈ " EUE.	1,500	500
35	1	Elevadora BJ tipo MGG capacidad 225 Tn. para tubería perforar 4 ¹ / ₂ " OD.	1,950	200
36	1	Elevadora, uñas y tenazas para tub. producción 3 ¹ / ₂ " OD hydrill CS 9.3 lb/pie.	2,000	500
37	1	Chanca VARCO 20", capacidad 200 Tn. con uñas de 13 ³ / ₈ ", 9 ⁵ / ₈ ", 7".	2,500	2,000

<u>Nº</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>VALOR APROX.</u>		<u>PESO EST.</u>
			<u>U.S. \$</u>	<u>Kgs.</u>	
38	2	Juegos de Combinación, elevadora, uña BJ, 350 Tn cap. con insertos 13 ³ / ₈ ", 9 ⁵ / ₈ ", 7" y 5 ¹ / ₂ ".	31,890		5,300
39	1	Elevadoras, uñas y tenazas para tub. produc. 2 ⁷ / ₈ " EUE.	2,700		200
40	1	Juego de uñas para tub. de revesti_miento desde 5 ¹ / ₂ " a 9 ⁵ / ₈ ".	3,200		1,130
41	1	Elevadora Web Wilson H-150 tub. re_vest. 13 ³ / ₈ ".	1,070		200
42	1	Elevadora Web Wilson H-150 tub, re_vest. 9 ⁵ / ₈ ".	820		200
43	1	Elevadora para tub. revest. de 5 ¹ / ₂ " a 7".	1,700		400
44	1	Elevadora para tub. lavar 7 ⁵ / ₈ " OD.	800		200
45	1	Juego de eslabones para elevadores Web Wilson, 350 Tn. 2 ³ / ₄ " x 132".	2,100		450
46	2	Sustitutos de Kelly 4 ¹ / ₄ " con protec_tor de caucho.	1,000		300
47	2	Grampas Baash Ross para lastrabarre_nas.	1,000		100
48	2	Cuña Wooley tipo B para tub. perfo_rar con insertos.	800		150
49	1	Cuña para lastrabarrenas de 5 ¹ / ₂ " a 7".	370		40
50	1	Cuña para lastrabarrenas de 6 ³ / ₄ " a 8 ¹ / ₄ ".	370		60

<u>Nº</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>VALOR APROX.</u>	<u>PESO EST.</u>
			<u>U.S. \$</u>	<u>Kgs.</u>
51	3	Tenazas Woollet tipo B con qui- jadas 3 ¹ / ₂ " a 13 ³ / ₈ ".	7,400	450
52	1	Unidad de Tenazas LAMB, Mod 16000 con sistema hidráulico y qui- jadas para 13 ³ / ₈ ", 9 ⁵ / ₈ ", 7", 5 ¹ / ₂ ", 3 ¹ / ₂ " y 2 ⁷ / ₈ ".	20,430	2,360
53	1	Pescante exterior Bowen FS Ser. 150 x 10 ¹ / ₂ " OD con guías y exten- siones para agarrar 8", 6 ¹ / ₂ ", 6 ¹ / ₄ ", 6", 4 ¹ / ₂ " en huecos de 17 ¹ / ₂ " y 12 ¹ / ₄ ".	2,950	150
54	1	Pescante Bowen FS Ser. 150 x 8 ¹ / ₈ " OD con extensión de 3' para agarrar 6 ¹ / ₂ ", 6", 4 ¹ / ₂ ", en hueco de 8 ⁵ / ₈ " con guía molino de 6 ¹ / ₄ " y 6".	2,550	120
55	1	Canasta para pescar en hueco de 12 ¹ / ₄ " y 8 ⁵ / ₈ ".	750	80
56	1	Magneto de 11" OD con guía de 11 ¹ / ₂ ".	2,000	50
57	1	Magneto de 7" OD con guía de 7 ¹ / ₂ ".	1,700	50
58	1	Martillo y junta de seguridad Bowen (Bumper Sub, Safety Joint) de carre- ra larga 6 ³ / ₈ " OD.	3,000	200
59	1	Golpeador (jar) Bowen de carrera larga 6" OD.	3,000	200
60	300'	Diez tubos lavar 7 ⁵ / ₈ " con zapatos y reducciones.	7,000	6,000

Nº	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR APROX.	PESO EST.
			U.S. \$	Kgs.
61	1	Equipo Extinguidores contra incendio y otros equipos de seguridad.	2,000	500
62	1	Equipo de herramientas, llaves varias y extractores de gatas.	10,000	1,000
63	1	Tubería, mangueras, válvulas de compuerta, válvulas de mariposa, conexiones, etc., del sistema de lodo y agua.	16,200	1,600
64	1	Indicador para Martin Decker tipo D y consola con los siguientes instrumentos: RPM de la mesa, manómetro, indicador Strokes, indicador de torque de la mesa e indicador de torque de tenazas.	10,000	100
65	1	Válvula seguridad interior (Gray inside BOP).	815	50
66	2	Radios Collins o similar.	2,000	100
67	1	Equipo de Soldadura eléctrica Lincoln K-1146 de 300 amp., accionada con motor DIESEL.	3,000	2,300
68	1	Unidad de Soldadura OXI-acetileno.	4,500	5,100
69	2	Preventores de reventones BOP Shaffer LWS 13 ⁵ / ₈ " - 5000 PSI con conexión para grampa, con compuertas ciegas 2 ⁷ / ₈ ", 3 ¹ / ₂ ", 5 ¹ / ₂ ", 7", 9 ⁵ / ₈ ".	40,690	6,140
70	1	Preventor de Reventones BOP hydrill tipo GK, 13 ⁵ / ₈ " - 5000 PSI.	26,300	4,760

Nº	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR APROX.	PESO EST.
			U.S. \$	Kgs.
71 a 76	1	Adaptador 10"-5000 PSI brida x 13 ⁵ / ₈ "-5000 PSI CIW.	15,000	1,500
72	1	Brida reductora 10"-3000 PSI x 10"-5000 PSI.		
73	1	Adap. 6"-5000 PSI brida x 13 ⁵ / ₈ " 5000 PSI CIW.		
74	1	Brida Reduct. 6"-3000 PSI x 6"- 5000 PSI.		
75	1	Carretel 12"-3000 PSI brida x 13 ⁵ / ₈ " 5000 PSI CIW con dos salidas brida das 4" x 44" de altura.		
76	1	Grampas CIW.		
77	1	Manómetro Cameron para presión de lodo "D".	500	20
78	1	Registrador de Perforación Totco con seis plumas.	7,200	100
79	1	Aparato para tomar desviación 8°.	2,000	10
80	1	Juego de Luces para el castillo y área de trabajo con sus paredes de control.	13,390	2,480
81	3	Tanques cilíndricos 8' x 15' para agua.	4,920	6,040
82	1	Tanque cilíndrico 8' x 15' para agua potable.	1,640	2,040
83	1	Tanque cilíndrico 8' x 15' para DIESEL.	1,425	1,590

<u>Nº</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>VALOR APROX.</u>	<u>PESO EST.</u>
			<u>U.S. \$</u>	<u>Kgs.</u>
84	3	Grupos Electrógenos Caterpillar D-333 x 135 Kw c/u. con paneles de control.	33,000	6,270
85	1	Unidad Compresora: un motor DIESEL GM 3-53 que acciona centrífuga 2 x 3 Mission y un compresor AVC Le Roi Westinghouse, más un compresor sobre un tanque de aire movido por un motor eléctrico 10HP x 220 Voltios.	9,540	1,790
86	1	Carretel cable de acero de 5000 x 1 ¹ / ₄ ", 6 x 19.	3,240	6,670
87	1	Huinche de aire Ingersoll-Rand HU Mod. 5 D-204.	3,000	500
88	1	Unidad de Cementación Howco que incluye: 2 tanques x 10 bls. c/u., mezcladora de alta presión, tolva, controles e indicadores de presión de las bombas, con mangueras de acero, niples, tees para 15000 PSI.	16,430	3,470
89	1	Unidad de medición Howco Mod. RM-XI-3U-L3C-YI, accionada por un motor lister con 15000' de cable de acero de 0.092" OD.	6,000	2,500
90	2	Casetas de Metal 7' x 10'.	5,300	2,500
91	1	Unidad de Bombeo de agua que consiste: un motor 6M2-53 conectado a una bomba Gardner Denver FF-FXF 4" x 5" duplex.	9,160	1,450

<u>Nº</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>VALOR APROX.</u>	<u>PESO EST.</u>
			<u>U.S. \$</u>	<u>Kgs.</u>
92	5600'	Tubería Liviana Litenin 2" con conexiones y adaptadores.	3,410	7,330
93	1	Juego de Estrabos y canastas para transporte de helicópteros.	9,000	6,000
94	2	Tractores Caterpillar D5-74 con control hidráulico Nº 153, cuchilla grúa Allenco y un huinche Hyster.	98,000	31,000
95	1	Cargador frontal con llantas, ordenados para uso sobre plataforma de madera.	9,570	4,550
96	17	Casetas 9 x 8' x 6'; x x 8' x 16'	70,000	28,000
97	1	Unidad para tratamiento de agua potable 15 GPM, montado en patín de 7' x 9'.	3,460	1,870
98	1	Conexiones, poleas y cables varios del equipo de perforación.	66,000	20,000
			\$ 1'647,855	509,960 Kg.
			=====	=====

ANEXO BMATERIAL NECESARIO PARA LA PERFORACION DE TRES POZOS
EXPLORATORIOS, AREA PACAYA-MORONAMATERIAL DE LODO

<u>Nº</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Valor aprox. US \$</u>	<u>Peso-Kg.</u>
1	15,000 sx	Baritina, 100 lb/sx	105,000	681,800
2	3,000 sx	Bentonita, 100 lb/sx	15,000	136,350
3	6,000 sx	Magcogel, 100 lb/sx	52,980	272,700
4	3,000 sx	Spersene, 50 lb/sx	41,310	68,180
5	2,000 sx	Soda Cáustica, 50 lb/sx	26,800	45,450
6	1,500 sx	Soda Ash, 100 lb/sx	19,020	68,180
7	500 sx	CMC reg., 50 lb/sx	37,315	11,360
8	1,500 sx	Magcophos, 100 lb/sx	41,430	68,180
9	3,000 sx	Resinex, 50 lb/sx	92,880	68,180
10	3,000 sx	XP-20, 50 lb/sx	15,080	68,180
11	200 sx	Tannathin, 50 lb/sx	3,000	4,550
12	200 sx	Bicarbonato Sodio, 50 lb/sx	5,000	4,550
13	400 sx	Kwik Thik, 50 lb/sx	3,400	9,090
14	500 sx	Stabiliz. hueco, 50 lb/sx	12,500	11,360
15	100 sx	Estereato Alumin., 25 lb/sx	2,490	1,140
16	50 dm.	Detergent. perforac. 'D-D'	13,150	10,000
17	50 dm.	Lubricad. broca 'Bit-Lube'	8,500	10,000
18	30 dm.	Aflojador tubería 'Pipe-lax'	<u>13,860</u>	<u>8,000</u>
			\$ 508,715	1' 547,250

TUBERIA

1	3,000 pies	Forros 13 ³ / ₈ ", H-40, 48 lb/pie	75,000	65,450
2	30,000 pies	Forros 9 ⁵ / ₈ ", N-80, 40 lb/pie	600,000	545,450
3	20,000 pies	Forros 7", N-80, 29 lb/pie	300,000	263,620
4	35,000 pies	Tubería prod. 3 ¹ / ₂ ", N-80, 9.3 lb/pie	<u>350,000</u>	<u>147,950</u>
			\$ 1' 325,000	1' 022,470

BROCAS

<u>Nº</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Valor aprox.</u>	<u>Peso-Kg.</u>
1	3	17 ¹ / ₂ " OSC-3A Hughes	1,985	780
2	15	12 ¹ / ₄ " OSC-3A Hughes	11,340	1,505
3	10	12 ¹ / ₄ " SDS Smith	8,910	1,000
4	5	12 ¹ / ₄ " XIG Hughes	4,455	500
5	5	8 ¹ / ₂ " X3A Hughes	2,660	195
6	5	8 ¹ / ₂ " X3 Hughes	2,660	195
7	5	8 ¹ / ₂ " OSC-IG Hughes	2,230	200
8	10	8 ¹ / ₂ " XIG Hughes	5,320	390
9	5	8 ¹ / ₂ " XV Hughes	2,660	195
10	10	8 ¹ / ₂ " 3JS Smith	5,375	395
11	5	8 ¹ / ₂ " 2JS Smith	2,690	190
12	60	Juegos boquillas: 17 ¹ / ₂ ", 12 ¹ / ₄ ", 8 ¹ / ₂ "	<u>1,800</u>	<u>100</u>
			52,085	5,645

MATERIAL DE CEMENTACION Y COMPLETACION

1	4000 SX	Cemento Andino tipo II	100 lb/SX	30,400	170,930
2	3500 SX	Cemento clase H	100 lb/SX	26,600	150,440
3	300 SX	Cloruro de Calcio	80 lb/SX	8,610	11,000
4	100 SX	HR-4	50 lbs/SX	5,750	2,275
5	50 SX	HR-7	50 lb/SX	2,875	1,135
6	100 SX	HR-12	50 lb/SX	15,750	2,275
7	25 dm	Halad-9	50 lb/SX	9,875	570
8	50 dm	CFR-2	100 lb/SX	27,500	2,275
9	50 SX	NF-P	40 lb/SX	4,200	910
10	100 SX	Cloruro de Potasio	100 lb/SX	3,580	4,545
11	1000 SX	Sílica flour	100 lb/SX	30,000	45,450
12	50 SX	MF-1	50 lb/SX	3,250	1,135
13	50 lt	Morflo II	20 lb/lt	6,050	455

<u>Nº</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Valor aprox.</u>	<u>Peso-Kg.</u>
14	15 ea	Centralizadores 13 ³ / ₈ "	1,920	300
15	50 ea	Centralizadores 9 ⁵ / ₈ "	4,450	500
16	50 es	Centralizadores 7"	3,350	400
17	50 ea	Rascadores 7"	750	150
18	3 ea	Zapato guía 13 ³ / ₈ "	1,230	350
19	3 ea	Zapato diferenc. 9 ⁵ / ₈ "	845	450
20	3 ea	Válvula difer. 9 ⁵ / ₈ "	1,020	450
21	14 ea	Tapones de fondo-tope 13 ³ / ₈ ", 9 ⁵ / ₈ ", 7"	2,050	70
22	3 ea	Zapato Brown 'V' 7"	900	90
23	3 ea	Collar flotador Howco 7"	1,220	90
24	3 ea	Válvula retención Brown 7"	1,220	90
25	6 ea	Tapones lana 7"	600	50
26	1 ea	Colgador lana hidráulico 7" y acc.	10,000	150
27	22 ea	Colgador lana mecánico 7" y acc.	20,000	300
28	1 ea	Sentador de lana	3,000	500
29	10 jg.	Empaques hidráulicos 7", válvulas 3 ¹ / ₂ " y elementos pa- ra completación de pozos, Baker	50,000	3,000
30	3 jg.	Cabezal de producción y acceso- rios 13 ³ / ₈ ", 9 ⁵ / ₈ ", 3 ¹ / ₂ " x 3000 PSI	15,000	2,000
			<u>291,995</u>	<u>402,335</u>
			=====	=====