

Universidad Nacional de Ingeniería

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA
DE PETROLEO Y PETROQUÍMICA**



TITULACION PROFESIONAL EXTRAORDINARIA



**“Evaluación de la Válvula Cargadora “Charger”
Valve - 927 - Marca Sargent”**



**Trabajo Profesional para optar el Título de:
INGENIERO DE PETROLEO**

MANUEL E. MANZANEDA ENCALADA

LIMA • PERU • 1983

A LA SAGRADA MEMORIA
DE MIS PADRES

I N D I C E

EVALUACION DE LA VALVULA CARGADORA "CHARGER"

VALVE -927 DE SARGENT

TITULO	PAG. #
- INTRODUCCION	1
- GOLPE DE FLUJO	3
- BLOQUEO POR GAS (GAS LOCK)	4
- DIAGRAMAS- BOMBAS CON GOLPE DE FLUIDO Y GAS LOCK	5A
- COMO OPERA LA VALVULA 927 DE SARGENT	6
- DIAGRAMA II- VALVULA "CHARGER" SIN OPERACION	6A
- DIAGRAMA III- VALVULA "CHARGER"	6B
- EVALUACION DE LA VALVULA CHARGER -927 MARCA SARGENT - OBJETIVO	7
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ANALISIS DE LA EVALUACION	7
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES OPERATIVAS	10
- VENTAJAS	12
- DESVENTAJAS Y LIMITACIONES	13
- FIG. Nº 1 - CURVA DE PRODUCCION	
- FIG. Nº 2 - REGISTRO DINAMOMETRICO SIN VALVULA CHARGER	
- FIG. Nº 3 - REGISTRO DINAMOMETRICO CON VALVULA CHARGER	
- FIG. Nº 4 - CURVAS DE TORQUE DEL POZO	
- ADJUNTO I : EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA EVALUACION Y DATOS DE OPERACION DEL POZO.	
- ADJUNTO II: PRUEBAS Y DATOS OBTENIDOS DEL REGISTRO DINAMOMETRICO	
- ADJUNTO III: CUADROS Y GRAFICOS	

EVALUACION DE LA VALVULA "CHARGER"

927 MARCA SARGENT

INTRODUCCION

En la Industria del Petróleo, el sistema de producción artificial más difundido es el de bombeo mecánico; y en el caso particular de las operaciones de Petróleos del Perú en el Noroeste, el 90% de sus pozos productivos son operados por Unidades de Bombeo Mecánico.

A través de los años se ha podido determinar que existen dos grandes problemas que comprometen a la bomba mecánica de subsuelo (Bomba de Varillas) ocasionando serias dificultades y grandes gastos a los usuarios. 1.- Golpe de fluido y 2.- Bloqueo por gas.

La carencia de sumergencia (nivel de la bomba) y la interferencia de gas son las principales causas para un bombeo de pobre eficiencia. Ambas crean golpe de fluido; y el golpe de fluido contribuye grandemente a las fallas en las varillas, rodajes y engranajes en las Unidades de Bombeo, fallas en las fajas-V y daños en el motor. La pérdida más grande en producción ocurre cuando hay interferencia de gas.

Diversos diseños de separadores de gas de subsuelo están siendo usados; y su empleo se torna esencial porque permite escapar por el casing la mayor parte de gas separado antes de que pueda alcanzar y ser tomada por la bomba. Parte del gas permanece en solución hasta que llega a la succión de la bomba y se liberará a medida que éste pasa a través del tubo de inmersión (dip tube) y la válvula estacionaria.

El bombeo intermitente puede reducir grandemente el daño al equipo donde el golpe de fluido es creado por la carencia de sumergencia. También se puede bombear intermitentemente un pozo con interferencia de gas y reducir el daño al equipo, pero a menudo con un sacrificio en la producción.

Gran parte del gas libre que ingresa de la formación al pozo, escapa por el casing a más o menos 6" por segundo a través del petróleo y no será causa de problemas en el bombeo, a no ser que el pozo esté sobre bombeado o tenga excesiva contrapresión en el casing. Algo de gas permanece en solución inclusive a través de la bomba, liberándose cuando alcanza un punto de burbuja y frecuentemente escapa en su totalidad. Esto se llama cabeceo (heading up o Flumping).

PROBLEMAS OCASIONADOS POR EL GAS

(DIAGRAMA I)

1.- GOLPE DE FLUIDO.- La condición para el "golpe", ocurre cuando la bomba no está completamente llena. El pistón de una bomba convencional en su carrera descendente golpea al fluido que está debajo y el choque resultante daña todo el equipo mecánico en el sistema. El equipo afectado podría ser la misma bomba, sarta de varillas, sarta de tubería (tubing), la estructura de la Unidad de Bombeo y la caja de reducción.

Hace varios años fué desarrollada una válvula de dos etapas, que consiste de un anillo alrededor de la varilla de la válvula el cual "sienta en la parte superior de la bomba y no permite que el peso de la columna del fluido sobre la bomba ejerza presión sobre el pistón. Este invento elimina el golpe de fluido durante la carrera descendente del pistón.

Sin embargo, en la carrera ascendente subsiguiente, la condición de "golpe" existe cuando el fluido que está sobre el pistón golpea el anillo de la válvula de dos etapas, causando una fuerte carga de tensión en el sistema, que si bien en la sarta de varillas no es tan fuerte

como en el caso de la bomba anteriormente descrita, sin embargo continúa siendo severa en el tubing, la estructura y caja de reducción de la unidad de bombeo. La válvula 927 de Sargent, con su "habilidad" para cargar de fluido la cámara de gas formada sobre el pistón en su máxima posición de carrera descendente, elimina las posibilidades de golpe de fluido en ambas cámaras, descendente y ascendente.

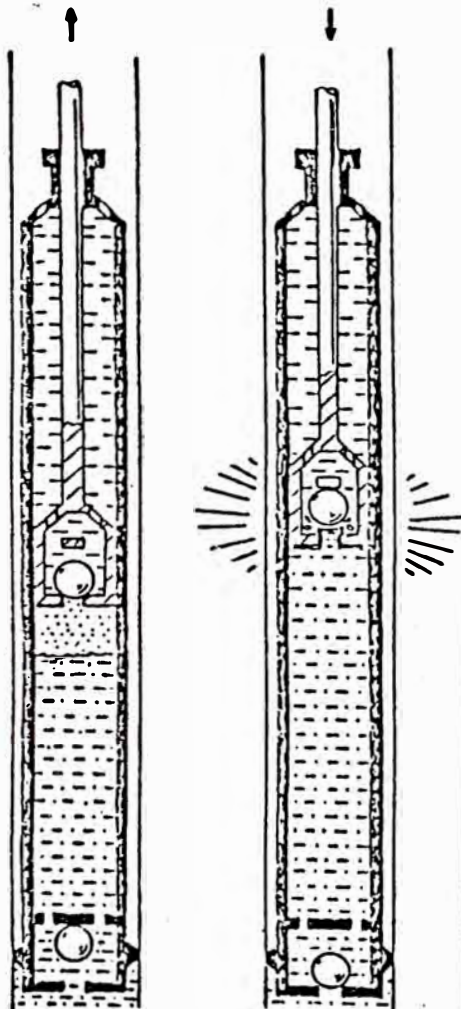
- 2.- BLOQUEO POR GAS-GAS LOCK : El bloqueo por gas ha ocasionado serios problemas en la producción de los pozos y ocurre cuando el llenado incompleto de la bomba crea una situación en la que el gas que se encuentra entre la válvula viajera y estacionaria nunca alcanza una presión lo suficientemente alta como para abrir la válvula viajera y descargar dentro de la columna de fluido que se encuentra sobre la bomba.

Una simple explicación es que la válvula viajera no se abre en ningún momento durante el desplazamiento del pistón. La válvula 927 de Sargent permite llenar la cámara superior de la bomba cuando el pistón llegue a su máxima posición descendente. El fluido debe estar entre la válvula viajera y el tope de la válvula de dos etapas cuando

do el pistón alcanza la posición máxima en su carrera ascendente; con esta condición la válvula viajera debe abrirse durante la carrera descendente. Esto elimina la posibilidad de un bloqueo de la válvula por gas- Gas Lock.

EN AMBAS BOMBAS PUEDE OCURRIR EL BLOQUEO POR GAS (Gas lock) Y EL GOLPE DE FLUIDO

BOMBA API CONVENCIONAL - GOLPE DE FLUIDO EN CARRERA DESCENDENTE.



BOMBA CONVENCIONAL DE DOS ETAPAS - GOLPE DE FLUIDO EN CARRERA ASCENDENTE

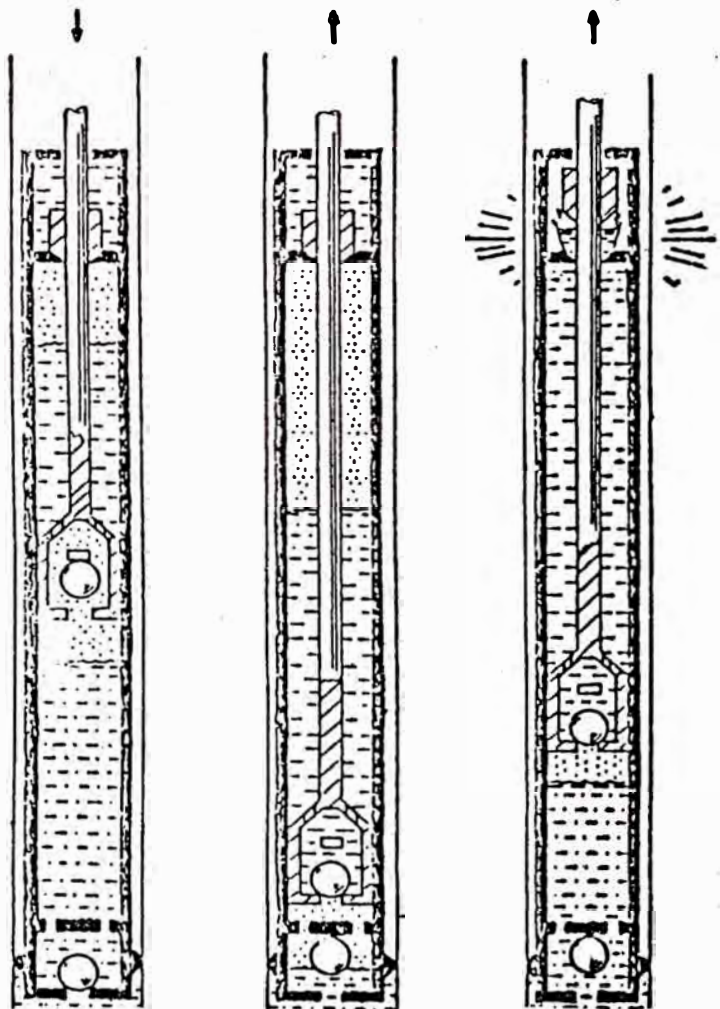


DIAGRAMA I

COMO OPERA LA VALVULA 927 DE SARGENT

(DIAGRAMA -II Y III)

(1) La válvula fija y el Eliminator 927 se abren simultáneamente. (2) El Eliminator 927 y la válvula fija se cierran; y la válvula móvil se levanta de su asiento inmediatamente. (3) El gas y el fluido pasan por la válvula móvil; el Eliminator 927 permanece cerrado. (4) En la parte inferior de la carrera descendente, el Eliminator 927 se abre, permitiendo que el gas escape y reemplazando éste con el fluido. (5) La válvula fija se abre, la válvula móvil se cierra, y el Eliminator 927 se abre para producción.

COMO OPERA LA VALVULA SARGENT 927

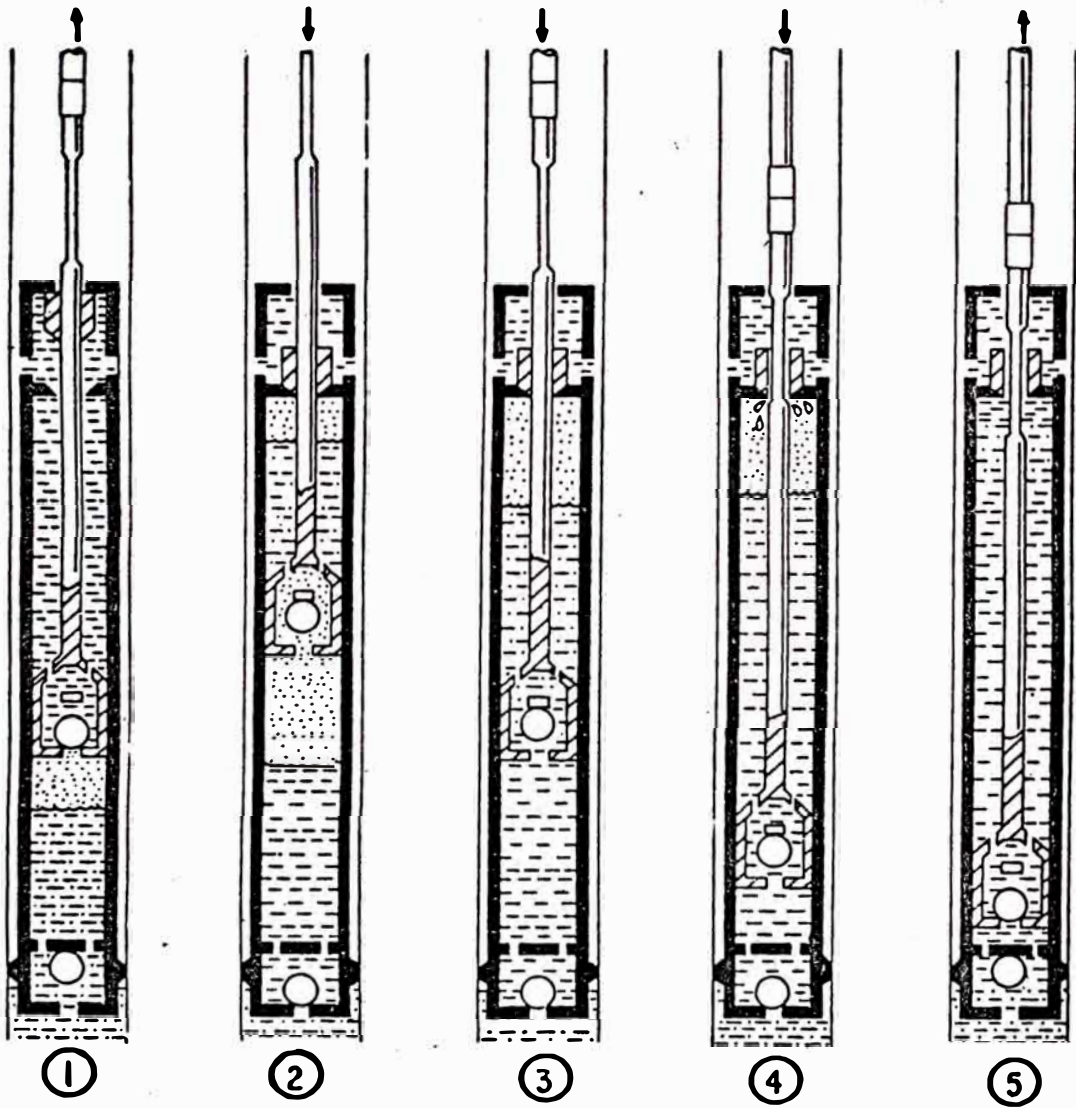


DIAGRAMA II

Válvula Cargadora

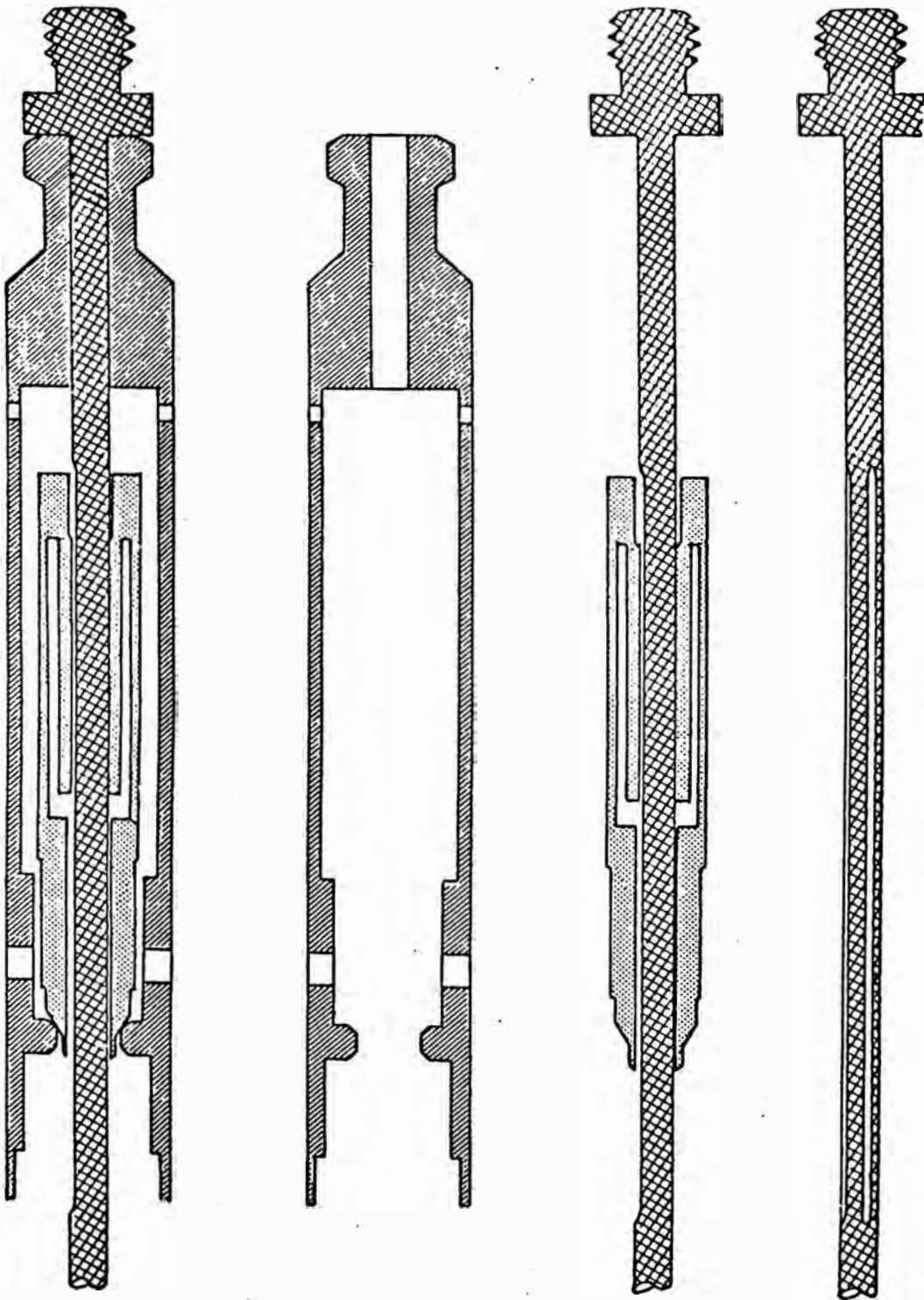


Diagrama de la Válvula 927 de SARGENT

EVALUACION DE LA VALVULA " CHARGER "

927 -MARCA SARGENT.

I.- OBJETIVO

Evaluar el comportamiento de la válvula 927 "Charger", fabricada por la Compañía Sargent Industries, para solucionar problemas de bloqueo por gas (gas lock), golpe de gas (gas pound) y/o golpe de fluido (Fluid pound), en pozos de bombeo mecánico con alto GOR. Con esta finalidad se instaló la válvula en mención en el Pozo 5822 -Laguna.

II.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ANALISIS DE LA EVALUACION

El Pozo 5822-Laguna fué elegido por ser de alto GOR, condición necesaria para evaluar la válvula "Charger". El equipo de bombeo mecánico instalado en el pozo, equipo auxiliar de medición y registro utilizado, datos de las condiciones de operación del pozo, procedimiento y resultados obtenidos de las pruebas para la evaluación se encuentran ordenadamente descritas y presentados en adjuntos, cuadros y gráficos que se acompañan en el presente trabajo.

- 1.- La instalación de la válvula "charger" en el pozo de bombeo mecánico 5822-Laguna ($\text{GOR} = 1265 \text{ ft}^3/\text{b1}$) ha mejorado notoriamente las condiciones de bombeo, obteniendo una curva de producción más estabilizada, aunque de promedio similar (Fig.Nº 1).
- 2.- Cuando el pozo trabaja sin la válvula "charger" se observan claramente dos problemas (Fig.Nº 2).
 - (a) "Golpe de Gas" ocasionado por el alto GOR del pozo, que se hace evidente por la disminución violenta de carga al inicio de la carrera descendente.
 - (b) Reforzamiento de ondas vibraciones en las varillas (velocidad sincrónica) que se manifiesta en la ondulación del lado izquierdo de la curva dinamométrica.

Estos dos problemas ocasionan mayores esfuerzos en las varillas, bomba y caja de reducción acortando considerablemente la vida del equipo.

La instalación de la válvula en evaluación ha permitido solucionar dichos inconvenientes obteniéndose una distribución de fuerzas de mayor uniformidad, tal como se aprecia en el registro dinamométrico de la Fig. Nº

3.- La válvula "charger" ha permitido disminuir el máximo torque sobre la caja de reducción de 163,429 lb.-pulg. a 109,646 lb.-pulg., es decir una disminución del 33% (Fig.Nº4)

Además debemos mencionar que se logra un trabajo más uniforme de la Unidad, ya que la diferencia entre los torques máximos en el "down" y "up-stroke" se reduce de 40% (sin válvula) a sólo 9% (con válvula).

4.- En líneas generales, consideramos los resultados de la evaluación de la válvula "charger" han sido satisfactorios, por lo mencionado en los puntos anteriores.

Su mayor costo, que origina que el precio de la bomba de subsuelo se eleve en aproximadamente un 115%, es ampliamente recompensado al obtenerse una operación más eficiente y uniforme, que se traducirá en mayor vida útil del equipo . Debemos indicar que el costo de la bomba de subsuelo representa sólo el 3% del costo total de una instalación de bombeo mecánico, pero su deficiente operación puede afectar la vida de todo el equipo. Por otro lado estimamos que será bastante instructivo someter a la válvula "charger" a condiciones más severas de "gas lock" y fluid pound, en otro pozo con relación

gas-petróleo más elevada; esto permitirá determinar la amplitud del rango de GOR dentro del cual es aplicable el uso de la válvula cargadora-297 de Sargent (charger)

III.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES OPERATIVAS

A.- ¿ Que hace la Válvula "Charger" ?

- 1.- Elimina los efectos adversos ocasionados por el golpe de gas y aceite en ambas carreras, ascendente y descendente.
- 2.- Elimina el bloqueo por gas (Gas Lock) sin sacrificar el desplazamiento de la bomba (carrera).
- 3.- Generalmente reduce el rango de los esfuerzos y la carga en las varillas donde existe golpe de fluido o gas.
- 4.- Generalmente incrementa el régimen de producción en pozos donde existe interferencia en gas.
- 5.- Actúa como una válvula check de arena.

B.-¿ Donde se aplica ?

- 1.- Se usa en toda instalación donde se tiene que producir de la parte inferior de un empaque.
- 2.- Se usa en toda instalación donde se tiene problemas u ocurren daños por el golpe de gas, debido a

que éste se libera del petróleo durante la etapa en que la bomba se llena.

- 3.- Se usa en toda instalación donde el separador de gas no trabaja eficientemente.
- 4.- En toda instalación donde se presenta el bloqueo por gas "Gas locking"
- 5.- En cada instalación donde es necesario desfogar para mantenerla bombeando.

C.-¿ Como se usa ?

- 1.- En bomba de varillas :

Usar la válvula "Charger" 927 de 2" en todas aquellas bombas insertadas de 1 1/16", 1 1/4" y 1 1/2" de diámetro en tubing de 2 3/8"Ø.

Utilizar la válvula "Charger"-927 de 2 1/2" en bombas de 1 1/2" de diámetro o más grandes en tubing de 2 7/8".

- 2.- En bombas de tubería (Tubing pumps). La válvula "Charger" 927 se puede usar en bombas de tubería, instalando un niple espaciador(API), tipo copa, insertando un niple de asiento sobre el barril. Su mayor diámetro interior (I.D.) permite al pistón atravesarlo. La válvula "Charger" es entonces instalada sobre la varilla en un Asiento-Mandril (API).

IV.- VENTAJAS

1.- El uso de la válvula "Charger" puede evitar lo siguiente :

- Rotura frecuente de varillas, causadas por las sacudidas extremas que ocurren cuando existen problemas de gas encerrado (gas lock), golpe de gas (gas pound) ó golpe de fluido (Fluid pound).
- Disminución de la eficiencia de la bomba de sub suelo debido a la compresión y descompresión de los gases.

2.-Con la válvula "Charger" se aumentará la vida de la caja de reducción, solucionándose así un problema bastante común en nuestras operaciones, que ocurre como consecuencia de la existencia de gas encerrado (gas lock) golpe de gas (gas pound) y/o golpe de fluido (Fluid pound).

3.-Los repuestos que requiere la válvula "Charger" son mínimos.

4.-La instalación y operación de este accesorio es bastante sencilla.

V.- LIMITACIONES Y DESVENTAJAS

- 1.- El uso de la válvula "Charger" incrementa el costo de la bomba de subsuelo en un 115%.
- 2.- La válvula "Charger" 927 se puede usar solamente en bombas de pistón viajero.

ADJUNTO I

EQUIPOS UTILIZADOS EN EL POZO 5822-LAGUNA

1.-Equipo de Bombeo Mecánico

Unidad de Bombeo	: Lufkin C-160D,N.L.:2075
Motor a Gas	: Ajax EA-22, N.L. :113-22
Sarta de Varillas	: 5/8" Ø A.T. x 3075' 3/4" Ø A.T. x 1775' 7/8" Ø A.T. x 1925'
- Válvula de anillo para bomba de 2" x 1-1/4"	
Bomba de subsuelo	: 2" x 1-1/4" x 12' x 14'x 16' RHBC.
Tubería de Producción	: 2" Ø x 6830' EUE
Varillón Pulido	: 1-1/4" x 22' x 7/8"

2.Equipo de Medición y Registro

Dinamómetro Johnson Fagg Style N° 10-24, de constante = 8,025 lb/pulg.

- Medidor de gas de 2 plumas
- Cartas dinamométricas.

DATOS ACTUALES DE OPERACION DEL POZO 5822-LAGUNA

Producción	: 54 BPD.
GOR	: 1265 pie ³ /bbl.(Promedio)
Intervalo perforado	: 7,486' - 6,512'
Profundidad efectiva	: 7,550'
Niple de asiento	: 6800'
Carrera de la unidad	: 74'
Velocidad de la Unidad	: 12 SPM

ADJUNTO II

1.- Pruebas en el Pozo 5822- Laguna

Para la evaluación de la válvula "Charger" 927 se realizaron los siguientes trabajos de campo

- a.- Se probó la producción del pozo durante 10 días, registrando el GOR, antes y después de instalar la válvula de anillo.
- b.- Se tomó registro dinamométrico graficando el efecto del contrapeso antes y después de instalar la válvula "Charger".
- c.- Se instaló válvula "Charger" con bomba de 2" x 1-1/4" x 12' x 14' x 16' RHBC.

2.- Datos Obtenidos del Registro Dinamométrico

a.- Sin válvula "Charger"

Carga máxima en el varillón (PPRL)	14,595 lbs.
Carga mínima en el varillón (MPRL)	7,518 lbs.
Contrapeso real (c)	10,772 lbs.
Contrapeso óptimo=(PPRL+MPRL)/2	11,021 lbs.
Torque máximo en el Upstroke	98,174 lb-pulg.
Angulo del crank correspondiente al torque máximo en el upstroke	94°
Torque máximo en el downstroke	:163,429 lb-pulg.
Angulo del Crank correspondiente al torque máximo en el downstroke	270°

b.- Con válvula "Charger"

Carga máxima en el varillón (PPRL) : 14,689.3 lbs.

Carga mínima en el varillón (MPRL) : 8,971.6 lbs.

Contrapeso Real (c) : 10,772.2 lbs.

Desbalance Estructural : 450 lbs. (C_s)

Distancia del cojinete central- extremo delantero:

9.25' (l_2).

Distancia del cojinete central-cojinete de cola:8.0'

(l_1).

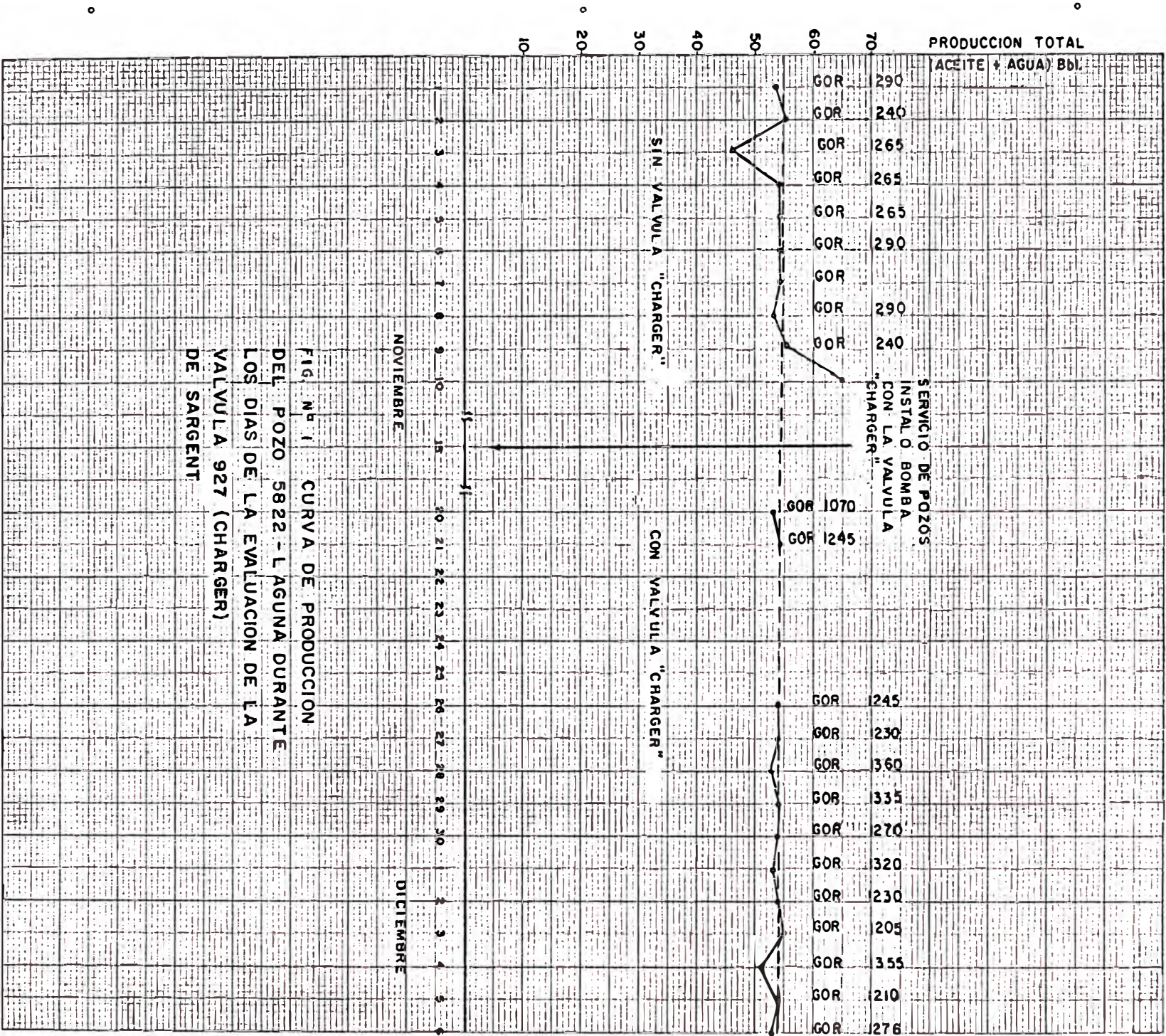


FIG. N° 1 CURVA DE PRODUCCION DEL POZO 5822 - L AGUNA DURANTE LOS DIAS DE LA EVALUACION DE LA VALVULA 927 (CHARGER) DE SARGENT

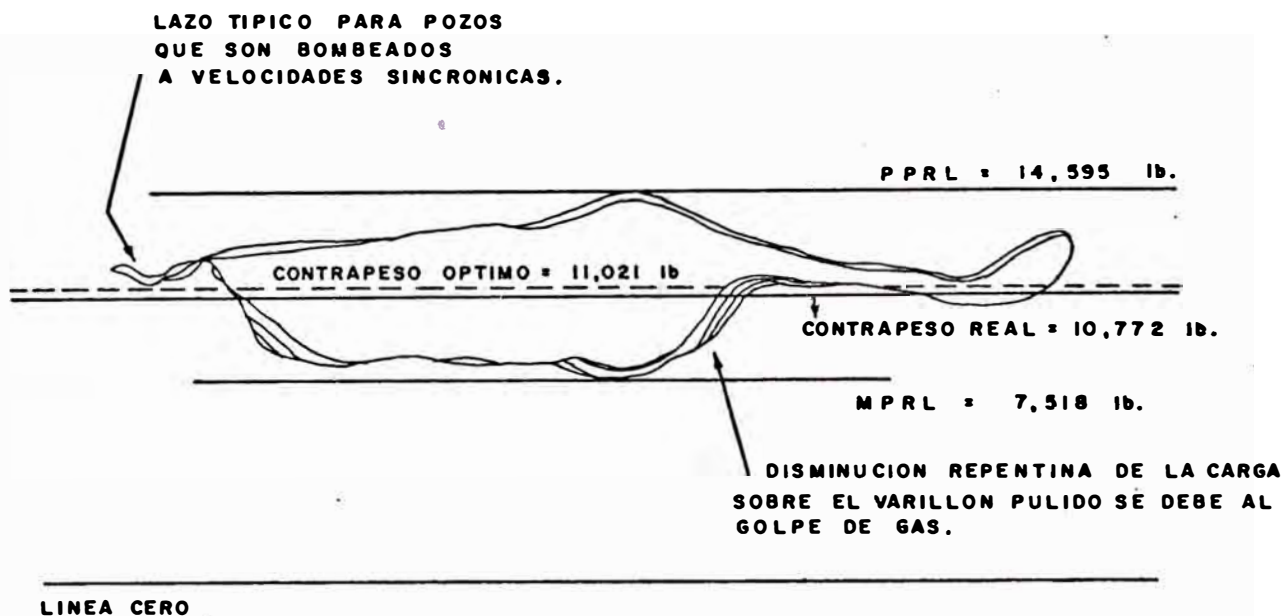


FIG. N° 2 : REGISTRO DINAMOMETRICO DEL POZO

5822 - LAGUNA , SIN LA VALVULA

"CHARGER VALVE" 927. DE SARGENT

UNIDAD DE BOMBEO LUFKIN C 160 D, N.L.: 2075

MOTOR A GAS AJAX N.L.: 113-22.

CARRERA = 74", SPM = 12

INSTRUMENTO DINAMOMETRO JOHNSON FAGG. STYLE

N° 10 24, CONSTANTE = 8,025 lb/PULG.

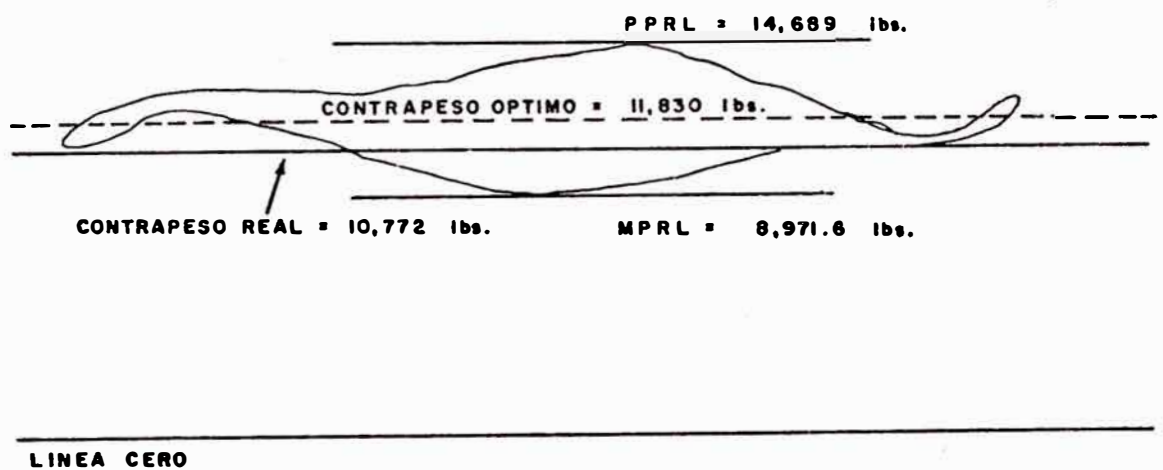


FIG. N° 3 : REGISTRO DINAMOMETRICO DEL -POZO
 5822 - LAGUNA, CON LA VALVULA
 "CHARGER VALVE" 927 DE SARGENT
 UNIDAD DE BOMBEO LUFKIN C 160 D, N.L. : 2075
 MOTOR A GAS AJAX N.L. : 113 - 2
 CARRERA = 74", SPM = 12
 INSTRUMENTO DINAMOMETRO JOHNSON FAGG. STYLE
 N° 10 24, CONSTANTE = 8,025 lb / PULG.

ADJUNTO III

CUADROS Y GRAFICOS

CUADRO N° 1

CONSTRUCCION DE LA CURVA DE TORQUE

POZO 5822- LAGUNA TRABAJANDO SIN LA CHARGE VALVE 927

Angulo del Crank (Grados)	Longitud entre Puntos de la Curva y la línea cero (mm)	Carga en el Variación W (lbs)	Carga Neta (x) $W - l_2 (C - C_s)$ l_1 (lbs.)	Sen θ	Torque $\frac{[W - l_2 (C - C_s)] \times S \times \text{Sen } \theta}{l_1}$ (lb.-Pulg.)
(1)	(2)	(3)=(2)(315.9)	(4)=(3)-11,935	(5)	(6)=(4)(5) x 37
0	36.6	11,562	-373	0.000	0.0000
15	36.2	11,435	-500	0.25882	-4,788.2
30	38.9	12,288	353	0.5000	6,530.5
34.5	39.3	12,415	480	0.5664	10,059.3
45.0	39.5	12,478	543	0.7071	14,206.3
47.5	39.6	12,509	574	0.7372	15,656.6
60	40.7	12,857	922	0.8660	29,542.7
75	42.5	13,426	1491	0.9659	53,285.8
90	45.4	14,342	2407	1.0000	89,059.0
94	46.2	14,595	2660	0.9975	98,174.0
105	41.6	13,141	1206	0.9659	43,100.4
120	37.1	11,720	-215	0.8660	-6,889.0
135	35.7	11,277	-658	0.7071	-17,215.1
150	39.2	12,383	448	0.5000	8,288.0
163.5	41.4	13,078	1143	0.2840	12,010.6
165.0	41.5	13,110	1175	0.2588	11,251.3
180.0	40.8	12,888	953	0.0000	00.0
195.0	35.5	11,214	-721	-0.25882	6,904.5
196.5	36.5	11,530	-405	-0.284	13,229.6
210	32.6	10,298	-1637	-0.5000	30,284.5
225	33.5	10,582	-1353	-0.7071	35,398.1
240	34.3	10,835	-1100	-0.8660	35,246.2
255	29.2	9,224	-2711	-0.9659	96,886.5

2.-

266	24.9	7,865	-4069	- 0.9975	150,176.6
270	23.8	7,518	-4417	- 1.000	163,429.0
285	25.8	8,150	-3785	- 0.9659	135,269.5
300	26.6	8,403	-3532	- 0.8660	113,172.3
312.5	27.2	8,592	-3343	- 0.7372	91,185.0
315.0	28.6	9,035	-2900	- 0.7071	75,872.0
325.5	38.1	12,035	100	- 0.5664	3,208.0
330.0	36.8	11,625	- 310	- 0.5000	5,735.0
345.0	37.6	11,878	- 57	- 0.25882	545.8
360	36.6	11,562	- 373	- 0.000	0.00

(x) Contrapeso: $C = (34.1) (315.9) = 10,772.2$ lbs.

$$(1_2/1_1) (C-C_S) = (9.25/8.0) (10,772.2-450) = 11,935 \text{ lbs.}$$

CUADRO N° 2

CONSTRUCCION DE LA CURVA DE TORQUE

POZO 5822- LAGUNA TRABAJANDO CON LA CHARGER VALVE 927

Angulo del Crank (Grados)	Longitud entre Puntos de la Curva y la línea cero (mm)	Carga en el Variación W (lbs)	Carga Neta(x) $W - \frac{1}{2}(C - C_s)$ $\frac{1}{1}$ (lbs.)	Sen θ	Torque $[\frac{W - \frac{1}{2}(C - C_s)}{1}] \frac{S}{2} \times \text{Sen } \theta$ (lb.-Pulg.)
(1)	(2)	(3)=(2)(315.9)	(4)=(3)-11,935	(5)	(6)=(4)(5) x 37
0	34.2	10,803.8	- 1131.2	0.000	0.000
15	36.6	11,562.0	- 373.0	0.2588	- 3,572
27.5°	39.2	12,383.3	448.3	0.46175	7,659
30°	39.5	12,478.0	543.0	0.50000	10,045
45°	41.5	13,109.8	1174.8	0.7071	30.736
60°	40.8	12,888.7	953.7	0.8660	30,558
75°	42.0	13,267.8	1332.8	0.9659	47,632
90°	45.6	14,405.0	2470.0	1.000	91,390
103°	46.5	14,689.3	2754.3	0.9743	99,297
105°	46.0	14,531.4	2596.4	0.9659	92,791
120°	41.1	12,983.5	1048.5	0.8660	33,596
135°	36.6	11,562.0	- 373.0	0.7071	- 263
150°	36.1	11,404.0	- 531.0	0.5000	- 9,823.5
165	40.8	12,888.7	953.7	0.2588	9,132.2
180°	0.0	0.0	0.0	0.0000	0.000
195	37.1	11,720.0	- 215.0	- 0.25882	2,059.0
210	35.5	11,214.5	- 720.5	- 0.5000	13,329.2
225	34.9	11,025.0	- 910.0	- 0.7071	23,808.0
240	33.8	10,677.4	- 1257.6	- 0.8660	40,296.0
255	30.0	9,477.0	- 2458.0	- 0.9659	87,844.7
257	29.5	9,319.0	- 2616.0	- 0.9743	94,311.2
270	28.4	8,971.6	- 2963.4	- 1.000	109,645.8
285	31.1	9,824.5	- 2110.5	- 0.9659	75,425.6

2.-

300	35.4	11,182.8	- 752.2	- 0.8660	24,102.0
315	39.2	12,383.3	448.3	- 0.7071	- 11,728.7
330	36.6	11,562.0	- 373.0	- 0.5000	+ 6,900.5
332.5	35.4	11,182.8	- 752.2	- 0.46175	12,851.1
345	34.7	10,961.7	- 973.3	- 0.25882	9,320.6
360	34.2	10,803.8	- 1131.2	- 0.000	0.000

(x) Contrapeso : $C_s = (34.1) (315.9) = 10,772.2$ lbs.

$$\frac{1_2}{1_1} (C - C_s) = \frac{9.25}{8.0} (10,772.2 - 450) = 11,935 \text{ lbs.}$$

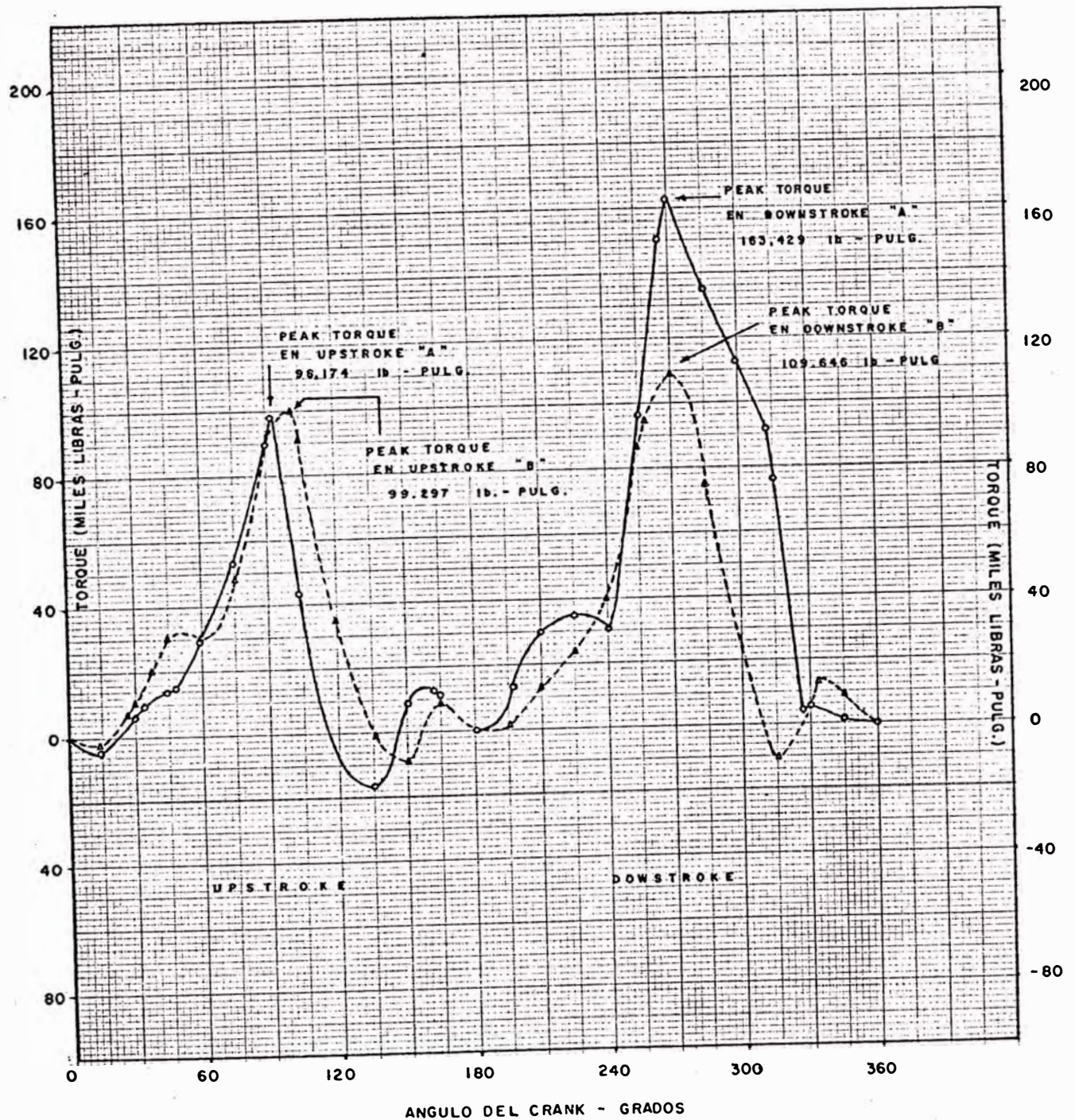


FIG. N°4: CURVAS DE TORQUE DEL POZO
 5822 - LAGUNA - SIN LA VALVULA "CHARGER"
 CON LA VALVULA "CHARGER"
 U.B. LUFKIN C-160D - MOTOR A GAS AJAX EA-22
 INSTRUMENTO DINAMOMETRO JOHNSON FAGG.