

# **Universidad Nacional de Ingeniería**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA  
DE PETROLEO Y PETROQUIMICA**



**TITULACION PROFESIONAL EXTRAORDINARIA**

**“Planeamiento de la Perforación de un  
Pozo Exploratorio Costa Afuera”**

—————:o:—————

*Trabajo Profesional para optar el Título de:*

**INGENIERO DE PETROLEO**

—————:o:—————

**VICTOR PERALTA GANDULIAS**

**LIMA • PERU • 1983**

*M i T e s i s . . . .*

*a mi abnegada esposa.*

"PLANEAMIENTO DE LA PERFORACION DE UN POZO EXPLORATORIO COSTAFUERA"

		I n d i c e	Pág. #
		-Resúmen.....	1
<u>Capítulo</u>	<u>I</u>	<u>Introducción.....</u>	<u>3</u>
		-Geología - Generalidades - Antecedentes..	4
		-Ubicación Exploratoria - Columna Estratigráfica - Recomendación Geológica.....	5
		-Recomendación Geológica para Estructura : "C" - Zócalo Z-1A.....	7
<u>Capítulo</u>	<u>II</u>	<u>Programa de Perforación.....</u>	<u>8</u>
		-Programa de las Etapas de Perforación :	
		-Tubería Conductora.....	9
		-Casing de Superficie.....	10
		-Casing Intermedios.....	10
		-Casing de Producción.....	12
		-Procedimiento General de la Perforación a Seguir.- Consideraciones antes de iniciar la perforación.....	12
		-Procedimientos de Control de Presión....	18
<u>Capítulo</u>	<u>III -</u>	<u>Completación del Pozo Exploratorio.....</u>	<u>22</u>
		-Información y elementos necesarios para llevar a cabo la completación del Pozo CM-IV.....	22
		-Alternativa - Completación con "Laina"..	24
<u>Capítulo</u>	<u>IV</u>	<u>Costos Involucrados-Plataformas-Perforación Completación Pozo Exploratorio CM - IV....</u>	<u>28</u>
<u>Capítulo</u>	<u>V</u>	<u>C o n c l u s i o n e s .....</u>	<u>30</u>
		-A p é n d i c e-	32

\* \* \* \* \*

## R E S U M E N

*El planeamiento de la Perforación de un pozo exploratorio Costa Afuera difiere mucho respecto a la perforación Tierra Dentro. Desde que la Perforación es realizada desde una Plataforma y que ella se encuentra fuera del Radio de Operación Normal de apoyo o de las facilidades que debe recibir, exige un cuidadoso planeamiento de programas inmediato al Programa Geológico sobre la ubicación recomendada.*

*La Construcción de una Plataforma es sumamente costosa, obviamente también lo es la perforación misma. Evitar mayores gastos innecesarios por alguna improvisación a los costos estimados se contrapone el planeamiento ordenado de programas a seguir y que la perforación del pozo exploratorio hasta su completación sea exitosa operativamente.*

*Elaborar los programas tales como Programas de Lodo para las diferentes etapas de Perforación, Hidráulica de la Broca, Casing y Cemento, Control de Presiones Anormales y toda la Completación del Pozo Exploratorio, de resul*

tar con formaciones petrolíferas, es un reto para el Ingeniero de Petróleo.

Estos programas serán aplicados pa  
ra un pozo exploratorio en la Operaciones de Exploración Costa  
Fuera del Zócalo 1-A del Noroeste del Perú.

## Capítulo I            Introducción

Construir y colocar una plataforma en un área de exploración costafuera es sumamente costosa y por tanto los costos de la perforación son también elevados. Se presenta un trabajo sobre el planeamiento de programas a seguir en el Zócalo 1-A, en el Pozo Exploratorio CM - IV, ubicado en un área relativamente poco conocida y cuya columna estratigráfica fué determinada mediante los estudios de sismología de reflexión más moderna.

Debido a la variedad de los aspectos involucrados para un pozo exploratorio. La realidad de este trabajo está orientado principalmente a conocer los métodos o programas que se planifican para la culminación exitosa de la perforación y tratar de establecer una tecnología apropiada para este tipo de trabajos en el cual están involucrados el Ingeniero de Perforación, Geólogos é Ingenieros de Petróleo.

En Zócalo 1-A área de Belco en contra to con Petroperú se aplica esta técnica. Ningún intento es hecho para explicar en detalle lo concerniente a la Geología, Lito

logía de las formaciones, Técnicas de Evaluación y pruebas de Completación del Pozo si ello resulta con formación petrolífera, ni tampoco lo concerniente a los problemas de la Logística.

#### -Geología - Generalidades - Antecedentes

La ubicación exploratoria del Pozo - CM - IV se localiza en el Zócalo de Tumbes, específicamente en la Cuenca Progreso (Ver Figura N° 1), la cual se extiende por el Norte desde el Golfo de Guayaquil - Ecuador y por el Sur - hasta frente a la Ciudad de Zorritos en Tumbes.

El esfuerzo exploratorio en esta Cuenca se da con la perforación tanto en el área continental desde el año 1863, perforándose un total de 471 pozos con una producción acumulada de más o menos 4 MM BBLS. de Petróleo y 22 pozos exploratorios con resultados negativos, como en el área del Zócalo, donde se han realizado hasta la fecha varios levantamientos gravimétricos, aeromagnetometría, sísmica marina sísmica de detalle de registros complementarios y sísmica de reflexión, dando como resultado ubicar 23 estructuras. Entre







**SUBSUELO ZOCALO CONTINENTAL TUMBES Y GOLFO DE GUAYAQUIL**  
**COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA**

SISTEMA	SERIE	FORMACION	MIEMBRO	GROSOR MAXIMO		Nº DE POZO	LITOLOGIA	PALEONTOLOGIA	PALINOLOGIA	AMBIENTE SEDIMENTARIO	ROCA MADRE	ROCA RESERVORIO	0'		
				PIES	MTS										
T E R C I A R I O	QUATER.	RECIENTE			265'	81	8-X-2 135'-400'	Gravas con rodados de chert y cuarcita.	Foraminíferos, restos de Crustáceos y Bryozoa.	No se examinó			265' (81m.)		
		PLISTOCENO A PLOCIENO	LA CRUZ		1,390'	424	8-X-2 400'-1,790'	Lutita gris verdosa, suave.	70 % Foram. Bentónicos 30 % Foram. Planctónicos	Monoporites, Verrucatosporites, Zonocostites, Dinoflagelados, etc.	Sublitoral	Sí	No	1655' (504m)	
			MAL PELO		4,125'	1,257	8-X-2 1,790'-5,915'	Arena de grano medio a muy grueso, hasta 20% de min. oscuro. Lutita gris verdosa, suave.	Fragmentos de Moluscos	Echitricolporites mcneillyi, Hystrichosphaeridium, etc.	Deltaica	No	Sí	5780' (1762m.)	
	M I O C E N O	MEDIO SUPER.	TUMBES		1,605'	489	8-X-2 5,915'-7,520'	Arena de grano medio a grueso; 10 % min. oscuros. Lutita gris verdosa.	Fragmentos de Moluscos	Echitricolporites spinosus	Sublitoral	Sí	Sí	7385' (2251m.)	
			CARDALITOS		1,515'	462	41-X-1 6,455'-7,970'	Lutita verde olivo Lutita marrón grisácea.	80 % Foram. Bentónicos 20 % Foram. Planctónicos	Spinozonocolpites Bornbacacidites	Sublitoral	Sí	No	8900' (2713 m.)	
		INFERIOR	ZORRITOS	SUPERIOR		1,760'	536	8-X-3 9,300'-11,060'	Arena de grano fino a medio, subredondeada. Lutita gris, suave. Limolita gris verdosa.	Fragmentos de Moluscos	Multimarginites vanderhammeni	Deltaico	Sí	Sí	10660' (3250 m.)
				MEDIO		4,305'	1,312	8-X-2 9,950'-14,255'	Lutita marrón grisácea Arena de grano medio a grueso, conglomerática; hasta 80 % min. oscuros, subang. Lutita gris, gris verdosa, verde y roja.	Escasos fragmentos de Moluscos en el tercio superior	Multimarginites vanderhammeni	Deltaico	Sí	Sí	14965' (4561m)
	O L I G O C E N O	HEATH		INFE.		2,450'+	747	AMISTAD Nº 1 14,600'-17,050'	Lutita marrón grisácea, verde olivo, ocasionalmente roja.	Pelecípodos	Ab. fragmentos de carbón Zonocostites ramonae.	Nerítico	Sí		17415' (5308r)
						3,113 +	949	40-10-X 9,450'-12,563'	Lutita marrón			Nerítico o Batial	Sí	Sí	
		MANCORA			?										
?		BASAMENTO IGNEO													

los años 1971 y 1982 se perforaron 19 pozos exploratorios, probando un sólo pozo de gas que podría explorarse en un futuro cercano si se confirma la potencialidad de su reservorio.

La característica estructural de la parte meridional de la Cuenca Progreso es similar a la de todo el Nor-Oeste del Perú. Es decir el intenso fallamiento en bloques, con sistema de fallas de carácter tensional con ángulos y desplazamientos variables.

En el Zócalo, sólo tenemos 3 formaciones que tienen buena posibilidad de contener hidrocarburos y son : MANCORA, HEATH y ZORRITOS. Ver Figura N° 2.

#### -Ubicación Exploratoria - Columna Estratigráfica - Recomendación Geológica

Con base en los últimos estudios exploratorios efectuados, así como la ayuda de la sísmica de reflexión, el Departamento de Geología propuso la perforación exploratoria CM - IV.

La ubicación CM - IV propuesta está precisado en el plano mostrado en la Figura N° 1. El obje-

tivo de esta perforación es conocer las posibilidades petrolíferas en la formación Zorritos con la finalidad de incrementar nuevas reservas de petróleo o gas en otras áreas de las normalmente explotadas del Zócalo Continental.

La recomendación geológica se da a conocer más adelante, en ella está incluida las columnas -estratigráficas esperadas y la información necesaria que deberá ser tomada durante la perforación y que es la siguiente

Recomendación Geológica para Estructura "C" - Zócalo Z-1A -

Plataforma : CM-IV  
Tipo de pozo : Exploratorio

Objetivo

- Formación Zorritos
- Profundidad de agua-estimado : 75 ft.
- Elevación Kelly bushing (KB) : 50 ft.
- Profundidad total : 11,500 ft.

<u>Formación Esperada</u>	<u>Profundidad Perforación</u>
Pliocene	Fondo Marino
Mal Pelo	2320'
Tumbes	4960'
Cardalitos	7000'
Zorritos	7800' (*) Formación objetivo,
Profundidad final	11,500' posibilidad petrolífera.

- Muestras del pozo : Cada 20' desde base conductora hasta 5000' y cada 10' desde 5000' hasta 11,500'.
- Paleo - Palinología : A través de todo el pozo
- Registros hueco abierto : Desde base conductora hasta profundidad final. ISF-integrado. Sónico/GR, HDT. Unidad registro - gas.

(\*) Para formación Cardalitos y Zorritos tomar los siguientes registros, en el siguiente orden :

- 1 set : ISF/Sonic
- 2 set : FDC/CNL/GR
- 3 set : DLL/proximity
- 4 set : HDT

- Muestra de Pared : En todas las arenas con muestras de Petróleo y gas y donde sea necesario para evaluar contenido de fluido.
- Registros pozo entubado : GR/N/CCL, CBL
- Prueba de formación : DST sólo si es necesario para decidir bajar ca sing producción.

## Capítulo II - Programa de Perforación

El programa de perforación comprende una serie de pasos que debemos tener presente, desde que se prepara la recomendación geológica de la ubicación exploratoria, a sí como el comienzo de la perforación, la perforación misma y finalmente todos los parámetros que debemos tener para la completación y pruebas del pozo.

Estos programas son preparados con la debida anticipación y se sustentan en los procedimientos normales de cálculo de ingeniería como, hidráulica de la broca, diseño de casing, diseño de la cementación, pruebas de laboratorio y la experiencia obtenida en los pozos exploratorios y/o exploratorios confirmatorios dentro del área, que muestren formaciones similares o también preveyéndolas de la columna estratigráfica esperada. Considerando que el equipo a perforar reúne las características necesarias para llevar la perforación del pozo recomendado, la siguiente información general del pozo debe conocerse :

Datos Principales del Pozo

Exploratorio CM - IV

-Profundidad Total	11,500 Ft.
-Tipo Pozo	Vertical
-Desviación Recomendada (Max. Angulo)	Vertical
-Profundidad Agua	72 Ft.
-Diámetro Conductora - Angulo	28" - 0°
-K.O.P Recomendado (Profundidad Desviación)	Vertical
-Tiempo Total Perforación	60 Días
-Elevación Kelly Bushing	50 Ft.
-Tipo Lodo	Lignosulfonato-Agua de Mar
-Problemas Potenciales	Pérdida Circulación - De rumbes - Presiones Anorma les.

-Programa de las Etapas de Perforación

-Tubería Conductora

Es la etapa inicial de la perforación.

La operación importante es la bajada e hincado mediante un martillo hidráulico de la tubería conductora de 28". Ella penetra en el fondo marino de 15' a 50' dependiendo de la dureza del terreno.

Si la formación superficial resulta inestable, entonces se debe cementar para evitar el desmoronamiento en la base de la conductora.

### -Casing de Superficie

El hueco de superficie es perforado con brocas de 12 1/4" , 17" y 26". La perforación es iniciada con broca 12 1/4", luego es ensanchada rimando con 17" y 26". El fluido de perforar es tipo nativo viscoso, con densidad alrededor de 8.5 LB/GAL. El problema principal en este tramo es evitar posibles derrumbes. El casing es de 20" y será sentado a la profundidad de 700'. Ver Tablas N°s 1, 2 y 3.

### -Casing Intermedios

Los casing intermedios previstos para bajar son de 13 3/8" y 9 5/8", ellos serán sentados a 2600' y 7800'. Los factores considerados son : hinchamiento de lutitas en la formación Mal Pelo y el tiempo de perforación, zona que será cubierta por el casing de 13 3/8". El casing in



termedio de 9 5/8" cubrirá zonas con posibilidad de presiones anormales de la formación Cardalitos.

Es normal en la perforación de pozos profundos y con presencia de presiones anormales correr este casing de 9 5/8" en las operaciones costafuera del Perú. Ver Figura N° 3.

El fluido de perforar utilizado es lignosulfonato base agua de mar, porque no presentan grandes problemas con las lutitas. El objetivo que se persigue con este tipo de lodo, es obtener condiciones óptimas para mejorar la velocidad de penetración y lograr un menor costo por pie - perforado. Ver Tablas N°s 1, 2 y 3.

Dado el carácter exploratorio de la mayoría de pozos exploratorios en esta parte del Zócalo, los programas de lodo son establecidos en base a la columna estratigráfica, característica litológica y comportamiento experimentado en formaciones similares de los pozos ya perforados. Durante la perforación y como se van presentando los problemas

se hacen las correcciones necesarias al programa original.

### -Casing de Producción

El hueco de producción está programado y diseñado para ser perforado con broca 7 7/8" y luego bajar casing de 5 1/2" a 11,500'. El fluido utilizado, ligno sulfonato base agua de mar es recomendado, el objetivo es la formación Zorritos. Por experiencia en otros pozos exploratorios no se tuvo problemas serios, por lo que se provee una perforación normal en este tramo. Ver Tablas Nos. 1, 2 y 3.

### -Procedimiento General de la Perforación a Seguir

#### -Consideraciones antes de iniciar la perforación

Estas son pautas generales que debemos tener para lograr nuestro objetivo de iniciar la perforación sin contratiempos :

- Tener una reunión con los Departamentos involucrados - Perforación, Geología é Ingeniería, antes de mover el equipo de perforar.
- Mover el equipo de perforar a la locación y levantarlo en la plataforma.

# PROGRAMA LODO DE PERFORAR

POZO EXPLORATORIO CM-4 • COSTA FUERA ZOCALO - I

PROFUNDIDAD (Ft)	LODO LIGNOSULFONATO		BASE AGUA DE MAR				
	PESO LODO (Lb/GAL)	VISCOSIDAD EMBUDO (SEG)	VISCOSIDAD PLASTICA (CP)	YIELD POINT (Lb/100 Ft <sup>2</sup> )	FILTRADO (CC)	SOLIDOS (%)	DIESEL (%)
0 - 700	NATIVO	55 - 60	-	-	SIN CONTROL	SIN CONTROL	SIN CONTROL
700 - 2600	9.0 9.3	50 - 55	-	-	SIN CONTROL	SIN CONTROL	SIN CONTROL
2600 - 6800	9.5 10.3	35 - 40	12 - 14	6 - 8	6 - 7	8 - 9	5
6800 - 7800	11.0 12.0 +	40 - 42	15 - 18	8 - 9	DEBAJO 6	14 - 16	5 - 6
7800 - 11500	10.0 10.5	40 - 42	12 - 14	6 - 7	DEBAJO 6	12 - 13	5 - 6

**OBSERVACIONES**

- 1 : MANTENER EL PH = 10.5 PARA MAXIMIZAR LA CAPACIDAD INHIBIDORA DEL LIGNOSULFONATO
- 2 : A PARTIR DE 6800' INCREMENTAR EL POZO LODO HASTA 12.0 Lb/ GAL DEBIDO A LAS PRESIONES ANORMALES EN LA FORMACION CARDALITOS
- 3 : SE ESPERA UNA PRESION PORAL EN FORMACION ZORRITOS DE ± 4800 PSI

# HIDRAULICA DEL LODO y PROGRAMA DE BROCAS

POZO EXPLORATORIO CM-IV • COSTA FUERA (ZOCALO-1)

## A. PROGRAMA HIDRAULICA DEL LODO

PROFUNDIDAD ( Ft )	DIAMETRO BROCA ( PULG )	COMBINACION CHORROS (32mos)	PRESION BOMBA ( PSI )	LANA BOMBA ( PULG )	CAUDAL DE BOMBEO ( GPM )	PERDIDA DE PRESION EN ESPACIO ANULAR	
						VELOCIDAD ( F.P.M )	BROCA ( PSI )
0' - 700'	12 1/4", 17", 26"	19 19 18	600 - 800	6	650	30	540
700' - 2600'	12 1/4", 17"	18 18 18	800 - 1000	6	600	55	560
2600' - 3600'	12 1/4"	14 13 13	1000 - 1200	6	400	80	825
3600' - 5500'	12 1/4"	13 13 13	1300 - 1500	6	400	80	955
5500' - 7800'	12 1/4"	15 14 14	1300 - 1500	6	400	80	780
7800' - 9500'	7 7/8"	13 13 12	1600	5 1/2	330	180	815
9500' - 11500'	7 7/8"	13 13 13	1600	5 1/2	330	180	915

**OBSERVACION :** BOMBA Nº 1 : G. DENVER PZ-7

BOMBA Nº 2 : G. DENVER PZ-8

## B. PROGRAMA DE BROCAS

Nº BROCAS	DIAMETRO BROCA ( PULG. )	TIPO BROCA ( COD : IADC )	PROFUNDIDAD SALIDA ( Ft )	PIES PERFORADOS ( Ft )	TIEMPO ROTACION ( HRS )	PESO SOBRE BROCA ( 1000 Lbs )	VELOCIDAD MESA ( RPM )
1 - 2	17 - 26	1 - 1 - 1	700	578	20	15 - 20	90 - 100
3 - 5	12 1/4 - 17	1 - 1 - 1	2600	1900	55	20 - 25	100
6 - 9	12 1/4	1 - 1 - 4	5500	2900	60	30 - 35	100 - 110
10 - 14	12 1/4	1 - 3 - 4	7800	2300	75	30 - 35	100 - 110
15 - 23	7 7/8	1 - 3 - 4	11500	3700	160	35 - 40	90 - 100

# PROGRAMA DE PERFORACION

POZO EXPLORATORIO CM-IV • COSTA AFUERA ( ZOCALO-1 )

	BROCA	PROFUNDIDAD HUECO ( Ft )	CASING		CENTRALIZADORES	ZAPATO GUIA	COLLAR FLOTADOR	PRIMERA MEZCLA	SEGUNDA MEZCLA	OBSERVACIONES
			DIAMETRO	TIPO						
PROGRAMA HUECO SUPERFICIE	12 1/4" 17" 26"	700'	20"	J-55, 94 lb/Ft LT & C	UNO CADA 3 TUBOS	SI	NO	1500 Sx CEMENTO NETO ( 0% GEL ) 15 lb/GAL	NO	—
PROGRAMA HUECO INTERMEDIO ( S )	12 1/4" 17"	2600'	13 3/8"	J-55, 61 lb/Ft ST & C	UNO CADA 6 TUBOS	SI	" INSERT FLOAT VALVE "	1200 Sx CEMENTO CON 4% GEL 14 lb/GAL	1100 Sx CEMENTO NETO ( 0% GEL ) 15.6 lb/GAL	CEMENTO A SUPERFICIE
	12 1/4"	7800'	9 5/8"	N-80, 47 lb/Ft LT & C	UNO CADA 3 TUBOS	SI	" DIFF. FILL FLOAT COLLAR "	1200 Sx CEMENTO CON 4% GEL + 0.8% HALAD-9 + 0.7% CFR-2 + 14.1 lb/GAL	1000 Sx CEMENTO CON 4% GEL + 0.2% HR-7 14.1 lb/GAL	- EL ZAPATO DE 95/8" DEBERA SENTARSE 200' DENTRO FORM. ZORRITOS - TOPE CEMENTO A 2500'
PROGRAMA HUECO PRODUCCION	7 7/8"	11500'	5 1/2" 5 1/2"	N-80, 20 lb/Ft BUTTERS N-80, 20 lb/Ft LT & C	UNO Ó DOS CADA TRES TUBOS FRENTE FORM. PRODUCTIVA	" DIFF. FILL FLOAT SHOE	" DIFF. FILL FLOAT COLLAR	SERA RECOMENDADO DE ACUERDO A LA FORMACION DE INTERES Y REGISTROS ELECTRICOS		

NOTA : EL PROGRAMA DE CASING ESTA DISEÑADO CONSIDERANDO LOS PARAMETROS BASICOS COMO SON FACTORES SEGURIDAD POR :  
COLAPSO, PRESION INTERNA Y TENSION ( 1.15, 1.25, 1.8 )

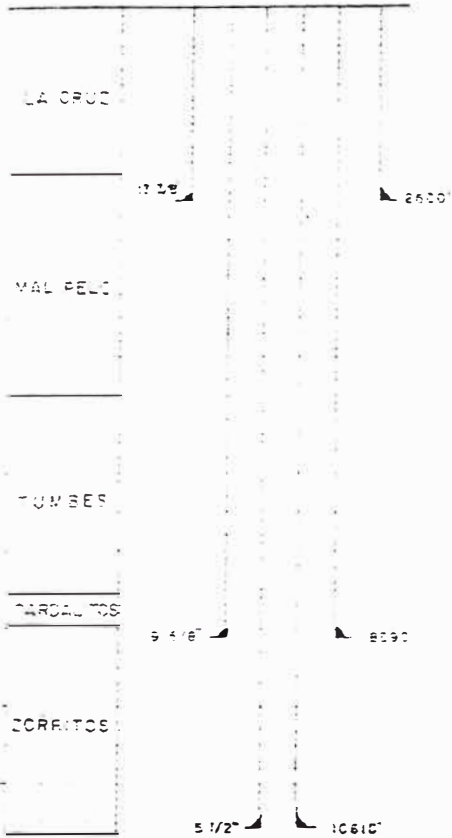
TABLA N°3



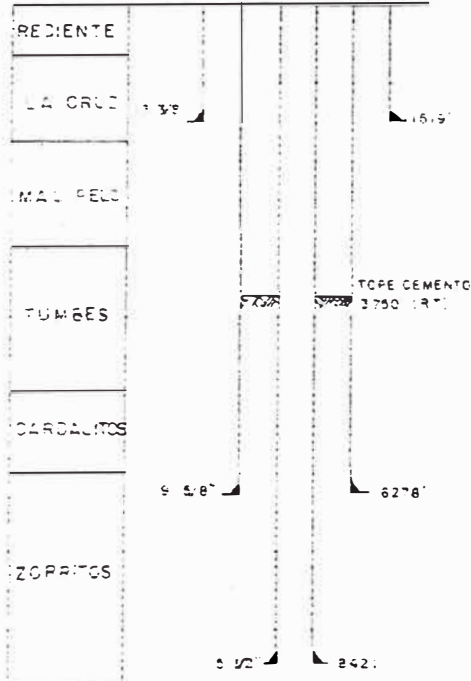
COMPLETACION DE POZOS EXPLORATORIOS - COSTAFUERA

ZOCALO - I

POZO: CX 12 - 23 X



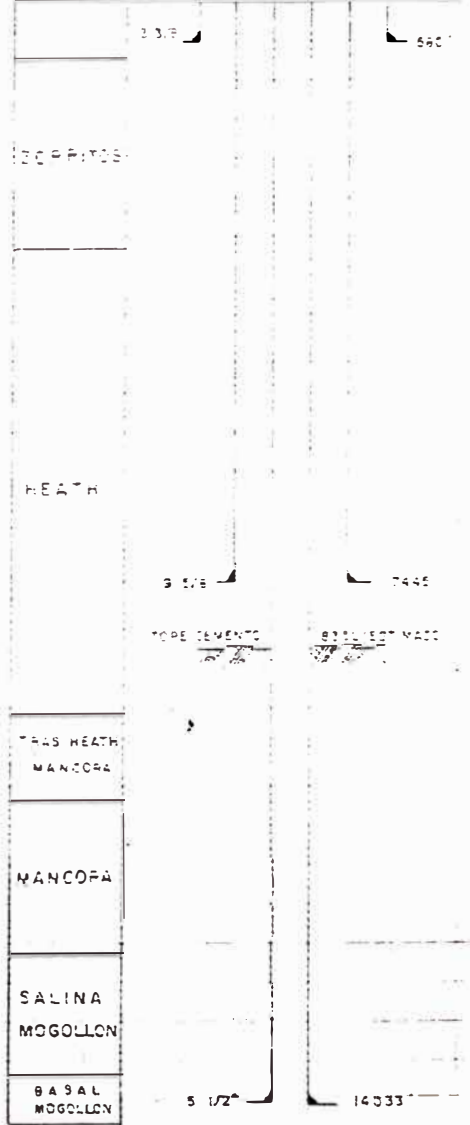
POZO: CX 11 - 16 X



POZO: CX-18



POZO: CD-X-1



- Clavar la conductora de 28"
- Preparar el lodo natural
- Tiempo estimado de la perforación. Ver Figura N° 3-A.
- Perforar hueco de 26" y correr "Casing" 20"
- Bajar por la línea de lodo Broca 12 1/4" y el conjunto de fondo. Iniciar el hueco y perforar hasta 750 Ft.
- Tomar registro desviación, dejando caer el registrador hasta el fondo. Acondicionar el hueco y tomar registros de acuerdo al programa de Geología.
- Bajar sarta perforar con broca 17" y rimar hasta 750 Ft.
- Bajar sarta perforar con broca 26" y rimar hasta 750 Ft.
- Circular el pozo hasta que esté libre de cortes.
- Bajar casing 20" de acuerdo al programa. Tabla N° 3.
- Romper circulación. Bombear 20 BBL. de agua, más 10 LB/Bbl. de soda cáustica. Cementar de acuerdo al programa. Tabla N° 3.
- Cortar forros 20" y soldar cabeza forros (Casing head) de 20" x 2000 Psi.
- Colocar controles (BOP) de 20" y probar hasta 1000 PSI.



-Perforar hueco de 17" y correr "Casing" 13 3/8"

- Bajar sarta perforar cob Broca 12 1/4". Perforar cemento y zapato con lodo nativo, agua de mar.
- Desplazar lodo nativo con lodo tipo lignosulfonato y perforar hasta 2640 FT. Usar una sarta adecuada para mantener el pozo vertical.
- Tomar registro desviación cuando se vá a sacar la Broca.
- Acondicionar el hueco y tomar registros de acuerdo al Programa Geología.
- Bajar sarta perforar con Broca 17" y rimar hasta 2640 FT.
- Hacer un viaje corto y acondicionar el lodo antes de Bajar - Casing.
- Bajar Casing 13 3/8" de acuerdo al programa. Tabla N° 3.
- Circular todo el volúmen Casing antes cementar. Bombear 10 Bbl de agua más 10 LB/Bbl. de soda caústica. Cementar Casing de acuerdo al programa. Tabla N° 3. Desplazar el tapón tope hasta la válvula flotadora (IFV) y bombear el tapón con 800 Psi. Esperar frague cemento.
- Remover controles (BOP). Instalar Casing Spool (Carretel) de 20" x 2000 PSI 13 3/8" x 3000 PSI.

-Colocar controles. Probar controles, manifold y líneas de lodo hasta 2000 PSI.

-Perforar hueco 12 1/4" y Bajar Casing 9 5/8"

-Bajar sarta perforar con broca 12 1/4". Perforar cemento y zapato con lodo. Dejar limpio el hueco y perforar 10 FT. de bajo del zapato de 13 3/8". Probar el zapato y formación has ta una presión equivalente a una columna de lodo de 13.5 LB/GAL. para conocer presión de fractura de la formación.

-Perforar con Broca de 12 1/4" con peso de lodo de acuerdo al programa. Tablas N°s 1 y 2. En la formación Cardalitos si es necesario incrementar el peso lodo hasta 12 LB/GAL., de a cuerdo a los análisis del registro de lodo.

-Tomar registro desviación en cada viaje de la Broca.

-Revisar las conexiones en línea flujo durante las paradas de la perforación.

-A la profundidad final, hacer un viaje corto y acondicionar el lodo antes de tomar registros del hueco.

-Bajar casing 9 5/8" de acuerdo al programa. Tabla N° 3.







- Circular para limpiar el hueco antes de cementar. Bombear 10 BBL. de agua más 10 LB/Bbl. de soda caústica y cementar de acuerdo al programa. Tabla N° 3. Desplazar el tapón hasta el collar, bombeando con 1000 PSI. Esperar que frague cemento.
- Remover controles. Instalar Casing Spool (Carretel) de 13 3/8" x 3000 PSI - 9 5/8" x 5000 Psi.
- Colocar controles. Probar controles, manifold y líneas de lodo hasta 3000 PSI.
- Perforar Hueco de 7 7/8" y Bajar Casing 5 1/2"
- Bajar sarta perforar con Broca 7 7/8". Perforar cemento y zapato con lodo.
- Limpiar el hueco, perforar 10 FT, debajo zapato 9 5/8". Probar el zapato y formación hasta una presión equivalente a una columna de lodo de 13.5 LB/GAL. para conocer presión de fractura de formación.
- Perforar con Broca 7 7/8", con pesos de lodo de acuerdo al programa. Tablas N°s 1 y 2. Optimizar hidráulica

ca de la broca durante la perforación.

- Tomar registro desviación en cada viaje de la Broca. Revisar las líneas de flujo. Utilizar todo lo que esté disponible para predecir cualquier presión anormal.
- Perforar hasta la profundidad recomendada. 11,500 Ft.
- Circular y acondicionar el hueco. Tomar registros de acuerdo al programa. Si es necesario acondicionar el hueco durante las operaciones de toma registros.
- Si el pozo se vá a completar hacer un viaje para acondicionar el hueco antes de bajar Casing Producción.

Nota :

El programa de Casing Producción será recomendado de acuerdo a los resultados de la Perforación y Registros.

### -Procedimientos de Control de Presión

Las presiones anormales están consideradas dentro de la estructura de Medio-Ambientes Hidrostáticos y Dinámico, en relación a energías potenciales dentro de fluidos de subsuelo.

De todas las técnicas de detección aplicadas mientras se está perforando un pozo en una área de exploración, principalmente el exponente " $D_c$ " es el más práctico, rápido y fácil de ser llevado en toda operación de campo y es más eficaz aún si es registrado conjuntamente con las mediciones de densidades de Lutita y con las mediciones de temperatura del lodo de la línea de flujo.

En el Zócalo, la severidad de la sobrepresión no es totalmente conocida hasta ahora, entonces el peligro real de las formaciones sobrepresurizadas existe por lo que durante la etapa de Perforación explorativa. Estos riesgos deben ser estudiados con anterioridad.

En los pozos exploratorios Costafue-  
ra en el Noroeste del Perú, estos han exigido pesos de lodo ma-  
yores a 13 LB/GAL., por consiguiente se debe tener presente un  
buen programa de la profundidad donde vá sentar el Casing de 9  
5/8".

En la etapa de perforación se usa u  
na Monitorización continua de todos los parámetros que indica -  
la detección de formaciones sobrepresurizadas, el cual está a  
cargo de personal capacitado y entrenado para coordinar estas-  
actividades, ya que esta actividad no puede llevarse a cabo me-  
diante la recepción de reportes diarios.

#### -Procedimientos de Control para las Presiones Anormales

Los siguientes procedimientos son re  
comendados para ayudar a predecir, detectar y controlar la pre-  
sión anormal el cual quizá puede encontrarse mientras se perfo-  
ra :



- Continúa monitorización y ploteo de todos los parámetros de la perforación obtenida de la unidad de control de lodo, y ellos- deben tomarse desde la etapa de la perforación del hueco de su superficie.
- Registrar diámetro y tipo de las lutitas cortadas a través de toda la perforación del pozo.
- Si la velocidad de penetración incrementa constantemente sobre los 30 FT. en el intervalo de Lutita, siguiendo una marca o re pentinamente disminuye la velocidad de penetración; el hueco - deberá ser circulado en el fondo para permitir el análisis de otros parámetros, incrementar por tanto el peso del lodó.
- Un registro escrito del llenado del hueco deberá ser mantenido durante cada viaje fuera del hueco.
- Semanalmente, los controles (BOP), válvulas del manifold y líneas de lodo deberán ser probadas y al finalizar la perforación del hueco de superficie e intermedios.
- El perforador debe observar el pozo en cada conexión de tubería y parada de perforación y tener la seguridad de que el pozo no está fluyendo.

*-El Departamento de Perforación debe desarrollar un plan de operaciones críticas durante una operación de "Matar" el pozo, utilizando a todo el personal de la plataforma.*

### Capítulo III - Completación del Pozo Exploratorio -

La completación de un pozo viene a ser la fase final y más importante de la perforación exploratoria. La nueva situación mecánica en el subsuelo va a facilitar a los fluidos de la arena productiva llegar al pozo y superficie. Esta instalación permitirá, la evaluación y control del comportamiento del posible reservorio de resultar exitosas las pruebas de producción - en la formación petrolífera esperada.

#### -Información y elementos necesarios para llevar a cabo la completación del Pozo CM - IV

Para elaborar el programa de completación del pozo CM - IV, fué necesario reunir y disponer de una información completa, los cuales nos ayudaron a normar nuestras decisiones sobre bases firmes. Esta información está relacionada con :

- Tipo de completación desarrollada en los pozos exploratorios cercanos (Ver Figura N° 3).
- Información estratigráfica de los pozos exploratorios cercanos.
- La información del propio pozo durante su perforación como: manifestaciones de gas, aceite, agua salada, pérdidas de lodo.
- Registros del pozo y su interpretación, comparándola con los registros de los pozos cercanos.
- Pruebas de formación (D.S.T.)

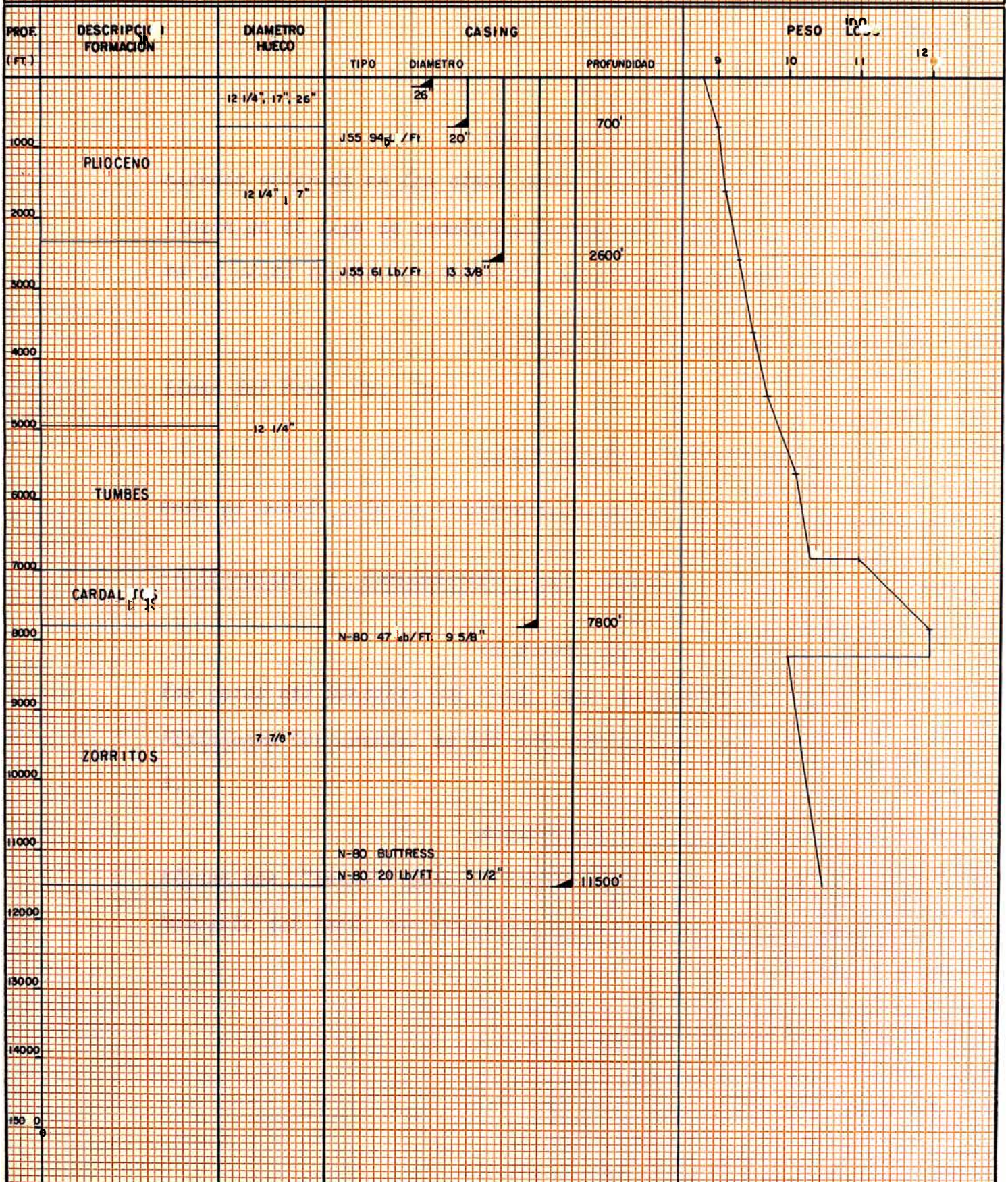
-Completación del Pozo CM - IV

La aplicación de las técnicas de operación al diseño de los "casing" de producción y la cementación son definitivamente tomadas en cuenta para evitar fallas en el "casing" de producción, cementación primaria y limitación en la aplicación de presiones elevadas de inyección durante los tratamientos de estimulación.



# COMPLETACION TIPICA

POZO EXPLORATORIO CM I V





Con base en lo anterior y a la experiencia obtenida en los otros pozos exploratorios, podemos definir el tipo de completación más conveniente desde el punto de vista técnico y económico, actualmente programado.

La Figura N° 4, muestra el estado final del Pozo CM - IV.

En el apéndice se da el diseño tomado en cuenta para la recomendación del casing de producción.

#### -Alternativa - Completación con "Laina"

El diseño típico de "casing" en los pozos del Noroeste del Perú, tanto en el Zócalo como en la Plataforma Continental es tal como se muestra en la Figura N° 3.

Actualmente no se tiene experiencia alguna con "Laina" para la completación final del pozo en el Noroeste del Perú; con excepción en las operaciones de perfora

ción de la Selva, tanto en los pozos de PetroPerú y Occidental, ella resulta una práctica normal e típica de completación.

Desde que la perforación en el Zóca lo es realizada desde una plataforma marina, y que los pozos exploratorios generalmente pasan los 10,000 Ft. de profundidad, se prevee en un futuro cercano la completación de ellos con lainas de 7", tal como se ilustra en la Figura N° 5.

El objetivo de este nuevo tipo de completación son varios como : reducir costos totales (en casing), tener menores problemas operativos en la plataforma, - conseguir una mejor disposición para la tubería de producción - si la arena prospectiva resulta con una buena producción de petróleo o gas, entre otros.

Una definición general de una laina de producción es : una sarta de "casing" usada para cubrir el hueco de producción desde el fondo del pozo hasta unos



200 a 300 Ft por encima del zapato del último "casing" in  
termedio. (Ver Figura N° 5).

En la Tabla N° 4 se muestra la diferencia de costos totales referentes sólo a la completación entre el "casing" de 5 1/2" y laina de 7", sin dar detalle de otras ventajas dentro de toda la completación del pozo.

-Consideraciones para la Completación con Laina de Producción y la cementación

Como una información técnica sobre las consideraciones que debemos tener presente en la programación de la completación con laina, los siguientes items son los más importantes :

- Tipo de laina
- Tipo de zapato guía y collar flotador
- Aditivos para la cementación primaria.
- Selección de laina : diámetro, peso y grado, longitud y tipo -  
conexión.

- "Casing" donde sentará la lana : diámetro, peso y grado.
- Tipo de colgador de lana : mecánico ó hidráulico.
- Cabezal de cementación.
- Tapones diámetro y peso de la sarta de perforar.
- Recomendaciones del cemento : peso, viscosidad, tiempo de frague, esfuerzo a la compresión, pérdida de fluido y material para pérdida de circulación. Información de la temperatura de fondo del pozo.
- Procedimiento : condiciones de precementación, rate de bombeo, presión de ruptura de la formación, espaciadores y eficiencia de desplazamiento.
- Procedimiento después de la cementación : limpiar con rima ó broca el "casing", preparar todo lo relacionado a las pruebas del pozo.



# ALTERNATIVA PARA COMPLETAR CON LAINA

POZO EXPLORATORIO CM - IV

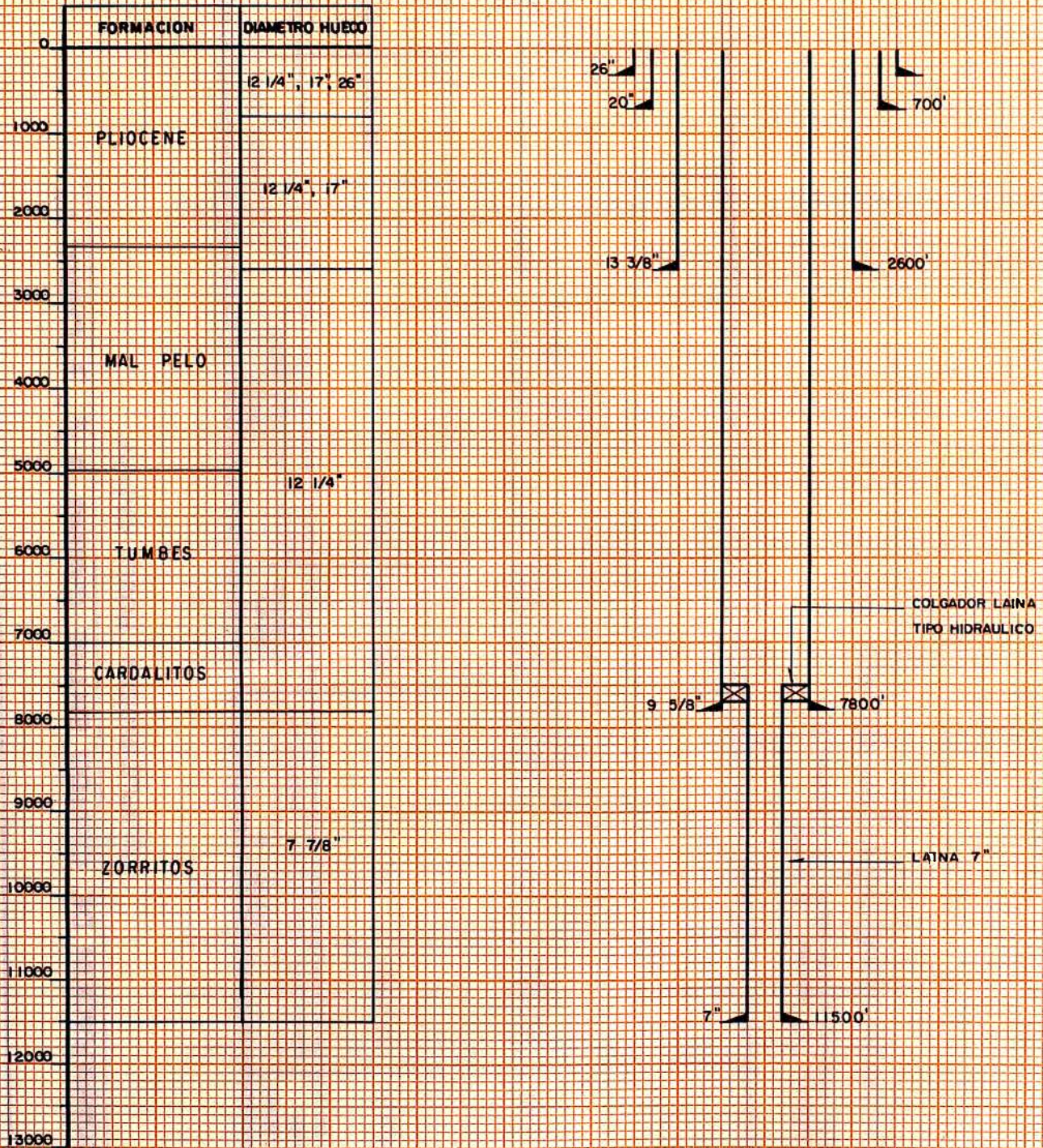


FIGURA N° 5



## COMPARACION DE COSTOS ENTRE CASING 5 1/2" y LAINA 7"

COMPLETACION POZO CM-IV

	PROFUN. POZO	LONG. CASING O LAINA	COSTO \$			CEMENTO ESTIMADO ( S x )	COSTO \$			COSTO TOTAL \$	OBSERVACIONES
			CASING / LAINA	UÑAS / LAINA	OPERATOR LAINA		CEMENTO/EQUIPO	MAJOR TIEMPO EQUIPO	OTROS		
CASING 5 1/2"	11500'	11500'	115,000	—	—	800 - 1000	10,000	—	—	125,000	TOPE CEMENTO ± 6000 Ft.
LAINA 7"	11500'	4000'	48,000	8,000	2,000 ( 1 DIA )	600 - 800	12,000	8,000 (18 HORAS)	3,000	81,000	TOPE CEMENTO UÑAS LAINAS

**OBSERVACIONES** 1) TIEMPO ADICIONAL EN EQUIPO : 18 HORAS  
CIRCULACION, REVERSA, SACAR SARTA DE TUBERIA, ETC

2) PARA BAJAR LAINA 7" TENDRIA QUE PERFORAR CON BROCA 8 1/2"

TABLA N° 4

Capítulo IV - Costos Involucrados - Plataformas - Perforación - Completación Pozo Exploratorio -  
CM - IV

-Ubicación de la plataforma - Costos

Los costos involucrados en este ítem están relacionados a los gastos de construcción y colocación en el área exploratoria de la Plataforma CM - IV el cual asciende a \$ 120,000 (Plataforma fué recuperada de otra locación).

-Perforación y Completación - Costos

Los costos estimados para la completación del pozo CM - IV comprende desde el momento que se moviliza el equipo de perforar a la locación, tiempo de perforación (Figura N° 6) y toda la operación de la completación del pozo y que los gastos están repartidos como sigue :



<u>Descripción de la operación :</u>	<u>Detalle del Gasto</u>	<u>Sub - Total (detalle \$)</u>	<u>Gran Total dólares (\$)</u>
1) Botes de trabajo y personal	Bote personal : 800\$/día x 80días Bote trabajo :1400/día x 30días Bote personal :1500/día x 15días	70,400 42,000 22,500	134,900
2) B a r c a z a s	4,100 \$/día x 10días	41,000	41,000
3) Gastos Distritales	2,500 \$/día x 80días	200,000	200,000
4) Conductora	8,000 \$ x pozo	8,000	8,000
5) Equipo perforar	7,600 \$/día x 80días	608,000	608,000
6) B r o c a s	5,400 \$/broca, 26" (1) 4,600 \$/broca, 17" (2) 1,625 \$/broca, 12 1/4" (12) 1,310 \$/broca, 7 7/8" (9)	5,400 9,200 19,500 11,790	45,890
7) Materiales de lodo	4 \$/Ft, 11,500 Ft.	46,000	46,000
8) Servicio Ing. de Lodos	150\$/día x 65 días	9,750	9,750
9) Materiales para fracturamiento o acidificación	80,000 \$	80,000	80,000
10) Materiales cementación	6,000 \$, casing 20" 7,000 \$, casing 13 3/8" 8,000 \$, casing 9 5/8" 10,000 \$, casing 5 1/2"	6,000 7,000 8,000 10,000	31,000
11) Set de registros	250,000\$ x pozo	250,000	250,000
12) Servicio cementación	11,000 \$, casing 20" 12,500 \$, casing 13 3/8" 11,000 \$, casing 9 5/8" 15,000 \$, casing 5 1/2"	11,000 12,500 11,000 15,000	49,500
13) Perforación(Baleos)	80,000 x pozo	80,000	80,000
14) Servicio fratura - miento o acidific.	70,000 x pozo	70,000	70,000
15) Serv.de Geología	180,000 \$/día x 80 días	14,400	14,400
16) Serv.herramientas	980 \$ x casing 13 3/8" 2,000 \$ x casing 9 5/8" 1,900 \$ x casing 5 1/2"	980 2,000 1,900	4,880
17) Intangible varios	60,000 \$ x pozo	60,000	60,000
18) Casing superficie	41.9\$/Ft.x 700 Ft, 20"	29,330	29,330
19) Casing intermedios	21 \$/Ft.x2600 Ft, 13 3/8" 13 \$/Ft.x7800 Ft, 9 5/8"	54,600 101,400	156,000
20) Casing producción	10 \$/Ft.11,500Ft, 5 1/2"	115,000	115,000
21) Cabezal del pozo	46,000 \$ x pozo	46,000	46,000
22) Tubería de produc.	3.21 \$/Ft,x11,500 Ft, 2 7/8", N-80.	36,920	36,920
23) Servicios al pozo	40,000 \$ x pozo	40,000	40,000
		Total :\$	2'156,570

## Capítulo V - Conclusiones

-Realizar un programa de perforación exploratoria Costafuera en el Perú requiere un gran esfuerzo técnico y material por las mismas características de la operación que se desarrolla y la inversión (en dólares) tan elevada que demanda.

-El planeamiento de la perforación exploratoria Costafuera tiene por finalidad prever y anticiparse a los posibles problemas potenciales que se van a desarrollar, durante las diferentes fases de la perforación, así como el llevar con éxito la completación del pozo.

-Muchos problemas encontrados en relación al inicio de la perforación exploratoria fueran superados en base a una programación anticipada.

-La información preliminar que debemos obtener y tabular respecto al nuevo pozo exploratorio es de

importancia vital porque vá permitir conocer, evaluar y cuantificar la experiencia obtenida en pozos cercanos en relación a la estratigrafía formacional del área, comportamiento durante la fase de perforación, tipos de completación, facilidades requeridas, etc.

## A p é n d i c e

### -Diseños

#### --Hidráulica Broca

El Programa del Lodo de Perforar mostrado en la Tabla N° 1, fué deducido y recomendado del comportamiento de pozos exploratorios cercanos y para formaciones similares al Pozo CM - IV, lo mismo que el tipo de lodo utilizado : Lignosulfonato base agua de mar. Ver Figura N° 6.

Las siguientes propiedades del fluido de perforar y las condiciones mecánicas fueron revisadas cuidadosamente, entre las principales, tenemos : Peso Lodo, Viscosidad plástica, Yield Point, Caudal de bombeo, Diámetro hueco, características de la tubería y botella de Perforar, presión disponible, bombas de lodo y condiciones de superficie.

La hidráulica de la broca fué entonces diseñada, con los parámetros óptimos anteriormente nombrados y con la ayuda de la regla "Smith".



El peso sobre la broca y la velocidad de la mesa, son también las óptimas para las profundidades estimadas.

--Programa "Casing" y Cemento

Los "Casing" disponibles en almacén son :

- 13 3/8" , J-55 , 61 Lb/Ft, ST C
- 9 5/8" , N-80 , 47 Lb/Ft, LT C
- 5 1/2" , N-80 , 20 Lb/Ft, Buttres
- 5 1/2" , N-80 , 20 Lb/Ft, LT C
- 5 1/2" , N-80 , 17 Lb/Ft, LT C
- 5 1/2" , J-55 , 17 Lb/Ft, LT C

Los factores de seguridad mínimos con siderados para el diseño del "Casing" de producción fueron :

1.15 para colapso, 1.25 presión interna y 1.8 para la tensión.

Debido a las limitaciones operativas -

en la plataforma se recomendó emplear la menor variedad de "ca sing", con dos tipos fué suficiente.

-Cemento

La recomendación preliminar del programa de cemento para cada trabajo fué también cuidadosamente-revisado y simulado en el Laboratorio de la Compañía de Servicio.

Estos programas, de acuerdo al avance de la perforación, nuevamente será simulado en el Laboratorio, tomando los parámetros actuales de la condición del pozo.

Las propiedades de la mezcla de cemento que es medida y considerada primordial son : Tiempo de bombeabilidad, esfuerzo a la compresión, bajo las condiciones-reales de temperatura del pozo.

\* \* \* \* \*



# PROGRAMA DE PERFORACION POZO CM-IV

## LODO DE PERFORACION - CORRELACION CON POZO CX 12 - 23

