

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO



**“EVALUACION DE FRECUENCIA DE FALLAS EN
TUBOS Y VARILLAS ”**

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE PETROLEO

RICARDO FRANCISCO AYALA ORIHUELA

PROMOCION 1985 - II

LIMA - PERU

1996

*Cuando el ser humano materializa su deseo
en base a un gran esfuerzo,
aún no debe sentirse plenamente realizado,
si antes por su mente no ha pasado la imagen viva
de quienes han contribuido con él en su esfuerzo.
Concluir mi tesis como profesional me hace sentir
totalmente feliz.*

*Por ello, hoy debo agradecer a mi madre,
a mi esposa y a mis hijos, por constituir ellos
la verdadera fuente de inspiración para el desarrollo
de todo mi trabajo y también por ser los portadores
de la dosis que alimentó en mí el deseo
de triunfar en la vida.*

EVALUACION DE FRECUENCIAS DE FALLAS EN TUBOS Y VARILLAS

1.- OBJETIVO

2.- INTRODUCCION

3.- CONCLUSION

4.- RECOMENDACIONES

5.- CONCEPTOS TEORICOS

5.1.- La varilla de Bombeo

5.1.1. Clasificación API

5.1.2. Diseño

5.2.- La Ley de Hooke

5.3.- La Fatiga

5.4.- El diagrama modificado de Goodman

5.5.- El efecto vibracional

5.6.- El sistema de Bombeo Mecánico

5.6.1. Diseño API

6.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS ROTURAS

6.1.- Falla por desgaste

6.2.- Falla de las uniones

6.3.- Falla por fatiga

6.4.- Falla por ajuste de uniones

6.5.- Falla por enrosque

6.6.- Falla por corrosión

6.7.- Falla por costra o incrustaciones

6.8.- Falla por Oxígeno

6.9.- Falla por Acido Sulfhídrico

6.10 Falla por Bacteria.

6.11 Bióxido de Carbono

6.12 Falla por Acido

6.13 Falla por corrosión Galvánica

6.14 Electrólisis

6.15 Choque

6.16 Daño Mecánico

7.- PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA EL CUIDADO Y EL MANEJO DE VARILLAS.

- 7.1- Transporte
- 7.2- Almacenamiento
- 7.3- Un manipuleo incorrecto produce fallas
- 7.4- Desplazamiento
- 7.5- Asentando la bomba
- 7.6- Sacando la sarta
- 7.7- Control de Corrosión por tratamiento Químico
- 7.8- Inspección de varillas de producción usadas

8.- TUBERÍA DE PRODUCCIÓN

- 8.1- Anclaje de tubería
- 8.2- Descripción y operación del ancla
- 8.3- Procedimiento de cálculo de fuerzas y estiramientos de tuberías con ancla.
- 8.4- Causa de daños en la tubería
- 8.5- Prácticas recomendadas para el cuidado y manejo de tubería
- 8.6- Inspección / reparación de tubing usado
- 8.7- Inspección y estampado de componentes de sarta de producción

9.- DETERMINACIÓN DEL TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF) EN SARTAS DE VARILLAS Y EN TUBING

- 9.1- Metodología
- 9.2- Ley exponencial de Fallas de Poisson
- 9.3- Tiempo medio entre Fallas MTBF
- 9.4- Obtención del gráfico y del MTBF

10.- ANÁLISIS FALLAS DE TUBOS Y VARILLAS ENERO - DICIEMBRE 1994

- 10.1 - 10.5 Fallas de tubos de Bombeo Mecánico
- 10.6 - 10.9 Fallas de Varillas Bombeo Mecánico
- 10.11 Tablas
- 10.12 Frecuencia de Fallas

11.- ANÁLISIS DE COSTOS SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO

1.- OBJETIVOS

El presente trabajo tiene por finalidad efectuar el análisis de las fallas o problemas en tubos y varillas ocurridos durante la fase de producción que están incrementando la frecuencia de servicios de pozos, a efecto de reducir la frecuencia de los mismos con el consiguiente ahorro económico.

2.- INTRODUCCIÓN

Dentro de las operaciones de producción en el Noroeste del Perú, el 95% de pozos operan con el sistema de bombeo mecánico. En el año 1994 se realizaron 1506 servicios de pozos con una frecuencia de 1.68 unidades, de los cuales el 36% fue debido a fallas de varillas de bombeo mecánico y el 6% por fallas de tubos que se traducen en servicios de pozos repetitivos. En este trabajo se analizan las causas de estos problemas.

Conociendo las causas de las fallas y analizando todos los parámetros del sistema de bombeo mecánico y sus condiciones de operación, se podrá reducir sensiblemente el costo por fallas de sarta de varillas y tubos aumentando considerablemente el tiempo de vida.

Este trabajo mostrará métodos a usar para el correcto cuidado en el manipuleo de las varillas y tubos tendientes a reducir el número potencial de roturas.

3.- CONCLUSIONES

De los resultados de la evaluación y de las pruebas efectuadas se deducen las siguientes conclusiones :

- 3.1- Las prácticas operativas utilizadas en el manipuleo de varillas y tubos en el pozo se alejan considerablemente de las prácticas recomendadas por las Norma API RP 5C1, API 11 BR causándose daños prematuros en conexiones y cuerpos que no son aceptados por la norma anteriormente mencionada, existiendo casos en que se requiere reparación de conexiones y otros casos en los cuales las varillas y tubos queden inutilizados.
- 3.2- Como producto de las últimas inspecciones integrales a las unidades de servicio de pozos se ha observado que no efectúan a tiempo el reemplazo del material y/o herramienta de uso continuo como : repuestos de cuña neumática, uñas para tenaza, tenaza de mano, llaves de varillas, elevadores de tubos y varillas. Lo que ocasiona deterioro de tubos y varillas
- 3.3- La fatiga es la causa principal de fallas en la sarta de varillas las que se inician en un punto de ataque de corrosión ó bien una marca ó entalladura mecánica.
- 3.4- Dado que la corrosión y la abrasión - corrosión produce el 60% de todas las fallas, y el manipuleo mecánico produce casi todas las fallas restantes, resulta importante descubrir modos para bajar los costos de extracción resultantes de ambas causas. Se recomienda analizar la mayor información posible sobre cada rotura en el momento en que la misma se produzca, a fin de prevenir futuras fallas. Dado que las consecuencias de una rotura son más costosas que el reemplazo de la varilla, resulta importante desde el punto de vista económico.

Del 40% de fallas originadas en daño mecánico, 60 al 70 % de las mismas se refieren a fallas en la hembra y el macho. Las sugerencias que siguen deberían eliminar la mayoría de estas fallas, si las mismas se siguen cada vez que una sarta es bajada ó izada del pozo.

3.5 - La determinación del tiempo medio entre fallas (MTBF) se observa que los puntos obtenidos se ajustan de manera adecuada a la ley exponencial, excepto por una parte ellos que se desvía ligeramente de esta tendencia en el caso de los tubing.

Considerando una muestra aleatoria de 77 pozos para el caso de varillas y 59 pozos para el caso de tubería se obtuvo los siguientes valores

Para varillas de unidad : MTBF = 11.4 Trimestres = 2.9 años

Para tubería de Producción : MTBF = 21.5 Trimestres = 5.4 años

3.6 - EL golpe de fluido causa el daño más severo en la sarta de varillas y es además el problema más frecuente. Así mismo un daño similar causa el golpe de las varillas sobre la guía de la varilla del pistón de la bomba de subsuelo.

LOS DATOS

4.- RECOMENDACIONES

4.1- Es de suma prioridad establecer una campaña de difusión de mejora de prácticas operativas de manipuleo de tubos y varillas en el pozo, abarcando la supervisión encargada del control de los trabajos, así como de todo el personal que conforma el grupo de trabajo de cada unidad de servicio de pozos (operadores, poceros, engrampadores, etc.). Algunas practicas deben ser eliminadas a la brevedad (manipuleo de tubería sin protectores, falta de limpieza en las conexiones, operación inadecuada de la tenaza, etc.); Sin embargo existen otras sugeridas por el API RP 5C1 que deben ser analizadas por el Departamento de Servicio de Pozos, a fin de no incurrir en pérdidas económicas por producción diferida al incrementar el tiempo durante el servicio al pozo.

Esta recomendación debe hacerse extensiva a las compañías particulares de la zona que nos brindan este tipo de servicio.

4.2- Las herramientas utilizadas en las operaciones de servicio de pozos (cuña neumática, tenaza hidráulica, elevadores, etc.) deben mantenerse en optimas condiciones mecánicas reemplazándose oportunamente aquellas que son obsoletas.

4.3- Considerando que se va a trabajar con 7 unidades de servicio de pozos, con una supervisión cerrada de 24 horas para lograr como efectivo una frecuencia de servicio de 1.3 por año es recomendable efectuar un análisis más detallado a los pozos de alta frecuencia de servicio de pozos antes de colocar la solicitud respectiva.

4.4- El procedimiento para el análisis de roturas a fin de aumentar el tiempo de vida útil de las varillas, consiste en reconocer e identificar si el daño es el resultado de ataque por corrosión ó daño mecánico una vez que se ha conseguido esto se podrá tomar las medidas correctivas.

4.5- El uso de inhibidores químicos de corrosión, parafina, carbonato en el fondo controlará el ataque y extenderá la vida útil de los tubos y varillas de bombeo.

4.6 - Efectuar un Sistema computarizado para registrar las fallas de los materiales (tubos, varillas, ancla, packer, varillón, bomba, etc.) de subsuelo antes y después del servicio para tener una mejor información para las estadísticas posteriores. Además registrar la codificación de cada tubo y varilla que se instala en el pozo y poder tener así un récord ó historial.

5.- CONCEPTOS TEÓRICOS

5.1.- LA VARILLA DE BOMBEO

La sarta de varillas de bombeo como parte del sistema de bombeo mecánico es un complejo sistema vibratorio que tiene la función de transmitir el movimiento vertical y la energía de la unidad de bombeo a la bomba de subsuelo.

Actualmente se usan dos tipos de varillas: las de acero y las de fibra de vidrio. Este estudio se refiere a las varillas de acero.

La mayoría de varillas de acero contienen más de 90% de hierro en su composición. Con el fin de modificar sus propiedades mecánicas, los elementos que pueden formar parte de su composición química pueden ser los siguientes :

Carbono, Manganeso, Silicio, Níquel, Vanadio, Cobre, Boro, Cromo y Molibdeno.

Los aceros son clasificados bajo diferentes sistemas, pero el más usado es el AISI (American Iron and Steel Institute).

Las varillas se fabrican en longitudes de 25 y 30 pies medidas desde la superficie de contacto del pin (espejo) a la correspondencia del cople. la fig.5.1 muestra la forma del pin y cople de una varilla. Estos coples son de 4 pulgadas de longitud y pueden ser del tipo "full size" (mayor diámetro) ó "slim hole" (menor diámetro). Las medidas deben cumplir las especificaciones del Api Spec 11B.

5.1.1-CLASIFICACIÓN API

Según el API (American Petroleum Institute), las varillas se clasifican en :

GRADO C

Es un material compuesto por carbono - manganeso, y es el menos costoso de todos los grados disponibles. Pero es también el menos resistente a la corrosión. Su empleo se limita a aquellos diagramas de cargas con límites entre los 30.000 y 33.000 psi de trabajo. Este tipo de material debe ser protegido con inhibidores químicos de fondo, u otro recubrimiento si va operar en ambientes corrosivos.

VARILLAS - TROZOS DE MANIOBRAS Y CUPLAS
DIMENSIONES GENERALES

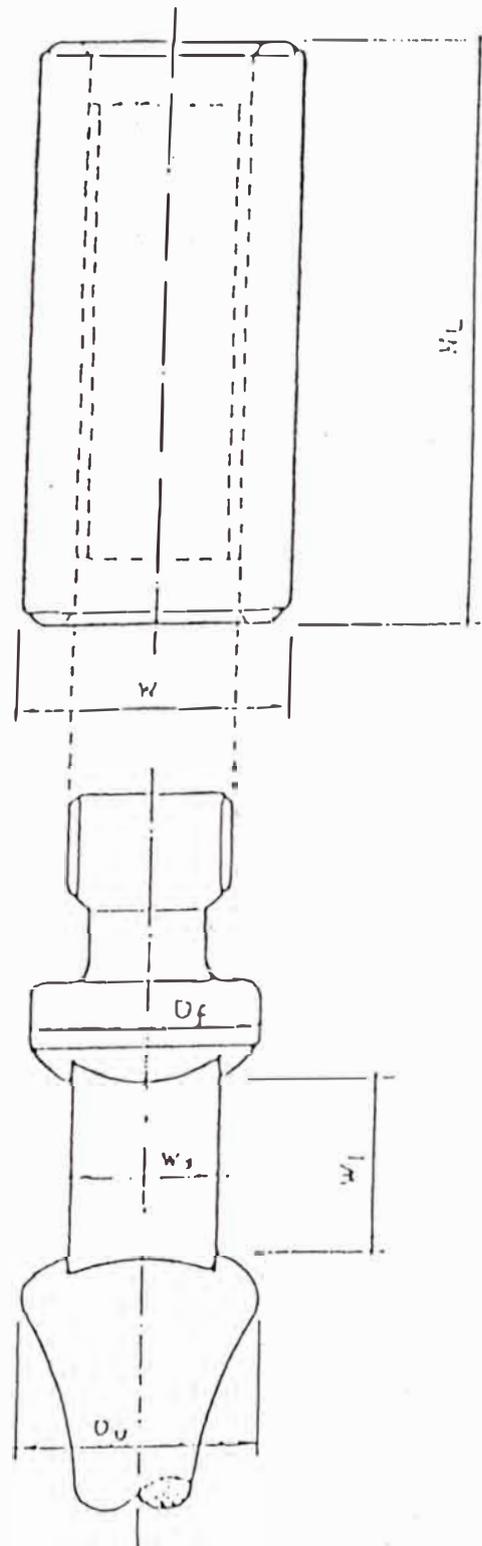


Fig. 5-1

GRADO D

En esta categoría se incluyen varios grados de varillas. Con un rango de 36.000 a 38.000 psi, existen un grado carbono - manganeso - vanadio, y otro de muy alta resistencia a la corrosión que es una aleación níquel - cromo - molibdeno - vanadio. Las varillas de aleación cromo - molibdeno - vanadio son el caballito de batalla de la industria, y su rango es de 40.000 a 45.000 psi. Más recientemente, ha resultado muy exitosa una aleación en el rango de 50.000 a 55.000 psi. Todas las sargas del Grado D deben ser protegidas de fluidos corrosivos.

GRADO K

Es un acero de baja resistencia, níquel - molibdeno, que tiene una resistencia aceptable al ataque de SH₂, y sólo deberá ser cargado en el rango de 25.000 a 28.000 psi. En razón de su contenido de níquel, el grado K es considerablemente más caro que el Grado C, pero deberá ser tenido en cuenta en algunas aplicaciones.

VARILLA DE FIBRA DE VIDRIO

Las varillas de fibra de vidrio están disponibles en resinas de poliéster y en resinas de ésteres vinílicos con vidrio. Su carga máxima está en el rango de 35.000 a 38.000 psi.

Los diámetros externos para las varillas de acero varían de 5/8" a 1.1/8", mientras que las de fibra de vidrio se proveen en diámetros de pistón mayores a 1.3/4". Según la experiencia o la preferencia, se podrá emplear varillas de mayor peso o barras de acero.

El material de las cuplas podrá ser de aleación o de acero al carbono, dependiendo de su resistencia a la corrosión y abrasión, dureza y ductibilidad. En cuanto a las características de la superficie de las cuplas, podrán ser endurecidas ó bien con aplicación de metal para asegurar resistencia al desgaste, corrosión y abrasión.

Para asegurar una vida útil satisfactoriamente de las varillas, es esencial que sea especificado el tipo de varilla para las condiciones de bombeo del pozo. Una sarga pobremente diseñada puede estar destinada al fracaso desde el inicio de su operación.

5.1.2-DISEÑO DE VARILLAS

El primer y más importante paso a seguir para alargar la vida de cualquier sarta de varillas de bombeo es un correcto diseño. Un diseño correcto significa cosas diversas a personas distintas, dependiendo del análisis del pozo, retorno de la inversión, condiciones del pozo ó preferencias personales. El mejor diseño optimiza el equipamiento para el trabajo deseado, al menor costo posible.

Años atrás, el diseño de las sartas era el resultado de la experiencia ó del hábito. Luego, se entró en un período de diseño basado en la profundidad del pozo así como en el caudal del fluido a mover. Los diseños así resultantes eran muy conservadores, con factores de seguridad incorporados que cubrían todas las condiciones desconocidas.

Hoy día, el diseño se realiza con programas de computación que contienen la mejor ingeniería disponible. El diseñador cuenta con datos sobre el reservorio, la composición del fluido, las curvas de índice de producción, las presiones y temperaturas de fondo, junto con la experiencia de campo, lo cual permite diseñar un sistema óptimo. El diseño de una columna conteniendo una sección de fibra de vidrio es aún más crítico, y de ser encomendada a una persona con experiencia considerable.

El método consiste en efectuar los cálculos de diseño de modo que los esfuerzos sean iguales en el tope de la varilla superior de cada sección. La fórmula usada será :

$$\sigma_{\text{tope}} = W_{\text{max}} / A_{\text{tope}} \dots\dots\dots(1)$$

donde :

- σ_{tope} , esfuerzo máximo en psi
- W_{max} , carga máxima en lbs.
- A_{tope} Área de la varilla superior en pulg².

La tabla 5.1 muestra algunos porcentajes de cada medida de varilla de acuerdo la combinación seleccionada. Los detalles de cálculo y diseño se encuentran en el API RP 11L.

Tabla 5-1

ROD AND PUMP DATA

1 Rod No.	2 Plunger Diam., Inches D	3 Rod Weight, lb per ft W _r	4 Elastic Constant, in. per lb ft E _r	5 Frequency Factor, F _r	6 Rod String % of each size					
					7 1/8	8 1	9 3/8	10 1/2	11 3/4	12 1
44	All	0.720	1.990 x 10 ⁻⁶	1.000	.....	.....	.....	.....	.....	100.0
54	1.00	0.892	1.697 x 10 ⁻⁶	1.128	.....	.....	.....	.....	40.5	69.5
54	1.25	0.914	1.659 x 10 ⁻⁶	1.139	.....	.....	.....	.....	46.9	64.1
54	1.50	0.948	1.597 x 10 ⁻⁶	1.142	.....	.....	.....	.....	54.5	45.5
54	1.75	0.990	1.525 x 10 ⁻⁶	1.130	.....	.....	.....	.....	64.0	36.4
54	2.00	1.037	1.442 x 10 ⁻⁶	1.095	.....	.....	.....	.....	70.2	23.8
66	All	1.135	1.270 x 10 ⁻⁶	1.000	.....	.....	.....	.....	100.0	.....
64	1.00	1.116	1.441 x 10 ⁻⁶	1.221	.....	.....	.....	28.1	39.1	38.8
64	1.25	1.168	1.368 x 10 ⁻⁶	1.222	.....	.....	.....	31.8	37.5	30.7
64	1.50	1.250	1.252 x 10 ⁻⁶	1.191	.....	.....	.....	37.7	44.5	17.8
64	1.75	1.347	1.116 x 10 ⁻⁶	1.137	.....	.....	.....	44.7	52.7	2.6
66	1.00	1.291	1.150 x 10 ⁻⁶	1.085	.....	.....	.....	31.3	69.7	.....
66	1.25	1.300	1.138 x 10 ⁻⁶	1.093	.....	.....	.....	34.4	65.6	.....
66	1.50	1.330	1.119 x 10 ⁻⁶	1.103	.....	.....	.....	39.2	60.8	.....
66	1.75	1.359	1.097 x 10 ⁻⁶	1.111	.....	.....	.....	45.0	55.0	.....
66	2.00	1.392	1.071 x 10 ⁻⁶	1.114	.....	.....	.....	51.6	48.4	.....
66	2.25	1.429	1.042 x 10 ⁻⁶	1.110	.....	.....	.....	59.0	41.0	.....
66	2.50	1.471	1.010 x 10 ⁻⁶	1.097	.....	.....	.....	67.4	32.6	.....
66	2.75	1.617	0.974 x 10 ⁻⁶	1.074	.....	.....	.....	76.6	23.4	.....
66	All	1.634	0.883 x 10 ⁻⁶	1.000	.....	.....	.....	100.0	.....	.....
76	1.00	1.511	1.030 x 10 ⁻⁶	1.168	.....	.....	22.6	26.1	61.3	.....
76	1.25	1.548	1.006 x 10 ⁻⁶	1.179	.....	.....	24.8	28.0	40.6	.....
76	1.50	1.600	0.969 x 10 ⁻⁶	1.185	.....	.....	28.3	32.6	39.1	.....
76	1.75	1.674	0.924 x 10 ⁻⁶	1.180	.....	.....	32.4	37.4	30.2	.....
76	2.00	1.754	0.874 x 10 ⁻⁶	1.100	.....	.....	37.2	42.8	20.0	.....
76	2.25	1.843	0.816 x 10 ⁻⁶	1.128	.....	.....	42.5	49.2	8.3	.....
76	1.00	1.787	0.822 x 10 ⁻⁶	1.061	.....	.....	25.9	74.1	.....	.....
76	1.25	1.798	0.818 x 10 ⁻⁶	1.066	.....	.....	27.8	72.2	.....	.....
76	1.50	1.816	0.811 x 10 ⁻⁶	1.073	.....	.....	30.9	69.1	.....	.....
76	1.75	1.836	0.803 x 10 ⁻⁶	1.080	.....	.....	34.3	65.7	.....	.....
76	2.00	1.861	0.793 x 10 ⁻⁶	1.087	.....	.....	38.5	61.5	.....	.....
76	2.25	1.888	0.782 x 10 ⁻⁶	1.094	.....	.....	43.1	56.9	.....	.....
76	2.50	1.919	0.770 x 10 ⁻⁶	1.096	.....	.....	48.3	51.7	.....	.....
76	2.75	1.953	0.756 x 10 ⁻⁶	1.096	.....	.....	54.1	45.9	.....	.....
76	3.75	2.121	0.690 x 10 ⁻⁶	1.043	.....	.....	82.5	17.5	.....	.....
77	All	2.224	0.649 x 10 ⁻⁶	1.000	.....	.....	100.0	.....	.....	.....
85	1.00	1.709	0.957 x 10 ⁻⁶	1.237	.....	16.9	17.7	20.1	46.3	.....
85	1.25	1.780	0.919 x 10 ⁻⁶	1.250	.....	17.9	19.9	22.5	39.7	.....
85	1.50	1.893	0.858 x 10 ⁻⁶	1.242	.....	21.0	23.4	26.5	29.1	.....
85	1.75	2.027	0.780 x 10 ⁻⁶	1.218	.....	24.8	27.5	31.0	16.7	.....
85	2.00	2.181	0.703 x 10 ⁻⁶	1.180	.....	29.0	32.3	36.3	2.4	.....
86	1.00	2.008	0.767 x 10 ⁻⁶	1.127	.....	19.3	21.9	28.8	.....	.....
86	1.25	2.035	0.748 x 10 ⁻⁶	1.136	.....	20.7	23.5	26.8	.....	.....
86	1.50	2.079	0.733 x 10 ⁻⁶	1.148	.....	23.0	20.0	21.0	.....	.....
86	1.75	2.130	0.716 x 10 ⁻⁶	1.167	.....	25.6	29.0	45.4	.....	.....
86	2.00	2.190	0.696 x 10 ⁻⁶	1.162	.....	28.7	32.5	38.8	.....	.....
86	2.25	2.257	0.674 x 10 ⁻⁶	1.158	.....	32.1	30.5	31.4	.....	.....
86	2.50	2.334	0.650 x 10 ⁻⁶	1.146	.....	35.8	41.6	22.6	.....	.....
86	2.75	2.415	0.621 x 10 ⁻⁶	1.125	.....	40.3	45.6	14.1	.....	.....

5.2.- LA LEY DE HOOKE

La varilla tiene un cierto grado de elasticidad. Cuando se aplica una carga a una barra de acero, está se estira y retorna a su tamaño inicial una vez que cesa la carga. El estudio de la resistencia de materiales se basa en la ley de la proporcionalidad de esfuerzo a la deformación, esto es, la ley de Hooke.

De este modo, el módulo de la elasticidad (o de Young) se define como el esfuerzo imaginario en psi que causa una deformación igual a la longitud original de material. Esto es :

$$E = \sigma \times D / e \dots\dots\dots(2)$$

donde :

E , Módulo de Young en psi.

σ , Esfuerzo (carga / área) en psi

D , Longitud en púlg.

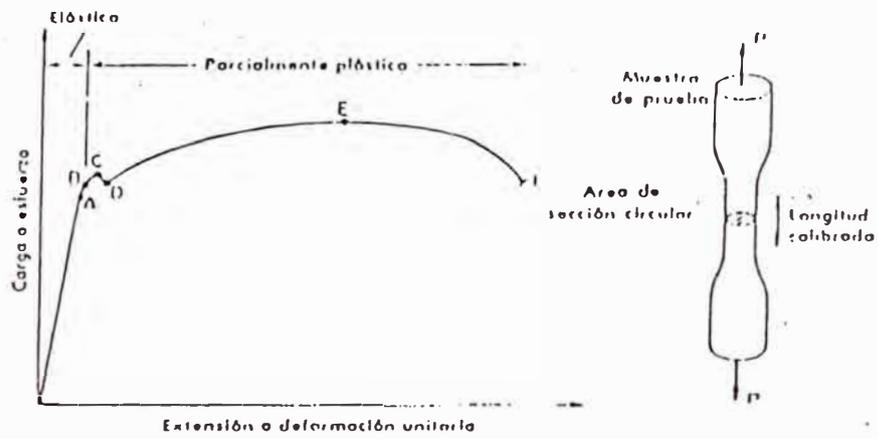
e , Elongación en pulg.

Para el acero, el módulo de Young es de 29 a 30 x 10⁶ psi. La ley de Hooke se aplica sólo dentro ciertos límites.

Todos los materiales tienen un límite elástico que se define como el máximo esfuerzo que puede soportar dicho material sin quedar deformado en forma permanente. Si se excede este límite se alcanzará el límite de fluencia del material a partir del cual quedará deformado en forma permanente. La fig.5.2 muestra una curva de esfuerzo - deformación para el acero dulce.

5.3.- LA FATIGA

Es la falla del material debido a cargas cíclicas y representa la más frecuente causa de roturas en las varillas. El comportamiento de los materiales por fatiga se describe generalmente por medio de una curva de esfuerzos v/s número de ciclos en papel semilogarítmico, elaborada con datos que se obtienen de la prueba de fatiga o límite de durabilidad (endurancia). En esta prueba se somete una muestra de material con superficie pulida, a esfuerzos cíclicos de tensión y compresión de igual magnitud, hasta encontrar el esfuerzo debajo del cual el material puede resistir un infinito



Curva típica de la prueba hecha al acero dulce

Fig. 2

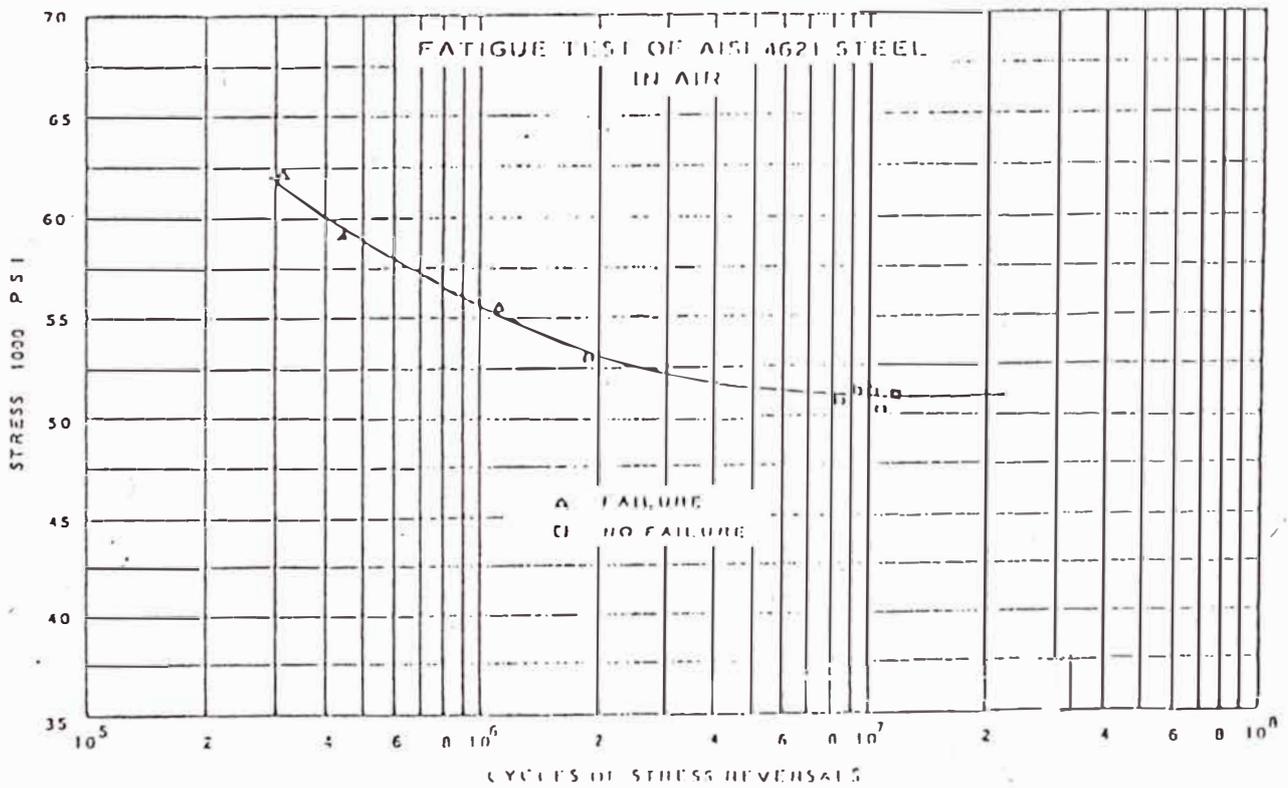


Fig. 3

número de ciclos sin llegar a la fatiga (sin romperse). A este valor de esfuerzo se le llama límite de durabilidad ó de esfuerzos repetidos.

Se ha determinado para los aceros que el número de los ciclos equivalente a este límite es de 10'000,000 (ver fig.5.3).

5.4.- EL DIAGRAMA MODIFICADO DE GOODMAN

Es un gráfico recomendado por el API usado como referencia para determinar el rango de esfuerzos permisibles y los esfuerzos del trabajo para una sarta de varillas. Los esfuerzos máximos permisibles se calculan según la fórmula :

$$S_A = (T / 4 + 0.5625 \times S_{min}) \times S.F.....(3)$$

donde :

S_A , esfuerzo máximo permisible en psi.

T , esfuerzo equivalente a la resistencia mínima a la tensión.

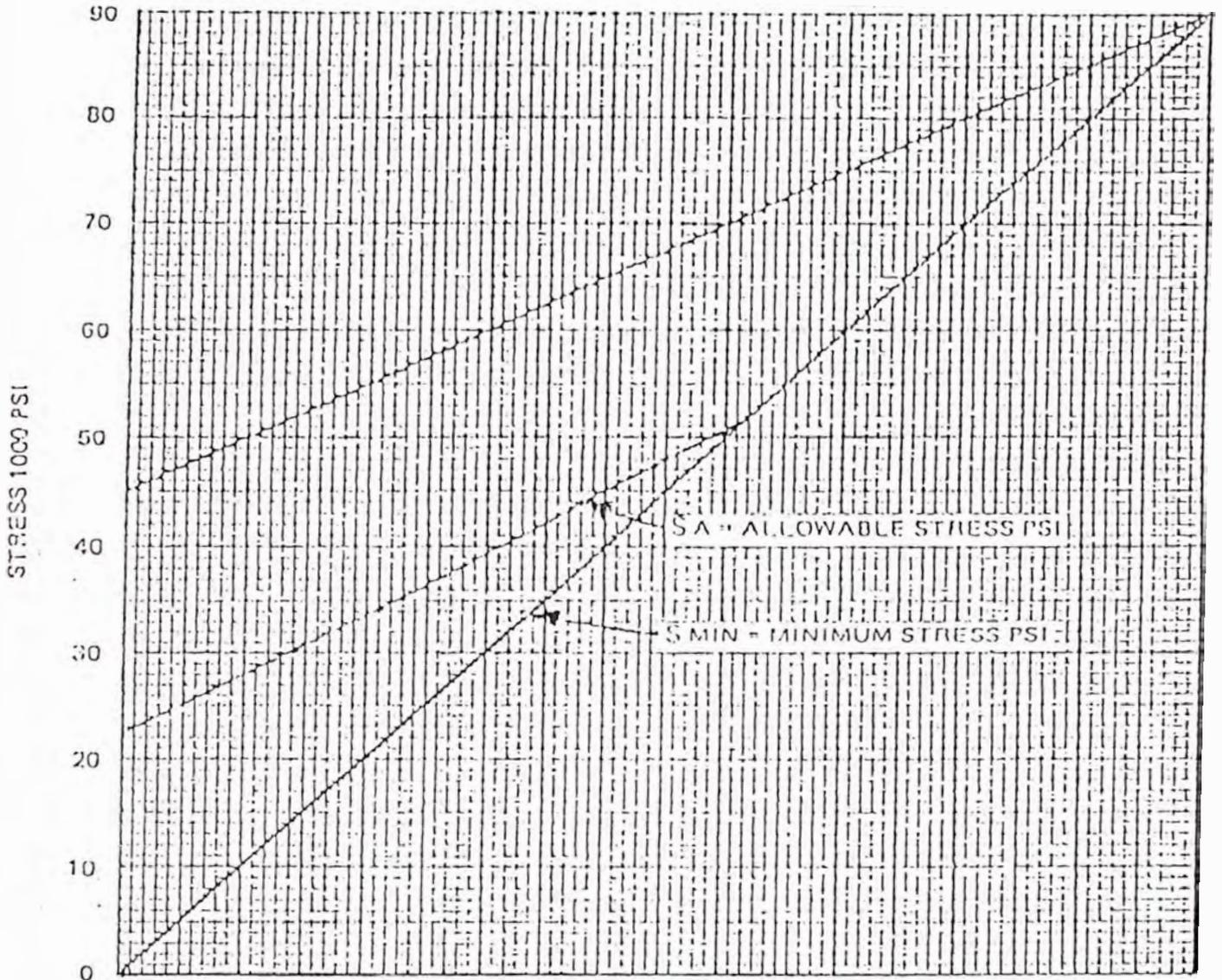
S_{min} , esfuerzo mínimo (calculado ó medido) en psi.

S.F. , factor de servicio.

Para aplicar este diagrama, hay que elaborar gráficos para cada resistencia mínima a la tensión según el grado de la varilla (ver la fig.5.4.). Así para una varilla grado C ($T = 90000$ psi), la relación será :

$$S_A = (22,500 + 0.5625 \times S_{min}) \times S.F$$

MINIMUM TENSILE STRENGTH



$$S_A = (22,500 + 0.5625 S_{MIN}) S_F$$

WHERE: S_A = MAXIMUM ALLOWABLE STRESS, PSI

S_{MIN} = MINIMUM STRESS, PSI (CALCULATED OR MEASURED) $\times \frac{MPIL}{ROD\ ALPHA}$

S_F = SERVICE FACTOR

MODIFIED GOODMAN DIAGRAM FOR ALLOWABLE STRESS AND RANGE OF STRESS FOR API GRADE C SUCKER RODS. SERVICE FACTOR = 1.0

Fig. 4

5.5.- EL EFECTO VIBRACIONAL

El movimiento del sistema de varillas se puede asemejar al del movimiento armónico simple y es comparable a un sistema de resorte con el extremo superior (varillón pulido) fijo y en el inferior (pistón de la bomba) libre para vibrar (oscilar) en una dirección paralela a su eje longitudinal, en el que intervienen vibraciones forzadas, vibraciones naturales y efectos de amortiguamiento. Este tipo de movimiento se puede representar mediante ecuaciones diferenciales, cuyas soluciones se obtienen en base de la teoría de la vibraciones.

Consideremos la sarta de varillas suspendida y en reposo. Si aplicamos una carga hacia abajo en el extremo libre y luego la soltamos, se transmitirá una fuerza al otro extremo de la sarta a una velocidad de propagación dada, en la forma de onda longitudinal.

Aplicando este criterio al funcionamiento del sistema de bombeo mecánico, al inicio de la carrera ascendente, una vez producido el estiramiento de las varillas, se cierra la válvula viajera y comienza un período de vibración con la frecuencia natural de la sarta debido a la acción de la carga del fluido. De igual modo al iniciarse la carrera descendente, la sarta de varillas se contrae debido a la transferencia de la carga de fluido a la tubería por la apertura de la válvula viajera y comienza un nuevo período de vibración con la frecuencia natural de la sarta.

La frecuencia natural de vibración se puede obtener de la siguiente relación

$$N_o = 245,000 / L \quad (4)$$

donde :

N_o , Frecuencia natural de vibración de ciclos / min.

L , Longitud de la sarta en pies.

Si consideramos adicionalmente la fuerza impartida por el movimiento de la unidad de bombeo, tendremos las vibraciones forzadas las cuales ejercen sobre la sarta una serie de impulsos con una frecuencia equivalente a la velocidad de bombeo (Strokes por minuto).

El movimiento resultante de las vibraciones forzadas y las naturales es afectado por el factor de amortiguamiento, el cual representa las fuerzas de fricción del sistema

entre : el fluido y las varillas; el fluido y la tubería; y por la fricción interna de las varillas.

La combinación de las vibraciones forzadas y naturales puede dar como resultado un aumento de la energía vibratoria (ondas en fase) dando lugar a un movimiento sincrónico (dañino) y en el otro caso (ondas superpuestas) dando lugar a un movimiento no sincrónico (deseable).

Si los impulsos causados por las vibraciones forzadas son controlados en forma que coinciden con la frecuencia natural del sistema, dan lugar a una vibración de 1er. orden. Cuando la frecuencia del impulso es la mitad, se denomina vibración de 2^{do}. orden y así sucesivamente.

La fig.5.5 representa una serie de curvas usando la profundidad por abscisa y la velocidad de bombeo en la ordenada, mostrando las velocidades que están en sincronismo con la frecuencia natural del sistema. Las líneas discontinuas son vibraciones de 1er., 2^{do}., 3er., etc ordenes y corresponden a velocidades sincrónicas, en tanto que las vibraciones de orden 1½, 2½, 3½, etc. corresponden a las velocidades no sincrónicas.

5.6.- EL SISTEMA DE BOMBEO MECÁNICO.

Es un método de producción artificial de pozos de petróleo y está compuesto básicamente de cinco partes

- 1) La bomba de subsuelo, la cual esta compuesta de: el barril, las válvulas viajera y fija y el pistón. (Ver fig.5.6).
- 2) La sarta de varillas, que transmite el movimiento del equipo de superficie a la bomba. También se incluye la tubería.
- 3) El equipo de superficie (Unidad de bombeo), que cambia el movimiento reciprocante (Ver fig.5.7).
- 4) La caja reductora ó unidad de transmisión de fuerza, que reduce las altas revoluciones con bajo torque del motor en bajas revoluciones con alto torque.
- 5) El motor, que genera la potencia necesaria al sistema.

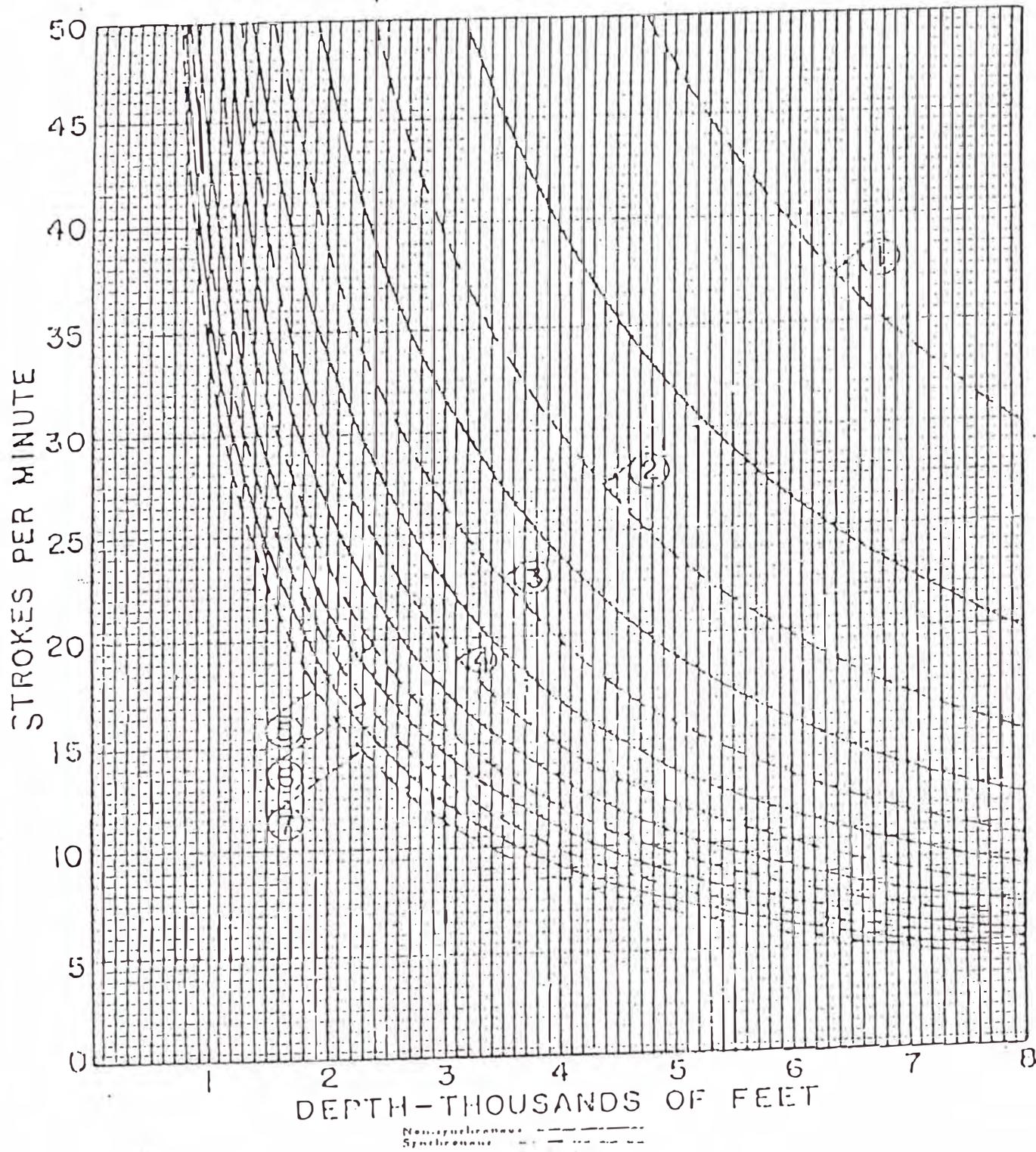


Fig. 5-5

BOMBA DE PROFUNDIDAD (ESQUEMA)

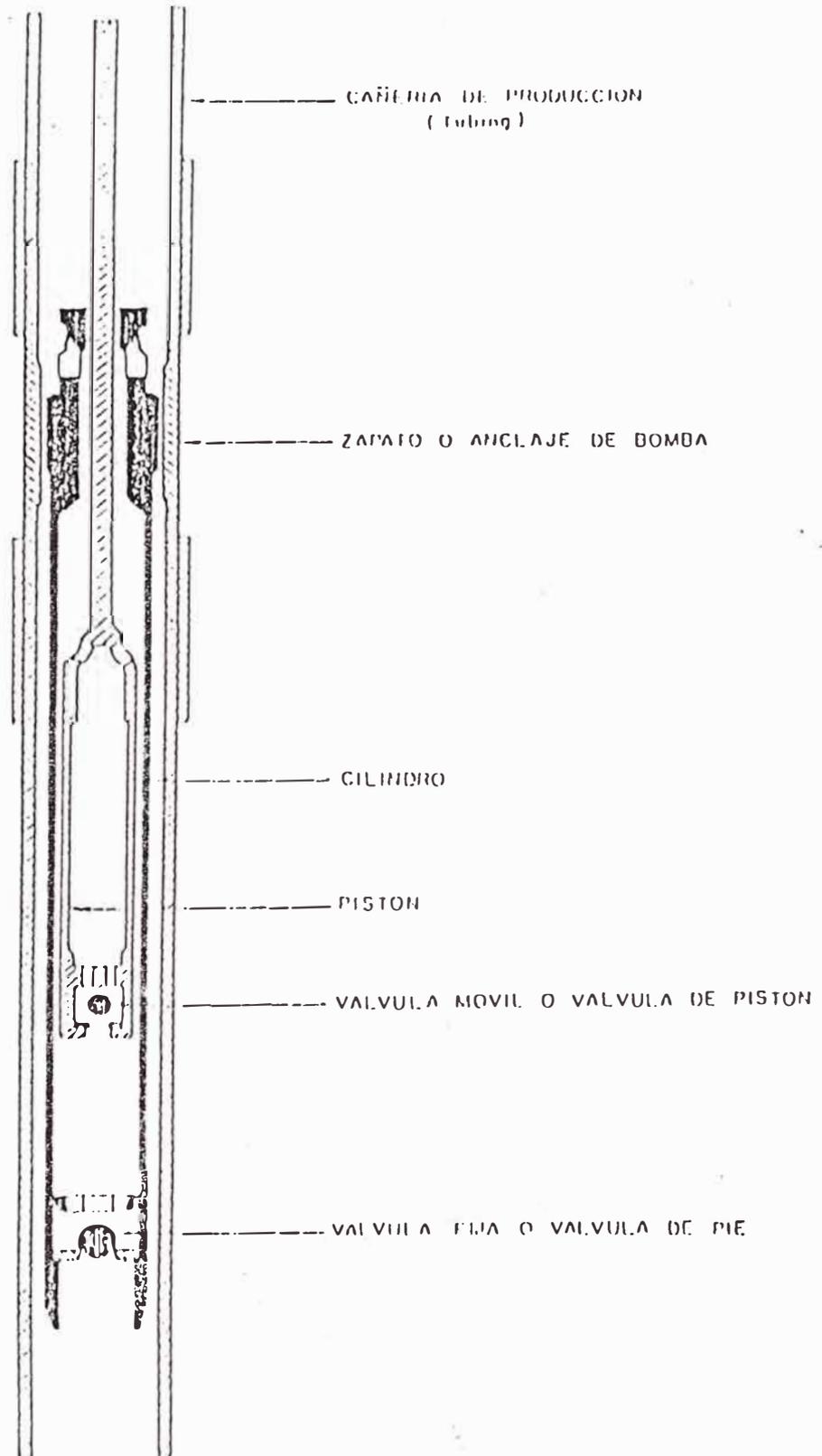


Fig. 6

UNIDAD DE BOMBEO CONVENCIONAL

1. Balancín
2. Cabezal del balancín
3. Cables colgadores del cabezal
4. Porta vástago
5. Cojinete del perno de manivela
6. Contrapeso
7. Escalera
8. Base
9. Palanca del freno
10. Motor de accionamiento
11. Cable del freno
12. Guardacorrea
13. Freno
14. Caja reductora
15. Biela
16. Poste maestro
17. Equilibrador de bielas
18. Cojinete del equilibrador de bielas
19. Cojinete del balancín
20. Manivela

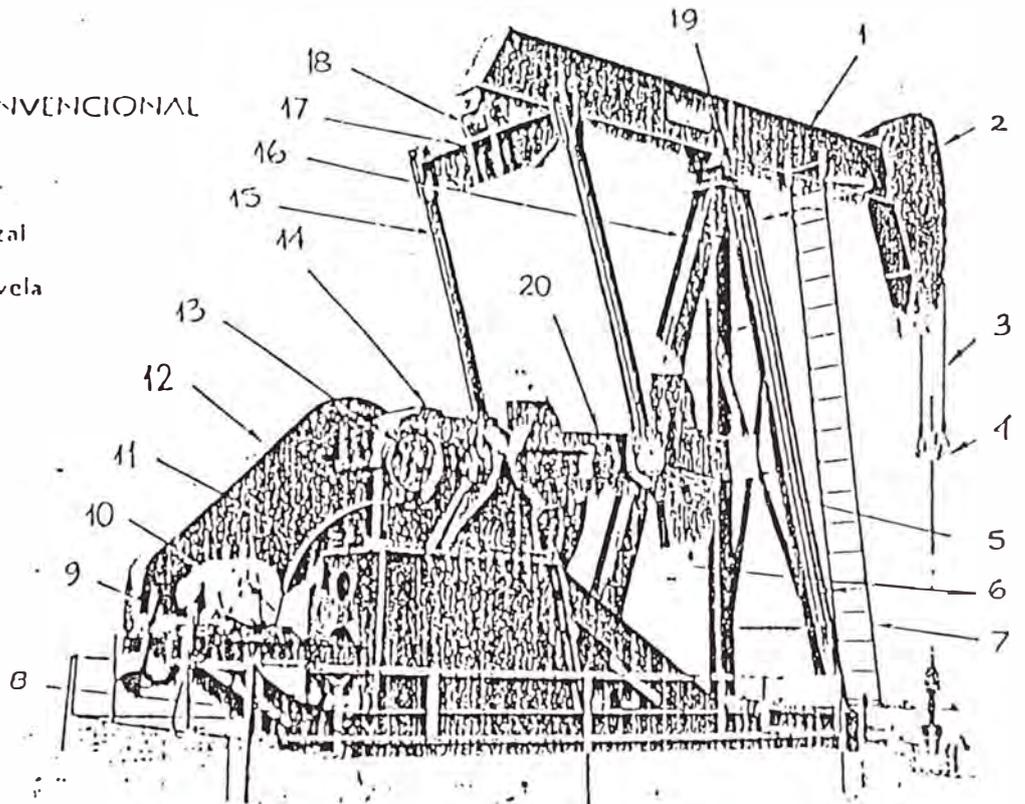


Fig. 7

5.6.1-DISEÑO API .

Es un método de prueba y error que se puede resumir en tres pasos :

- 1) Selección preliminar de componentes para la instalación.
- 2) Características de operación en base a la información disponible. Los cálculos se efectúan en base a fórmulas, diagramas y tablas.
- 3) Comparación de desplazamiento de la bomba y las cargas calculadas, con las cargas máximas permisibles para cada grado y tamaño de varillas, de acuerdo al diagrama modificado de Goodman y otras limitaciones de la selección preliminar.

La información preliminar requerida es :

- Nivel de fluido.
- Profundidad de la Bomba.
- Velocidad de bombeo.
- Longitud de carrera en superficie.
- Diámetro del pistón de la bomba.
- Gravedad específica del fluido.
- Diámetro de tubería y si estará anclada.
- Diseño de varillas.
- Geometría de la Unidad.

Cabe indicar que un diseño inicialmente bueno puede volverse inadecuado si cambian las condiciones del pozo.

6.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS ROTURAS

6.1 FALLA POR DESGASTE

La falla por desgaste de las varillas de succión ocurre por la pérdida de metal que ocasiona la fricción continua contra la tubería de producción.

El desgaste reduce la sección transversal y expone una nueva superficie de metal a los elementos corrosivos, los cuales aceleran el ataque de corrosión; causa también la falla de las uniones o acople debido al impacto y a los daños de los rebordes.

En la Fig. 6.9 se ve un acople que ha perdido buena parte de su metal. Fallas como ésta nunca se deben permitir.

La Fig. 6.10 presenta dos ejemplos de desgaste del cuerpo de las varillas. La muestra de arriba es por desgaste por abrasión y la de abajo de corrosión - abrasión en un punto en que se perdió la película inhibidora de la corrosión, dejando el metal expuesto al ataque de elementos corrosivos.

El desgaste indica también otros problemas del sistema de bombeo: recintos irregulares de pozos, en los que requieren guías para la sarta de varillas, tubería de producción retorcida, a causa de indebida tensión de ancla o del empacador, flexión de la sarta de producción a medida que cambia la carga de fluido en la embolada descendente de la bomba; falta de correlación de la sarta de varillas con la velocidad de bombeo, con el consiguiente efecto de flexión y desgaste; y los movimientos de la sarta que ocasionan el pandeo de varillas, tales como los causados por golpe de fluido e interferencia por gas o compresión del mismo.

La eliminación de esas condiciones reduce el desgaste y también muchos otros daños mecánicos y de origen químico. Una buena forma de minimizar el desgaste de la superficie de los acoples es la aplicación, por atomización de un recubrimiento de metal duro.

6.2 FALLAS DE LAS UNIONES

El número de fallas que ocurren en las juntas o acoples se divide por igual entre la espiga y la caja.

Las uniones de norma API son conexiones de reborde, cargadas por fricción. La unión no debe fallar si al enroscarla se logra y al bombear se mantiene el preesfuerzo debido de la espiga y la carga de fricción resultante por compresión entre la cara del reborde de la espiga y la cara del reborde del acople.

Si no se satisfacen esas condiciones pueden ocurrir cuatro tipos de fallas. La primera es el desenrosque de la unión.

La Fig. 6.11 muestra dos tipos de fallas de espigas. El ejemplo de la izquierda es la falla más común. Ocurre porque se aplica insuficiente torsión al enroscar y las caras de los rebordes se separan.

A la carga de tensión que se aplica sobre la espiga se suma un momento de flexión. Seguidamente, el movimiento de la sarta de bombeo genera una grieta en la raíz del primer filete de la rosca situada arriba del aliviador de tensión.

La sección roscada se mantiene rígida y el resto de la espiga se dobla y falla por fatiga. Alrededor de la raíz de la rosca se forman otras partes pequeñas grietas que posteriormente se unen para formar una grieta de fatiga de fatiga o fisura.

La falla que ve a la derecha ocurre debido a los esfuerzos de tracción que se han de concentrarse en el área que muestra la foto, debido a picaduras por corrosión o daños mecánicos en la zona del aliviador de tensión.

La Fig. 6.12 ilustra dos causas de fallas de acoples. La muestra de la izquierda es de una falla por enrosque inadecuado o por desenrosque de la junta.

La grieta por fatiga se inicia a lo largo de la raíz de la rosca, en el lado opuesto al último filete completo de la espiga. Avanza hacia afuera y progresa alrededor de la pared del acople, hasta causar falla por fractura. la superficie pareja y lista de la grieta queda adyacente al punto donde se originó la grieta de la raíz de la rosca.

6.3 FALLAS POR FATIGA

La falla por fatiga que se ve a la derecha de la Fig. 6.12 se inició en la superficie exterior con una grieta que avanzó hacia dentro (hacia las roscas) progresando alrededor de la pared del acople.

Las picaduras de corrosión, ya sean en las superficies de la espiga o del acople, ocasionan fallas de fatiga por corrosión y aceleran las fallas por fatiga ocasionadas por esfuerzos.

En general, el método de desplazamiento circunferencial consiste en hacer girar el acople contra el reborde de la espiga después de apretar manualmente la conexión. La dimensión p escrita en las recomendaciones presenta debidamente la espiga y genera adecuada fuerza de fricción entre las caras de los rebordes.

Ese método presume que las roscas se han lubricado con inhibidor de corrosión o lubricante que no tenga base de meta, que las caras de los rebordes de las espigas y de los acoples estén libres de suciedad y de lubricante; que las superficies de las roscas no estén dañadas; que se use el método de enrosque que brinde desplazamiento adecuado.

Para avanzar la conexión hasta el punto máximo de apriete a mano se debe usar una llave manual, ya que con ésta se determina al "tacto" si las roscas están dañadas o si tienen materias extrañas. Las llaves manuales sólo se deben usar para enroscar varillas de bajos índices de resistencia de $5/8$. y de $3/4$ pg.

En varillas de $7/8$ y de 1 pg. de baja resistencia, así, como en todas las de alta resistencia, deben usarse llaves hidráulicas para que la torsión de enrosque sea consistente en toda la sarta.

Cada tamaño de varilla requiere un grado diferente de desplazamiento circunferencial. Obsérvense las precauciones del caso cuando se instalen sartas combinadas (de varillas de diversos diámetros).

Un medio de evitar los daños de la superficie de varillas es el uso de llaves hidráulicas para desenroscarlas, a fin de evitar las mellas y entalladuras que causan

las llaves mecánicas al chocha con los acoples. Igual efecto se obtiene usando varillas con guías.

6.4 FALLA POR AJUSTE DE UNIONES

En la fig. 6.13 se observa el efecto que produce en la espiga y en el acople el apriete desmedido. La espiga de la izquierda la torció una llave de potencia. La indicación del excesivo enrosque es la deformación concéntrica del reborde de la espiga con relación al reborde del acople compañero. El reborde de la espiga, además, se acampana y queda ligeramente inclinado hacia afuera.

El excesivo apriete acampana el reborde de acople, conforme se ve a la derecha en la Fig. 6.13.

El acople de pequeño diámetro tipo "Slim Hole" es más susceptible a este tipo de daño que el acople corriente. La aplicación del método adecuado de enrosque evita las fallas.

6.5 FALLA POR ENROSQUE

Durante el enrosque, conforme se ve en la Fig. 6.14, las roscas pueden ludirse o "engranarse". Las roscas de las uniones no suelen cruzarse porque, antes de engarzar el primer filete, la espiga debe quedar recta y centrada en el nicho del acople. Con más frecuencia, a causa de una rosca dañada o sucia, la interferencia entre los filetes es tan alta que desgarran la superficie de las roscas, las cuales se funden entre sí causando el ludimiento.

Muchas fallas de espigas se atribuyen a enrosque indebido, pero la causa real es el ludimiento de las roscas. Para evitar esta clase de daño, limpie cuidadosamente los filetes antes del enrosque; evite el choque de roscas al embonar la conexión; enrosque a mano las primeras roscas; y luego apriete con llave manual hasta que los rebordes hagan contacto entre sí.

6.6 FALLA POR CORROSION

La corrosión ocasiona cerca de la mitad de las fallas de varillas de succión y contribuye a muchos otros problemas de esfuerzo y abrasión. El mecanismo se denomina fatiga por esfuerzo de corrosión cuando la carga se concentra en una picadura de corrosión.

En pocas palabras, la corrosión de las varillas de succión es la degradación de un material hecho por el hombre, el acero, a su estado natural de baja energía.

El hierro que contiene el acero se combina con la humedad o con ácidos y forma otros compuestos químicos, tales como óxido, sulfuro y carbonato de hierro.

La corrosión no puede eliminar totalmente pero sí es posible controlarla. Aun en los pozos más corrosivos, un programa de control químico efectivo, debidamente diseñado y ejecutado rinde adecuada duración efectiva de las sartas de varillas de succión.

En cierto grado, casi todo los fluidos de los pozos son corrosivos. Este hecho se debe tener en cuenta para proteger todo el equipo instalado en el pozo.

Para resistir la corrosión, los fabricantes de varillas de succión han usado aceros de diversas composiciones y han aplicado recubrimientos de plásticos y de metal, en ambos casos con éxito limitado.

En general, en casi todos los ambientes corrosivos los recubrimientos de película inhibidora resultan efectivos.

Los ejemplos siguientes muestran el efecto que ejercen sobre las varillas de succión los diversos agentes corrosivos. Casi siempre, los fluidos de los pozos contienen dos elementos corrosivos que atacan simultáneamente el acero, pero cuyas características individuales se pueden identificar. El problema los suelen identificar debidamente los especialistas en la materia, a base de ensayos de los fluidos y de datos del pozo.

6.7 FALLA POR COSTRA O INCRUSTACIONES

La formación de costras de herrumbre u óxido de hierro, así como las de sulfato de calcio (yeso), sulfuro de hierro y carbonato de hierro deben evitarse porque reducen la efectividad de los inhibidores químicos que se aplican a las varillas de succión.

La Fig. 6.15 muestra varias clases de incrustaciones, La muestra del centro es de herrumbre ocasionada por la humedad pozo abajo. El óxido no se compacta y se remueve fácilmente por abrasión, con lo cual la superficie no encostrada queda expuesta al rápido ataque de la corrosión. Generalmente; la humedad ataca toda la superficie de las varillas. Mientras más salada sea el agua del pozo, más veloz es el ataque

La muestra de arriba es de costra de carbonato y óxido de hierro. Este tipo de encostramiento se puede evitar mediante el uso de aditivos que inhiben la acumulación de incrustaciones.

La muestra de abajo es de una costra compacta de sulfuro de hierro.

6.8 FALLA POR OXIGENO

En la Fig. 6.16 se observa la corrosión ocasionada por el oxígeno disuelto en agua salada. Hay abundancia de picaduras y una con otra tienden a unirse.

A medida que aumenta la concentración de oxígeno y en combinación con otros gases y cloruros , el problema de corrosión del sistema aumenta considerablemente.

6.9 FALLA POR ACIDO SULFHDIRICO

Obsérvense en la Fig. 6.17, las características de las picaduras formadas por ácido sulfhídrico. Las picaduras aparecen al azar, dispersas en la superficie de la varilla.

Las bases de las picaduras son redondas y las paredes son empinadas. Tanto las superficies de las picaduras como de las varillas aparecen cubiertas de una densa costra de sulfuro de hierro, la cual también corroe el acero.

El tercer efecto de la corrosión es la vitrificación por hidrógeno. Cuando una varilla falla por esta causa, las caras de la rotura aparecen quebradizas.

6.10 FALLA POR BACTERIAS

En la Fig. 6.18 vemos el resultado de ataques por colonias de bacterias que se forman en la superficie del acero en ausencia de luz y aire. Las picaduras son también al azar y tienen múltiples grietas en su base, resultantes de ácido sulfhídrico que generan las bacterias, y que corroe y vitrifica el metal situado bajo sus colonias.

Para eliminar este problema, use bactericidas adecuados y vigile cuidadosamente los fluidos "sospechosos".

6.11 BIOXIDO DE CARBONO

La Fig. 6.19 muestra picaduras ocasionadas por bióxido de carbono. Las picaduras son redondas en la base y sus bases empinadas, tiene bordes afilados.

Las picaduras quedan rellenas de carbonato de hierro y se interconectan longitudinalmente por largos trechos mediante las áreas catódicas situadas alrededor de ellas. El bióxido de carbono reduce el PH del agua y la acidez consiguiente ataca fuertemente al acero.

6.12 FALLA POR ACIDO

Pozo abajo se puede formar ácido sulfhídrico o sulfúrico. La Fig. 6.20 presenta varios ejemplos de los tipos generales de corrosión y de profundas picaduras ocasionadas por el ataque de ácidos. En las picaduras no se forma costra metálica.

6.13 FALLA POR CORROSION GALVANICA

Este tipo de corrosión ocurre cuando se unen dos metales diferentes. Aunque casi todos los materiales que se usan en las varillas de succión son compatibles, la Fig. 6.21 muestra el ataque galvánico resultante de haber conectado un acople de acero al carbono con una varilla de aleación, bajo ciertas condiciones pozo abajo.

La superficie más pequeña del acople de acero del carbono se convirtió en el ánodo de sacrificio del área más grande de la varilla.

6.14 ELECTROSIS

La electrólisis la generan las corrientes inducidas o parásitas que fluyen hacia la sarta de varillas o que emanan de ella. La picadura resultante es de forma irregular y tiene generalmente un cono de metal con base. La Fig. 6.22 muestra este tipo de picadura y la falla consiguiente de una varilla.

6.15 CHOQUE

La Fig. 6.23 muestra que ocurre cuando el gas en solución se escapa y las partículas sólidas que arrastra erosionan y acaban por cortar la varilla.

Aprendiendo a reconocer las causas de fallas de varillas de succión, las empresas petroleras que tienen pozos con bombeo mecánico pueden optimizar sus sistemas para hacerlos más económicos y lucrativos, mediante la reducción de los tiempos de paro y la eliminación de pérdidas de producción.

6.16 DAÑO MECANICO

El daño mecánico y las consecuentes fallas de la sarta son otra condición que debe ser detectada, y medidas correctiva deberán ser tomadas. Entre las más comunes citaremos: flexión, barras torcidas, desgaste, daños en superficie y engranamiento de roscas.

La flexión resulta del pandeo de las varillas en la sarta, generalmente en la carrera descendente, cuando la sarta no vuelve al punto más bajo del recorrido sin alguna interferencia. Este daño aparece como una superficie de fallas transversales a lo largo de un lado de la varilla o cupla, generalmente inmediatamente debajo del rebaje del recalque, o del asiento del elevador, pero ocasionalmente a lo largo de un lado de la cupla en un área de desgaste severo.

A fin de corregir este defecto, verificar la rectitud del tubing, la fijación del ancla, el diseño de la sarta, la velocidad de bombeo y el largo de la carrera, el tamaño de la bomba y su diseño, y la mayor de las causas: golpe de fluido e interferencia del gas.

Cualquier torcedura, pata de perro, tirabuzón o retorcimiento en una sarta deberán ser reemplazadas para evitar fallas por torceduras. Las roturas por la acción de

fatiga por movimientos cíclicos durante el bombeo generan fisuras en el lado cóncavo o debajo de la torcedura. Estas fisuras progresan a través de la sección de la varilla en un ángulo hasta al eje de las mismas. Una varilla que se ha estirado por sobrecarga mostrará un retorcimiento en una elongación mayor que la tolerancia del API a la longitud, de más de dos pulgadas.

El desgaste de varillas y cuplas deberá ser investigado y su causa corregida. El desgaste excesivo ocurre cuando los filetes de la cuplas están expuestos, los cuerpos de las varillas están desgastados, o los hombros del recalque se han desgastado hasta los cuadrados de la llave.

Las cuplas con aplicaciones de metal ayudan a evitar el desgarte de las mismas, y el uso de guías para varillas, ya sea del tipo "snap-on" (a aplicar en el lugar), moldeadas o de otro tipo, pueden resultar efectivas para proteger el cuerpo de las varillas del desgaste. También resultará eficaz para determinar la causa del desgaste verificar el diseño operacional, un análisis del fluido, el potencial de corrosión y un registro de la desviación del pozo. El desgaste siempre aumenta el efecto del daño mecánico y de la corrosión.

Los daños en superficie por acción de martillos, llaves para caños, y otras herramientas pueden ser prevenidos por la educación y la experiencia. Una muesca, un magullón o un corte en la superficie de una varilla es un elemento elevador de la tensión, así como una discontinuidad una rotura por fatiga. Cualquier varilla o cupla en la cual tal daño exista deberá ser reemplazada.

El engranamiento de roscas ocurre durante el apriete, pero también puede tener lugar durante el desenrosque. Un mal encausamiento del enchufe de la unión, conduce a daño en la rosca; cada vez que se baja la sarta, lubricando correctamente las roscas y cuidando el apriete.

FALLAS EN VARILLAS

FALLA POR TENSION O FATIGA



FIG. 1



FIG. 2

FALLA A SOBRECARGA



FIG. 3

FALLA POR DOBLADURA



FIG. 4

FALLA POR FLEXION



FIG. 5

FALLAS POR DAÑOS SUPERFICIALES



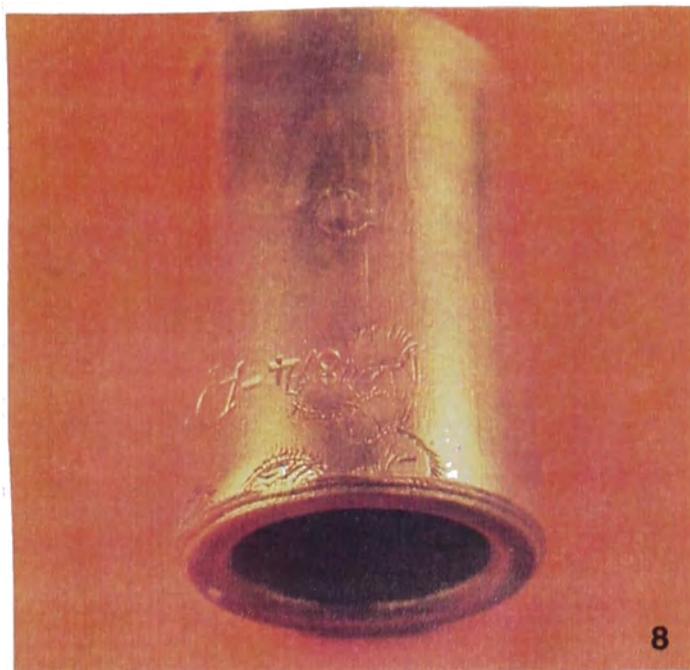
FIG. 6

FALLAS POR DAÑOS SUPERFICIALES



7

FIG. 7



8

FIG. 8

FALLAS POR DESGASTE

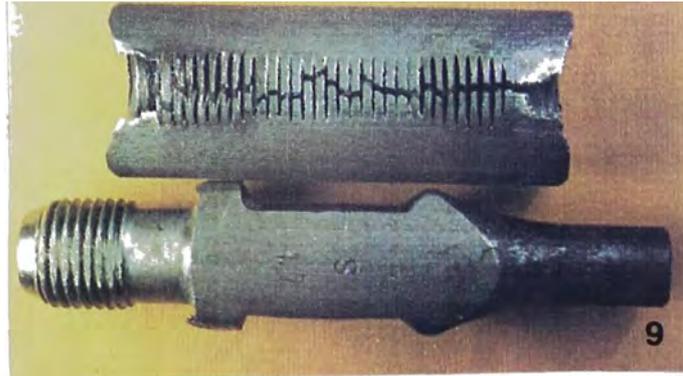


FIG. 9

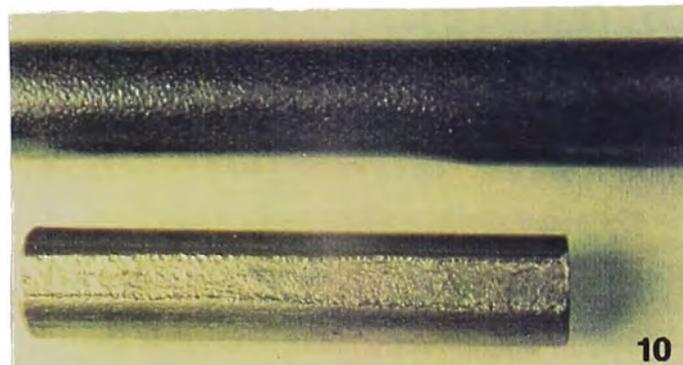


FIG. 10

FALLA DE LAS UNIONES

DESENROSQUE DE LA UNION



FIG. 11

DESENROSQUE DE LA PUNTA



FIG. 12

FALLA POR AJUSTE DE UNIONES



FIG. 13

FALLA POR ENROSQUE

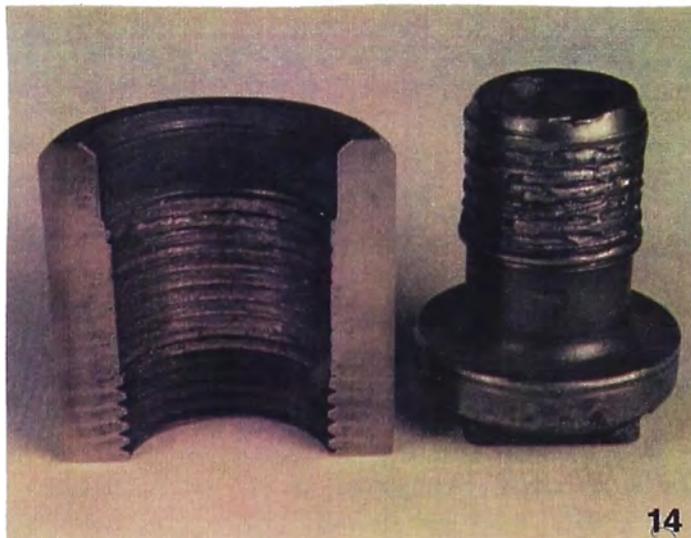


FIG. 14

FALLA POR CORROSION

COSTRA O INCRUSTACIONES

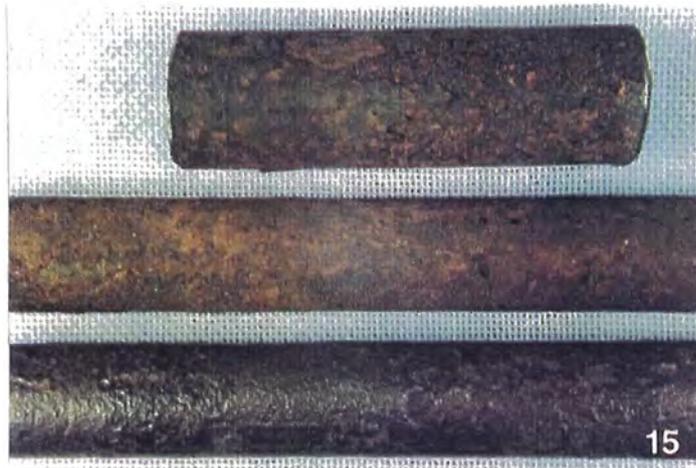


FIG. 15

OXIGENO



FIG. 16

ACIDO SULFHIDRICO

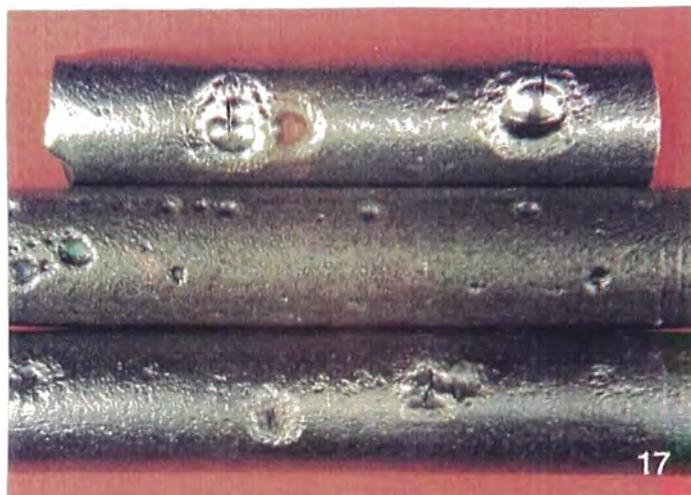


FIG. 17

BACTERIAS



FIG. 18

BIOXIDO DE CARBONO



FIG. 19

ACIDO

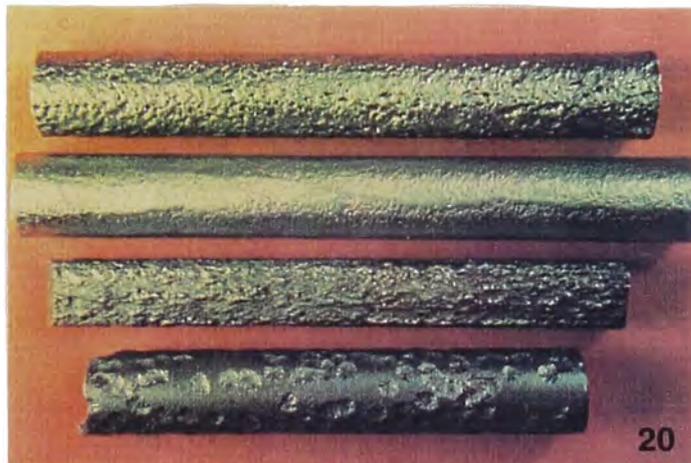


FIG. 20

CORROSION GALVANICA



21

FIG. 21

ELECTROLISIS



22

FIG. 22

7.- PRACTICAS RECOMENDADAS PARA EL CUIDADO Y EL MANEJO DE VARILLAS.

Prácticas recomendada API RP 11BR.

Con la idea de que el momento en que se deben controlar las fallas es antes de que ellas ocurran, las siguientes sugerencias y recomendaciones ayudarán a corregir malos hábitos en el almacenamiento y transporte de varillas al yacimiento.

7.1 TRANSPORTE

La mayoría de las veces, las varillas se transportan al menos dos veces antes de que sean bajadas al pozo: la primera vez de la fábrica al inventario en el yacimiento, y luego al pozo. Los operadores deberán contratar los servicios de transporte con aquellas empresas que estén legalmente calificadas para mover varillas en la zona de que se trate. Deberá verificarse la cobertura de seguros del transportista y se deberá averiguar sobre sus conductores y sus antecedentes. Asegurarse que el equipo que posee el transportista es lo suficientemente grande y buenas condiciones, y que la compañía está capacitada para llevar a cabo el transporte según se requiera, sin roturas ni demoras indebidas.

Las varillas de bombeo son agrupadas en bultos por el fabricante, y de acuerdo a lo prescrito por la Norma API 11B ó 11C, a fin de evitar, tanto como sea posible, daños por impacto, y para evitar que se doblen. La cantidad de varillas en cada bulto depende de la medida de las varillas, de manera que cada uno pese alrededor de 4000 lbs. En los bultos, las varillas se separan por espaciadores, los cuales son apilados y asegurados con bandas.

Por ejemplo, un bulto de $\frac{3}{4}$ "x 25' de varillas de acero contiene 100 unidades en cinco capas de 20 varillas cada una, y está asegurado por cinco secciones de espaciadores con bandas.

Las varillas pueden ser enviadas con ó sin las cuplas instaladas.

En todos los casos, los bultos deberán ser levantados y movidos, por medio de una barra diseñada para la tarea. Comúnmente, se pueden mover por medio de camiones con huinche, "Fork - Lifts", ó grúas hidráulicas. Siempre deberá contarse con la barra en el extremo de la línea ó del fork - lift.

Los bultos deberán ser izados lentamente, y movidos no lejos del suelo. El personal no permitirá que cualquier parte de su cuerpo quede debajo del bulto en momento alguno, afín de evitar heridas. El personal que se ocupa del movimiento de varillas deberá recibir instrucciones sobre la manera segura de mover las mismas.

Los bultos deberán ser transportados en un camión con piso plano y el cual se encuentre en buenas condiciones. Cada fila de espaciadores se ubicará sobre la fila espaciadores del bulto inferior, y se asegurará por medio de bandas de nylon o similar, las cuales se ubicarán sobre las filas de espaciadores, y no sobre las varillas. Se podrán usar cadenas siempre que se disponga de almohadillas sobre los espaciadores.

Aquellas varillas sueltas podrán disponerse sobre los bultos, y deberán ser separadas por maderas. Ajustense debidamente.

Antes de ponerse el camión en movimiento, la carga deberá ser inspeccionada en lo que hace a las roscas macho y a los protectores, así como verificar las cuplas colocadas. Instalar los protectores faltantes. Verificar la carga varias veces durante el viaje a la locación, cuéntese la carga tanto al cargar como al descargar, y verifíquese la medida de las varillas y el grado con el remito.

Las cuplas sueltas y las encajonadas, así como los trozos de maniobras deberán asegurarse para evitar pérdidas.

7.2 ALMACENAMIENTO.

Las varillas de bombeo se almacenan en diversos lugares, generalmente cerca de la zona de operaciones.

El área de almacenamiento deberá estar nivelado, contará con grava, deberá asegurar un buen drenaje, y estar exento de pasto y maleza. También se sugiere que el área alambrado, con candado, bien iluminado para operaciones nocturna, y disponer del espacio para la maniobra de camiones.

Los bultos de varillas se ubicarán sobre maderos ó soportes, los cuales se dispondrán debajo de cada fila de espaciadores. Estos soportes podrán ser maderos largos de sección cuadrada, durmientes de ferrocarril, de hormigón, ó de acero contruídos para este propósito. Los soportes deberán ser los suficientemente altos para permitir la circulación del aire alrededor de los bultos, y además permitir la limpieza del piso.

Solamente se podrán almacenar hasta seis bultos hacia arriba, y sólo en el caso de que puedan manipularse con seguridad podrán ser más altos. Una vez más, todos los bultos serán movidos con la barra separadora dispuesta sobre los mismos.

Cada grupo de bultos deberá disponer de una sola medida y grado de varillas. Las que queden sueltas podrán ubicarse al lado de los bultos. Se deberán disponer los protectores de macho y de cupla que se hayan perdido. Rótese la totalidad del inventario de manera que las varillas más viejas sean despachadas primero.

Todas las varillas vienen con una mano de pintura soluble en aceite que en general tiene una vida útil de seis a nueve meses. Si las varillas mostraran una cierta oxidación luego del almacenamiento prolongado, deberán ser repintadas con un producto aceptado.

Los registros de inventario deberán ser continuos, y deberán recontarse cada mes a fin de verificar los saldos.

El manipuleo de varillas de fibra de vidrio sigue las mismas recomendaciones generales para su almacenaje y transporte, con la excepción de que nada deberá impactar su superficie ya que su resistencia al impacto es muy baja.

Las varillas usadas se almacenarán en por lo menos cuatro soportes. Obviamente, las varillas dobladas o dañadas deberán descartarse. Luego de quitar las cuplas, deberán ser limpiadas, lubricadas y almacenadas bajo techo. Los extremos macho deberán ser limpiados, lubricados con una grasa inhibidora, y se instalarán protectores. Se deberá aplicar una pintura antioxidante en spray sobre la superficie de las varillas.

7.3 UN MANIPULEO INCORRECTO PRODUCE FALLAS

Límpiese con diesel, bencina o solvente todas las caras de contacto y todas las roscas tanto en varillas nuevas como usadas, de acero y de fibra de vidrio, trozos de maniobra y cuplas. Úsese un spray a presión, cepillo de alambre, cepillo de pintar, o un trapo para limpiar las roscas de suciedad, aceite, escasmas y trozos metálicos.

Examínese visualmente todas las roscas a fin de detectar daño mecánico o por corrosión. En caso de haber dudas, apriétese una cupla buena sobre un extremo macho, o un extremo macho de un trozo de maniobra en una rosca hembra para verificar la rosca y el ajuste del hombro.

Lubríquense las roscas macho con una mezcla de aproximadamente 50 % de aceite grado 90 para engranajes de extrema presión, y 50 % de inhibidor de corrosión. Esta mezcla debe tener la consistencia de una grasa liviana que pueda ser pintada con un pincel pequeño o aplicado con una botella plástica apretándola sobre las roscas macho. Límpiense las caras del hombro macho con un trapo limpio que fue mojado con diesel oil o querosene.

Engánchese y levántese la varilla siguiente con un elevador de la medida indicada, y que no tenga desgaste. Una persona deberá aguantar el otro extremo de la varilla. Cuidadosamente bájese el macho o la hembra, según el caso, a la varilla en el elevador, descansando en el niple campana. Guíese el macho dentro del receso de la hembra y engánchese los primeros filetes a mano. Déense dos o tres vueltas a mano a fin de evitar un roscado incorrecto y el engranamiento de las roscas.

Enrósqese la conexión hembra y macho al hombro, con una llave manual de varillas. Tómese una segunda llave de varillas, instálese en el cuadrado opuesto y apriétese. Esta es la llamada la posición de apriete con llave, y ambos extremos de la conexión deberán desplazar la misma medida.

7.4 DESPLAZAMIENTO.

El apriete correcto significa rotar la cara del hombro macho contra la cara hembra una cierta distancia, llamada desplazamiento. Este método consiste en marcar una línea vertical y visible a un lado de la hembra, a través de la cara de contacto macho-hembra, y continuando sobre el hombro macho. Mediante el uso de una tarjeta de

tarjeta de desplazamiento sugerido o de apriete suministrada por el fabricante de la varilla, se encontrará la medida y grado correctos del desplazamiento para el apriete, y colóquese la línea del lado derecho próximo a la línea vertical del hombro macho al final del desplazamiento.

También pueden emplearse otros métodos de marcación, tal como punto marcados con pintura etc. Cualquier método es correcto si permite que la persona que esté operando pueda saber si el desplazamiento correcto ha sido alcanzado.

La tabla 1 sugiere el desplazamiento en pulgadas cuando se usa una regla o una cinta métrica para medir.

Llaves manuales rápidas (snap wrenches) pueden usarse para el apriete de los grados C y K del API, para varillas de 5/8 y 3/4". Sin embargo, este método es inconsistente, y en caso de todas las medidas de grado D del API y grado mayores, el apriete no puede hacerse con llaves manuales en razón del torque requerido.

TABLA 1
VALORES DE DESPLAZAMIENTO
(PULGADAS)

Tamaño	API C,K & Primera Vuelta	Fibra de Vidrio	API D Primer Vuelt.	Grado Mejorado	Alta Tensión Primera Vuelta	Grado Mejo- rado
5/8	8/32	6/32	10/32	8/32	12/32	10/32
3/4	9/32	7/32	13/32	11/32	15/32	13/32
7/8	11/32	9/32	16/32	14/32	18/32	16/32
1	14/32	12/32	20/32	18/32	22/32	20/32
1	16/32	14/32	22/32	20/32	24/32	22/32
1/8						

Se recomienda el uso de llaves de potencia para los Grados API D y mayores. Una llave de este tipo tiene la potencia y la consistencia necesarias para un apriete adecuado. La Llave de potencia deberá ser de la medida y presión suficientes para lograr el desplazamiento, y deberá ser probada antes de comenzar la tarea. No confíe en los manómetros del equipo o de la llave, o en que usan determinada presión debe ser usada en una cierta medida y grado de varilla. Use el método del desplazamiento.

Cuando las disposiciones legales o práctica recomendadas lo permiten, se podrá usar una barra para prolongar la palanca. Marque el desplazamiento que se sugiere, instale el prolongador en la llave manual, y sienta la fuerza necesaria para desplazar correctamente.

Si se siente alguna resistencia en la rosca durante el apriete hasta el hombro, córrase un ensayador de rosca seguido de una nueva hembra o macho, a fin de asegurar que la rosca no engranará.

Tal cual lo muestran las tarjetas de apriete, el desplazamiento es mayor para las varillas nuevas/primera corrida, varillas usada/nueva cupla, o cupla usada/varilla nueva, que para las corridas subsiguientes. El desplazamiento para corridas posteriores será menor debido al pulido o al efecto de endurecimiento por trabajo luego del primer apriete. Los valores del desplazamiento para corridas posteriores de los grados C y K son de 42.000 - 45.000 psi, de tensión en el macho. Los valores para el grado D deberán ser de 68.000 - 70.000 psi debido a las mayores cargas aplicadas, y para varillas de alta resistencia estos valores son de 80.000 - 82.000 psi.

Mientras se levanta y se baja la sarta de varillas de bombeo, téngase en cuenta cualquier daño a los hombros macho y a las cuplas, y cualesquiera otros defectos que puedan ocasionar fallas por fatiga.

7.5 ASENTANDO LA BOMBA

Para fijar la bomba, lentamente aplique el peso de la columna sobre el elemento fijador. Esto evita daños a la bomba si las copas, el niple de asiento o el soporte mecánico tienen las tolerancias adecuadas.

Espacie la bomba de manera usual, con suficiente espacio para permitir las carreras sin golpear el fondo cuando el sistema se estabiliza, cuidando no dañar la columna de varillas. Las sartas de fibras de vidrio son especialmente sensitivas a la compresión mientras se asienta la bomba y se la espacia. Se debe disponer los suficientes trozos de maniobra nuevos para igualar una varilla larga para espaciar, y cuplas nuevas API de repuesto y combinaciones o cuplas de reducción para ser usadas según sea necesario. No confíe en cuplas y trozos de maniobra viejos, corroídos y posiblemente dañados. Baje un substituto elevador con guía sobre la bomba.

Usando una cupla de vástago pulido entre el vástago pulido y el primer trozo de maniobra, instale el vástago pulido usando el desplazamiento para la medida del macho. Enrosque otra cupla de vástago pulido en el extremo superior del vástago pulido como cupla de seguridad y para prevenir la corrosión de esa rosca superior. Alinear la unidad de bombeo en la base de madera tal que el vástago pulido se desplace en el centro del prensa.

Una vez que el pozo se haya estabilizado, correr una carta dinamométrica para verificar las cargas de fijación, el movimiento de la columna, la carga en la unidad y la acción de la bomba. Comparar esta carta con las especificaciones del sistema, y ajustarlo si fuera necesario.

7.6 SACANDO LA SARTA

Cuando se saca la sarta de varillas para reparar la bomba o para tareas de pesca, lo ideal es colgar las varillas del mástil. Disponer de un indicador de peso calibrado, y no tirar con más del 90 % de la tensión de fluencia de la varilla de menor diámetro en la sarta mientras se desasienta la bomba o mientras se pesca.

Mientras las varillas cuelgan del mástil, inspeccionar si hay varillas con estiramiento, o cualquier otro daño visible en las hembras o en los machos. Cuando se cuelga un tiro, tener la precaución de no permitir que el hombro macho o un recalque de varilla impacten otra rosca. No usar martillos llaves para varillas para golpear cuplas muy apretadas a fin de aflojarlas. el desacople deberá ser hecho con llaves de potencia para varillas, o en casos de uniones muy apretadas, con palancas. Siempre se deberá acostar una sarta en tiros simples. nunca en dobles o triples.

Si una sarta va a permanecer fuera de servicio por más de dos días, limpiar , lubricar y tapar los machos, y poner spray en los cuerpos de las varillas con una capa que los proteja de la corrosión.

Cuando se baje una sarta que ha estado colgada en el mástil, siempre deberá detenerse en las uniones intermedias y verificar el apriete correcto.

Si se siguen estas recomendaciones, los costos de producción se reducirán en gran medida.

Si se siguen estas recomendaciones, los costos de producción se reducirán en gran medida.

7.7.- CONTROL DE CORROSION POR TRATAMIENTO QUIMICO (CORROSION ATMOSFERICA).

7.7.1- TRANSPORTE Y ALMACENAJE.

Para prevenir ataques corrosivos en varilla de bombeo antes de que estas entren en servicio, se les debe colocar capas adecuadas de protección (aceite soluble) y ser conservadas durante su viaje y almacenaje y cuando estén expuestas a corrosión atmosférica durante su servicio en el campo.

7.7.2- El fabricante de varillas de bombeo debe proveer una capa protectora de aceite soluble sobre las varillas y las cuplas (que deben estar libres de todo deshecho de fabricación: virutas, etc.). La capa protectora, debe ser adecuada para proveer protección en condiciones atmosféricas expuesto por un mínimo de dos años.

7.7.3- El vendedor, proveedor o agente, debe inspeccionar los embarques y stocks en depósitos de las varillas de bombeo y cuplas evitando daños en la capa protectora corrosivos. El vendedor también debe tomar la acción necesaria para limpiar los puntos de herrumbre y reparar los daños en la capa protectora.

7.7.4- El comprador debe inspeccionar las varillas y cuplas en el momento de recepción, por cualquier ataque corrosivo o daño en la capa protectora. También debe efectuar inspecciones periódicas mientras las varillas está en su stock local. Se debe mantener la capa protectora durante el almacenaje.

7.7.5- Varillas de bombeo usadas que están almacenadas para servicios futuros deben ser limpiadas y cubiertas por una capa protectora para evitar la corrosión atmosférica. Hay varios compuestos para este propósito.

7.7.6- SERVICIO DE CAMPO.

En regiones atmosféricas de corrosión severa, la varillas de bombeo deben ser protegidas luego de sacadas del pozo durante operaciones de servicio de pozo. Esto es de especial importancia en áreas donde se producen el Sulfuro de Hidrógeno, aunque el daño puede ser causado por oxidación y no del efecto del Sulfuro de hidrógeno.

En algunos casos, el aceite con una alta concentración de inhibidor corrosivo, se bombea inmediatamente en el tubing antes del uso de las varillas; o las varillas pueden ser cubiertas por una mezcla de aceite e inhibidor corrosivo después de que las varillas sean acostadas. Una capa aceitosa es beneficiosa.

7.8.- INSPECCION DE VARILLAS DE PRODUCCION USADAS.

7.8.1- Segregar las varillas, identificando visualmente a prioridad, aquellas que presentan daño severo (torceduras, golpes mecánicos, excesivo desgaste, corrosión, tec.). Las varillas que presentan deterioro severo, deberán ser separadas del resto.

7.8.2- Efectuar limpieza del cuerpo y extremos con vapor.

7.8.3- Inspeccionar visualmente las varillas para determinar su estado en general y torceduras.

7.8.4- Inspeccionar visualmente los extremos roscados (pin/box) de las varillas, previa limpieza con escobilla metálica, para determinar la presencia de daños mecánicos (golpes, marcas de herramientas, cortes, etc.), hilos barridos o engranados ("galling"), coples acampanados o desgastados y/o deformaciones excesivas en los contornos del cople, hilos de roscas con fisuras, rejaduras, etc.

En el extremo del lado pin, debe además verificarse el desgaste y grado de acabado de los asientos (hombros).

7.8.5- Comprobar el perfil o forma del hilo de las rocas de cada conexión haciendo uso de gauges (working gauges) o patrones (peines) API adecuados, con la finalidad de determinar si estos han sufrido desgaste excesivo (hilos redondeados o fluidos), deformación, hilos rotos, hilos estirados en el pin, etc.

7.8.6- Inspeccionar mediante el método de partículas magnéticas secas los extremos de las varillas (zona del up-set). para detectar defectos transversales.

7.8.7- Efectuar inspecciones electromagnéticas al cuerpo de la varilla, a fin de detectar transversales.

El equipo de inspección electromagnética, deberá ser calibrado al inicio del trabajo y cada 25 varillas para corregir cualquier desviación y ser mantenidos por lo menos 6 meses, perfectamente identificados.

7.8.8- Realizar calibraciones de diámetros exteriores para determinar desgaste en el cuerpo, como mínimo 4 lecturas a lo largo de la varilla.

7.8.9- Reemplazar coples en mal estado, dependiendo de la clasificación final de la varilla (ver punto 10).

7.8.10- Clasificar (clase, I, II, III y IV) las varillas, según se indica en la table I (Ref. API 11B, sección 9).

7.8.11- Efectuar la identificación (código de colores) y estampados de las varillas inspeccionadas indicando, además los efectos o daños encontrados, de acuerdo a los lineamientos del Estándar de Ingeniería S13-59-00.

7.8.12-Instalar protectores de extremos, previa instalación de grasa.

CLASE	FRANJA DE PINTURA	FISURAS Y/O CORROSIÓN Max (Pulg.)	DESGASTE EN CUERPO % MAX. (Secc. Transv)	TORCEDURAS (KINGS) Y DOBLADURAS (BENDS)
I	UNA	0.20	0	NINGUNA
II	DOS	0.40	20	2 veces lo max. permitida (API 11B) (1)
(2) III	TRES	0.60 (3)	30	Dobladuras que pueden enderezadas en frio
IV	UNA (4)	más de 30		

NOTAS:

(1):Defectos máximos permisibles de acuerdo a la figura No 1 (dos veces lo máximo permitido por el API 11B, sección 9).

(2):El usuario puede considerar esta clasificación de varillas (III) como no apta para servicios petroleros.

(3):Defectos, desgaste o corrosión que ocurra en el tercio superior del cono de recalque al hombro del pin, pueden ser ignorados.

(4):Las varillas clase IV o rechazadas, deberán ser marcadas con pintura roja.

8.- TUBERIA DE PRODUCCION (TUBING)

Como ya se indicó la tubería de producción se utiliza para conducir el fluido del pozo hasta la superficie. Por las características de operación este elemento está solicitado por diversos esfuerzos (tracción, presión interna, presión externa) y sujeto a desgaste por rozamiento interior (varillas de bombeo) y exterior contra el casing en las operaciones del pulling, o en bombeo cuando no está anclado.

Consecuentemente su uso ha obligado a desarrollar diferentes tipos de aceros así como también distintos tipos de uniones que han permitido trabajar a mayores profundidades y presiones. Los tubing se fabrican en distintas calidades según su resistencia, en aceros de grado J-55, C-75, N-80, P-105, P-110 y de acuerdo a los requerimientos de las normas API 5 A, 5 AC y 5 AX (el grado del acero indica el límite de influencia mínimo en miles de psi).

En nuestra operación utilizamos tubing sin costura con recalque externo (EUE) y rosca redonda de ocho filetes por pulgada (8 RT). Las especificaciones y capacidades correspondientes a los mismos se indican en las tablas 8.1 y 8.2.

TABLA 8.1

DIMENSIONES GENERALES

(dimensiones en pulgadas, peso libras por pie, área pulgada cuadrada)

Diámetro externo cupla	grado	peso con cupla	Diámetro interior	Espesor pered	Area Trans- versal	Diámetro externo
2-7/8	J-55	6.5	2.44	0.217	1.81	3.668
	N-80					
3-1/2	J-55	9.3	2.992	0.254	2.59	4.50

TABLA 8.2

RESISTENCIA Y TORQUE

Diámetro torque (pulg.) (Lbs/pie)	Grado	Peso (Lbs/pie)	Límite Fluencia (psi)	Presión interna (psi)	Presión externa (psi)	Resist. junta (Lbs)
2-7/8 1.650	J-55	6.5	55.000	7.620	7.680	99.660
2-7/8 2.300	N-80	6.5	80.000	10.520	10.570	144.960
3-1/2 2.280	J-55	9.3	55.000	6.980	6.980	142.460

8.1- ANCLAJE DEL TUBING

Durante el ciclo de bomba la carga de fluido al actuar alternativamente sobre el tubing (carrera descendente - TV abierta) y sobre las varillas (carrera ascendente-TV cerrada), provoca estiramientos y acortamientos cíclicos de la tubería. Este movimiento puede causar desgastes de las cuplas por rozamiento con el casing y disminuir la carrera efectiva del pistón que se traduzca en pérdida de rendimiento de la bomba.

Para evitar dichos inconvenientes se vincula el tubing al casing mediante un "ancla" que permite mantener traccionada la tubería de producción.

8.2- DESCRIPCION Y OPERACION DEL ANCLA

En la fig. 8.1 se indican las partes componentes del ancla tipo cache de Baker modelo B3, utilizada en nuestra operación .

Las cuñas que ajustan contra las paredes del casing tienen estalladuras en dos direcciones para evitar ambos movimientos verticales, en caso de rotura del tubing las cuñas impiden el desplazamiento del resto de la tubería hacia el fondo del pozo facilitando de esta manera las operaciones de pesca.

Para operar el ancla se la baja al pozo de tal forma que los extremos libres de los flejes centralizadores queden hacia abajo. Estos centralizadores que tienen por objeto no permitir girar el cono en las operaciones de fijar y librar el ancla, están vinculados en su extremo superior.

8.2.1.FIJACIÓN --

- Una vez que el ancla está en la profundidad deseada, se gira la tubería de 5 a 8 vueltas a la izquierda hasta que las cuñas hagan contacto con el casing.
- Manteniendo la tubería torsionada se le aplica alternativamente tensión y peso hasta lograr asentar las cuñas .
- Si durante esta operación se llegara a perder la torsión de la tubería se le continuará girando hasta lograr la torsión necesaria, repitiendo luego la operación.
- Una vez fijada el ancla se libera la torsión aplicada y se tracciona la tubería. El valor de la fuerza a aplicar se determina de acuerdo al procedimiento de cálculo que se indica más adelante.

8.2.2- LIBRADO DEL ANCLA.

Para librar el ancla se aplica peso y se gira la tubería de 5 a 8 vueltas a la derecha, mientras se la mueve alternativamente hasta eliminar por completo el toque. Realizado esto se eleva la cañería evitando todo movimiento hacia la izquierda que pueda desplazar las cuñas.

8.2.3- LIBRADO DE EMERGENCIA.

Si en la operación anterior no se logra librar el ancla será necesario aplicar una fuerza (F_c) sobre el peso de la tubería cuyo valor permita cortar los pernos de seguridad. Al cortarse los pernos del ancla el cono superior se desliza hacia abajo y las cuñas quedan libres.

Para estimar la fuerza (F_c) debemos conocer la fuerza requerida para cortar los pernos de seguridad del ancla y las condiciones de operación:

- Tubing únicamente (sin varillas ni bomba)
- Tubing sin varillas pero con bomba (tubería con fluido)
- Tubing con pesca de varillas (tubería con Fluido)

8.3 PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE FUERZAS Y ESTIRAMIENTOS DE TUBERIAS CON ANCLA.

8.3.1-FUERZA A APLICAR A LA TUBERÍA AL FIJAR EL ANCLA

Para el calculo de la fuerza total (F_t) a aplicar a la tubería se debe tener en cuenta además del estiramiento que le produce la carga de fluido, la sumergencia de la bomba y la temperatura del fluido.

La sumergencia de la bomba es la diferencia entre la profundidad a la que esta se encuentra y el nivel de fluido del pozo. Normalmente mientras el pozo no está en bombeo sube el nivel del fluido (nivel estático), o en el caso de pozos nuevos el nivel puede estar en boca de pozo. Luego, en bombeo el nivel de fluido se ubicará en una zona más próxima a la bomba (nivel dinámico)

Recordamos que todo cuerpo sumergido recibe un empuje de abajo hacia arriba cuyo valor es igual al peso del volumen de fluido desalojado. Quiere decir que el peso del tubing sumergido variará de acuerdo al nivel de fluido del pozo. Por lo tanto, para que la tubería quede correctamente traccionada debemos tener en cuenta este efecto en la determinación de la fuerza a aplicar a la misma.

Referente a la temperatura del fluido sabemos que la misma aumenta con la profundidad del pozo. La temperatura del fluido en superficie dependerá del caudal bombeado, cuanto mayor sea éste, en mayor proporción se transmitirá la temperatura de fondo a superficie. Cuando el pozo no está en bombeo la instalación de producción baja su temperatura tendiendo al gradiente térmico natural de las formaciones. Luego en bombeo se eleva gradualmente su

temperatura, o haciendo que la misma se dilate y como consecuencia la tubería quedará con menor tensión si no tenemos en cuenta este efecto.

El valor de la fuerza total será entonces :

$$ft = F1 + F2 - F3 \quad (\text{expresado en libras sobre el peso de la tubería})$$

Los valores de F1, F2 y F3 son fácilmente obtenidos a partir de tablas proporcionadas por el fabricante del ancla, en nuestro caso las utilizadas en nuestra operación tipo catcher modelo B3 de Baker.

A. Determinación de F1

El valor de F1 depende del nivel dinámico, el cual lo consideramos de acuerdo a los datos disponibles en el file del pozo, quedando a criterio de quien efectúe el cálculo, la confiabilidad de los "sonolog" en cada caso particular (expresar los niveles de pies, para pasar valores en metros a pies multiplicar por 3,281). Si este dato no es posible de obtener se deberá considerar el caso más desfavorable, el cual se producirá cuando el nivel de fluido se encuentre en la bomba, tomando esa profundidad como nivel dinámico del pozo.

B. Determinación de F2.

El valor de F2 depende de la temperatura del fluido del pozo en superficie y del promedio anual de la temperatura ambiente del yacimiento, medidas en grados Fahrenheit (F). Estas temperaturas ya han sido estimadas para nuestra operación, tomando como temperatura promedio del fluido en superficie : 90 F y como temperatura promedio anual del yacimiento : 150 F.

Recordar que las temperaturas se deben expresar en grados Fahrenheit (F) y no en grados centígrados (C), por lo que, si es necesario pasar de (°C) a (°F) debe utilizarse la siguiente fórmula:

$$F = 9/5 \cdot C + 32$$

La temperatura del fluido del pozo en superficie es conveniente tomarla para cada caso, en particular, en especial para aquellos pozos que produzcan grandes caudales de fluido (por ejemplo los pozos afectados al Waterflood) recordando que la misma se expresa en (°F).

Para elegir el valor de F2 se utiliza la Tabla 8.4 la forma de obtener el valor de F2 es restar a la temperatura del fluido del pozo en superficie la temperatura promedio anual ambiente, con lo que obtenemos una diferencia que la llamamos ΔT

C. DETERMINACIÓN DE F3.

Para determinar el valor de F3 se utiliza la tabla 8.5. Este valor está determinado por dos variables. La primera es el nivel estático del pozo en el momento de fijar el ancla y la segunda la profundidad del ancla. en el caso de pozos viejos, este nivel puede ser obtenido prácticamente en cada caso particular en el momento de sacar caños, ya que si el pozo ha estado parado algún tiempo, en los caños puede verse la marca donde llegó el fluido.

En los casos de pozos recién completados a poner en producción la operación de fijar el ancla se hace con pozo lleno, por lo que tomaremos el mínimo valor que figura en la tabla : 250' para el nivel estático. para determinar entonces el valor de F3 hay que buscar sobre el eje horizontal el nivel estático del pozo en el momento de fijar el ancla (pies), mientras que sobre el eje vertical se localiza la profundidad a que se sentará el ancla también en pies. Luego trazando paralelas a ambos ejes por los valores buscados en la intersección de éstas se lee el valor de F3 en libras.

8.3.2- CALCULO DEL ESTIRAMIENTO DEL TUBING EN FUNCION DE LA FUERZA A APLICAR "FT"

En nuestra operación en forma práctica el estiramiento que se le dará al tubing cuando se fije el ancla, esta directamente relacionada con la tensión Ft calculada y con la profundidad a la cual se fija el ancla, el valor de dicho estiramiento se podrá calcular rápidamente mediante la aplicación de la expresión matemática de la Ley de Hooke.

$$e = \frac{F \times L}{E \times A}$$

Donde:

- e: estiramiento
- F: fuerza de tracción aplicada
- L: longitud de la tubería sometida a tracción
- E: módulo de elasticidad del material
- A: sección transversal de la tubería

utilizando unidades usuales y operando la (1) quedan expresado como:

- Para tubing 2-7/8" - 6,5 Lbs/pie
 $e = 0,22 \times F \times L \quad (2)$

- Para tubing 3-1/2" - 9,3 Lbs/pie
 $e = 0,154 \times F \times L \quad (3)$

En las que:

- e : pulgadas de estiramiento
- f : fuerza en miles de libras
- l : longitud en miles de pies
- e : 30×10^6 psi
- a : sección en pulgadas cuadradas.

8.3.3- FUERZA "FT" EN CASO DE BAJAR TUBING PROBANDO HERMETICIDAD

Si el tubing que se baja al pozo se está probando por pérdidas en su interior, por lo que al valor de la fuerza (Ft) calculada para una operación normal (sin bajar probando) hay que restarle el peso de fluido contenido en el tubing desde superficie hasta el nivel de fluido del pozo en el momento de la operación (nivel estático).

En la table 8.6 se indican los valores de la fuerza (Ft) en libras y los correspondientes estiramientos en pulgadas de los tubing 2-7/8" y 3-1/2" para distintas profundades de asentamiento de ancla. Los valores indicados en dicha tabla se calcularon para niveles estáticos en boca de pozo, nivel dinámico en bomba (igual valor para la profundidad del ancla) y un valor diferencial entre la temperatura del fluido en superficie y la temperatura promedio anual ambiente de 40°F.

En aquellos pozos cuyas condiciones difieran de las indicadas para dicha tabla, se procederá al cálculo de tensiones y estiramiento por el método ya descrito.

PROFUNDIDAD DE BOMBA Y ANCLA (PIES)

**TABLA 8.3
VALOR DE "F1" (Tubing 2 7/8")**

1000	380	890	1520	2180																			
1500	360	810	1340	1950	2640	3400																	
2000	350	770	1240	1790	2380	3040	3760	4540															
2500	340	750	1190	1690	2230	2820	3460	4150	4890	5670													
3000	340	730	1150	1630	2130	2670	3270	3890	4560	5270	6010	6800											
3500	340	720	1130	1580	2060	2570	3120	3700	4330	4980	5660	6380	7160	7950									
4000	340	710	1110	1540	2000	2490	3020	3560	41150	4760	5400	6070	6790	7520	8290	9090							
4500	330	700	1090	1520	1960	2430	2930	3450	4020	4590	5200	5830	6510	7190	7910	8660	9400	10210					
5000	330	700	1080	1500	1920	2380	2870	3370	3910	4460	5030	5630	6280	6930	7600	8310	9010	9770	10550	11350			
5500	330	690	1070	1480	1900	2340	2810	3300	3820	4350	4900	5470	6090	6710	7350	8020	8690	9410	101150	10910	11690		
6000	330	690	1060	1460	1870	2310	2770	3240	3740	4250	4790	5340	5940	6530	7150	7790	8340	9110	9820	1530	11280		
6500	330	690	1050	1450	1850	2380	2730	3190	3680	4180	4690	5230	5800	6380	6970	7580	8200	8860	9540	1220	10930		
7000	330	680	1050	1440	1840	2250	2700	3150	3620	4110	4610	5130	5690	6240	6820	7410	8010	8640	9290	9960	10640		
7500	330	680	1040	1430	1820	2230	2670	3110	3580	4050	4540	5050	5590	6130	6690	7270	7840	8460	9080	9730	10380		
8000	330	680	1040	1420	1810	2210	2640	3080	3540	4000	4480	4980	5510	6030	6570	7130	7690	8300	8900	9520	10160		
8500	330	680	1030	1410	1800	2200	2620	3050	3500	3960	4430	4910	5430	5940	6470	7020	7570	8150	8740	9340	9960		
9000	330	680	1030	1410	1790	2180	2600	3020	3470	3920	4380	4850	5360	5870	6380	6920	7450	8020	8590	9180	9730		
9500	330	680	1030	1400	1780	2170	2580	3000	3440	3880	4340	4800	5300	5800	6300	6830	7350	7900	8460	9040	9630		
10000	330	670	1030	1400	1770	2160	2570	2980	3410	3850	4300	4760	5250	5730	6230	6740	7260	7800	8350	8910	9490		
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000	5250		

NIVEL DINAMICO DE FLUIDO (PIES)

TABLA 8.4.**VALOR DE "F2"**

$\Delta(^{\circ}\text{F})$	Tubing 2 - 7/8" F2 (Lbs)	Tubing 3 1/2" F2 (Lbs)
10	1.880	2.680
20	3.750	5.360
30	5.630	8.040
40	7.500	10.720
50	9.370	13.400
60	11.250	16.080
70	13.100	18.760
80	15.000	21.440
90	16.900	24.120
100	18.800	26.800
110	20.600	29.480
120	22.500	32.160
130	24.400	34.840
140	26.100	37.520
150	28.100	40.200
160	30.000	42.880
170	31.800	45.560
180	33.700	48.240
190	35.600	50.920
200	37.500	53.600

5500	3260	3490																		
6000	3150	3360	3580	3800																
6500	3050	3250	3460	3680	3890	4120														
7000	2970	3160	3360	3570	3780	3990	4220	4440												
7500	2900	3090	3280	3480	3680	3880	4100	4320	4540	4760										
8000	2840	3020	3200	3390	3590	3790	4000	4210	4420	4630	4850	5070								
8500	2780	2960	3140	3320	3510	3700	3910	4110	4310	4520	4730	4940	5130	5390						
9000	2730	2900	3080	3260	3440	3630	3820	4020	4220	4420	4620	4830	5040	5260	5470	5700				
9500	2690	2850	3030	3200	3380	3560	3750	3940	4130	4330	4530	4730	4940	5150	5350	5580	5800	6020		
10000	2650	2810	2980	3150	3320	3500	3690	3870	4060	4250	4440	4640	4840	5040	5240	5460	5680	5890	6120	6340
	5250	5500	5750	6000	6250	6500	6750	7000	7250	7500	7750	8000	8250	8500	8750	9000	9250	9500	9750	10000

NIVEL DE FLUIDO EN EL MOMENTO DE FIJAR EL ANCLA (PIES)

TABLA 8.5. VALOR DE “F3” (Tubing 2 7/8”)

1000	110	250	420	630																	
1500	100	230	370	540	730	950															
2000	100	210	350	500	660	850	1050	1260													
2500	100	210	330	470	620	780	960	1160	1360	1580											
3000	100	200	320	450	590	740	910	1080	1270	1470	1680	1910									
3500	90	200	310	440	570	710	870	1030	1200	1390	1590	1790	2000	2220							
4000	90	200	310	430	560	690	840	990	1150	1330	1510	1700	1900	2100	2310	2540					
4500	90	200	300	420	540	680	820	960	1120	1280	1460	1630	1820	2010	2210	2420	2630	2850			
5000	90	190	300	410	530	660	800	940	1090	1240	1410	1580	1720	1940	2120	2320	2520	2730	2950	3170	
5500	90	190	300	410	530	650	780	920	1060	1210	1370	1530	1700	1880	2060	2240	2430	2630	2840	3040	
6000	90	190	300	410	520	640	770	900	1040	1180	1340	1500	1660	1830	2000	2170	2360	2550	2740	2940	
6500	90	190	290	400	520	630	760	890	1020	1160	1320	1470	1620	1780	1950	2120	2290	2480	2660	2850	
7000	90	190	290	400	510	630	750	880	1010	1140	1290	1440	1590	1750	1910	2070	2240	2420	2600	2780	
7500	90	190	290	400	510	620	740	870	990	1130	1270	1420	1560	1710	1870	2030	2190	2360	2540	2710	
8000	90	190	290	390	500	620	730	860	980	1110	1260	1400	1540	1690	1840	1990	2150	2330	2490	2660	
8500	90	190	290	390	500	610	730	850	970	1100	1240	1380	1520	1660	1810	1960	2120	2280	2440	2610	
9000	90	190	290	390	500	610	720	840	960	1090	1230	1360	1500	1640	1780	1930	2090	2240	2400	2560	
9500	90	190	290	390	490	600	720	830	950	1080	1220	1350	1480	1620	1760	1900	2060	2210	2370	2520	
10000	90	190	290	390	490	600	710	830	940	1070	1210	1330	1470	1600	1740	1880	2030	2180	2330	2490	
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000	

NIVEL DE FLUIDO EN EL MOMENTO DE FIJAR EL ANCLA (PIES)

5500	3260	3490																			
6000	3150	3360	3580	3800																	
6500	3050	3250	3460	3680	3890	4120															
7000	2970	3160	3360	3570	3780	3990	4220	4440													
7500	2900	3090	3280	3480	3680	3880	4100	4320	4540	4760											
8000	2840	3020	3200	3390	3590	3790	4000	4210	4420	4630	4850	5070									
8500	2780	2960	3140	3320	3510	3700	3910	4110	4310	4520	4730	4940	5130	5390							
9000	2730	2900	3080	3260	3440	3630	3820	4020	4220	4420	4620	4830	5040	5260	5470	5700					
9500	2690	2850	3030	3200	3380	3560	3750	3940	4130	4330	4530	4730	4940	5150	5350	5580	5800	6020			
10000	2650	2810	2980	3150	3320	3500	3690	3870	4060	4250	4440	4640	4840	5040	5240	5460	5680	5890	6120	6340	
	5250	5500	5750	6000	6250	6500	6750	7000	7250	7500	7750	8000	8250	8500	8750	9000	9250	9500	9750	10000	

NIVEL DE FLUIDO EN EL MOMENTO DE FIJAR EL ANCLA (PIES)

TABLA 8.6.**FUERZAS Y ESTIRAMIENTOS DE TUBERIAS****UTILIZANDO ANCLAS TIPO CATCHER DE BAKER****(PARA APLICAR SOLAMENTE EN POZOS CON NIVEL EN BOCA)**

Profundidad (pies)	ANCLA (Mts)	Tubing 2 7/8"		Tubing 3 1/2"	
		Fuerza (Libras)	Estiramiento (Pulgadas)	Fuerza (Libras)	Estiramiento (Pulgadas)
4.000	1.219	16.500	14.5	24.020	14 3/4
4.500	1.372	17.620	17.5	25.700	17 3/4
5.000	1.524	18.760	20.5	27.390	21
5.500	1.676	19.890	24	29.050	24.5
6.000	1.829	21.040	27.5	30.740	28.5
6.500	1.982	22.180	31.5		
7.000	2.134	23.300	35-3/4		

8.4.- CAUSAS DE DAÑOS EN LA TUBERÍA

8.4.1.- Las causas más comunes de problemas con la tubería son las siguientes:

- a. Selección inapropiada de la resistencia y duración requeridas, especialmente de la tubería no reforzada por recaladura ("up set"), en donde debió usarse la reforzada.
- b. Inspección insuficiente del producto terminado en la fábrica y en el campo.
- c. Descuido en la carga, descarga y acarreo
- d. Roscas dañadas por protectores sueltos o desprendidos.
- e. Falta de cuidado en el almacenamiento, para una protección adecuada.
- f. Martilleo excesivo en los acoplamientos
- g. Uso de equipo de maniobra desgastado o del tipo incorrecto, así mismo uso de las mordazas, dados y llaves para apriete de tubos no apropiados.
- h. Incumplimiento de las normas para introducir y extraer la tubería.
- i. Desgaste del acoplamiento y corte de la varilla.
- j. Rotura excesiva de las varillas de bombeo.
- k. Fatiga, que con frecuencia ocasiona fallas en los últimos hilos de las roscas. No hay ningún remedio positivo, pero el uso de la tubería externa reforzada por recaladura, en lugar de la tubería no reforzada, retrasa en forma importante este problema.
- l. Reposición de los acoplamientos desgastados con acoplamientos que no son API.

m. Dejar caer la columna, aún en una distancia corta. Esto puede hacer que se suelten los acoplamientos en el fondo de la columna. La columna deberá jalarse y volverse a introducir, examinando con todo cuidado todas las uniones.

n. Uniones con fugas bajo presión externa e interna que son una causa común y pueden deberse a:

1. Grasa para rosca inapropiada y/o aplicación incorrecta.
2. Roscas sucias o roscas contaminadas con materiales usados como protección contra la corrosión.
3. Aplicación incorrecta de la tenaza hidráulica de enrosque.
4. Roscas con tendencia a pegarse debido a la tierra, conexión inapropiada, roscas dañadas, grasa para roscas deficiente o diluida .
5. Roscas con maquinado inapropiado
6. Acoplamiento con golpes hechos con martillo.
7. Tracción demasiado severa de la columna.
8. Introducción repetida en exceso.

ñ. Corrosión.- Tanto el interior como el exterior de la tubería, podrían dañarse por la corrosión. El daño se hace evidente, generalmente en forma de picaduras, desgaste de los coples, agrietamiento por fatiga por sulfuro, sin embargo; también puede ocurrir el ataque localizado como la erosión por corrosión, corrosión en forma de empeine y tramos descalibrados. Las picaduras y desgaste en los coples de la varillas de bombeo, se pueden determinar visualmente en estudios de calibración. El agrietamiento puede requerir de equipos auxiliares tales como el polvo magnético para detección. Los productos de la corrosión pueden o no, adherirse a las paredes del tubo. Por lo general la corrosión se debe al fluido corrosivo del pozo pero puede agravarse por los efectos abrasivos de los equipos de bombeo, por el levantamiento de gas o por las altas velocidades. La corrosión también puede verse influenciada por metales disimiles en proximidad entre la corrosión bimetálica y por variaciones

en la estructura de grano, condiciones de superficie y depósitos (corrosión por celdas de concentración). Debido a que la corrosión puede resultar por varias razones e influencias y tomar diferentes formas, no se puede dar una solución simple o universal para su control. Cada problema debe tratarse en forma individual y se debe intentar la solución ó la luz de factores conocidos y de las condiciones de operación.

8.5.- PRACTICAS RECOMENDADAS PARA EL CUIDADO Y MANEJO DE TUBERIA

8.5.1 Preparación e Inspección antes de su Instalación como sarta de subsuelo:

1. Para asegurar el uso de una tubería de producción de la calidad deseada, es necesario que el usuario se familiarice con las prácticas de inspección especificadas en las normas API RP 5C1 y evalúe ampliamente cualquier inspección no destructiva que lleve a cabo en relación con el material tubular a emplear (inspección visual y un sistema de descarte de aquellos en malas condiciones).
2. Toda tubería de producción, sin importar que sea nueva, usada o reacondicionada, deberá manejarse con protectores de rosca debidamente instalados. Igualmente esta deberá manejarse en todo momento, sobre "racks", o superficies de madera o superficies metálicas libres de piedras, arena o suciedad diferentes del lodo normal de perforación. Cuando en forma inadvertida se arrastra la tubería de producción, las roscas sucias deberán volverse a limpiar y prepararse para bajar al pozo.
3. Antes de introducirlos en el pozo por vez primera, los tubos deben ser calibrados internamente con un Mandril Drift API, para asegurar el paso de las bombas de subsuelo, copas de suabeo, etc. Igualmente en forma previa deberá escariarse el pozo con un mandril de ensanchamiento API ("rima"), para asegurar el paso de las bombas, limpia tubos y "packers".
4. Las elevadoras deben tener un buen estado mecánico y eslabones (brazos de elevación), de igual tamaño.

5. El uso de elevadoras de mordaza o tipo cuña son recomendadas, cuando se manejan acoplamientos con diámetro reducido y especialmente coples con bisel en su parte inferior.
6. Las elevadoras deben ser examinadas para ver si el sistema de accionamiento del pestillo está completo y cierra correctamente.
7. Deberán usarse cuñas de araña (cuñas neumáticas) que no aplasten la tubería. Las cuñas deberán ser examinadas para cerciorarse de que trabajen juntas.

NOTA: Las marcas de mordazas de tenazas y cuñas de cuñas neumáticas, pueden provocar daño al tubing de producción. Deberán realizarse los esfuerzos posibles para cerciorarse de que el equipo observe buen estado y esté mecánicamente correcto.

8. Las llaves o tenazas de tubing no deben aplastar (colapsar) la tubería, y estas deberán adaptarse apropiadamente, para evitar marcas innecesarias en la pared del tubo. Las mordazas de las tenazas hidráulicas deberán ajustarse en forma apropiada y conforme a la curvatura del tubo. Efectuar mantenimiento de acuerdo a nuestro Estándar de Ingeniería SI1-41-01 "Plan de mantenimiento para Tenazas Hidráulicas de Unidades de Servicio de Pozos". De preferencia no usar herramientas tipo "stillson" para manipuleo de tubing.
9. Deberán tenerse las siguientes precauciones en la preparación de las roscas de la tubería de producción:
 - a. Inmediatamente antes de la introducción, remueva los protectores de roscas, en ambos extremos del tubo y limpie completamente las roscas, hilera por hilera.
 - b. Inspeccione cuidadosamente las roscas. Aquellas que se encuentren dañadas aunque sea ligeramente, deberán apartarse a menos que cuente con medios satisfactorios para corregir el daño de las roscas.
 - c. Debe medirse cada tubo antes de correrlo. Usar una wincha metálica calibrada en decimales con una aproximación de 0.01 de pie aprox. La medida debe ser hecha desde el extremo de la cara del acoplamiento o conexión hembra, hasta

la posición en el extremo roscado externamente, en que el acoplamiento o conexión se detenga cuando la unión se haga hermética

- d. Colocar un protector de rosca limpio en el extremo de posterior del tubo, en tal forma que la rosca no se dañe al jalar el tubo en la rejilla e introducirlo en el mástil del equipo. Se pueden limpiar y usar varios protectores de rosca, en esta operación.
 - e. Revisar cada acoplamiento en relación al enroscado. Si está fuera de lugar anormalmente, verifique el ajuste del acoplamiento. Los acoplamientos sueltos deben removerse, las roscas cuidadosamente lavadas e inspeccionadas, aplicar grasa nueva a lo largo de toda la superficie de las roscas; después el acoplamiento deberá reponerse antes de introducir la tubería en el mástil del equipo.
 - f. Antes de conectar el tubo, aplicar generosamente grasa para roscas a todas las áreas roscadas interna y externamente, en ésta operación se usa grasa para tubos Tubotec 50. Se recomienda usar grasa para rosca modificada para alta presión según se especifica en el Boletín API 5A2: Boletín sobre Grasas para Roscas, excepto en casos especiales en los que se encuentran condiciones severas y en los que se recomienda el uso de grasas con siliconas de alta presión, según se especifica en el Boletín 5A2.
 - g. Los conectores que se usan como miembros de tensión y levantamiento, deberán verificarse con todo cuidado, en cuanto a su capacidad, para asegurarse que en realidad puede soportar la carga a tensionar.
 - h. Debe tenerse cuidado al hacer las conexiones finas, revisar los conectores, para asegurarse de que las rosca de acoplamiento son del mismo tamaño y tipo.
10. Para pozos de condensado o de alta presión, se debe tener adicionalmente las siguientes precauciones para asegurar un buen enrosque, como sigue:
- a) Los acoplamientos deben ser removidos y deberán limpiarse e inspeccionarse en ambos extremos . Para facilitar esta operación, la tubería puede adquirirse con acoplamientos de ajuste suave, que es aproximadamente una vuelta adicional al ajuste manual o con los acoplamientos empacados por separado .

b) Se deberá aplicar grasa para tubos en las roscas internas y externas, y el acoplamiento deberá volverse a instalar fuertemente. A las roscas de los extremos de conexión a otro tubo, se les deberá aplicar grasa justo antes del enroscado.

11. Cuando la tubería se introduce en el mástil del equipo, se debe tener cuidado de no flexionarla y que los acoplamientos o protectores no se golpeen .

8.5.2.-CONEXION, ENROSCADO Y DESCENSO.

1. No remueva el protector de roscas del extremo final de la tubería, hasta que se encuentre listo para hacer la conexión.

2. Si es necesario, aplique grasa sobre toda la superficie de las roscas justo antes de efectuar la conexión. El cepillo o utensilio que se use para aplicar la grasa, deberá estar libre de materia extraña. Nunca deberá adelgazarse dicha grasa.

3. Al llevar a cabo la conexión, haga bajar la tubería de producción con todo cuidado para evitar daño en las roscas. Conecte en forma vertical de preferencia con la ayuda de un hombre en la plataforma de conexión. Si la tubería se inclina a un lado después de la conexión levántela, límpiela y corrija cualquier mal enroscado y vuelva a aplicar grasa sobre la superficie de la rosca. Deberá tenerse cuidado especialmente al introducir elementos dobles o triples, para evitar el arqueamiento y los errores resultantes en la alineación cuando se permite la presión excesiva sobre las roscas de acoplamiento. Para limitar el arqueamiento de la tubería se pueden colocar soportes intermedios, en el mástil del equipo.

4. Después de la conexión, empiece a atornillar manualmente o aplique lentamente, las llaves convencionales o mecánicas para ajuste de la tubería. Para asegurar un enrosque uniforme y uniones debidamente apretadas, en los pozos de condensado o de alta presión se recomienda las tenazas hidráulicas de apriete de tubería. Las conexiones deberán enroscarse firmemente, aproximadamente dos vueltas más allá de la posición de ajuste manual teniendo cuidado de no provocar daño por barrido de los hilos. Cuando se toman las precauciones adicionales de preparación e inspección en el caso de pozos de condensado o de alta presión, el acoplamiento "flotará" o hará notar la necesidad

de requerir un mayor ajuste, para completar en ambos la posición que muestre la completación del recorrido de todo los hilos.

8.5.3.-ENROSQUE EN SERVICIO.

1. La vida de la conexión bajo sucesivas acciones de enrosque es inversamente proporcional al torque de ajuste aplicado. Sin embargo en pozos donde la resistencia no es un gran factor, se recomiendan aplicar los valores mínimos de torque para prolongar la vida de la conexión. El uso de tenazas de enrosque son deseables para establecer los valores de torque recomendados, según el tamaño, peso y grado de la tubería. La tabla 2.1 del API 5C1, contiene los valores de apriete óptimos recomendados para la tubería sin recaladura, con recaladura exterior y con conexiones integrales con base en el 1 % de la resistencia crítica de uniones, calculada y determinada a partir de la resistencia crítica de uniones para la tubería de revestimiento de 8 roscas redondas, que aparece en el Boletín API 5C3. Los valores de apriete mínimos que se enumeran, corresponden al 75 % de los valores óptimos, y los valores de apriete máximos al 125 % de los valores óptimos. Todos los valores de apriete enumerados en la tabla 2.1 son aplicables solo a la tubería con acoplamientos con revestimiento de zinc. Al hacer conexiones con acoplamientos recubiertos de estaño, se puede usar el 80 % del valor mencionado como guía.
2. Las uñas de la araña deberán limpiarse con frecuencia y las cuñas deberán mantenerse afiladas de acuerdo a lo descrito en nuestro Estándar de Ingeniería SI1-41-02 "Plan de mantenimiento para Cuñas Neumáticas de Servicio de Pozos".
3. El asentamiento en el fondo deberá realizarse con extrema precaución. No deje caer la tubería en forma brusca.

8.5.4.- EXTRACCION DE LA TUBERIA

1. Un estudio con calibrador o medidor de espesores, antes de extraer una columna desgastada de tubería, proporcionará los medios rápidos para segregar los tramos muy desgastados para su remoción .
2. Las mordazas de la tenaza hidráulica para la desconexión deberán colocarse cerca del acoplamiento. El martillar el acoplamiento para desconectar la unión

no es una buena práctica. Cuando se requiere de un golpeteo ligero, se debe usar la cara plana del martillo, nunca la puntiaguda; dando golpecitos suaves en la mitad y completamente alrededor del acoplamiento, nunca cerca del extremo o en los lados opuestos solamente.

3. Debe tenerse un gran cuidado de desenroscar todos los hilos de la rosca antes de levantar la tubería para sacarla del acoplamiento. No haga que la tubería salte para separarla del acoplamiento.
4. La tubería de producción soportada en el mástil del equipo, deberá colocarse sobre una plataforma de madera firme sin el protector de la rosca de abajo debido a que la mayoría de los protectores no están diseñados para soportar la unión o soporte, sin dañar la rosca de campo
5. Proteja las roscas contra el polvo o daños, cuando la tubería este fuera del pozo.
6. La tubería en el mástil del equipo, deberá estar adecuadamente sostenida para evitar la flexión indebida. La tubería con un diámetro exterior de 2 3/8 pulgadas, o mas grande se deberá jalar de preferencia en soportes de aproximadamente 60 pies de largo o en dobles del rango 2 .

Los soportes de tubería con diámetro exterior de 1.900 pulgadas, o menores y los soportes mas largos de 60 pies, deberán tener un soporte intermedio .

7. Si fuera necesario dejar momentáneamente instalada la tubería en el mástil, amárrela (por SEGURIDAD) firmemente al equipo, en el sector de la repisa de tubos.
8. Antes de llevar a cabo nuevamente las colocación, asegúrese que las roscas no estén dañadas y que estén limpias y bien revestidas con grasa.
9. Distribuya el desgaste de las uniones en la instalación de tubería, moviendo un tramo de la parte superior de la columna hasta el fondo, cada vez que se realice servicio de pozo.
10. Para evitar las fugas, todas las conexiones intermedias deberán volverse a apretar cuando se hace la extracción en barras varias veces .

11. Cuando la tubería este atorada (trabada en el pozo), la mejor práctica será usar un indicador de peso calibrado. No se desoriente tratando de estirar la columna de la tubería, bajo la suposición de que la misma esté libre.
12. Después de jalar fuertemente para soltar una columna de tubería. Todas las uniones entre tubos deberán volverse a apretar.
13. Todas las roscas deberán limpiarse y lubricarse o deberán revestirse con un material que minimice la corrosión. Se deberán colocar protectores limpios en la tubería, antes de colocarla en posición horizontal .
14. Antes de almacenar o volver a usar una tubería, se deberán inspeccionar los tubos y las roscas, marcando las uniones defectuosas para su reparación en el taller y su calibración.
15. Cuando se está recuperando la tubería debido a una falla de la misma, es imperativo para prevención futura de dichas fallas, llevar a cabo un estudio metalúrgico completo. Se deberá hacer todo esfuerzo para recuperar la porción defectuosa de la misma en la condición, "tal como fallo". Cuando el análisis metalúrgico completo revele alguna faceta de la calidad del tubo relacionada con la falla, deberán reportarse.

8.6.- INSPECCIÓN/REPARACIÓN DE TUBING DE PRODUCCIÓN USADO

1. Segregar la tubería, identificando visualmente a priori, los tubos que presenten daño severo (torceduras, abolladuras o colapso). Los tubos que presenten deterioro severo, deberán ser separados del resto de tubería.
2. Efectuar limpieza interior y exterior del cuerpo y conexiones. La limpieza interior se hará, según el caso, con uno de los siguientes métodos:
 - a. Mediante vapor de agua (desparafinado).
 - b. Mediante escariador neumático (descarbonatado).
3. Inspeccionar visualmente la tubería para determinar su estado en general y torceduras. Enderezar los tubos que así lo requieran.

4. Recorrer el interior del tubo, mediante el uso de un mandril o drift ("conejo"), a fin de determinar si existen abolladuras o deformaciones no recomendadas para su servicio.

El mandril o drift deberá cumplir los requerimientos de la norma API 5CT, Sección 6 y deberá calibrarse cada 500 tubos recorridos.

Retirar los tubos donde el drift no pase por estos defectos (no drift), identificándolos con una banda de color verde en la zona de restricción.

5. Inspeccionar visualmente los extremos roscados (pin/box) del tubo, previa limpieza con escobilla metálica, para determinar la presencia de daños mecánicos (golpes, marcas de herramientas, cortes, etc.); hilos barridos o engranados ("galling"), coples acampanados y/o deformaciones excesivas en los contornos del cople, hilos de roscas con fisuras, rajaduras, etc.
6. Comprobar el perfil o forma del hilo de las roscas de cada conexión haciendo uso de gauges (working gauges) o patrones (peines) API adecuados, con la finalidad de determinar si estos han sufrido desgaste excesivo (hilos redondeados o fluidos), deformación, hilos rotos, hilos estirados en el pin, etc.
7. Inspeccionar mediante el método de partículas magnéticas secas los extremos del tubos (zona del up-set), para detectar defectos transversales.
8. Efectuar inspección electromagnética y de rayos gamma al cuerpo del tubo, a fin de detectar defectos transversales, desgaste uniforme de pared y desgaste excéntrico o por varillas.

El equipo de inspección electromagnética y de rayos gamma, deberá ser calibrado al inicio del trabajo y cada 25 tubos para corregir cualquier desviación.

Los registros de inspección electromagnética y de rayos gamma, deberán mantenerse por lo menos 6 meses, perfectamente identificados.

9. Realizar medición de espesores de pared del tubo mediante ultrasonido, como mínimo 4 lecturas a lo largo de tubo.

10. Efectuar verificación de grado de la tubería y el peso respectivo, en caso que se requiera.

11. Los métodos de inspección y verificación mencionados en los puntos 7, 8 y 9 deberán cubrir los requerimientos del Estándar API RP 5C1, Sección 4.

12. Reemplazar coples en mal estado, dependiendo de la clasificación final del tubo (ver punto 14).

13. Cuando sea factible, dependiendo de la clasificación final del tubo (ver punto 14) y el recalque (up set) remanente, se deberá rehabilitar (maquinar) la conexión en mal estado de acuerdo con la norma API 5B.

Efectuar inspección de la conexión reparada según el punto 7 y aplicar recubrimiento anti-galling de sulfato de cobre, a la misma.

14. Clasificar (clase 2, 3, 4 y 5) los tubos de acuerdo al código de colores del estándar API RP 5 C1, Sección. 4:

CLASE	COLOR DE LA BANDA	PERDIDA DEL ESPESOR %	ESPEJOR DE PARED REMANENTE%
2	Amarillo	0 - 15	85
3	Azul	16 - 30	70
4	Verde	31 - 50	50
5	Rojo	más de 50	menos de 50

15. Efectuar la identificación (código de colores) y estampado de los tubos inspeccionados, indicando además los defectos o daños encontrados de acuerdo a los lineamientos del Estándar de Ingeniería SI3-59-00.

16. Instalar protectores de extremos, previa aplicación de grasa para tubing API 5A2.

8.7.- IDENTIFICACIÓN Y ESTAMPADO DE COMPONENTES DE SARTAS DE PRODUCCIÓN

8.7.1. GENERALIDADES

La identificación de tubulares de producción en el campo de petróleo, difiere de su uso y esto se dificulta cuando llega el momento de inspeccionarlos.

Para este efecto normalmente se recurre al uso de colores y métodos de mercado o estampado del Instituto Norteamericano del Petróleo (API), para los componentes de la sargas de producción (tubing y varillas de bombeo), así como a otros códigos de colores que normalmente se emplean en las inspecciones.

8.7.2. IDENTIFICACIÓN DE GRADOS DE MATERIALES TUBULARES DE PRODUCCIÓN NUEVOS

Colores de identificación de grados de tubulares nuevos (de fábrica) :

a) Casing y tubos nuevos:

Grado	Resistencia al punto cedente (psi)	Color de identificación	Nº de Bandas
H-40	40,000-80,000	Ninguno o Negro	-
J-55	55,000-80,000	Verde brillante	1
K-55	55,000-80,000	Verde brillante	2
N-80	80,000-110,000	Rojo	1

Método de pintura :

- Pintado de toda la superficie exterior del cople.
- Pintado de banda(s) alrededor de la tubería, a una distancia no mayor de 2 pies del cople.
- Pintado de banda(s) alrededor del centro del cople.

b) Varillas nuevas:

Grado	Resistencia al punto cedente (psi)	Color de identificación
K	85,000-115,000	Azul
C	90,000-115,000	Blanco
D	115,000-140,000	Amarillo

El método de pintura será el pintado de una banda o franja en el centro de la varilla:

8.7.3. IDENTIFICACIÓN DE TUBULARES DE PRODUCCIÓN NUEVOS Y USADOS

a. Casing y tubing nuevos:

Se identifica de acuerdo con la Figura No. 8.2.

b. Casing y tubos usados:

Se identifica de acuerdo a la Figura No. 8.3.

c. Varillas usadas:

Código de colores :

Clase I : Una franja de pintura

Clase II: Dos franjas de pintura

Clase III: Tres franjas de pintura

Rechazadas: Una banda roja.

Ubicación de la(s) banda(s): a 2 pies del cople

8.7.4. IDENTIFICACIÓN DE FIRMAS INSPECTORAS

Para identificar las diferentes firmas contratistas que efectúan las inspecciones de tubulares, se debe recurrir a un código de colores que deberá estar ubicado en la zona central del tubo o varilla inspeccionada. A cada contratista se le asignará un determinado color que identifique sus tubulares inspeccionados.

8.7.5. CODIFICACIÓN DE TUBULARES DE PRODUCCIÓN USADOS

Para efectos de identificación individual de elementos tubulares de producción y operaciones de mantenimiento preventivo de los mismos, estos deberán ser codificados mediante estampado según se indica a continuación:

a. CODIFICACIÓN DE TUBING USADO:

1. CODIFICACIÓN

El código deberá consistir de 2 franjas identificatorias efectuadas mediante estampado alfanumérico de 3/16" de altura:

A: N1 N2 N2 N2 N3 A1 A1 N4 N4 Total 9 caracteres alfanuméricos

B: T A2 N5 N5 N5 Total 5 caracteres alfanuméricos

Descripción

FILA A: Identificación de características de tubing:

- N1: Código de fabricante, un carácter numérico(P/E: ANESHMAN 1, SIDERCA 2, TAMSA 3, TUBOS REUNIDOS 4, etc.).
- N2: Peso, 3 caracteres numéricos
- N3: Grado, un carácter alfabético
- A1: Proceso de manufactura, 2 caracteres alfabéticos: CC: con costura, SC: sin costura.
- N4: Año de compra, dos caracteres numéricos.

FILA B: Identificación individual del elemento tubular:

- T: Identificación de TUBING.
- A2: Un carácter alfabético (A - Z)
- N5: Tres caracteres numéricos (0 al 9)

2 UBICACIÓN DEL ESTAMPADO:

A dos pies del cople

b. CODIFICACIÓN DE VARILLAS USADAS

1. CODIFICACIÓN

El código deberá consistir de 2 franjas identificatorias efectuadas mediante estampado alfanumérico de 1/8" de altura:

A:	N1 N2 N2 A1 N3 N3	Total 6 caracteres alfanuméricos
B:	V A2 N4 N4 N4	Total 5 caracteres alfanuméricos

Descripción:

ÁREA A: Identificación de características de la varilla

- N1 Código del fabricante, un carácter numérico
- N2 Diámetro de la varilla, 2 carácter numérico.
- A1 Grado, un carácter alfabético.
- N3 Año de compra, dos caracteres numéricos.

ÁREA B: Identificación individual del elemento tubular

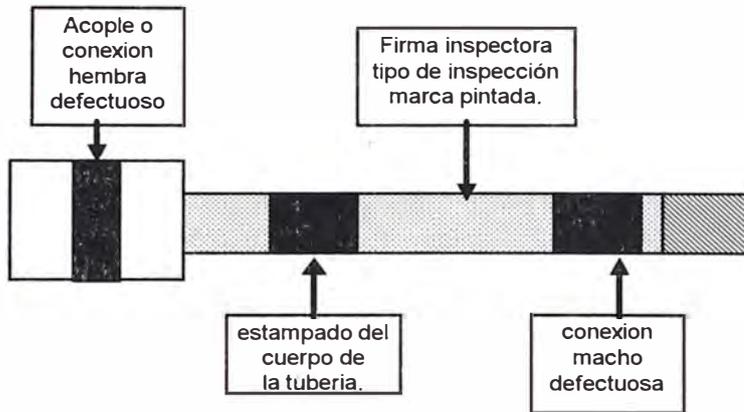
- V : Identificación de varilla
- A2: Un carácter alfanumérico (A a la Z)
- N4: Tres caracteres numéricos (0 al 9)

2. UBICACIÓN DE ESTAMPADO

Cada área de identificación (A y B), deberá estamparse en las zonas de sección rectangular diseñadas para la herramienta de enrosque y desenrosque de las varillas, en el lado del cople.

FIGURA No. 8.2.

**IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO (CASING)
Y DE PRODUCCIÓN (TUBING) NUEVA**



CONDICIÓN DEL CUERPO DE LA TUBERÍA

 Franja blanca la longitud concuerda con norma API

 Blanca y amarilla longitudes con imperfecciones de 5% a 12% del espesor de pared especificado la imperfección se rectificó con esmerilado material aceptable según el API.

 Azul defecto interno indeterminado. Además franjas azules al comienzo y al fin del defecto y marca pintada al lado del punto del defecto con la siguiente información:
. Numero de la orden de trabajo para la inspección.
. Numero del largo.....
Fecha de Inspección
Tipo de defecto.....

 Roja defectos inaceptables Además franjas rojas al comienzo y al fin del defecto y marca pintada al lado del punto del defecto con la información antes aislada agregando profundidad del mismo.

 Verde los largos no variaran (no drift)

ESTADO DE CONEXIÓN

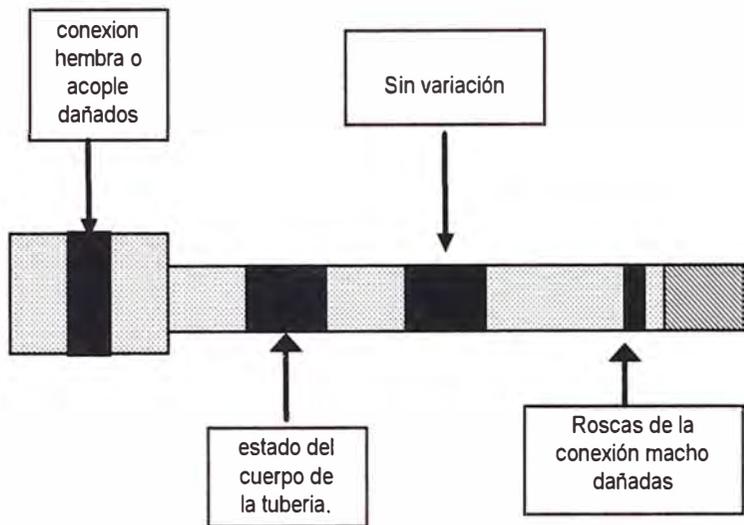
 Franja roja sobre conexión hembra o acople defectuoso

 Franja roja al lado de las roscas de la conexión macho roscas defectuosas.

FIGURA No. 8.3.

IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO (CASING)

Y DE PRODUCCIÓN (TUBING) USADA



CONEXION HEMBRA O ACOPLES DAÑADOS

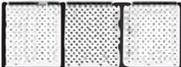
Franja roja alrededor de la conexión



SIN VARIACION

Franja verde al punto de restricción de la variación y otra verde al lado de la franja de color que identifica la clasificaci'n de la pared del cuerpo.

ESTADO DEL CUERPO DE LA TUBERIA

Color	Clase	Perdida de espesor	Mínimo de pared remanente	
	Amarillo	2	0-15%	85%
	Azul	3	16-30%	70%
	Verde	4	31-50%	50%
	Rojo	5	más de 50%	menos de 50 %

ROSCAS DE LA CONEXION MACHO DAÑADOS



Franja roja al lado de roscas afectadas

PLAN DE MANTENIMIENTO	LISTA DE TRABAJO	No
Inspección /reparación de tubing de producción usado cada 4 años	Lista de trabajos	SI1- 93-05
Inspección de varillas de producción usadas cada 4 años.	Lista de trabajos	SI1-93-06

NOTA:

Esta frecuencia de inspeccion (cada 4 años) es aplicable para los pozos de mayor producción perteneciente a las áreas A y B de la curva de producción ABC. Para el caso de los pozos pertenecientes al área C de la curva, la frecuencia de intervención de la sarta puede incrementarse a 8 años.

9. DETERMINACION DEL TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF) EN SARTAS DE VARILLAS Y EN TUBING PARA EL LOTE X

*** METODOLOGIA**

Recurriendo a los files que has en el Departamento de Explotación, con una muestra aleatoria de 100 pozos cuya fecha de completación está comprendido entre los años 1980 a 1988, según se indica:

Pool	Nro de pozos	Tipo de Pozo
Laguna - Zapotal	20	PU
Taiman	20	PU
Ballena-Organos	20	PU
Carrizo	20	PU
Peña Negra	20	PU

y que hayan tenido o no problemas con las varillas de la unidad de bombeo y/o con la tubería de producción (tubing) desde el año en que se instaló hasta el presente, Marzo de 1995.

Los problemas buscados incluyen los que comúnmente se reportan como:

VARILLAS	TUBERIAS DE PRODUCCION	AMBAS
Rotas, sueltas, malogradas, corroidas, sobadas, desgastadas, dobladas, estiradas	Rotas, sueltas, rajadas,quebradas, abolladas, malas, colapsadas, torcidas, flojas.	Cople roto, sobado, limado, gastado. Hilo o Rosca limada, lisa, mala, barrida, abollada. Pin roto, desgastado.

Estos casos se fueron anotando en un formato , como el que se ilustra:

ANALISIS DE FALLAS EN VARILLAS DE BOMBEO Y TUBINGS

1 POZO:

POOL:

AÑO CERO	MES	AÑO
INST. TUBING		
INST. DE P.U.		

1ra. FALLA	MES	AÑO	DIAM	DESCRIPCION
TUBING				
VARILLAS				

2 POZO:

POOL:

AÑO CERO	MES	AÑO
INST. TUBING		
INST. DE P.U.		

1ra. FALLA	MES	AÑO	DIAM	DESCRIPCION
TUBING				
VARILLAS				

En lo posible no se consideraron los files incompletos o con la información poco confiable, en los que no sabía, por ejemplo, la fecha de completación del pozo, etc.

El modelo aplicado para determinar el MTBF es el que se indica en el libro MAINTENANCE MANAGEMENT AND COST REDUCTION del Ing. Salvatore Calabro, quien aplica la ley exponencial de Fallas de Poisson.

Se trata, según este método, de obtener una gráfica de la Probabilidad de Supervivencia de las varillas o tubing en función del Tiempo Transcurrido desde la bajada inicial del equipo de bombeo mecánico o, en el caso de sólo tubig, para evaluación temporal por operaciones de swab. Para estos casos, esta curva debe ser de tendencia exponencial de acuerdo a la Ley Exponencial de Fallas de Poisson. Es a partir de la curva ya ajustada, o de la ecuación que la define, que se obtiene el valor del MTBF buscado.

LEY EXPONENCIAL DE FALLAS DE POISSON

Se deriva de la distribución de poisson y es una Ley que se usa para predecir la probabilidad de supervivencia de una parte en función del tiempo.

$$P_s = e^{-rt}$$

donde P_s = probabilidad de supervivencia (equivalente a confiabilidad)

T = tiempo total, en nuestro caso : trimestres

e = base de los logaritmos neperianos o naturales

r = tasa de falla constante = $1/\text{MTBF}$

$rT = \lambda t$ = número esperado de fallas en el tiempo T

4. 3. 21. 11

Las curvas de Poisson, así obtenida, pueden ser usadas para predecir la probabilidad de ocurrencia de fallas para cualquier tiempo T . También se debe observar que la relación entre la probabilidad de supervivencia P_s y al probabilidad de falla P_f es:

$$P_s = 1 - P_f$$

Aquí, probabilidad de supervivencia indica probabilidad de éxito, lo que es equivalente a que no haya fallas, o, en otras palabras, la confiabilidad de un dispositivo. Ensayos de campo, en diversidad de equipos, han indicado que, si hay un buen diseño, r será esencialmente constante durante el periodo operativo predeterminado del equipo.

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)

Durante el periodo operativo en el cual la tasa de fallas es constante el **MTBF** es la recíproca de la tasa de falla constante r , o la razón del tiempo operativo total al número total de fallas. También es definido como el tiempo promedio de operación satisfactoria de una población de equipos.

ELABORACION DE LAS TABLAS

Para obtener la gráfica hay que elaborar en primer lugar la TABLA 9.1, a partir de los datos recolectados directamente de los files en el formato ya mostrado anteriormente. En esta tabla se incluyen los años y trimestres en que se instalan, así como en los que ocurre la primera falla, de una forma normalizada, es decir, empezando todos los pozos desde un año cero y trimestre cero. También se incluyen en esta tabla el número de pozo, el pool, y una barra que indica gráficamente la vida (supervivencia) de varillas o tubings según corresponda.

En la TABLA 9.2 se tiene un extracto de la tabla 1, para facilidad de visualización y verificación de los cálculos, y se ha marcado con una **X** el trimestre en el cual ocurre la primera falla en cada pozo. No se incluye el número de pozo ni las fechas absolutas, sólo las fechas relativas. En la última columna se realiza la sumatoria del número de fallas para cada trimestre, esto es, el número de pozos que "fenecen", pero aún son considerados dentro del total de la muestra.

En la TABLA 9.3 es donde se tiene los datos necesarios para graficar. La primera columna de esta Tabla es llamada **T1** columna de los trimestres en la tabla 2, empezando desde cero hasta el trimestre de la primera falla. La tercera columna, **FALLA EN EL INTERV. (T1-T2)**, es la última columna de la Tabla 2. La segunda columna, **SUPERVIV. a T1** obtiene restando del número de pozos que quedan en determinado trimestre, el número de fallas del trimestre anterior, que está en la tercera columna. La cuarta columna **PROBAB. SUPERVIVENCIA**, se obtiene restando la columna 3 de la columna 2 y dividiendo entre el número total de pozos considerados, que se encuentra en la parte superior de la tabla.

OBTENCION DEL GRAFICO Y DEL MTBF

El gráfico se obtiene tomando como abscisa la columna T2 y como ordenada la columna **PROBAB. SUPERVIVENCIA**, de la Tabla 3 y luego se traza la curva de ajuste más adecuada. Esta curva de ajustes debe cumplir con la Ley exponencial de fallas:

$$P_s = e^{-T_2/MTBF}$$

donde : P_s = probabilidad de supervivencia (equivalente a confiabilidad)

T_2 = tiempo total desde el trimestre cero, año cero, en trimestres.

MTBF = Tiempo Medio Entre Fallas.

La curva de ajuste se elige visualmente como la que mejor se adecue a los puntos experimentales. Es a partir de la ecuación de esta curva de ajuste que se determina el MTBF.

Solo por comparación, y dado que la ecuación es exponencial, se obtuvo también la curva de ajuste mediante el método de la recta de mínimos cuadrados. Para esto se tomó logaritmos neperianos a ambos lados de la ecuación.

$$\ln(P_s) = -1/MTBF \times T_2 + \text{constante}$$

La ecuación resultante es la de una recta, cuya pendiente es $-1/MTBF$. La quinta columna de la tabla 3, $\ln(\%Superv.)$, nos permite entonces obtener por regresión lineal, la recta mínimo cuadrática y esta, a su vez, el valor MTBF calculado.

TAMANO DE MUESTRA

La muestra considerada consta de 100 pozos con los cuales se hizo el estudio y se obtuvieron valores del MTBF tanto para varillas como para tubings. Entre estos 100 pozos había una cantidad considerable que no presentaba fallas desde su instalación hasta el presente y que en la tabla 2 no figuraban con el aspa que indica falla. Estos pozos se retiraron y no se tomaron en cuenta para hallar nuevamente los valores MTBF correspondientes. Para el caso de varillas quedaron 77 pozos y para tubings, 59 pozos.

Es de observar que es de fundamental importancia que la muestra sea elegida aleatoriamente para que los resultados estadísticos tengan un valor real. Si a nuestra muestra original le quitamos pozos a elección, pierde el carácter de aleatoria y los resultados obtenidos no han de ser confiables. Esto es así debido a que al eliminar los pozos que han tenido falla estamos quedándonos con una muestra de pozos de vida más corta y más susceptibles a fallas que los de la muestra original.

RESULTADOS

Los resultados se muestran en las tablas y gráficos que a continuación se adjuntan. La base para todos los cálculos y datos obtenidos es la tabla 1.

Considerando una muestra aleatoria de 100 pozos se obtuvo los siguientes valores para el MTBF:

Para varillas de unidad : MTBF = 32,8 trimestres = 8,2 años

Para tuberías de producción: MTBF = 52,8 trimestres = 5,4 años

TABLA 9-2 DETERMINACION DEL MTBF, PARA VARILLAS DE P.U. (MUESTRA = 100 POZOS)

RELACION DE POZOS CON SUS ANOS "CERO" Y TRIMESTRES "CERO"
Y FECHA RELATIVA Y ABSOLUTA DE LA PRIMERA FALLA EN VARILLAS

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MES
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0			1			2			3			TRIM

POOL: LAGUNA-ZAPOTAL

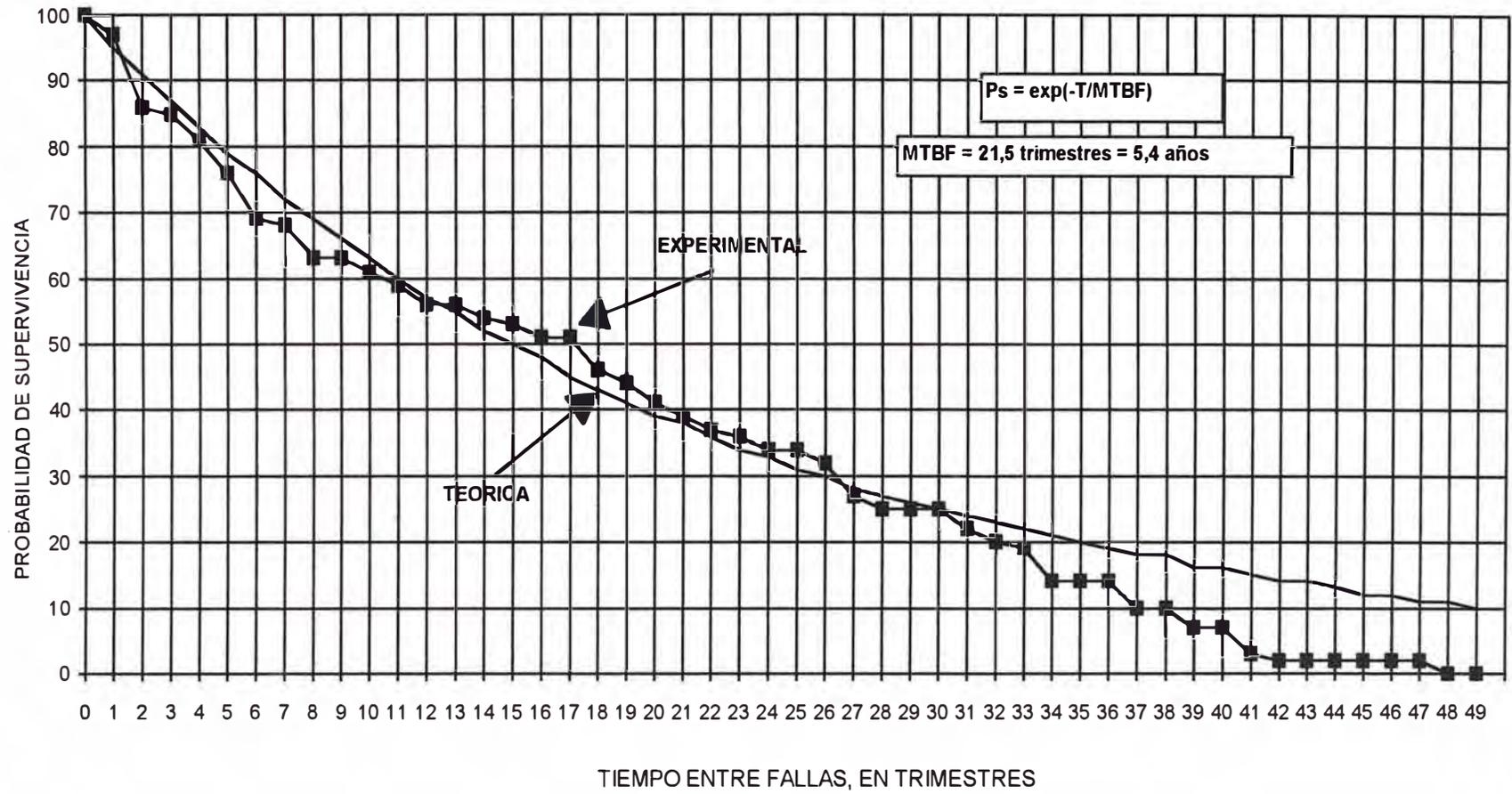
POZO:	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17
	7091	7198	2329	7097	7059	6202	7014	6017	5927	7046	6139	7029	7032	7002	6478	6333	64																
	Ann Trim Fall																																
0 0	86 2	88 2	84 0	X 87 1	86 0	85 0	85 1	88 1	85 1	86 0	80 2	85 0	85 2	84 0	84 0	X 86 3	84																
1 1	3 3	3 3	1 1	2 2	1 X	1 X	2 2	2 X	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	87 0																	
2 2	87 0	89 0	2 2	3 3	2 2	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	81 0	2 2	85 0	2 2	2 2	87 0																	
3 3	1 1	1 1	3 3	63 0	3 3	3 3	86 0	X 89 0	86 0	3 3	1 1	3 3	1 1	3 3	3 3	88 0																	
4 4	2 2	2 2	85 0	1 1	87 0	86 0	1 1	1 1	87 0	2 2	2 2	86 0	X 85 0	X 85 0	85 0	88 0																	
5 5	3 3	3 3	1 1	2 2	1 1	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	89 0																	
6 6	88 0	90 0	2 2	89 0	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	82 0	2 2	87 0	2 2	2 2	88 0																	
7 7	1 1	1 1	3 3	89 0	3 3	3 3	87 0	90 0	87 0	3 3	1 1	3 3	1 1	3 3	3 3	89 0																	
8 8	2 2	2 2	86 0	1 X	88 0	87 0	1 1	1 1	88 0	2 2	87 0	2 2	86 0	86 0	86 0	89 0																	
9 9	3 3	3 3	1 1	2 2	1 1	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	90 0																	
10 10	89 0	91 0	2 2	90 0	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	83 0	2 2	88 0	2 2	2 2	91 0																	
11 11	1 1	1 1	3 3	90 0	3 3	3 3	88 0	91 0	88 0	3 3	1 1	3 3	1 1	3 3	3 3	92 0																	
12 12	2 2	2 2	87 0	1 1	89 0	88 0	1 1	1 1	89 0	2 2	88 0	2 2	87 0	87 0	87 0	90 0																	
13 13	3 3	3 3	1 1	2 2	1 1	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	91 0																	
14 14	90 0	92 0	2 2	91 0	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	84 0	2 2	89 0	2 2	2 2	92 0																	
15 15	1 1	1 1	3 3	91 0	3 3	3 3	89 0	92 0	89 0	3 3	1 X	3 3	1 1	3 3	3 3	93 0																	
16 16	2 2	2 2	88 0	1 1	90 0	89 0	1 1	1 1	90 0	2 2	89 0	2 2	88 0	88 0	88 0	94 0																	
17 17	3 3	3 3	1 1	2 2	1 1	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	95 0																	
18 18	91 0	93 0	2 2	92 0	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	85 0	2 2	90 0	2 2	2 2	96 0																	
19 19	1 1	1 1	3 3	92 0	3 3	3 3	90 0	93 0	90 0	3 3	1 1	3 3	1 1	3 3	3 3	97 0																	
20 20	2 2	2 X	89 0	1 1	91 0	90 0	1 1	1 1	91 0	2 2	90 0	2 2	89 0	89 0	89 0	98 0																	
21 21	3 3	3 3	1 1	2 2	1 1	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	99 0																	
22 22	92 0	94 0	2 2	93 0	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	86 0	2 2	91 0	2 2	2 2	100 0																	
23 23	1 1	1 1	3 3	93 0	3 3	3 3	91 0	94 0	91 0	3 3	1 1	3 3	1 1	3 3	3 3	101 0																	
24 24	2 2	2 2	90 0	1 1	92 0	91 0	1 1	1 1	92 0	2 2	92 0	2 2	90 0	90 0	90 0	102 0																	
25 25	3 3	X 3	1 1	2 2	1 1	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	103 0																	
26 26	93 0	95 0	2 2	94 0	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	87 0	2 2	92 0	2 2	2 2	104 0																	
27 27	1 1	1 1	3 3	94 0	3 3	3 3	92 0	95 0	92 0	3 3	1 X	3 3	1 1	3 3	3 3	105 0																	
28 28	2 2	2 2	91 0	1 1	93 0	92 0	1 1	1 1	93 0	2 2	93 0	2 2	91 0	91 0	91 0	106 0																	
29 29	3 3	3 3	1 1	2 2	1 1	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	107 0																	
30 30	94 0	96 0	2 2	95 0	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	88 0	2 2	93 0	2 2	2 2	108 0																	
31 31	1 1	1 1	3 3	95 0	3 3	3 3	93 0	96 0	93 0	3 3	1 1	3 3	1 1	3 3	3 3	109 0																	
32 32	2 2	2 2	92 0	1 1	94 0	93 0	1 1	1 1	94 0	2 2	94 0	2 2	92 0	92 0	92 0	110 0																	
33 33	3 3	3 3	1 1	2 2	1 1	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	111 0																	
34 34	95 0	97 0	2 2	96 0	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	89 0	2 2	94 0	2 2	2 2	112 0																	
35 35	1 1	1 1	3 3	97 0	3 3	3 3	94 0	97 0	94 0	3 3	1 1	3 3	1 1	3 3	3 3	113 0																	
36 36	2 2	2 2	93 0	1 1	95 0	94 0	1 1	1 1	95 0	2 2	95 0	2 2	93 0	93 0	93 0	114 0																	
37 37	3 3	3 3	1 1	2 2	1 1	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	115 0																	
38 38	96 0	98 0	2 2	98 0	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	90 0	2 2	95 0	2 2	2 2	116 0																	
39 39	1 1	1 1	3 3	99 0	3 3	3 3	95 0	98 0	95 0	3 3	1 1	3 3	1 1	3 3	3 3	117 0																	
40 40	2 2	2 2	94 0	1 1	96 0	95 0	1 1	1 1	96 0	2 2	96 0	2 2	94 0	94 0	94 0	118 0																	
41 41	3 3	3 3	1 1	2 2	1 1	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1	3 3	1 1	3 3	1 1	1 1	119 0																	
42 42	97 0	99 0	2 2	100 0	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	2 2	91 0	2 2	95 0	2 2	2 2	120 0																	

TABLA 9.3: DATOS PARA LA CURVA DE SUPERVIVENCIA PARA DETERMINAR EL MTBF EN TUBINGS

NUMERO DE POZOS CONSIDERADOS: **59**

INTERVALO TRIMESTRES [T1-T2]	SUPERVIV. @ T1	FALLAS INTERV. [T1-T2]	PROB. SUP. (5 EXPERIMENTAL [T1-T2])	MTBF: 21.5 Trimestres 5.38 años
T2= 0	-	0	100	100
0 - 1	59	2	97	95
1 - 2	57	6	86	91
2 - 3	51	1	85	87
3 - 4	50	2	81	83
4 - 5	48	3	76	79
5 - 6	45	4	69	76
6 - 7	41	1	68	72
7 - 8	40	3	63	69
8 - 9	37	0	63	66
9 - 10	37	1	61	63
10 - 11	36	1	59	60
11 - 12	35	2	56	57
12 - 13	33	0	56	55
13 - 14	33	1	54	52
14 - 15	32	1	53	50
15 - 16	31	1	51	48
16 - 17	30	0	51	45
17 - 18	30	3	46	43
18 - 19	27	1	44	41
19 - 20	26	2	41	39
20 - 21	24	1	39	38
21 - 22	23	1	37	36
22 - 23	22	1	36	34
23 - 24	21	1	34	33
24 - 25	20	0	34	31
25 - 26	20	1	32	30
26 - 27	19	3	27	28
27 - 28	16	1	25	27
28 - 29	15	0	25	26
29 - 30	15	0	25	25
30 - 31	15	2	22	24
31 - 32	13	1	20	23
32 - 33	12	1	19	22
33 - 34	11	3	14	21
34 - 35	8	0	14	20
35 - 36	8	0	14	19
36 - 37	8	2	10	18
37 - 38	6	2	7	17
38 - 39	4	0	7	16
39 - 40	4	0	7	16
40 - 41	4	2	3	15
41 - 42	2	1	2	14
42 - 43	1	0	2	14
43 - 44	1	0	2	13
44 - 45	1	0	2	12
45 - 46	1	0	2	12
46 - 47	1	0	2	11
47 - 48	1	0	2	11
48 - 49	1	0	2	10
49 - 50	1	1	0	

CURVA DE SUPERVIVENCIA TUBINGS (MUESTRA = 59 POZOS)

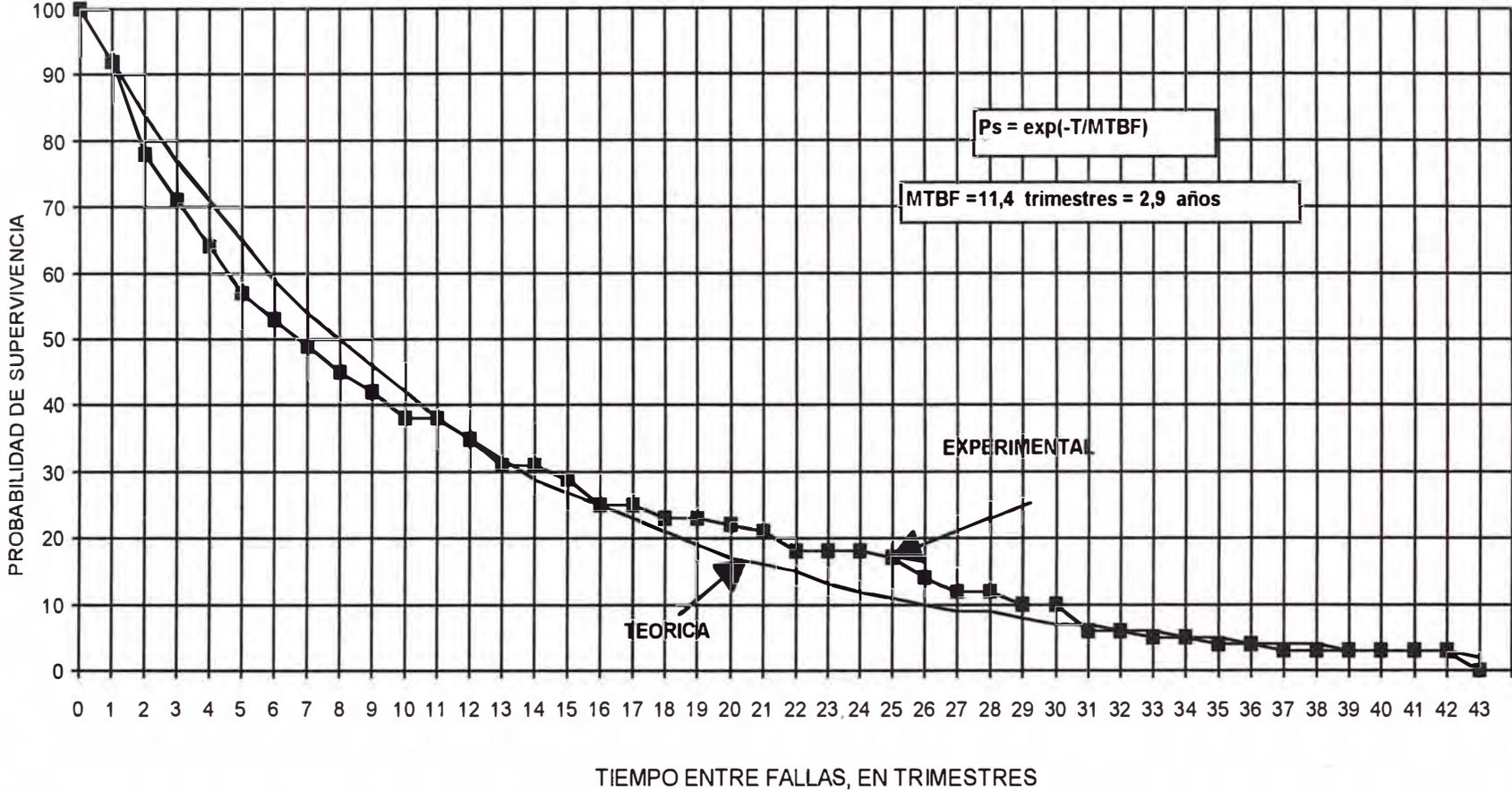


DATOS PARA LA CURVA DE SUPERVIVENCIA PARA DETERMINAR EL MTBF EN VARILLAS DE P.U.

NUMERO DE POZOS CONSIDERADOS: **77**

INTERVALO TRIMESTRES [T1-T2]	SUPERVIV. @ T1	FALLAS INTERV. [T1-T2]	PROB. SUP. (%) EXPERIM. [T1-T2]	Ln (% SUP) INTERV. [T1-T2]	ANALISIS DE REGRESION (Recta de Minimos Cuadrados)	Ps=EXP (T2/MTBF) (%) TEORICO
T2= 0	-	0	100	4.61	Regression Output:	100
0 - 1	77	6	92	4.52	Constant	92
1 - 2	71	11	78	4.36	Std Err of Y est	84
2 - 3	60	5	71	4.27	R Squared	77
3 - 4	55	6	64	4.15	No. of Observations	71
4 - 5	49	5	57	4.05	Degress of Freedom	65
5 - 6	44	3	53	3.97		59
6 - 7	41	3	49	3.90	X Coefficient(s)	54
7 - 8	38	3	45	3.82	Std. Err of Coef.	50
8 - 9	35	3	42	3.73		46
9 - 10	32	3	38	3.63	MTBF calculado	42
10 - 11	29	0	38	3.63		38
11 - 12	29	2	35	3.56	MTBF =	35
12 - 13	27	3	31	3.44	11.4 TRIMESTRES	32
13 - 14	24	0	31	3.44	2.9 AÑOS	29
14 - 15	24	2	29	3.35		27
15 - 16	22	3	25	3.21		25
16 - 17	19	0	25	3.21		23
17 - 18	19	1	23	3.15		21
18 - 19	18	0	23	3.15		19
19 - 20	18	1	22	3.09		17
20 - 21	17	1	21	3.03		16
21 - 22	16	2	18	2.90		15
22 - 23	14	0	18	2.90		13
23 - 24	14	0	18	2.90		12
24 - 25	14	1	17	2.83		11
25 - 26	13	2	14	2.66		10
26 - 27	11	2	12	2.46		9
27 - 28	9	0	12	2.46		9
28 - 29	9	1	10	2.34		8
29 - 30	8	0	10	2.34		7
30 - 31	5	3	6	1.87		7
31 - 32	5	0	6	1.87		6
32 - 33	4	1	5	1.65		6
33 - 34	4	0	5	1.65		5
34 - 35	3	1	4	1.36		5
35 - 36	3	0	4	1.36		4
36 - 37	2	1	3	0.95		4
37 - 38	2	0	3	0.95		4
38 - 39	2	0	3	0.95		3
39 - 40	2	0	3	0.95		3
40 - 41	2	0	3	0.95		3
41 - 42	2	0	3	0.95		3
42 - 43	2	2	0			2

CURVA DE SUPERVIVENCIA VARILLAS DE P.U. (MUESTRA = 77 POZOS)



10.- ANÁLISIS FALLAS DE TUBOS Y VARILLAS ENERO - DICIEMBRE 1994

10.1- FALLAS POR TUBOS ROTOS

FECHA	DIST	POZO	BATE	POOL	USDP	PROFUND.
3/08/94	23	EA7189	EA002	ZAPOTAL	3375	1860
22/02/94	10	AA1575	AA604	MERINA	3375	3000
26/03/94	23	EA7012	EA955	LAGUNA	2270	3200
17/01/94	25	EA5639	EA998	ORGANOS SUR	VEG165	4200
12/02/94	23	EA7001	EA003	LAGUNA	3375	4230
8/07/94	25	EA7293	EA994	ORGANOS SUR	SET5	5250
10/06/94	26	EA6116	EA996	PE-A NEGRA	VEG165	5370
8/04/94	26	EA1738	EA995	CHACRITAS	VEG365	6600
6/07/94	26	EA6857	EA995	CHACRITAS	SET5	6955
9/07/94	21	EA6551	EA914	TAIMAN	CVC404	7050
23/06/94	26	EA1737	EA995	PE-A NEGRA	VEG365	7290

10.2.- FALLAS DE TUBOS POR COLAPSO

FECHA	DIST	POZO	BATE	POOL	USP	ROFUNDIDAD
03-Nov-9	21	EA2091	EA942	TAIMAN	VEG165	145
08-Apr-94	10	AA7486	AA607	MERINA	2270	150
16-Feb-9	23	EA6202	EA004	ZAPOTAL	2287	1200
14-Sep-9	23	EA2329	EA989	LAGUNA	COS4	1200
14-May-9	25	PB 272	PB306	ORGANOS PATRI	CVC403	2000
30-Aug-9	21	EA2441	EA911	TAIMAN	VEG365	2100
03-Jun-94	23	EA6412	EA003	ZAPOTAL	2287	2500
16-Jun-94	23	EA7142	EA004	ZAPOTAL	PTX314	3180
08-Apr-94	23	PT 4-3	BT362	TUNAL	CVC405	3200
03-Sep-9	10	AA6884	AA609	CARRIZO	PTN3	3928
20-Feb-9	10	AA5640	AA605	CARRIZO	2287	4200
18-Mar-9	26	EA6006	EA995	PEÑA NEGRA	CVC403	4500
02-Aug-9	25	EA2098	EA980	CENTRAL	2287	5000
26-Apr-94	21	EA1958	EA917	VERDE	SET4	5078
01-Jul-94	23	EA6326	EA004	ZAPOTAL	VEG365	6980
30-Mar-9	23	EA5617	EA955	LAGUNA	CI-01	7470
13-Jun-94	10	AA6348	AA602	LA TUNA	2271	NR
25-Jun-94	10	AA6682	AA609	LA TUNA	2271	NR
09-Jun-94	23	EA2277	EA989	LAGUNA	2271	NR
14-Apr-94	23	EA2294	EA954	LAGUNA	2271	NR
19-Nov-9	26	EA2078	EA996	REVENTONES	CVC403	NR
25-Apr-94	23	EA2414	EA989	LAGUNA	P6	NR
09-Feb-9	26	EA6291	EA996	RESTIN	PTX313	NR
16-Jul-94	23	EA7142	EA004	ZAPOTAL	PTX314	NR
02-Jul-94	23	EA7047	EA003	ZAPOTAL	V204	NR
27-Apr-94	23	EA7128	EA004	ZAPOTAL	V204	NR
04-Sep-9	23	EA2277	EA989	LAGUNA	VEG365	NR

10.3.- RELACION DE TUBOS POR HILOS PLANCHADOS

FECHA	DIST	POZO	BAT.	POOL	USDP	PROFUNDID.
24-Nov-94	26	EA6214	EA996	PEÑA NEGRA	COS6	224
17-Jan-94	21	EA7279	EA911	TAIMAN	P7	600
17-Aug-94	25	EA1133	EA990	BALLENA	P6	1090
13-Jun-94	23	EA7069	EA003	LAGUNA	3375	1500
12-Mar-94	23	EA7026	EA003	ZAPOTAL	3375	2400
16-Dec-94	23	EA7022	EA003	LAGUNA	COS3	2500
24-Mar-94	23	EA7158	EA954	LAGUNA	3375	3200
23-Dec-94	21	EA7227	EA914	TAIMAN	COS2	3500
05-Dec-94	21	EA2448	EA917	TAIMAN	COS4	3500
05-Jun-94	21	EA7962	EA917	TAIMAN	2270	3900
14-Apr-94	25	EA2032	EA990	BALLENA	2270	4830
08-Jun-94	23	EA6083	EA004	LAGUNA	3375	5000
25-Sep-94	10	AA6348	AA602	LA TUNA	COS3	5000
04-Apr-94	23	EA7036	EA003	LAGUNA	3375	6000
22-Jun-94	23	EA2276	EA954	ZAPOTAL	2270	NR
06-Mar-94	23	EA7106	EA003	ZAPOTAL	2287	NR
09-Apr-94	21	EA6551	EA914	TAIMAN	3375	NR
05-Oct-94	23	EA6264	EA002	ZAPOTAL	COS1	NR
14-Oct-94	23	EA1765	EA954	LAGUNA	COS3	NR
25-Sep-94	10	AA6369	AA608	CARRIZO	COS3	NR
08-Nov-94	10	AA7492	AA607	LA TUNA	COS4	NR
29-Nov-94	26	EA7957	EA996	PEÑA NEGRA	COS4	NR
08-Nov-94	10	AA7492	AA607	LA TUNA	COS6	NR
14-Sep-94	23	EA7134	EA002	ZAPOTAL	CVC401	NR
16-Jan-94	23	EA7006	EA003	ZAPOTAL	CVC403	NR
23-Aug-94	26	EA5778	EA904	PEÑA NEGRA	CVC404	NR
14-Apr-94	26	EA7891	EA996	PEÑA NEGRA	CVC405	NR
07-Jan-94	26	EA6523	EA996	PEÑA NEGRA	P6	NR
25-Apr-94	23	EA2414E	EA989	LAGUNA	P6	NR
18-Sep-94	23	EA7034	EA003	ZAPOTAL	P7	NR
10-Mar-94	26	EA7899	EA996	REVENTONES	PTX313	NR
05-Nov-94	23	EA7161	EA002	ZAPOTAL	VEG365	NR
06-Aug-94	26	EA7959	EA996	REVENTONES	VEG365	NR
09-Aug-94	23	EA7019	EA954	LAGUNA	VEG365	NR
16-Jul-94	26	EA6871	EA995	VERDE	VEG365	NR
20-May-94	25	EA2010	EA998	ORGANOS SUR	VEG365	NR
26-Jun-94	23	EA7138	EA002	ZAPOTAL	VEG365	NR
28-Aug-94	23	EA2294	EA954	LAGUNA	VEG365	NR
31-Aug-94	10	AA5968	AA605	CARRIZO	VEG365	NR
11-Nov-94	23	EA6223	EA003	LAGUNA	VR1	NR

10.4.- FALLAS DE COPLES DE TUBOS POR HILOS PLANCHADOS

FECHA	IS	POZO	BAT	POOL	USDP	PROFUNDID.
20-Feb-94	25	EA5998	EA990	BALLENA	CVC405	200
01-Sep-94	23	EA7091	EA954	LAGUNA	P7	750
20-Feb-94	10	AA5640	AA605	CARRIZO	2287	3000
04-Jan-94	23	EA6259	EA004	ZAPOTAL	1120	7113
02-Mar-94	21	EA6563	EA942	TAIMAN	SET4	NR
06-Jan-94	25	EA7877	EA980	CENTRAL	VEG165	NR
06-Nov-94	23	EA7152	EA004	ZAPOTAL	COS4	NR
08-Nov-94	10	AA7492	AA607	LA TUNA	COS4	NR
09-Jun-94	23	EA2277E	EA989	LAGUNA	2271	NR
16-May-94	25	EA7953	EA990	BALLENA	CVC404	NR
18-Sep-94	23	EA7034	EA003	ZAPOTAL	P7	NR
19-May-94	21	EA7962	EA917	TAIMAN	VEG365	NR
24-Apr-94	23	EA7037	EA003	ZAPOTAL	2287	NR
29-Jan-94	25	EA6583	EA980	BALLENA	2271	NR

10.5.- RELACION FALLAS POR VARILLAS ROTAS

FECHA	DIST	POZO	BATE	POOL	USDP	DIMENSION	PROFUNDID.
22/12/94	21	EA1837	EA917	TAIMAN	COS2	7/8	16
22/09/94	21	EA7281	EA917	VERDE	P7		22
24/10/94	23	EA7054	EA003	ZAPOTAL	COS4	7/8	40
22/02/94	23	EA7042	EA003	ZAPOTAL	3375	3/4	60
19/10/94	23	EA7027	EA955	LAGUNA	COS1	7/8	60
7/11/94	26	EA2189	EA996	PE-A NEGRA	COS1	7/8	60
11/07/94	23	EA6127	EA900	ZAPOTAL	CVC401	5/8	100
12/07/94	23	EA5910	EA003	LAGUNA	6008	7/8	150
1/04/94	21	EA2459	EA911	TAIMAN	CVC405	7/8	316
3/09/94	23	EA2399	EA954	LAGUNA	P7		376
24/10/94	23	PT0020	BT362	TUNAL	VEG165	7/8	390
26/07/94	23	EA6259	EA004	ZAPOTAL	2287	7/8	540
7/10/94	23	EA6019	EA002	ZAPOTAL	VEG365		557
1/03/94	21	EA7227	EA914	TAIMAN	2287	7/8	600
22/10/94	21	EA7678	EA917	VERDE	COS2	3/4	776
13/01/94	23	EA7061	EA004	ZAPOTAL	2271	7/8	860
15/12/94	26	EA1710D	EA992	REVENTONES	VEG365	7/8	983
7/07/94	23	EA6139	EA004	ZAPOTAL	6008	5/8	1000
22/07/94	21	EA6246	EA942	TAIMAN	6008	3/4	1000
7/07/94	25	EA5853	EA990	BALLENA	6008	3/4	1090
12/08/94	21	EA1626	EA917	VERDE	3375	7/8	1300
24/04/94	25	PB 286	PB306	ORGANOS PATRIA	3375	7/8	1450
17/07/94	10	AA5968	AA605	CARRIZO	2287	5/8	1500
11/04/94	23	EA2372	EA989	LAGUNA	3375	7/8	1600
26/08/94	21	EA6177	EA942	TAIMAN	VEG365		1601
10/08/94	21	EA7248	EA910	TAIMAN	2271	3/4	1610
7/10/94	23	EA7124	EA002	ZAPOTAL	COS1	7/8	1650
14/11/94	23	EA7117	EA002	ZAPOTAL	PTX314		1700
17/01/94	10	AA6634	AA607	YEGUA	2287	3/4	1710
21/10/94	23	EA6259	EA004	ZAPOTAL	VEG365	7/8	1786
10/12/94	26	EA7876	EA996	REVENTONES	P6		1800
19/06/94	23	EA2294	EA954	LAGUNA	P6		1803
5/12/94	25	EA7871	EA990	BALLENA	COS2	5/8	2000
17/10/94	26	EA7909	EA996	REVENTONES	COS1	5/8	2010
27/07/94	23	EA1888	EA954	ORGANOS SUR	VEG365		2016
11/11/94	25	EA6176	EA990	BALLENA	VEG165	5/8	2020
15/03/94	10	AA6408	AA603	CARRIZO	CI-01	5/8	2029
10/08/94	10	AA6681	AA603	CARRIZO	P6		2058
27/02/94	23	PB 206	EA954	ORGANOS PATRIA	3375	3/4	2300
10/09/94	10	AA7881	AA602	CARRIZO	COS3		2500
31/07/94	25	EA7867	EA980	BALLENA	2287	5/8	2535
6/04/94	10	AA7886	AA603	CARRIZO	2270	5/8	2600
18/06/94	25	EA7867	EA980	BALLENA	3375	5/8	2840
24/11/94	23	EA2326	EA989	LAGUNA	COS3	3/4	2928
29/06/94	25	EA5705	EA990	BELEN	6008	5/8	3000
17/02/94	23	EA2196	EA954	LAGUNA	CI-01	7/8	3111
1/09/94	23	EA7091	EA954	LAGUNA	P7		3223
16/12/94	23	EA7087	EA989	LAGUNA	COS2	3/4	3393
28/02/94	21	EA7227	EA914	TAIMAN	2287	5/8	3600
20/02/94	25	EA5998	EA990	BALLENA	CVC405	5/8	3604
23/08/94	21	EA2076	EA953	REVENTONES	CVC401	5/8	3613
28/07/94	23	EA2109	EA954	LAGUNA	P6		3851

10.5.- RELACION FALLAS POR VARILLAS ROTAS

FECHA	DIST	POZO	BATE	POOL	USD	DIMENSION	PROFUNDID.
16/07/94	23	EA2326	EA989	LAGUNA	P6		4016
17/06/94	25	EA2499	EA994	ORGANOS SUR	SMG-1	5/8	4035
26/05/94	10	AA6262	AA607	YEGUA	CVC401		4050
17/02/94	21	EA2076	EA953	REVENTONES	P7	7/8	4143
16/04/94	23	EA7133	EA004	ZAPOTAL	V204		4355
14/07/94	21	EA6032	EA953	REVENTONES	2271	5/8	4365
15/02/94	21	EA6032	EA953	TAIMAN	VEG365	5/8	4471
17/11/94	10	AA6886	AA609	LA TUNA	COS6	5/8	4500
18/01/94	23	EA7078	EA954	LAGUNA	CVC405	5/8	4546
26/04/94	26	EA1562	EA904	PE-A NEGRA	VEG165	5/8	4594
25/02/94	23	EA6447	EA955	LAGUNA	2287	5/8	4600
9/04/94	21	EA6551	EA914	TAIMAN	3375	5/8	4600
1/01/94	23	EA2326	EA989	LAGUNA	VEG365	5/8	4605
21/01/94	21	EA6551	EA914	TAIMAN	CVC404		4605
9/02/94	26	EA6291	EA996	RESTIN	PTX313		4769
21/10/94	23	EA2326	EA989	LAGUNA	P7		4805
17/06/94	21	EA6551	EA914	TAIMAN	CVC405	5/8	4851
3/01/94	21	EA7279	EA911	TAIMAN	3375	3/4	5000
6/05/94	23	EA2326	EA989	LAGUNA	P7	5/8	5003
14/03/94	25	EA1962	EA998	ORGANOS SUR	CI-01		5060
16/11/94	23	EA5617	EA955	LAGUNA	P7		5252
22/03/94	26	EA1738	EA995	PE-A NEGRA	CI-01		5400
11/11/94	23	EA5630	EA954	LAGUNA	COS3	5/8	5550
10/05/94	26	EA1748	EA995	CHACRITAS	CVC403	5/8	5726
9/05/94	21	EA1925	EA942	TAIMAN	P6		5734
7/02/94	10	AA7313	AA607	MERINA	2271	5/8	5875
19/03/94	23	EA2278	EA954	LAGUNA	CI-01	5/8	5952
1/06/94	23	EA7001	EA003	ZAPOTAL	2287	5/8	6050
26/05/94	10	AA7313	AA607	MERINA	2271	5/8	6120
5/11/94	23	EA2109	EA954	LAGUNA	COS6	5/8	6120
7/01/94	26	EA7416	EA992	VERDE	CVC405	5/8	6277
22/05/94	23	EA1806	EA954	LAGUNA	CVC405	5/8	6519
14/10/94	21	EA6244	EA953	REVENTONES	P7		6691
22/11/94	21	EA2046	EA953	REVENTONES	COS6	5/8	6700
20/01/94	21	EA6246	EA942	TAIMAN	V204		6719
28/01/94	25	EA6684	EA980	CENTRAL	PTX313		6741
12/05/94	23	EA2372	EA989	LAGUNA	P6		6795
29/12/94	25	EA1700	EA990	BALLENA	COS3	5/8	6850
14/12/94	23	EA7076	EA955	LAGUNA	COS3	5/8	6875
23/02/94	23	EA6538	EA002	ZAPOTAL	2271	5/8	6900
12/04/94	23	EA7108	EA002	ZAPOTAL	2271	5/8	6950
25/04/94	23	EA6327	EA900	ZAPOTAL	3375	5/8	6973
26/05/94	26	EA7414	EA992	PE-A NEGRA	P6		7026
10/03/94	26	EA7899	EA996	REVENTONES	PTX313		7041
28/09/94	21	EA5616	EA917	VERDE	CI-01	5/8	7130
25/04/94	23	EA2414E	EA989	LAGUNA	P6	5/8	7147
10/11/94	26	EA6289	EA996	REVENTONES	COS3	5/8	7195
22/04/94	21	EA1340	EA911	TAIMAN	1120	5/8	7200
26/03/94	23	EA2414E	EA989	LAGUNA	3375	5/8	7245
6/11/94	26	EA2028A	EA992	VERDE	VEG365		7335
7/05/94	21	EA6551	EA914	TAIMAN	CVC404		7379
11/12/94	23	EA7007	EA955	LAGUNA	VEG365		7393
11/01/94	23	EA7083	EA955	LAGUNA	3375	5/8	7420

10.5.- RELACION FALLAS POR VARILLAS ROTAS

FECHA		POZO	BATE	POOL	USDP	DIMENSION	PROFUNDID.
12/11/94	21	EA1925	EA942	TAIMAN	COS6	5/8	7680
22/06/94	23	EA2276	EA954	ZAPOTAL	2270	3/4	7740
4/09/94	23	EA2277E	EA989	LAGUNA	VEG365	5/8	7822

10.6.- FALLAS DE VARILLAS POR ESTIRAMIENTO

FECHA	DIS	POZO	BAT	POOL	USDP	PROFUND.
03-Apr-94	23	PT0022	BT362	TUNAL	VEG365	25
20-Jul-94	23	EA6318	EA004	ZAPOTAL	VEG365	25
19-Mar-94	21	EA2046	EA953	REVENTONES	VEG365	50
28-Apr-94	23	EA2326	EA989	LAGUNA	P6	60
05-Jun-94	23	EA7102	EA002	ZAPOTAL	6008	75
08-Oct-94	25	EA7917	EA980	BALLENA	VEG365	100
23-Oct-94	26	EA7961	EA996	REVENTONES	CVC404	150
09-Jan-94	23	EA1901	EA954	LAGUNA	P7	200
20-Mar-94	10	AA6717	AA04L	MERINA	CVC404	250
21-Jun-94	25	EA7779	EA990	BALLENA	2270	375
15-May-94	21	EA6238	EA917	VERDE	CVC403	375
22-May-94	10	AA7223	AA605	CARRIZO	2287	450
22-Oct-94	26	EA1607	EA995	PEÑA NEGRA	P7	500
23-Oct-94	23	EA7112	EA002	ZAPOTAL	P7	500
28-Nov-94	23	EA1861	EA954	LAGUNA	VR1	500
01-Jan-94	21	EA7281	EA917	TAIMAN	3375	625
11-Feb-94	21	EA7618	EA914	TAIMAN	PTX313	625
08-Nov-94	10	AA7492	AA607	LA TUNA	COS6	675
30-Nov-94	10	AA6847	AA603	CARRIZO	COS6	750
14-May-94	25	PB 272	PB306	ORGANOS PATRIA	CVC403	750
21-Jul-94	26	EA5651	EA904	PEÑA NEGRA	VEG365	750
17-Jan-94	21	EA7279	EA911	TAIMAN	P7	800
16-Dec-94	10	AA7488	AA607	MERINA	VR1	800
09-Jan-94	21	EA2409	EA911	TAIMAN	SMG-1	1125
04-Jun-94	25	EA6787	EA990	BALLENA	VEG165	1150
03-Jul-94	23	PT0012	BT362	TUNAL	V204	1500
16-Jan-94	26	EA2259	EA995	PEÑA NEGRA	VEG165	1500
15-Oct-94	26	EA1627	EA904	PEÑA NEGRA	V204	3050
28-May-94	23	EA2372	EA989	LAGUNA	VEG365	3750
24-Aug-94	23	EA7196	EA954	LAGUNA	P7	6967
26-Aug-94	23	EA7051	EA003	ZAPOTAL	P7	7225

10.7.- FALLAS DE VARILLAS POR DESGASTE

FECHA	DIST	POZO	BAT	POOL	USDP	PROFUNDIDAD
05-Oct-94	23	EA6264	EA002	ZAPOTAL	COS1	25
20-Sep-94	21	EA1340	EA911	TAIMAN	COS1	25
25-Sep-94	23	EA7036	EA003	ZAPOTAL	COS1	25
03-Feb-94	23	EA7141	EA002	ZAPOTAL	CVC403	25
02-Mar-94	26	EA2189	EA996	REVENTONES	PTX314	25
26-Mar-94	10	AA5645	AA608	CARRIZO	PTX314	25
01-Jul-94	23	EA6326	EA004	ZAPOTAL	VEG365	25
07-Jul-94	21	EA6758	EA942	TAIMAN	VEG365	25
18-Aug-94	23	EA6263	EA989	LAGUNA	VEG365	25
20-Jul-94	23	EA6318	EA004	ZAPOTAL	VEG365	25
13-Apr-94	26	EA1748	EA995	PEÑA NEGRA	3375	75
22-Mar-94	21	EA2421	EA942	TAIMAN	CVC405	75
23-Oct-94	26	EA7961	EA996	REVENTONES	CVC404	100
04-Jun-94	25	EA2518	EA994	ORGANOS SUR	CVC405	100
20-Nov-94	25	EA6101	EA998	ORGANOS SUR	CVC405	100
08-Jan-94	21	EA5860	EA910	TAIMAN	P6	100
15-Mar-94	26	EA2189	EA996	REVENTONES	PTX313	100
17-Jan-94	25	EA5639	EA998	ORGANOS SUR	VEG165	100
28-Aug-94	23	EA2294	EA954	LAGUNA	VEG365	100
26-Oct-94	23	EA6313	EA003	ZAPOTAL	COS1	119
20-Oct-94	21	EA2046	EA953	REVENTONES	COS3	125
06-Aug-94	23	EA7051	EA003	ZAPOTAL	P6	125
16-Aug-94	10	AA6261	AA607	CARRIZO	P6	125
22-Dec-94	23	EA5619	EA955	LAGUNA	VEG365	125
21-Nov-94	23	EA5910	EA003	ZAPOTAL	COS3	150
17-May-94	25	EA7949	EA990	BALLENA	CVC404	150
05-Nov-94	25	EA6823	EA990	BALLENA	CVC405	150
05-Nov-94	23	EA7161	EA002	ZAPOTAL	VEG365	150
17-Sep-94	21	EA5860	EA910	TAIMAN	CVC403	175
09-Dec-94	21	EA2478	EA917	TAIMAN	COS4	200
16-Nov-94	25	EA1284	EA980	CENTRAL	COS4	200
12-Feb-94	25	EA6105	EA990	BALLENA	P7	200
12-Sep-94	10	AA6369	AA608	CARRIZO	COS2	220
13-Mar-94	10	AA6171	AA604	MERINA	2287	225
30-Aug-94	21	EA2441	EA911	TAIMAN	VEG365	225
22-May-94	10	AA6532	AA605	CARRIZO	2287	250
29-Oct-94	26	EA1607	EA995	PEÑA NEGRA	COS3	250
06-Dec-94	23	EA6268	EA002	ZAPOTAL	COS4	250
29-Nov-94	26	EA7957	EA996	PEÑA NEGRA	COS4	250
06-Dec-94	23	EA6268	EA002	ZAPOTAL	COS6	250
27-Nov-94	26	EA6291	EA996	PEÑA NEGRA	COS6	250
02-Jun-94	23	PT0002	BT362	TUNAL	CVC405	250
26-May-94	26	EA7414	EA992	PEÑA NEGRA	P6	250
12-Feb-94	26	EA2028A	EA992	PEÑA NEGRA	PTX314	250
11-Nov-94	23	EA6223	EA003	LAGUNA	VR1	250
12-Nov-94	23	EA5859	EA900	ZAPOTAL	COS3	275
28-Nov-94	26	EA1878	EA995	PEÑA NEGRA	CVC405	275
16-Nov-94	26	EA2189	EA996	REVENTONES	V204	275

10.7.- FALLAS DE VARILLAS POR DESGASTE

FECHA	DIST	POZO	BAT	POOL	USD	PROFUNDIDAD
11-Feb-94	21	EA5788	EA917	TAIMAN	CVC405	325
06-Dec-94	23	EA7021	EA002	ZAPOTAL	COS1	375
18-Nov-94	10	AA6682	AA609	CARRIZO	COS1	375
11-Jun-94	23	EA2294	EA954	LAGUNA	P6	375
05-Nov-94	25	EA2146	EA980	CENTRAL	VEG165	375
19-Mar-94	21	EA2046	EA953	REVENTONES	VEG365	375
31-Aug-94	23	EA6324	EA004	ZAPOTAL	CVC401	400
11-Feb-94	21	EA6931	EA942	TAIMAN	PTX314	425
06-Dec-94	23	EA6019	EA002	ZAPOTAL	COS3	450
03-Apr-94	25	EA1975	EA990	BALLENA	2287	500
03-Dec-94	25	EA5856	EA990	BALLENA	COS1	500
10-Nov-94	10	AA7629	AA607	CARRIZO	COS1	500
12-Oct-94	21	EA2451	EA911	TAIMAN	COS3	500
28-Sep-94	25	EA1962	EA998	LA TUNA	COS3	500
31-Oct-94	10	BP5935	PE328	COYONITAS	COS3	500
06-Nov-94	23	EA7152	EA004	ZAPOTAL	COS4	500
06-Nov-94	23	EA7152	EA004	ZAPOTAL	COS6	500
08-Nov-94	10	AA7492	AA607	LA TUNA	COS6	500
17-Aug-94	25	EA1133	EA990	BALLENA	P6	500
22-May-94	10	AA7223	AA605	CARRIZO	2287	525
07-Feb-94	10	AA7313	AA607	MERINA	2271	550
15-Dec-94	23	EA7086	EA955	LAGUNA	COS3	575
03-Jul-94	10	AA6089	AA603	CARRIZO	2271	625
18-Dec-94	10	AA1862	AA602	CARRIZO	COS1	625
22-Apr-94	10	AA1598	AA602	LA TUNA	CVC405	625
07-Jan-94	26	EA6523	EA996	PEÑA NEGRA	P6	625
19-May-94	23	EA7108	EA002	ZAPOTAL	P7	725
05-Nov-94	25	EA2519	EA990	BALLENA	COS2	750
08-Dec-94	10	AA6528	AA603	CARRIZO	COS2	750
25-Dec-94	21	EA5867	EA942	TAIMAN	COS2	750
12-Nov-94	23	EA7023	EA003	ZAPOTAL	COS3	750
22-Dec-94	10	AA1808	AA607	YEGUA	COS3	750
08-Nov-94	10	AA7492	AA607	LA TUNA	COS4	750
15-Nov-94	25	PB 267	PB306	ORGANOS PATRIA	COS4	750
14-Sep-94	23	EA7134	EA002	ZAPOTAL	CVC401	750
22-Jun-94	26	EA5651	EA904	PEÑA NEGRA	CVC405	750
29-Jan-94	21	EA1860	EA910	TAIMAN	P7	750
03-Sep-94	25	EA5691	EA998	ORGANOS SUR	VEG365	750
11-Jan-94	21	EA5616	EA917	TAIMAN	VEG365	750
26-Dec-94	10	AA6397	AA603	CARRIZO	COS1	875
22-Dec-94	10	AA6098	AA607	CARRIZO	COS1	925
21-Oct-94	10	AA6344	AA603	CARRIZO	VEG365	950
08-Dec-94	21	EA2459	EA911	TAIMAN	COS1	1000
25-Dec-94	10	AA6042	AA608	CARRIZO	COS3	1000
27-Sep-94	23	ea7189	EA002	zapotal	COS4	1000
04-Nov-94	23	EA5655	EA003	ZAPOTAL	COS3	1025
21-Dec-94	21	EA1925	EA942	TAIMAN	COS2	1025
22-Jun-94	23	EA7069	EA003	ZAPOTAL	2271	1250

10.7.- FALLAS DE VARILLAS POR DESGASTE

FECHA	DIST	POZO	BAT	POOL	USDP	PROFUNDIDAD
22-Apr-94	23	EA7124	EA002	ZAPOTAL	2287	1250
01-Dec-94	10	AA6456	AA608	CARRIZO	COS2	1250
07-Dec-94	25	EA1700	EA990	BALLENA	COS3	1250
31-May-94	23	EA2304	EALO	LAGUNA	CVC403	1275
16-Dec-94	10	AA2511	AA604	CARRIZO	COS1	1475
17-Nov-94	10	AA 94	AA04L	CARRIZO	COS1	1500
09-Aug-94	26	EA5896	EA995	CHACRITAS	CVC403	1500
02-Jul-94	25	EA5876	EA994	ORGANOS SUR	CVC405	1500
27-Aug-94	23	EA7148	EA002	ZAPOTAL	P7	1500
11-Jan-94	21	EA1994	EA917	VERDE	PTX314	1500
19-Apr-94	23	EA7118	EA004	ZAPOTAL	2287	1750
14-Feb-94	10	AA6887	AA602	LA TUNA	VEG165	1750
01-Nov-94	23	EA7043	EA004	ZAPOTAL	COS3	1850
05-Nov-94	23	EA2109	EA954	LAGUNA	COS4	2000
17-Oct-94	10	AA6943	AA608	CARRIZO	COS4	2000
27-Nov-94	26	EA6291	EA996	PEÑA NEGRA	COS4	2000
02-Aug-94	25	EA5611	EA990	BALLENA	CVC403	2000
23-Mar-94	23	EA7106	EA003	ZAPOTAL	VEG365	2200
16-Dec-94	10	AAA130	AA608	CARRIZO	COS1	2250
27-Oct-94	10	AA6754	AA602	LA TUNA	COS4	2625
01-Sep-94	10	AA1645	AA607	YEGUA	P6	2835
30-Jun-94	25	EA6061	EA994	ORGANOS SUR	CVC405	3750
10-Jun-94	25	EA7282	EA990	BALLENA	P6	4500
23-Sep-94	21	EA6712	EA914	TAIMAN	COS3	5293
08-Feb-94	23	EA7142	EA004	ZAPOTAL	1120	5780
19-Jun-94	23	EA2294	EA954	LAGUNA	P6	6525
29-Jan-94	21	EA1925	EA942	TAIMAN	PTX314	7550
12-Nov-94	23	EA5859	EA900	ZAPOTAL	COS3	NR
31-Dec-94	25	EA6684	EA980	CENTRAL	COS3	NR

10.8.- FALLAS DE VARILLAS POR COPLE ROTO

FECHA	ABC	DIST	POZO	BAT	POOL	USDP	ROFUNDIDA
04-Feb-94	C	23	EA2239	EA954	LAGUNA	V204	10
20-Apr-94	C	23	EA1872	EA954	LAGUNA	2287	15
07-Apr-94	B	21	EA1828	EA911	TAIMAN	3375	22
01-Nov-94	B	23	EA7006	EA003	ZAPOTAL	COS2	22
17-Feb-94	A	23	EA7028	EA003	ZAPOTAL	2287	30
08-Mar-94	A	23	EA7523	EA004	ZAPOTAL	3375	30
16-Dec-94	C	23	EA7022	EA003	LAGUNA	COS3	45
23-Sep-94	A	21	EA6712	EA914	TAIMAN	COS3	60
18-Jun-94	A	23	EA7028	EA003	ZAPOTAL	2271	72
23-May-94	C	23	EA5789	EA954	LAGUNA	2271	73
18-Jun-94	A	23	EA5619	EA955	LAGUNA	VEG365	86
23-Jun-94	C	25	EA1875	EA980	CENTRAL	3375	190
28-Jul-94	A	23	EA5911	EA955	LAGUNA	6008	220
11-Nov-94	A	26	EA1729	EA992	VERDE	VEG365	267
13-Sep-94	B	10	AA7923	AA602	LA TUNA	COS2	275
02-Oct-94	A	26	EA6214	EA996	PEÑA NEGRA	COS3	300
01-Apr-94	A	21	EA2459	EA911	TAIMAN	CVC405	316
22-Mar-94	C	10	AA1564	AA608	CARRIZO	3375	343
02-Mar-94	A	26	EA2189	EA996	REVENTONES	PTX314	387
05-Jun-94	B	23	EA7102	EA002	ZAPOTAL	6008	400
27-Apr-94	A	23	EA7128	EA004	ZAPOTAL	V204	406
25-Nov-94	A	23	EA6128	EA002	ZAPOTAL	COS2	420
16-Mar-94	C	23	EA7061	EA004	ZAPOTAL	2287	450
29-Apr-94	B	25	EA1973	EA998	ORGANOS SUR	P6	472
05-May-94	A	23	EA6538	EA002	ZAPOTAL	CVC404	526
07-Oct-94	C	21	EA5879	EA942	TAIMAN	COS2	550
16-Jan-94	A	23	EA6167	EA002	ZAPOTAL	V204	575
12-Feb-94	C	23	EA7153	EA954	LAGUNA	V204	615
25-Jun-94	C	10	AA6772	AA607	CARRIZO	3375	620
26-Jun-94	A	23	EA7138	EA002	ZAPOTAL	VEG365	647
16-Nov-94	C	10	AA6673	AA603	CARRIZO	COS1	675
20-Apr-94	B	25	EA1987	EA998	ORGANOS SUR	V204	700
22-Apr-94	B	23	EA7124	EA002	ZAPOTAL	2287	800
07-Jan-94	C	10	AA6678	AA04L	MERINA	3375	800
27-Jun-94	C	23	EA7196	EA954	LAGUNA	6008	800
22-Oct-94	A	10	AA6408	AA603	CARRIZO	COS1	860
15-Jun-94	C	10	AA6459	AA608	CARRIZO	6008	900
04-Feb-94	B	23	EA7004	EA003	ZAPOTAL	1120	925
15-Jan-94	B	26	EA5651	EA904	PEÑA NEGRA	SMG-1	950
07-Jul-94	C	23	EA6139	EA004	ZAPOTAL	6008	1000
07-Sep-94	C	10	AA6368	AA608	CARRIZO	COS3	1000
12-May-94	A	23	EA2187	EA954	LAGUNA	V204	1002
06-Dec-94	C	10	AAA130	AA608	CARRIZO	COS1	1005
09-Apr-94	A	10	AA6344	AA603	CARRIZO	2270	1015
06-Sep-94	B	23	EA6407	EA003	ZAPOTAL	COS2	1032
13-Jan-94	C	23	EA7191	EA954	LAGUNA	P6	1070
07-Jul-94	C	25	EA5853	EA990	BALLENA	6008	1090
25-Sep-94	B	23	EA7001	EA003	ZAPOTAL	COS4	1200
09-Jan-94	C	23	EA1901	EA954	LAGUNA	P7	1200
16-Feb-94	A	23	EA6202	EA004	ZAPOTAL	2287	1300
03-Jul-94	C	23	PT0012	BT362	TUNAL	V204	1327
20-Nov-94	B	25	EA6101	EA998	ORGANOS SUR	CVC405	1366
11-Jan-94	A	21	EA1994	EA917	VERDE	PTX314	1366
26-Oct-94	A	21	EA5867	EA942	TAIMAN	COS1	1370
16-Mar-94	A	25	EA5843	EA980	BALLENA	2270	1400
10-Apr-94	C	10	AA6657	AA603	CARRIZO	V204	1408
30-Jun-94	A	10	AA7489	AA607	MERINA	2271	1500
28-Oct-94	C	23	EA6264	EA002	ZAPOTAL	COS1	1570

10.8.- FALLAS DE VARILLAS POR COPLE ROTO

22-Nov-94	B	23	EA7512	EA002	LAGUNA	COS2	1575
07-Nov-94	A	23	EA2372	EA989	LAGUNA	COS3	1575
20-Jan-94	C	23	EA1861	EA954	LAGUNA	CVC403	1581
05-Nov-94	C	25	EA2519	EA990	BALLENA	COS2	1600
15-Nov-94	B	25	PB 267	PB306	ORGANOS PATRIA	COS6	1600
21-Nov-94	B	23	EA5910	EA003	ZAPOTAL	COS3	1647
20-Mar-94	B	23	EA2277E	EA989	LAGUNA	CI-01	1654
14-Mar-94	C	23	EA7191	EA954	LAGUNA	P6	1670
10-Sep-94	C	21	EA5616	EA917	TAIMAN	COS2	1690
06-Apr-94	C	23	EA1806	EA954	LAGUNA	3375	1700
11-May-94	B	26	EA2028A	EA992	VERDE	CI-01	1708
20-Apr-94	A	21	EA1994	EA917	VERDE	CI-01	1745
25-Feb-94	C	23	EA2242	EA954	LAGUNA	VEG365	1765
19-Apr-94	C	25	EA6583	EA980	BALLENA	3375	1766
21-Oct-94	A	23	EA6259	EA004	ZAPOTAL	VEG365	1786
02-Oct-94	C	23	EA5899	EA002	ZAPOTAL	COS2	1800
14-Nov-94	C	23	EA7117	EA002	ZAPOTAL	PTX314	1800
01-Nov-94	B	23	EA7043	EA004	ZAPOTAL	COS3	1843
10-Nov-94	A	26	EA2189	EA996	REVENTONES	COS3	1940
24-Feb-94	B	25	EA1690	EA990	BALLENA	3375	1950
25-Jun-94	A	21	EA6529	EA911	TAIMAN	6008	1950
31-Dec-94	C	10	AA6589	AA608	CARRIZO	COS2	1975
23-Mar-94	B	23	EA6411	EA004	ZAPOTAL	2270	2000
03-Oct-94	A	23	EA5619	EA955	LAGUNA	COS1	2000
11-Oct-94	A	26	EA2189	EA996	REVENTONES	COS1	2000
04-Nov-94	A	21	EA7983	EA911	TAIMAN	COS2	2000
24-Nov-94	B	23	EA1888	EA954	LAGUNA	VR1	2053
08-Apr-94	B	10	AA7486	AA607	MERINA	2270	2070
23-Jan-94	C	23	EA7184	EA989	LAGUNA	1120	2098
15-Sep-94	A	26	EA7893	EA996	REVENTONES	COS1	2126
25-Apr-94	C	23	EA7191	EA954	LAGUNA	V204	2139
12-Apr-94	B	25	EA5622	EA990	BALLENA	2270	2300
29-Jan-94	C	25	EA6583	EA980	BALLENA	2271	2300
05-Feb-94	C	23	EA7069	EA003	LAGUNA	3375	2350
07-May-94	B	23	EA7001	EA003	ZAPOTAL	2271	2500
15-Dec-94	B	21	EA7869	EA917	VERDE	COS2	2800
07-Mar-94	B	23	EA7043	EA004	ZAPOTAL	2287	3000
05-Dec-94	B	21	EA2409	EA911	TAIMAN	COS2	3000
29-Oct-94	C	25	PB 286	PB306	ORGANOS PATRIA	COS4	3150
26-Oct-94	C	23	EA6313	EA003	ZAPOTAL	COS1	3235
03-Dec-94	C	25	EA5856	EA990	BALLENA	COS1	3490
20-Oct-94	B	23	EA2276	EA954	LAGUNA	COS1	3500
15-Oct-94	B	23	EA7174	EA002	ZAPOTAL	COS2	3500
12-Oct-94	B	21	EA2451	EA911	TAIMAN	COS3	3505
09-Mar-94	B	23	EA7001	EA003	ZAPOTAL	2271	3700
03-Dec-94	A	23	EA7093	EA002	ZAPOTAL	COS2	3900
27-Sep-94	C	23	EA7169	EA002	ZAPOTAL	COS1	4375
29-Oct-94	C	25	EA5691	EA998	ORGANOS SUR	VR1	4745
20-Dec-94	A	26	EA1729	EA992	PEÑA NEGRA	COS2	4970
24-Mar-94	C	23	EA7087	EA989	ZAPOTAL	2270	5000
05-May-94	B	23	EA2326	EA989	LAGUNA	2271	5000
23-Oct-94	C	25	EA1133	EA990	BALLENA	COS4	5495
08-Apr-94	C	23	PT 4-3	BT362	TUNAL	CVC405	5590
04-Apr-94	A	23	EA5859	EA900	ZAPOTAL	2287	5800
16-Jan-94	B	23	EA7006	EA003	ZAPOTAL	CVC403	5840
04-Oct-94	A	21	EA7333	EA911	TAIMAN	COS3	5940
24-Apr-94	B	23	EA7037	EA003	ZAPOTAL	2287	6840
11-Dec-94	B	26	EA6289	EA996	PEÑA NEGRA	COS1	7248
12-Jan-94	C	23	EA6313	EA003	ZAPOTAL	2271	NR
03-Jun-94	C	23	EA6412	EA003	ZAPOTAL	2287	NR

10.8.- FALLAS DE VARILLAS POR COPLE ROTO

07-Jan-94	A	23	EA7036	EA003	ZAPOTAL	3375	NR
09-May-94	C	21	EA 136	EA911	TAIMAN	3375	NR
18-Apr-94	C	10	AA6054	AA607	MERINA	3375	NR
15-Mar-94	A	10	AA6408	AA603	CARRIZO	CI-01	NR
19-Jan-94	C	23	EA1872	EA954	LAGUNA	CI-01	NR
21-Jan-94	B	23	EA7131	EA004	ZAPOTAL	CI-01	NR
17-Sep-94	C	23	EA7513	EA002	ZAPOTAL	COS1	NR
06-Nov-94	B	23	EA7152	EA004	ZAPOTAL	COS4	NR
15-Nov-94	B	25	PB 267	PB306	ORGANOS PATRIA	COS4	NR
24-Nov-94	A	26	EA6214	EA996	RESTIN	COS4	NR
29-Sep-94	C	23	EA6313	EA003	ZAPOTAL	CVC401	NR
18-May-94	A	23	EA6228	EA989	LAGUNA	P7	NR
14-Jan-94	C	10	AA5771	AA604	MERINA	SMG-1	NR
22-May-94	B	25	EA6101	EA998	ORGANOS SUR	VEG365	NR
06-Dec-94	B	23	PB 293	EA954	ORGANOS PATRIA	VR1	NR

10.9.- FALLAS DE VARILLAS POR COPLES DESGASTADOS

FECHA	ABC	DIS	POZO	BAT	POOL	USDP	ROFUNDIDA	CANTIDAD	TIPO
12-Nov-94	A	23	EA5859	EA900	ZAPOTAL	COS3	283		
22-Jun-94	B	26	EA5651	EA904	PEÑA NEGRA	CVC405	291		7/8
19-Dec-94	C	23	EA7076	EA955	LAGUNA	COS3	370		7/8
07-Mar-94	B	26	EA5633	EA904	PEÑA NEGRA	VEG365	605		7/8
06-Mar-94	B	23	EA7106	EA003	ZAPOTAL	2287	1000	40	5/8
23-Feb-94	B	25	EA1987	EA998	ORGANOS SUR	V204	1280		
07-Oct-94	A	21	EA6758	EA942	TAIMAN	COS4	2070		3/4
18-Dec-94	C	21	EA1646	EA917	VERDE	COS4	2225		3/4
07-Dec-94	A	25	EA1700	EA990	BALLENA	COS3	4675		3/4
22-Dec-94	B	10	AA1808	AA607	YEGUA	COS3	4855		5/8
07-Apr-94	B	23	EA7057	EA003	ZAPOTAL	1120	NR	30	
15-Apr-94	C	23	EA7067	EA004	ZAPOTAL	1120	NR	15	7/8
17-Jun-94	B	10	AA6864	AA608	CARRIZO	1120	NR	20	5/8
05-Jul-94	B	23	EA7104	EA955	LAGUNA	2270	NR	5	5/8
26-Apr-94	C	21	EA1340	EA911	TAIMAN	2270	NR	26	
06-Aug-94	A	23	EA7151	EA004	ZAPOTAL	2271	NR	6	7/8
06-Feb-94	A	23	EA6243	EA004	ZAPOTAL	2271	NR	25	
07-Feb-94	A	10	AA7313	AA607	MERINA	2271	NR	15	
13-Mar-94	B	23	EA7126	EA004	ZAPOTAL	2271	NR	20	
01-Mar-94	A	21	EA7227	EA914	TAIMAN	2287	NR	82	3/4
01-May-94	C	25	EA5621	EA990	BALLENA	2287	NR	15	7/8
03-Apr-94	C	25	EA1975	EA990	BALLENA	2287	NR	10	5/8
05-Mar-94	C	25	EA5828	EA990	BALLENA	2287	NR	15	3/4
07-Mar-94	B	23	EA7043	EA004	ZAPOTAL	2287	NR	20	3/4
10-Jun-94		10	AA6349	AA608	CARRIZO	2287	NR	20	5/8
12-Mar-94	A	25	EA6903	EA990	BALLENA	2287	NR	20	7/8
13-Mar-94	C	10	AA6171	AA604	MERINA	2287	NR	9	5/8
16-Feb-94	A	23	EA6202	EA004	ZAPOTAL	2287	NR	20	7/8
16-Mar-94	C	23	EA7061	EA004	ZAPOTAL	2287	NR	20	7/8
17-Feb-94	A	23	EA7028	EA003	ZAPOTAL	2287	NR	10	7/8
17-Jan-94	C	10	AA6634	AA607	YEGUA	2287	NR	20	3/4
17-May-94	A	23	EA2187	EA954	LAGUNA	2287	NR	10	5/8
18-Apr-94	C	23	EA6088	EA004	ZAPOTAL	2287	NR	15	5/8
18-Feb-94	C	23	EA6326	EA004	ZAPOTAL	2287	NR	20	3/4
20-Apr-94	C	23	EA1872	EA954	LAGUNA	2287	NR	20	7/8
21-Apr-94	B	23	EA2114P	EA954	LAGUNA	2287	NR	15	3/4
22-Apr-94	B	23	EA7124	EA002	ZAPOTAL	2287	NR	20	7/8
22-May-94	C	10	AA6532	AA605	CARRIZO	2287	NR	10	3/4
23-Apr-94	C	23	EA7016	EA955	LAGUNA	2287	NR	1	
23-Mar-94	A	23	EA6103	EA002	ZAPOTAL	2287	NR	25	3/4
23-May-94	C	25	EA1975	EA990	BALLENA	2287	NR	3	5/8
24-Apr-94	B	23	EA7037	EA003	ZAPOTAL	2287	NR	80	5/8
27-May-94	B	23	EA7042	EA003	LAGUNA	2287	NR	20	3/4
29-Apr-94	C	23	EA6083	EA004	ZAPOTAL	2287	NR	1	
18-Jun-94	B	25	EA7867	EA980	BALLENA	3375	NR	1	
29-Jun-94	C	25	EA5853	EA990	BALLENA	3375	NR	1	
05-Jun-94	B	23	EA7102	EA002	ZAPOTAL	6008	NR	1	
20-Sep-94	C	21	EA1340	EA911	TAIMAN	COS1	NR		5/8
27-Dec-94	B	10	AAA 11	AA602	CARRIZO	COS1	NR	10	3/4
04-Oct-94	B	23	EA6447	EA955	LAGUNA	COS2	NR	63	3/4
16-Nov-94	B	21	EA1522	EA917	TAIMAN	COS2	NR	1	3/4
21-Sep-94	B	25	EA1690	EA990	BALLENA	COS2	NR	20	3/4
23-Nov-94	C	23	EA1870	EA954	LAGUNA	COS2	NR	15	7/8
03-Nov-94	C	21	EA6307	EA910	TAIMAN	COS3	NR	1	5/8
06-Nov-94	C	23	EA7101	EA003	ZAPOTAL	COS3	NR	83	
09-Sep-94	A	10	AA6262	AA607	CARRIZO	COS3	NR	6	3/4
17-Sep-94	C	23	EA2239	EA954	LAGUNA	COS3	NR	1	7/8
20-Oct-94	A	21	EA2046	EA953	REVENTONES	COS3	NR	18	7/8

20-Sep-94	B	23	EA5810	EA954	LAGUNA	COS3	NR	8	5/8
23-Oct-94	A	26	EA2078	EA996	PEÑA NEGRA	COS3	NR	2	5/8
02-Dec-94	B	10	AA5968	AA605	CARRIZO	COS4	NR	10	3/4
06-Dec-94	A	23	EA6268	EA002	ZAPOTAL	COS4	NR	15	3/4
09-Dec-94	B	21	EA2478	EA917	TAIMAN	COS4	NR	8	3/4
09-Nov-94	C	21	EA6122	EA917	TAIMAN	COS4	NR	1	
10-Nov-94	C	25	EA5806	EA994	ORGANOS SUR	COS4	NR	25	5/8
11-Dec-94	A	23	EA7501	EA900	ZAPOTAL	COS4	NR	26	5/8
11-Nov-94	B	23	EA7198	EA003	ZAPOTAL	COS4	NR	1	
12-Oct-94	B	23	EA7066	EA004	ZAPOTAL	COS4	NR	60	5/8
14-Dec-94	C	23	EA7071	EA955	LAGUNA	COS4	NR	15	5/8
16-Nov-94	C	25	EA1284	EA980	CENTRAL	COS4	NR	20	3/4
21-Oct-94	C	21	EA7246	EA910	TAIMAN	COS4	NR	12	5/8
23-Nov-94	B	21	EA6353	EA942	TAIMAN	COS4	NR	30	5/8
30-Nov-94	C	10	AA6528	AA603	CARRIZO	COS6	NR	10	3/4
31-Dec-94	B	23	EA7112	EA002	ZAPOTAL	COS6	NR	20	7/8
11-Jul-94	A	23	EA6127	EA900	ZAPOTAL	CVC401	NR	7	7/8
17-Nov-94	C	25	EA1875	EA980	CENTRAL	CVC401	NR	6	7/8
20-Sep-94	A	23	EA1520	EA989	LAGUNA	CVC401	NR	20	5/8
31-Aug-94	B	23	EA6324	EA004	ZAPOTAL	CVC401	NR	10	3/4
03-Feb-94	A	23	EA7141	EA002	ZAPOTAL	CVC403	NR	8	5/8
07-Jan-94	A	26	EA2189	EA996	REVENTONES	CVC403	NR	10	7/8
09-Jul-94	C	23	EA6267	EA002	ZAPOTAL	CVC403	NR	6	7/8
16-Jan-94	B	23	EA7006	EA003	ZAPOTAL	CVC403	NR	10	5/8
17-Sep-94	B	21	EA5860	EA910	TAIMAN	CVC403	NR	10	7/8
20-Jan-94	C	23	EA1861	EA954	LAGUNA	CVC403	NR	24	7/8
06-Aug-94	A	23	EA7026	EA003	ZAPOTAL	CVC404	NR	12	5/8
14-Oct-94	A	21	EA2076	EA953	REVENTONES	CVC404	NR	1	
14-Sep-94	A	23	EA6128	EA002	ZAPOTAL	CVC404	NR	30	5/8
26-Sep-94	A	21	EA6246	EA942	TAIMAN	CVC404	NR	10	7/8
02-Jun-94	C	23	PT0002	BT362	TUNAL	CVC405	NR	25	5/8
03-Apr-94	C	25	EA6236	EA998	ORGANOS SUR	CVC405	NR	5	3/4
05-Nov-94	C	25	EA6823	EA990	BALLENA	CVC405	NR	15	5/8
17-Sep-94	C	21	EA5711	EA942	TAIMAN	CVC405	NR	25	3/4
20-Nov-94	B	25	EA6101	EA998	ORGANOS SUR	CVC405	NR	7	7/8
06-Aug-94	B	23	EA7051	EA003	ZAPOTAL	P6	NR	31	
07-Aug-94	A	23	EA7036	EA003	ZAPOTAL	P6	NR	56	
08-Jan-94	B	21	EA5860	EA910	TAIMAN	P6	NR	10	3/4
11-Jun-94	A	23	EA2294	EA954	LAGUNA	P6	NR	15	5/8
12-May-94	A	23	EA2372	EA989	LAGUNA	P6	NR	25	3/4
13-Jan-94	C	23	EA7191	EA954	LAGUNA	P6	NR	20	7/8
14-Mar-94	C	23	EA7191	EA954	LAGUNA	P6	NR	15	5/8
15-Jun-94	A	23	EA6538	EA002	ZAPOTAL	P6	NR	15	3/4
16-Aug-94	C	10	AA6261	AA607	CARRIZO	P6	NR	50	
16-Jul-94	B	23	EA2326	EA989	LAGUNA	P6	NR	9	
19-Apr-94	C	25	EA6914	EA990	BALLENA	P6	NR	CAMBIO	ALA
02-Feb-94	C	23	EA7148	EA002	LAGUNA	P7	NR	15	3/4
03-Sep-94	B	23	EA2399	EA954	LAGUNA	P7	NR	20	
05-Feb-94	B	23	EA7132	EA002	ZAPOTAL	P7	NR	25	5/8
09-Jan-94	C	23	EA1901	EA954	LAGUNA	P7	NR	20	7/8
14-Oct-94	A	21	EA6244	EA953	REVENTONES	P7	NR	1	
16-Nov-94	B	23	EA5617	EA955	LAGUNA	P7	NR	8	5/8
18-Sep-94	A	23	EA7034	EA003	ZAPOTAL	P7	NR	7	
21-Oct-94	B	23	EA2326	EA989	LAGUNA	P7	NR	52	
24-Aug-94	C	23	EA7196	EA954	LAGUNA	P7	NR	30	
30-Apr-94	B	26	EA5633	EA904	PEÑA NEGRA	P7	NR	1	7/8
10-Mar-94	A	26	EA7899	EA996	REVENTONES	PTX313	NR	20	5/8
28-Jan-94	B	25	EA6684	EA980	CENTRAL	PTX313	NR	5	5/8
01-May-94	A	21	EA2076	EA953	REVENTONES	PTX314	NR	7	5/8
02-Mar-94	A	26	EA2189	EA996	REVENTONES	PTX314	NR	20	7/8
11-Feb-94	B	21	EA6931	EA942	TAIMAN	PTX314	NR	7	5/8
11-Jan-94	A	21	EA1994	EA917	VERDE	PTX314	NR	10	5/8

12-Feb-94	B	26	EA2028A	EA992	PEÑA NEGRA	PTX314	NR	4	5/8
29-Jan-94	A	21	EA1925	EA942	TAIMAN	PTX314	NR	32	5/8
11-Feb-94	B	21	EA5981D	EA911	TAIMAN	SET4	NR	10	5/8
16-Mar-94	B	26	EA1859	EA904	PEÑA NEGRA	SET4	NR	1	5/8
10-Jan-94	A	21	EA2459	EA911	TAIMAN	SMG-1	NR	15	7/8
27-Sep-94	B	10	AA6618	AA608	CARRIZO	SMG-1	NR	52	5/8
12-May-94	A	23	EA2187	EA954	LAGUNA	V204	NR	7	7/8
25-Apr-94	C	23	EA7191	EA954	LAGUNA	V204	NR	14	7/8
27-Apr-94	A	23	EA7128	EA004	ZAPOTAL	V204	NR	10	5/8
14-Feb-94	C	10	AA6887	AA602	LA TUNA	VEG165	NR	15	5/8
28-Nov-94	C	10	AA6171	AA604	MERINA	VEG165	NR	10	5/8
11-Jan-94	C	21	EA5616	EA917	TAIMAN	VEG365	NR	20	5/8
15-Feb-94	A	21	EA6032	EA953	TAIMAN	VEG365	NR	22	5/8
16-Apr-94	A	23	EA2516	EA955	LAGUNA	VEG365	NR	8	
18-Mar-94	C	23	EA7031	EA003	LAGUNA	VEG365	NR	25	5/8
19-Mar-94	A	21	EA2046	EA953	REVENTONES	VEG365	NR	6	7/8
20-Nov-94	A	23	EA6128	EA002	ZAPOTAL	VEG365	NR	5	7/8
21-Mar-94	B	21	EA2144P	EA953	TAIMAN	VEG365	NR	6	5/8
23-Mar-94	B	23	EA7106	EA003	ZAPOTAL	VEG365	NR	14	3/4
24-Mar-94	C	25	PB 286	PB306	ORGANOS PATRIA	VEG365	NR	5	5/8
27-Mar-94	B	25	EA5622	EA990	BALLENA	VEG365	NR	10	7/8
11-Nov-94	C	23	EA6223	EA003	LAGUNA	VR1	NR	8	3/4
16-Dec-94	C	10	AA7488	AA607	MERINA	VR1	NR	10	3/4
22-Oct-94	B	23	EA7027	EA955	LAGUNA	VR1	NR	10	3/4

10.1 RESULTADOS DE ANALISIS DE FALLAS DE VARILLAS Y TUBOS

TABLA 10.1

FALLAS DE TUBOS ENERO - DICIEMBRE 1994 LOTE X

MES	No. SERV.	FALLAS DE TUBOS DE BOMBEO MECANICO				TOTAL FALLAS	PARA FINA	CAR BONA TO
		TUBOS			COPLES HILOS PLANCHADOS			
		ROTOS	COLAP- SADOS	HIL. PLANCH.				
ENERO	144	1	0	3	3	7	47	2
FEBRERO	107	2	3	0	2	7	31	1
MARZO	110	1	2	4	1	8	26	1
ABRIL	136	1	6	5	1	13	32	2
MAYO	132	0	1	1	2	4	29	1
JUNIO	136	2	5	5	1	13	37	2
JULIO	122	3	3	1	0	7	17	1
AGOSTO	86	1	2	6	0	9	7	1
SETIEMBR	116	0	3	4	2	9	46	5
OCTUBRE	128	0	0	2	0	2	48	4
NOVIEMBR E	163	0	2	6	2	10	72	1
DICIEMBRE	126	0	0	3	0	3	60	3
TOTAL	1506	11	27	40	14	92	452	24
PORCENTAJE.		0.73	1.79	2.66	0.93	6.11	30.01	1.59

TABLA 10.2

FALLAS DE TUBOS ENERO-DICIEMBRE 1994 LOTE X

DISTRITO	No. SERV..	FALLAS TUBOS DE BOMBEO MECANICO				TOTAL FALLAS	-	PARA FINA	CAR BONA TO
		TUBOS			COPLES HILOS PLANCHAD				
		ROTOS	COLAP- SADO	HIL. PLANCH.					
CARRIZO	287	1	5	5	2	13	109	7	
BALLENA ORGANOS	223	2	2	3	4	11	46	3	
LAGUNA ZAPOTAL	503	3	14	19	6	42	161	6	
PENA NEGRA	166	4	3	8	0	15	48	2	
TAIMAN	327	1	3	5	2	11	88	6	
TOTAL	1506	11	27	40	14	92	452	24	
PORCENTAJE		0.73	1.79	2.66	0.93	6.11	30.01	1.59	

TABLA 10 3

FALLAS DE VARRILLAS ENERO - DICIEMBRE 1994 LOTE X

MES	No. SERV..	FALLAS DE VARILLAS DE BOMBEO MECANICO					TOTAL FALLAS	- PARA- FINA
		VARILLAS			COPLES			
		ROTAS	ESTIRA DAS	DES- GAST.	ROTOS	DESGAS TADOS		
ENERO	144	10	5	7	15	12	49	6
FEBRERO	107	11	1	8	8	14	42	3
MARZO	110	7	2	7	12	20	48	6
ABRIL	136	11	2	5	19	17	54	3
MAYO	132	9	4	6	9	8	36	2
JUNIO	136	7	3	8	11	9	38	6
JULIO	122	12	3	5	4	4	28	3
AGOSTO	86	5	2	10	0	7	24	2
SETIEMBRE	116	6	0	10	10	13	39	11
OCTUBRE	128	10	5	10	17	10	52	16
NOVIEMBRE	163	12	3	27	18	18	78	16
DICIEMBRE	126	8	1	22	10	12	53	21
TOTAL	1506	108	31	125	133	144	541	95
PORCENTAJE		7.17	2.06	8.30	8.83	9.56	35.92	6.31

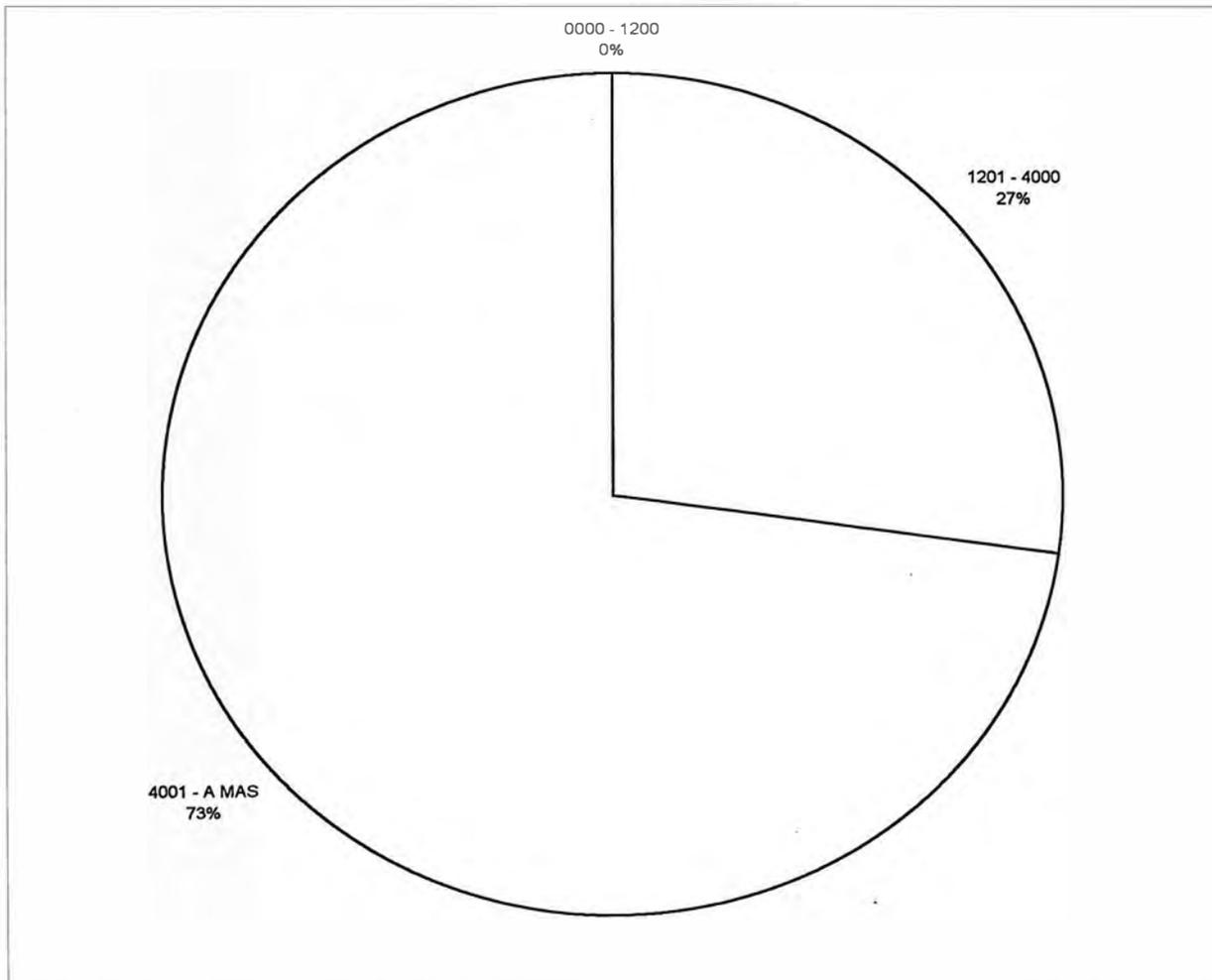
TABLA 10.4

FALLAS DE VARRILLAS ENERO - DICIEMBRE 1994 LOTE X

DISTRITO	No. SERV..	FALLAS DE VARILLAS DE BOMBEO MECANICO					TOTAL FALLAS	- PARA- FINA
		VARILLAS			COPLES			
		ROTAS	ESTIRA DAS	DES- GAST.	ROTOS	DESGAS TADOS		
CARRIZO	287	10	5	29	17	16	77	27
BALLENA ORGANOS	223	12	4	21	18	20	75	8
LAGUNA ZAPOTAL	503	47	11	40	72	71	241	30
PENA NEGRA	166	13	5	15	11	9	53	11
TAIMAN	327	26	6	20	15	28	95	19
TOTAL	1506	108	31	125	133	144	541	95
PORCENTAJE		7.17	2.06	8.83	8.83	9.56	35.92	6.31

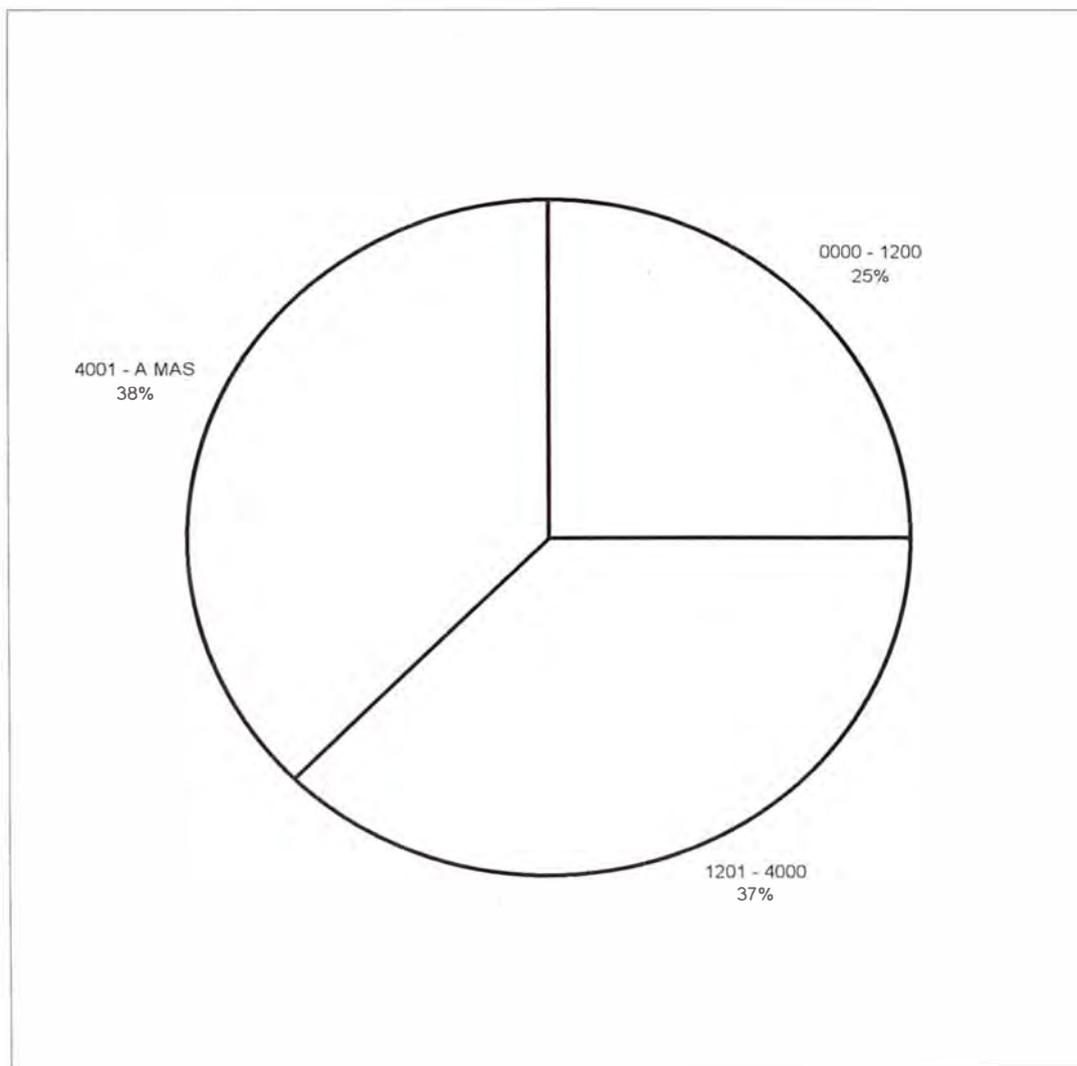
FALLAS DE TUBOS POR ROTURA

RANGO DE PROF.	OCURRENCIAS
0000 - 1200	0
1201 - 4000	3
4001 - A MAS	8
NR	0
TOTAL	11



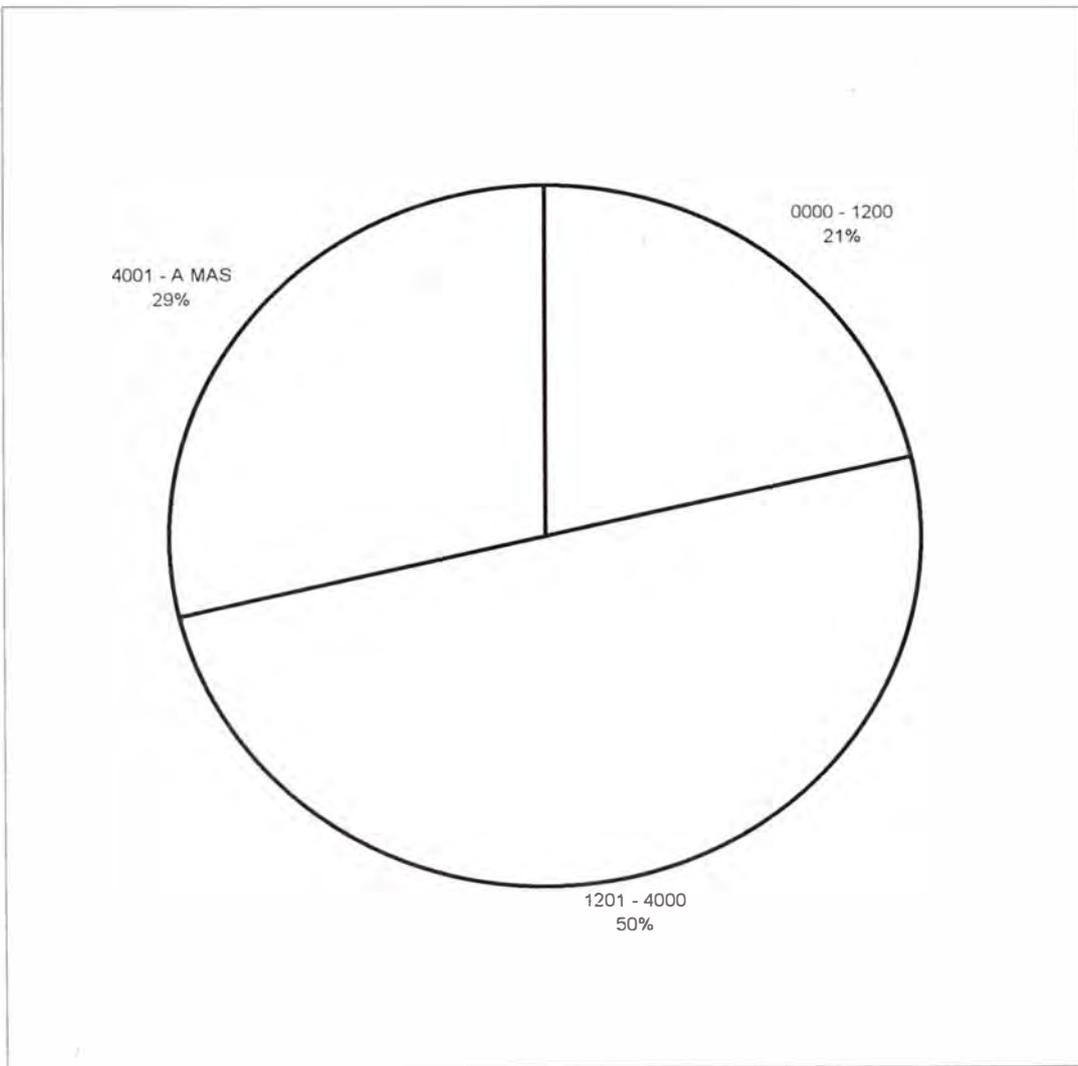
FALLAS DE TUBOS POR COLAPSO

RANGO DE PROF.	OCURRENCIAS
0000 - 1200	4
1201 - 4000	6
4001 - A MAS	6
NR	11
TOTAL	27



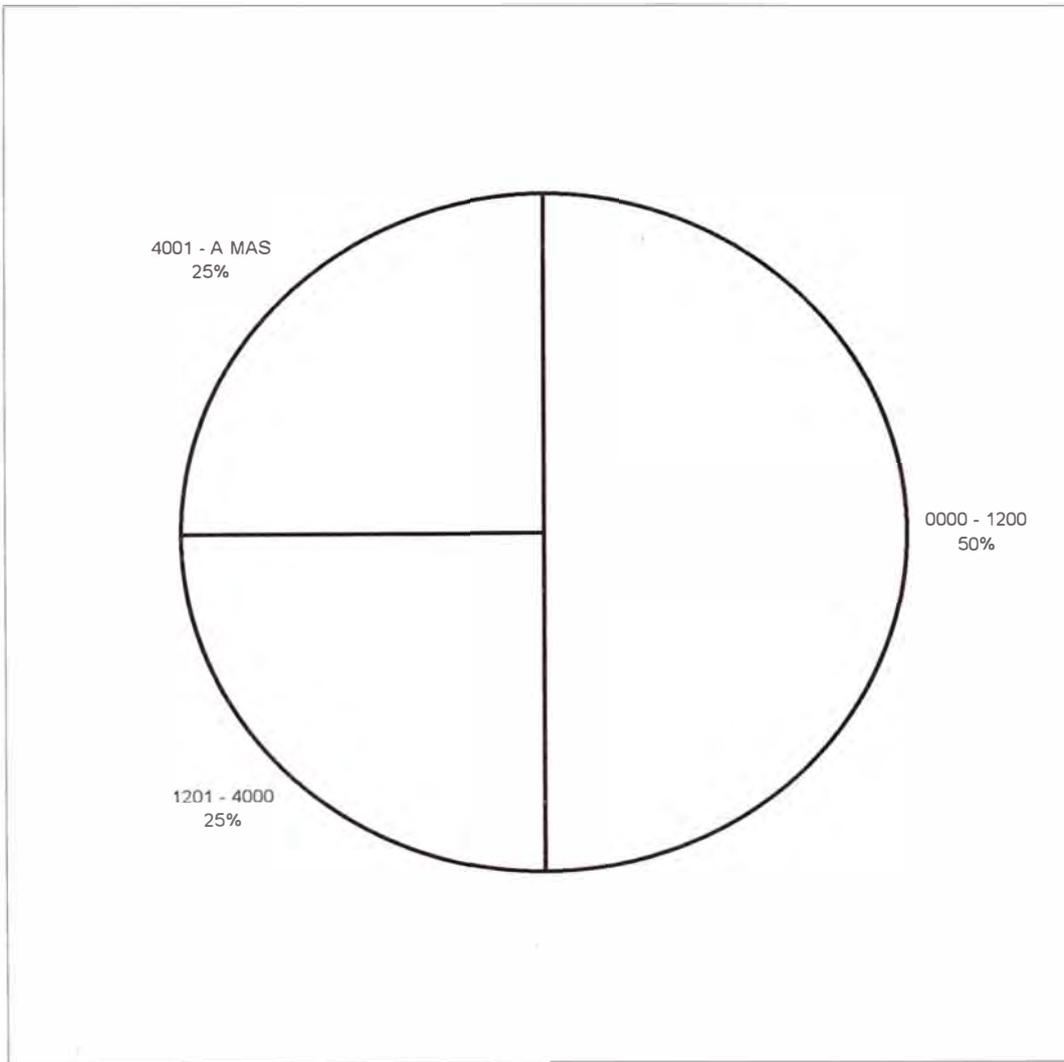
FALLAS DE TUBOS POR HILOS PLANCHADOS

RANGO DE PROF.	OCURRENCIAS
0000 - 1200	3
1201 - 4000	7
4001 - A MAS	4
NR	26
TOTAL	40



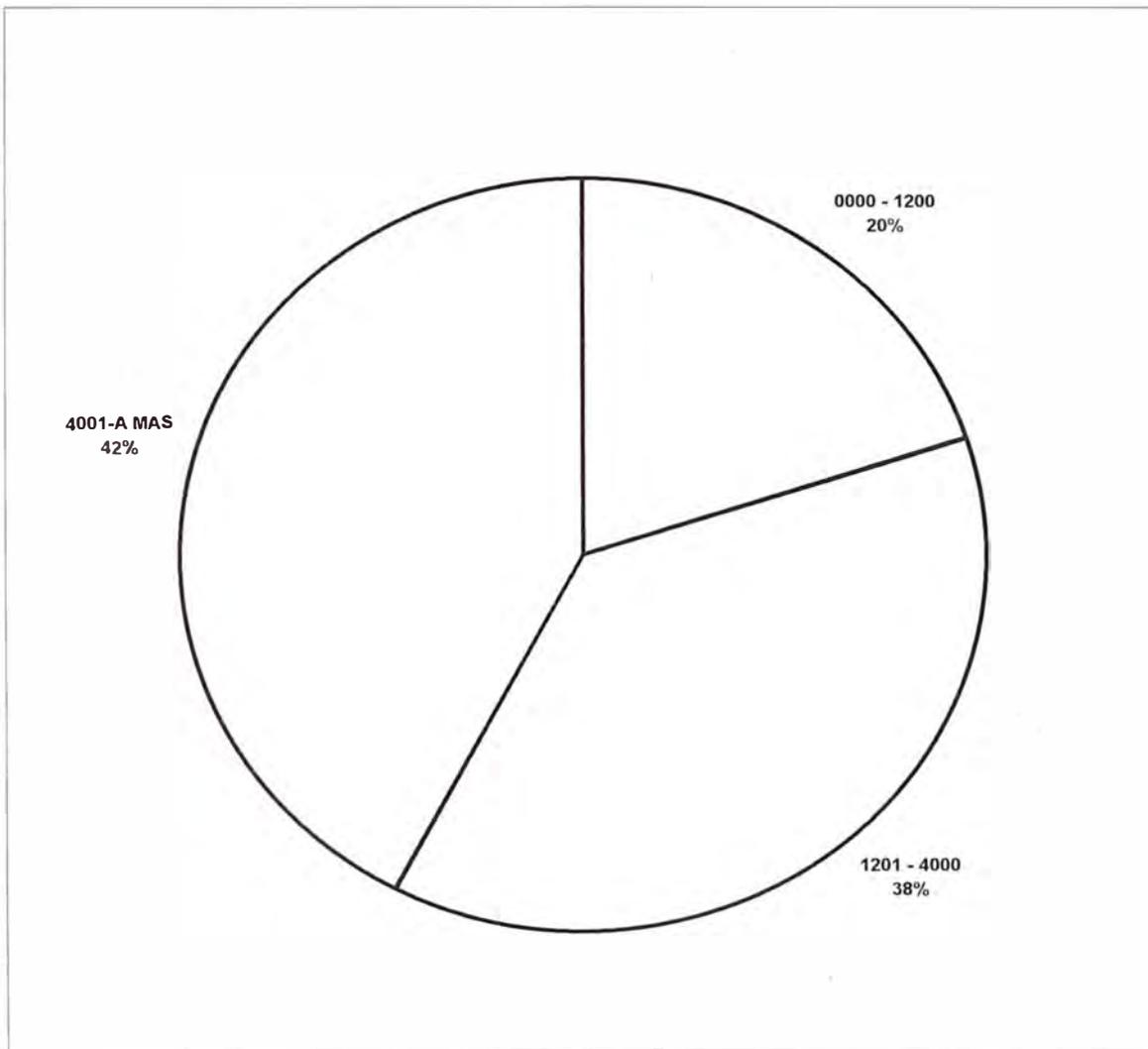
FALLAS DE COPLES DE TUBOS POR HILOS PLANCHADOS

RANGO DE PROF.	OCURENCIAS
0000 - 1200	2
1201 - 4000	1
4001 - A MAS	1
NR	10
TOTAL	14



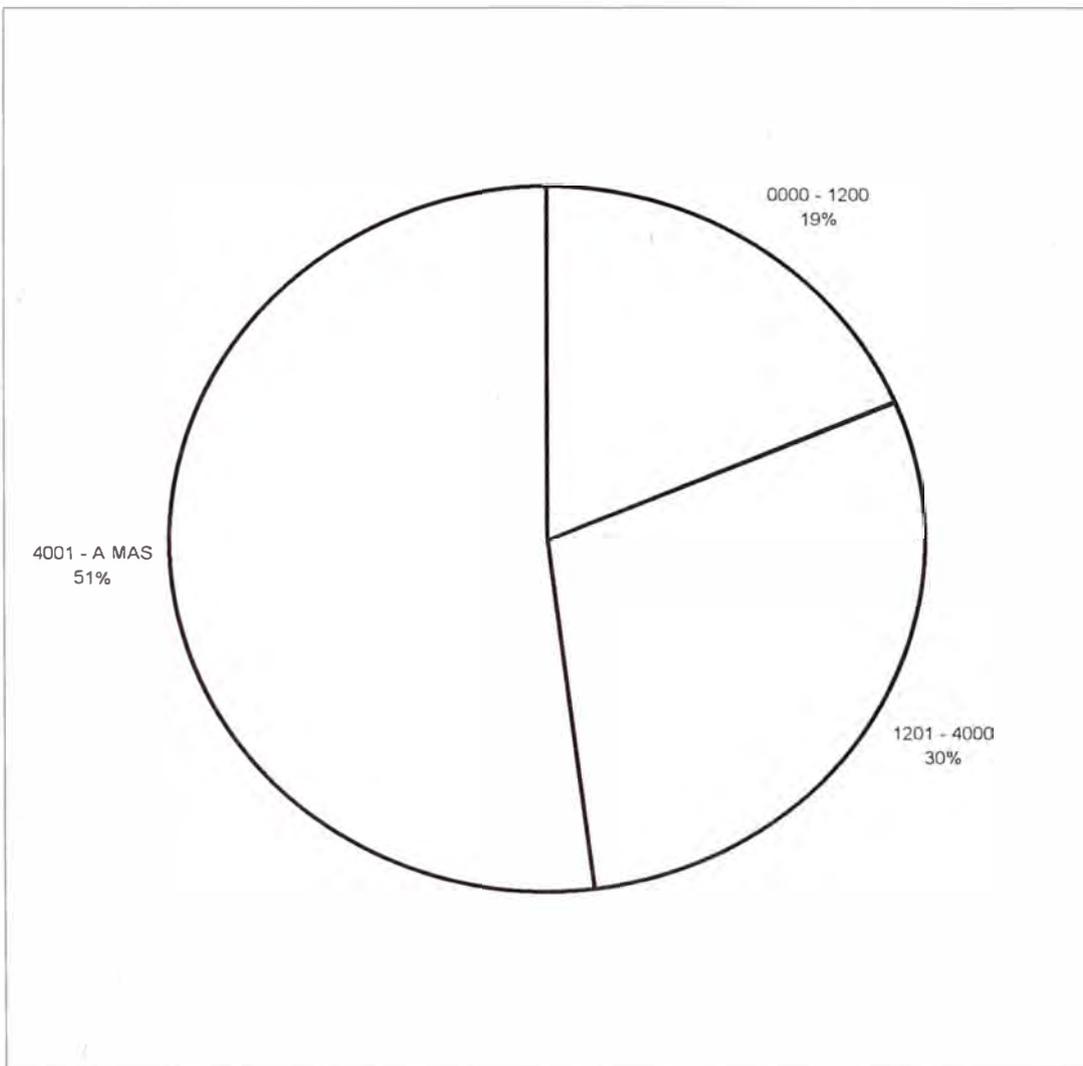
FALLA PROMEDIO DE TUBOS

RANGO	ROTURA	COLAPSO	PLANCHAD	COPLES	TOTAL
0000 - 1200	0	4	3	2	9
1201 - 4000	3	6	7	1	17
4001-A MAS	8	6	4	1	19
NR	0	11	26	10	47
TOTAL	11	27	40	14	92



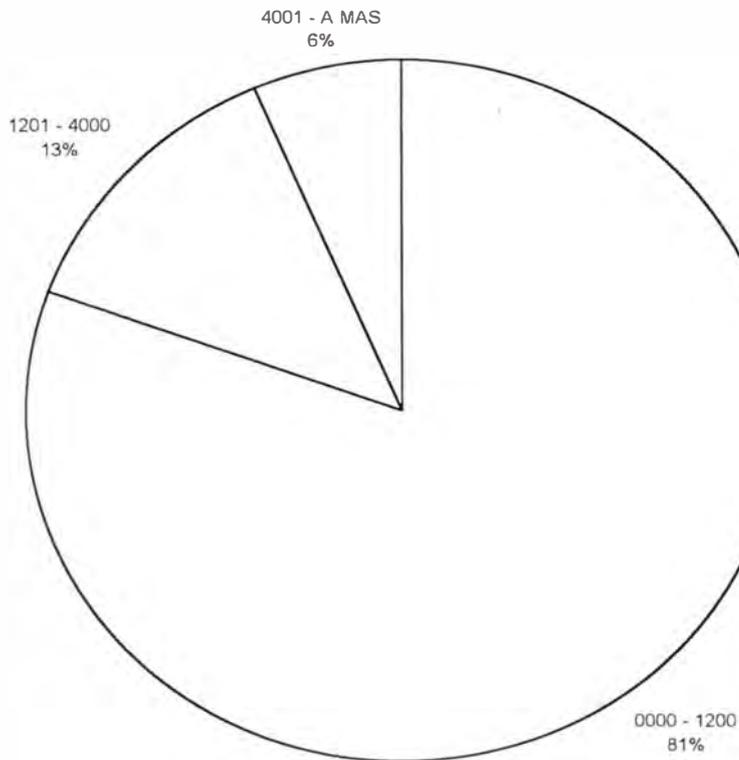
FALLAS DE VARILLAS POR ROTURA

RANGO DE PROF.	OCURRENCIAS
0000 - 1200	20
1201 - 4000	32
4001 - A MAS	56
NR	0
TOTAL	108



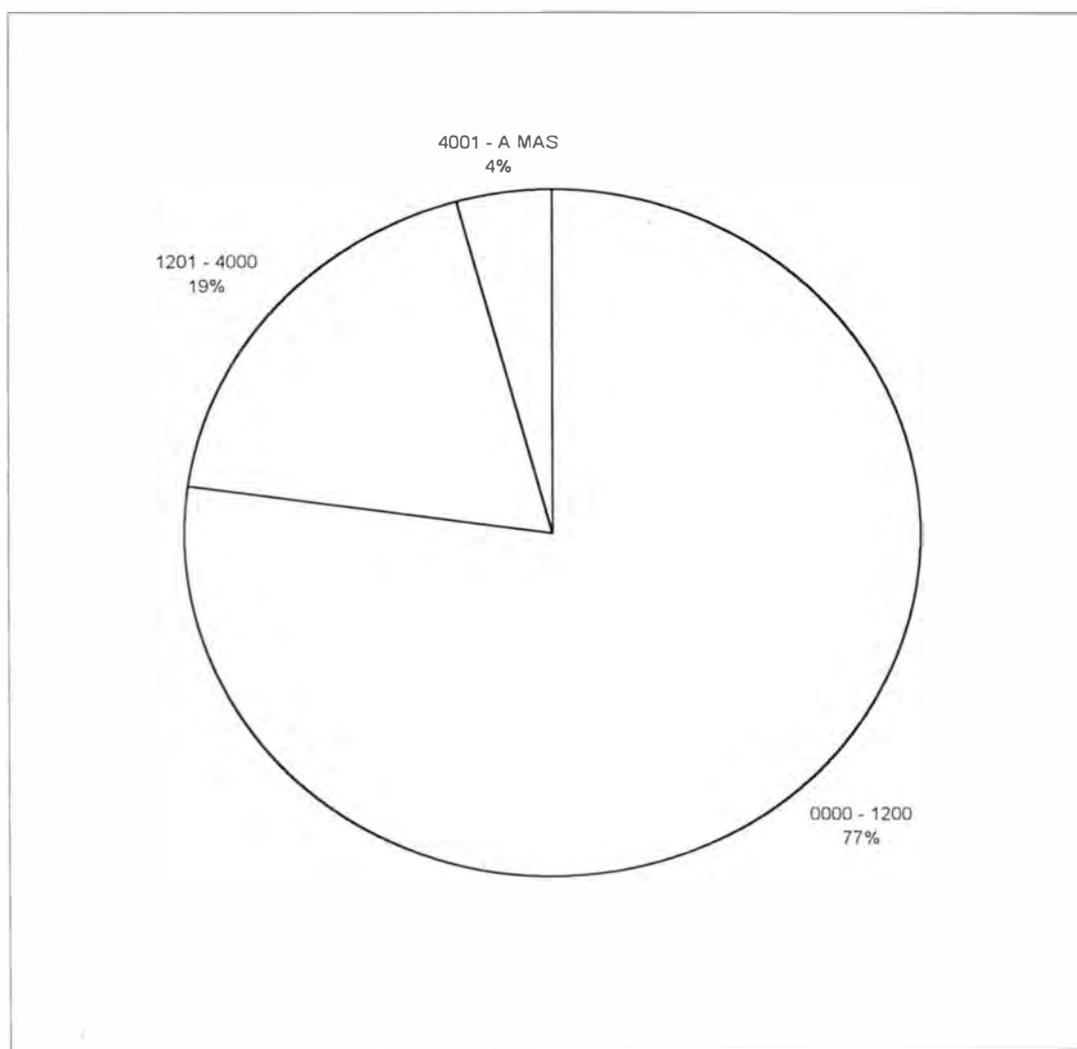
FALLAS DE VARILLAS POR ESTIRAMIENTO

RANGO DE PROF.	OCURENCIAS
0000 - 1200	25
1201 - 4000	4
4001 - A MAS	2
NR	0
TOTAL	31



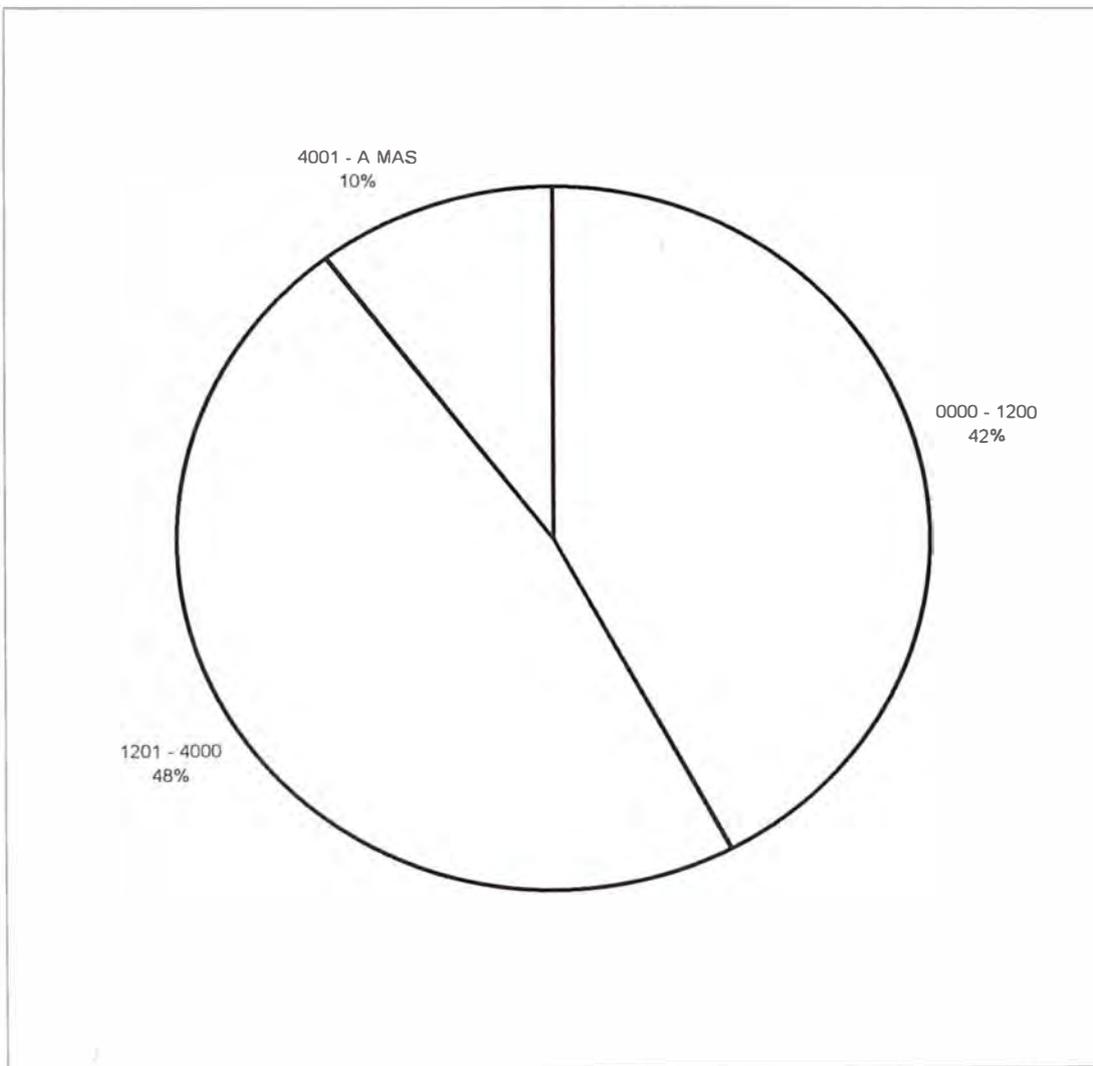
FALLAS DE VARILLAS POR DESGASTE

RANGO DE PROF.	OCURRENCIAS
0000 - 1200	95
1201 - 4000	23
4001 - A MAS	5
NR	2
TOTAL	125



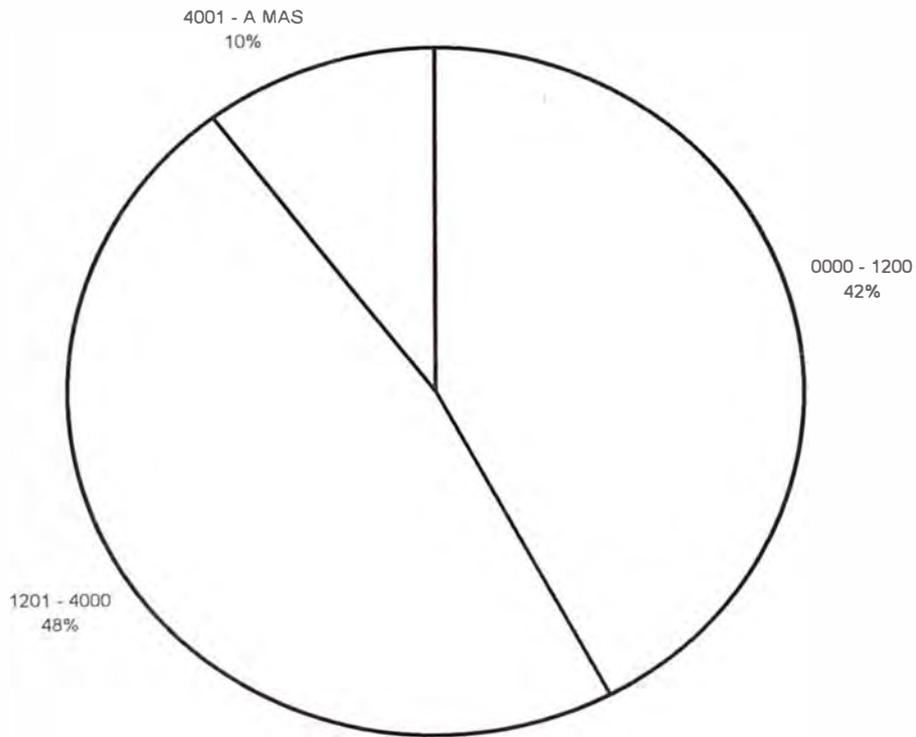
FALLAS DE VARILLAS POR COPLE ROTO

RANGO DE PROF.	OCURRENCIAS
0000 - 1200	49
1201 - 4000	55
4001 - A MAS	12
NR	17
TOTAL	133



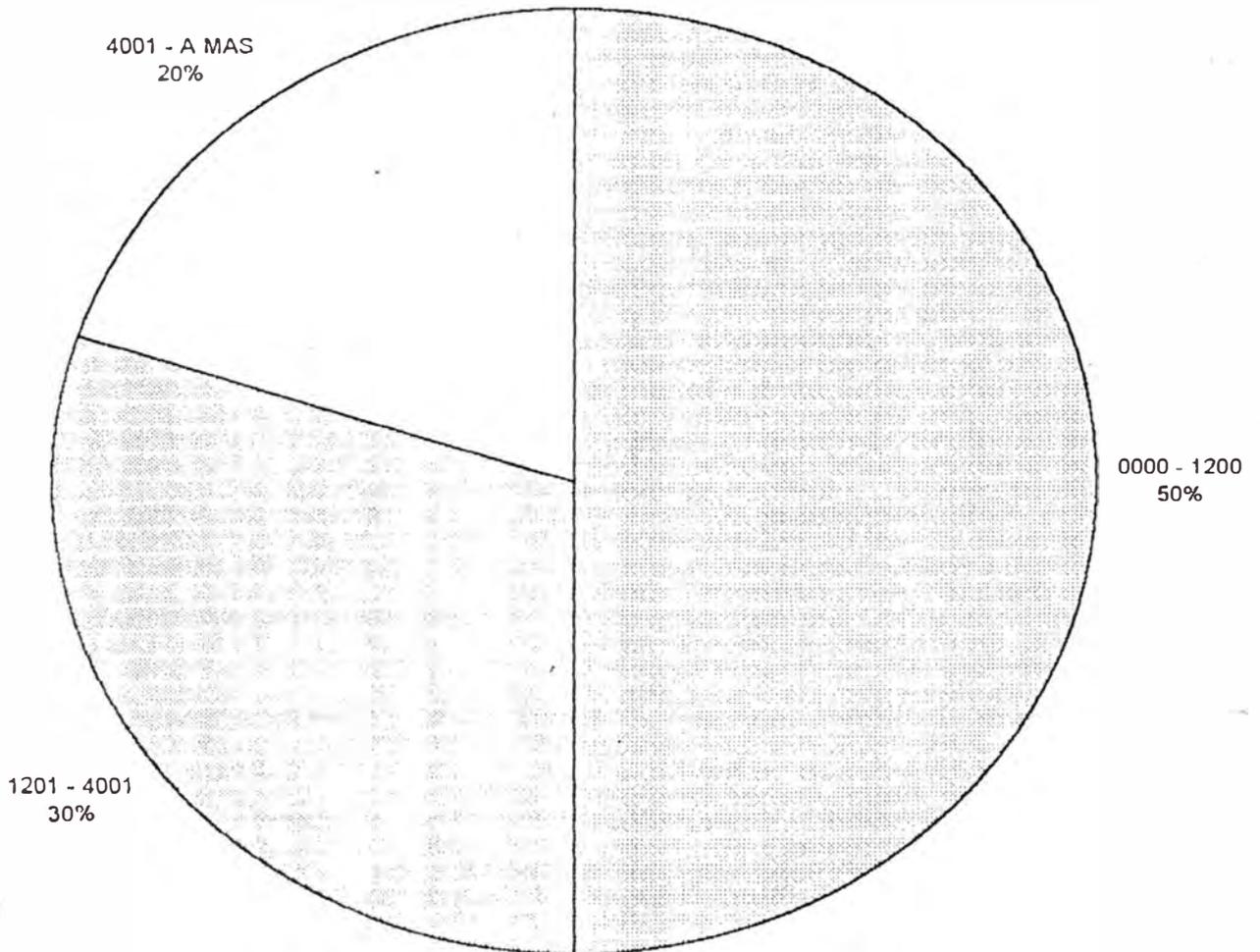
FALLAS DE VARILLAS POR COPLE DESGASTADO

RANGO DE PROF.	OCURENCIAS
0000 - 1200	5
1201 - 4000	3
4001 - A MAS	2
NR	134
TOTAL	144



FALLA PROMEDIO DE VARILLAS

RANGO	CUERPO DE VARILLAS			COPLES		TOTAL
	ROTAS	ESTIRADAS	ESGASTADA	ROTOS	DESGAST.	
0000 - 1200	20	25	95	49	5	194
1201 - 4001	32	4	23	55	3	117
4001 - A MAS	56	2	5	12	2	77
NR	0	0	2	17	134	153
TOTAL	108	31	125	133	144	541



1.1 E

TO PREVENTIVO DE TUBERIAS DE PRODUCCION

	ACTUAL	PROPUESTO
A. SERVICIO INTEGRAL 1ER AÑO	6.400 TU x 26 % x \$ 22.57/TU x 12 MESES 450.677,76	7.000 TU x \$ 12.40/TU x 12 MESES 1.041.600,00
SERVICIO INTEGRAL	6.400 TU x 74 % x \$ 1.10/TU x 12 MESES 62.515,20	0.6 interva ad/tux1149 pzx40 TU/pz x \$1,10 30.333,60
TRANSP. TUBO NO INSP.	6.400 TU x 74 % x \$ 2.29/TU x 12 MESES 130.145,28	0.6 interva ad/tux1149 pzx40 TU/pz x \$2,29 63.149,04
TOTAL 1er AÑO	643.338,24	1.135.082,64
2do AÑO		
ENDER/MAQ + INSP	6.400 TU x 26 % x \$ 22.57/TU x 12 MESES 450.677,76	(19,5%x6.400TUx\$3,9+10%x6.400TUx\$12,4)x12 meses) 153.638,40
TRANS/LAV. TUBO NO INSP	6.400 TU x 74 % x \$ 3.39/TU x 12 MESES 192.660,48	(6.400-640)TUx\$3,39/TUx 12 meses 234.316,80
TOTAL 2do. AÑO	Costo 2do. año Idem 1er. año 643.338,24	387.955,20
TOTAL 3er. AÑO	2 x Costo 2do. año 1.286.676,48	2 x COSTO 2do año 775.910,40
TOTAL 4 AÑOS	Sumatoria totales 1ro.+2do+3ro+4to años 2.573.352,96	Sumatoria totales 1ro. + 2do.+3ro. y 4to año. 2298.948,24
B. FALLAS MECANICAS		
COSTO MATERIAL	300 TU?añõ x % 70/TU 21.000,00	0,00
COSTO PESCA	3 pescas x 50 Hrs/pesca x \$ 110/Hr 16.500,00	0,00
PROD. DIFERIDA	3 pescasx2 días/pesca x 12 BPD x \$ 17/BL 1.224,00	0,00
TOTAL 1er. AÑO	38.724,00	0,00
TOTAL 4 AÑOS	4 x Costo 1er. año 154.896,00	0,00

C. COMPRA TUBOS NUEVOS			
COST. TUBOS 1er. AÑO	6.400 TU x 7 % X \$ 70/TU x 12 meses	376.320,00	$[7.000TU+(0,6 \times 1.149 \times 40TU/12mes)] \times 5\% \times \$70 /TU \times 12mes$ 390.516,00
COST. TUBOS 2do. AÑO	Costo 2do. año idem 1er. año	376.320,00	6.400TUx5%x\$70/TUx12 meses 268.800,00
COST. TUBOS 3ro. y 4to. AÑO	2 x Costo 2do. año	752.640,00	2xCosto 2do. año 537.600,00
COST. TUBOS 4 AÑOS	Sumatoria totales 1ro.+2do+3ro+4to años	1.505.280,00	Sumatoria totales 1ro.+2do.+3ro. y 4to año. 1.196.916,00
D. POR SDP ADICIONAL			
1er. AÑO REEMPLAZO TUBOS N		0,00	0,00
1er. AÑO SOBRECOSTO		0,00	SDP 276 PZS "B"/AÑO x 4 Hrs/SDP x \$110/Hr 121.440,00
EN 4 AÑOS	Sumatoria (solo el 1er. año)	0,00	Sumatoria totales 1ro.+2do+3ro y 4to año 121.440,00
E. POR PROD. DIF. ADIC.			
1er. AÑO REEMPLAZO		0,00	0,00
1er. AÑO SOBRECOSTO		0,00	SDP 276 PZS x (4 Hr/24 Hrs) día x \$ 17/Bl x 12 BPD 9.384,00
EN 4 AÑOS	Sumatoria (solo el 1er. año)	0,00	Sumatoria (Solo el 1er. año) 9.384,00
F. AHORRO POR MENOS SDP			
1er. AÑO (Más gasto en sistema actual)	1,6S/Pzx5%x1,149Pzxsx15Hrs/SDPX\$110/Hr	151.668,00	0,00
TOTAL 4 AÑOS	4 x Costo 1er año	606.672,00	0,00
G. OTROS GASTOS			
VIGILANCIA 1er. AÑO		29.456,00	0,00
TOTAL 4 AÑOS	4 x Costo 1er año	117.824,00	0,00
TOTAL		4958.024,96	3.626.688,24

11.2 SERVICIO INTEGRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VARILLAS DE PRODUCCION

	ACTUAL		PROPUESTO	
A. SERVICIO INTEGRAL				
1ER AÑO				
SERVICIO INTEGRAL		0,00	4.500 VA x \$ 6,70 x 12 meses	361.800,00
TRANSP+LAV.VARILLA	2.300 VA x \$ (0,55+0,25)x 12 meses	22.080,00		0,00
NO INSP.				
TOTAL 1er AÑO		<u>22.080,00</u>		<u>361.800,00</u>
2do AÑO				
TRANSP+LAV.VARILLA	Idem 1er. Año	22.080,00	2.300 VA x \$ (0,70+0,25) x 12 meses	26.220,00
NO INSP.				
TOTAL 2do. AÑO	Costo 2do. año Idem 1er. año	22.080,00		26.200,00
TOTAL 3er. y 4to. AÑO	2 x Costo 2do. año	<u>44.160,00</u>	2 x Costo 2do. año	<u>52.440,00</u>
TOTAL 4 AÑOS	Suma totales 1ro+2do+3ero y 4to año	88.320,00	Suma totales 1ro+2do+3ero y 4to año	440.460,00
B. FALLAS MECANICAS				
COSTO MATERIAL	15 vA/Pzx(1,6x15%)x1.149Pzxsx\$.30/VA	124.092,00		0,00
COSTO PESCA	(1,6x15%x1.149)pescax15 Hrs/pesca x \$110Hr	455.004,00		0,00
PROD. DIFERIDA	(1,6x15%x1.149)pescax(15/24)diax12BP Dx\$.17 BP	35.159,40		0,00
TOTAL 1er. AÑO		<u>614.255,40</u>		<u>0,00</u>
TOTAL 4 AÑOS	4 x Costo 1er. año	2.457.021,60		0,00

C. COMPRA VARILL. NUEVAS			
COST. VARILLAS 1er. AÑO - POR INSPECCION - POR MANIPULEO		0,00 2.300 VA x 10% x \$.30/VA X 12 meses 0,00	10 VA x 15% x 1149 Pzs x \$0.30/VA 4.500 VA x 3% x \$.30 x 12 meses
TOTAL 1er. AÑO		82.80 0,00	2 x Costo 2do. año 100.305,00
COSTO VARILLAS 2do. AÑO	Costo 2do. año Idem 1er. año	82.80 0,00	Sumatoria totales 1ro+2do+3ro+4to año 24.840,00
COSTO VARILLAS 3ro y 4to AÑO	2 x Costo 2do. año	165.6 00,00	49.680,00
COSTO VARILLA 4 AÑO	Suma totales 1ro+2do+3ero y 4to año	331.2 00,00	174.825,00
D. POR SDP ADICIONAL			
1er. AÑO REEMPLAZO VARILLAS		0,00	0,00
1er. AÑO SOBRECOSTO SOBRECOSTO 4 AÑOS		0,00 0,00	0,00
E. POR PROD. DIF. ADIC.			
1er. AÑO REEMPLAZO		0,00	0,00
1er. AÑO SOBRECOSTO		0,00	
TOTAL 4 AÑOS		0,00	0,00
F. AHORRO POR MENOS SDP			
1er. AÑO (Más gasto en Sist. Actual)		0,00	0,00
TOTAL 4 AÑOS		0,00	0,00
G. OTROS GASTOS			
VIGILANCIA 1er. AÑO		0,00	0,00
TOTAL 4 AÑOS		0,00	0,00
TOTAL		2.876. 541,6 0	615.285,00

11.3 INFORMACION UTILIZADA EN LOS CALCULOS

1. CANTIDAD DE POZOS Y SERVICIOS A TUBERIAS Y VARILLAS

POZOS	CANT Pzs	MANIPULEO 1er. AÑO		INSP.INTEGRAL 1er AÑO	
		No. TUB xPz	PARCIAL	No. TUB xPz	PARCIAL
Pozos "Ä"	146	40	5.840	0	0
Pozos "A"	97	166	16.102	166	16.102
Pozos "B"	276	166	45.816	166	45.816
Pozos "C"	630	40	25.200	40	25.200
TOTAL Pzs	1149				
TOTAL TUBOS x AÑO			92.958	87.118	
TOTAL TUBOS x MES			7.747	7.260	
FLUJO TUBO x MES ACTUAL			6.400		
FLUJO TUBO x MES PROPUESTO				6.500	
FLUJO VARILLA x MES ACTUAL			2.300		
FLUJO VARILLA x MES PROPUESTO				4.500	

2. PRECIOS UNITARIOS MANTTO. TUBULARES APROBADO A DIC. 94 (SPC)

SERVICIOS	TUBERIAS			VARILLAS		
	COSTOxTU	% INCID.	C.PARCIAL	COSTOxVA	% INCID.	C.PARCIAL
Inspección Electromagnética	6.50	100 %	6.50	No efectuado	-	0.00
Inpeccion conexiones	4.00	100 %	4.00	No efectuado	-	0.00
Enderezado	7.00	75 %	5.25	No efectuado	-	0.00
Maquinado	8.80	39 %	3.3	No efectuado	-	0.00
Transporte	1.10	100 %	1.10	0.55	100 %	0.55
Lavado	2.29	100 %	2.29	0.25	100 %	0.25
TOTAL			\$ 22.57			\$ 0.80

3. COSTOS REFERENCIALES

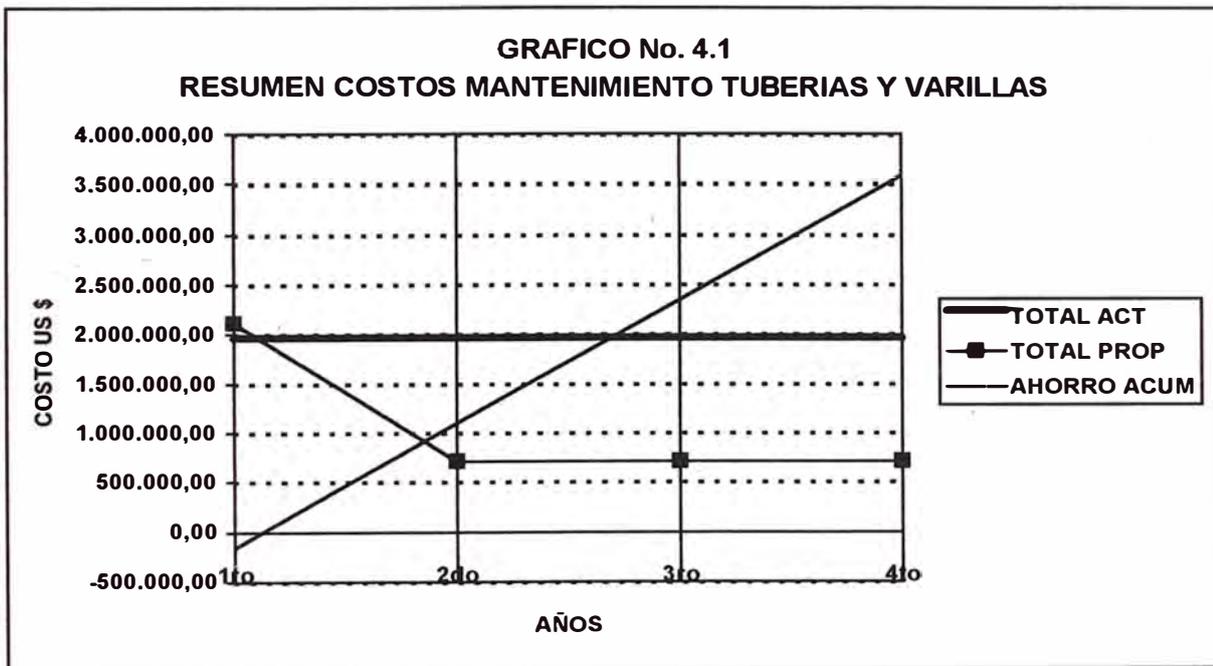
PRECIO UNITARIO UNIDAD SERVICIO DE POZO	\$ 110.00 x HORA
PRECIO UNITARIO PROMEDIO TUBERIA	\$2.00 x PIE ó \$ 70 x Tubo
PRECIO UNITARIO PROMEDIO VARILLAS	\$1.00 x PIE ó \$ 30 x Varilla
PRECIO ESTIMADO PROMEDIO BARRIL DE PETROLEO	\$ 17.00 x BP
PRECIO PROPUESTO TRANSPORTE	TUBO \$ 1.10 x TU - VARILLA \$ 0.70 x VA

4. DATOS ESTADISTICOS

TUBERIA INSPECCIONADA	26 %
TUBERIA NO INSPECCIONADA	74 %
TUBERIA EN CONDICION 4 Y 5 (FALLAS)	7 % (2% NO INSPEC + 5% INSPEC.)
TUBERIA RECUPERADA	93%(72% NO INSPEC+21% INSPEC)
TUBERIA ENDEREZADA	19.50 % (75% DE TUBOS INSPEC)
TUBERIA MAQUINADA	10 % (39% DE TUBOS INSPECC.)
VARILLA NO INSPECCIONADA ACTUAL	100 %
INCEDENCIA SDP x Pz - ACTUAL TOTAL	1.60 SDP x Pz
INCID. SDP x Pz - ACTUAL x FALLA TUBOS	5 % DE INC SDP 3 PESCAS x AÑO-300 TU x PESCA
INCID. SDP x Pz - ACTUAL x FALLA VARILLAS	15% DE INC SDP Y 15 VARILLA FALLxPZ
VARILLA FALLIDAS x MANIPULEO	10 % ACTUAL - 3 % PROPUESTO
PRODUCCION PETROLEO PROMEDIO-DIA x PZ	12 BPD
CANTIDAD PROMEDIO TUBOS x POZO	166 Tubos
TIEMPO SACAR/REPONER 166 TUBOS x SDP	4 Horas

11.4 RESUMEN ANALISIS COSTOS SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO

AÑO	SISTEMA ACTUAL			SISTEMA PROPUESTO			DIFERENCIA	ACUM. DIF.	V.A.N.
	TUBERIAS	VARILLAS	TOTAL ACT	TUBERIAS	VARILLAS	TOTAL PROP	ACT. PROP,	AHORRO AC	15 %
1ro.	1239506.24	719135.40	1958641.64	1656422.64	462105.00	2118527.64	-159886.00	-159886.00	-159886.00
2do.	1239506.24	719135.40	1958641.64	656755.20	51060.00	707815.20	1250826.44	1090940.44	1087675.17
3ro.	1239506.24	719135.40	1958641.64	656755.20	51060.00	707815.20	1250826.44	2341766.88	945804.49
4to.	1239506.24	719135.40	1958641.64	656755.20	51060.00	707815.20	1250826.44	3592593.32	822438.69
5to.	4958024.96	2876541.60	7834566.56	3626688.24	615285.00	4241973.24			2696032.34



MAYORES GASTOS POR MANIPULEO DEFICIENTE DE TUBOS

DETALLES	PETROPERÚ		O X Y AÑO 1993/1994	GASTO ADICIONAL P.P. POR MANIPULEO DEFICIENTE		
	AÑO			1993	1994	PROMED.
	1993	1994				
No. DE TUBOS INPECCIONADOS	13,500	19,000				
% ENDEREZADOS	84	77	15	94,462	87,049	90,755
% MAQUINADO DE PINES	64	45	15	124,828	65,407	95,118
COSTO TOTAL \$	513,125	453,088		219,290	152,456	185,873
COSTO PROMED. POR TUBO	38,00	23,85				
COSTO ENDEREZADO (\$)	9,8	7,0				
COSTO MAQUINADO (\$)	17,0	9,0				

RESULTADOS DE INSPECCIONES 1994

TIPO DE TUBERIA	1 1/4"	2 3/8"	2 7/8"	TOTALES	% DEL TOTAL
CANTIDAD	550	11429	7021	19000	
INSP.ELECTROM. / RAYOS GAMMA	550	11429	7021	19000	100
LIMP.E INSPECC.CONEX.	550	11429	7021	19000	100
ENDEREZADO	301	9081	5279	14661	77
MAQUINADO DE PINES	107	5097	3261	8465	45
TUBOS DISPONIBLES (AMARILLOS+AZULES)	434	8510	3934	12878	68

ADJUNTO No. I

INSPECCION DE TUBERIA AÑO 1993

CIA P.S.I.

<u>O.T.T.</u>	<u>TUBOS</u>	<u>MONTO (US\$)</u>
039-92	1500 Parcial	54605
007-93	2000	71056
008-93	2000	75682
012-93	2000	71571
017-93	2500	101133
026-93	3500	139078
T O T A L	13500 TBs.	513125

RESULTADOS DE INSPECCIONES 1993

TIPO DE TUBERIA	2 3/8"	2 7/8"	TOTALES	% DEL TOTAL
CANTIDAD	8045	5455	13500	
INSP.ELECTROM. / RAYOS GAMMA	8045	5455	13500	100
LIMP.E INSPECC.CONEX.	7054	4902	11956	89
ENDEREZADO	6856	4431	11287	84
MAQUINADO DE PINES	4908	3788	8696	64
TUBOS DISPONIBLES (MARILLOS+AZULES)	6302	4583	10885	81

ADJUNTO No. II

INSPECCION DE TUBERIA AÑO 1994

CIA P.S.I.

<u>O.T.T.</u>	<u>TUBOS</u>	<u>MONTO (US\$)</u>
036-94	2000	54742
040-94	1000	30574
043-94	1000	20383
046-94	1000	29125
050-94	1000	27799
052-94	1000	27861
056-94	1000	24637
061-94	1500	32936
069-94	1000	20447
076-94	500	10381
085-94	500	10489
090-94	500	10470
S U B T O T A L	12000	299844

CIA S.P.C.

<u>O.T.T.</u>	<u>TUBOS</u>	<u>MONTO (US\$)</u>
057-94	1500	31882
060-94	1500	33446
063-94	1000	23779
068-94	1500	34651
075-94	500	9416
086-94	500	10070
089-94	500	10000
S U B T O T A L	7000	153244