

“XII Congreso Latinoamericano de Perforación”

CONTROL DEL POZO CANTARELL 69-I, UTILIZANDO EL METODO DINAMICO.

Autores:

M. I. Carlos Osornio Vázquez

Ing. Humberto Castro Martínez

M. I. Víctor G. Vallejo Arrieta

Ing. Enrique Ayala Vivanco

Unidad de Perforación y Mantenimiento de Pozos, División Marina.

Pemex Exploración y Producción. PEMEX.

México.

XII CONGRESO LATINOAMERICANO DE PERFORACIÓN

CONTROL DEL POZO CANTARELL 69-I, UTILIZANDO EL METODO DINAMICO

M. I. Carlos Osornio Vázquez; Ing. Humberto Castro Martínez; M. I. Víctor G. Vallejo Arrieta; Ing. Enrique Ayala Vivanco. Petróleos Mexicanos, Unidad de Perforación y Mantenimiento de Pozos, División Marina.

RESUMEN.

El desarrollo del campo Cantarell, requiere la perforación de 9 pozos en la cima del yacimiento para la inyección de 1200 millones de pies cúbicos por día (MMPCD) de nitrógeno que permitirá mantener la presión del casquete de gas y de esta manera maximizar la recuperación de hidrocarburos.

Durante la perforación de la zona del casquete de gas en el pozo Cantarell 69-I, se presentó un brote de gas que derivó en un descontrol y posterior incendio de gran magnitud ocasionando daños al equipo de perforación.

Por las condiciones de flujo del pozo, no era posible realizar el control por el interior del aparejo de producción por lo que se analizaron básicamente dos alternativas para la solución del problema: el control por momentum y el control dinámico. En este documento se presentan los resultados obtenidos con ambas técnicas, así como los procedimientos de análisis y de control del pozo.

La secuencia operativa para controlar la contingencia en el menor tiempo posible, consistió en conectarse al cabezal de 20 x 13 5/8 pulg. con líneas de 2 pulg. hasta un barco cementador e iniciar a bombear agua de mar, requiriéndose únicamente 11 horas para controlar el pozo a partir de la manifestación del brote de gas. El éxito consistió en alcanzar una presión fluyendo de mayor magnitud que la del yacimiento a la profundidad del tie-back (680 m.). generada por las pérdidas por fricción y la columna de flujo multifásico (gas y agua de mar), dentro del aparejo de inyección.

ANTECEDENTES.

El complejo Cantarell, descubierto en 1979, es uno de los campos petroleros gigantes del mundo. Se localiza en la Plataforma Continental del Sur del Golfo de México aproximadamente a 85 Km. al NW de Cd. del Carmen y está compuesto por los bloques Akal, Nohoch, Chac y Kutz (figuras 1 y 2).

La explotación del campo inició en 1979 con el pozo Cantarell 1-A. Las formaciones que almacenan los hidrocarburos son Brecha - Paleoceno, Cretácico Superior, Cretácico Medio y Cretácico Inferior con espesores que varían de 300 a 800 m.

Al inicio de la explotación del campo, el mecanismo imperante en el desplazamiento de fluidos fue la expansión del sistema Roca - Fluido, ya que a esa fecha la presión del yacimiento se encontraba por arriba de la presión de saturación (150 kg/cm^2). Sin embargo, en 1980 la presión del yacimiento permitió la liberación de gas, dando origen con ello a la generación de un casquete de gas secundario y a la aparición de un segundo mecanismo de empuje por segregación gravitacional.

Desde el inicio de la explotación del campo, se ha monitoreado continuamente el avance de los contactos Gas – Aceite (CGA) y Agua – Aceite (CAA), ubicándose actualmente a 1950 mv. y 2760 mv., respectivamente. La cima del casquete de gas se localiza a 1200 mv. con una presión de 54 kg/cm^2 y de 75 kg/cm^2 en el CGA. El plano de referencia se ubica a 2330 mv. con una presión de 105 kg/cm^2 y una temperatura de 105°C .

Con el objetivo de lograr la maximización del valor económico del campo Cantarell, optimizando el ritmo de producción por un tiempo aproximado de 31 años manteniendo la presión del yacimiento, se diseñó un proyecto denominado “Proyecto de Modernización y Optimización del Campo Cantarell” que entre otros trabajos contempla la instalación de la infraestructura necesaria para la inyección de nitrógeno en el casquete de gas en la cima del yacimiento.

El volumen de inyección de nitrógeno requerido para el proyecto es de 1200 MMPCD a través de 9 pozos.

INTRODUCCIÓN.

Con el fin de cumplir en tiempo con los requerimientos del proyecto, la estrategia de la Unidad de Perforación y Mantenimiento de Pozos consistió en perforar 5 pozos con sistema Mud-Line Suspension, dejando pendiente de perforar la última etapa y abandonándolos temporalmente para permitir la instalación de la estructura tipo octápodo. La figura 3 muestra el estado mecánico de los cinco pozos perforados hasta la cima del casquete de gas.

Una vez instalada la estructura y el equipo de perforación, se procedió a recuperar el primer pozo, siendo éste el Cantarell Inyector 69 (69-I). Este proceso consistió en recuperar los tapones de corrosión, extender los tie-back del mud line suspension a superficie e instalar los cabezales correspondientes. Posteriormente, instalar el conjunto de BOP's (incluyendo preventor rotatorio) y perforar la última etapa con barrena 8 3/8 pulg., dejando el pozo aproximadamente 50 metros dentro de la formación Brecha Paleoceno-Cretácico Superior (BP-KS) en agujero descubierto, finalizando aquí el proceso de la perforación. Por las condiciones de esta formación, la cual es altamente fracturada, esta etapa se perfora con pérdida total de circulación bombeando agua de mar y baches de lodo.

La terminación del pozo se inició con la introducción del aparejo de inyección de nitrógeno de 9 5/8 pulg. equipado con tie-back y sellos bullet, bombeando continuamente agua de mar por espacio anular y por el interior de la tubería. Una vez introducido el tie-back en la C-2, a la profundidad de 703.80 metros, se probó la hermeticidad del espacio anular satisfactoriamente. Posteriormente, se procedió a levantar el aparejo para instalar la válvula de control sub-superficial de 9 5/8 pulg., utilizando bombeo continuo de agua de mar por espacio anular con un gasto de 440 gpm; al levantar el tercer tramo de tubería se observó un fuerte flujo de agua y gas

motivado por la suspensión del bombeo de agua al interior del pozo por una falla en la bomba de lodos. Se procedió a cerrar el preventor esférico, el preventor anular de 9 5/8 pulg. y el ariete ciego del preventor doble. Se efectuó movimiento en el stand pipe para bombear con las dos bombas, sin responder; a las 6:00 horas del día 22 de enero del 2000 el pozo se incendió, procediéndose a evacuar la plataforma. A las 6:30 horas del mismo día arribaron al lugar de los hechos 5 barcos contra incendio y procedieron a tender cortinas de agua para evitar la propagación del fuego a toda la estructura. La figura 4 muestra el estado mecánico y las condiciones previas al descontrol del pozo Cantarell 69-I.

PROGRAMA DE TRABAJO.

A bordo del barco Boa Canopus, se llevó a cabo el programa de intervención analizando las conexiones superficiales (fig. 5), definiendo la secuencia operativa que se enlista a continuación:

- a) Utilizando líneas chicksan de 2 pulg., conectarse a válvula del carrete cabezal de 20 x 13 5/8 pulg.
- b) Tender líneas de 2 pulg. al barco Cape Hawk y probar con 3000 psi.
- c) Analizar métodos de control de brotes y efectuar cálculos correspondientes.
- d) Abrir válvula A de la figura 5 e iniciar a bombear fluido de control.

ANÁLISIS DEL CONTROL.

Un grupo de trabajo se dio a la tarea de analizar la forma de controlar el pozo considerando que era imposible bombear por el interior del aparejo, desarrollando los siguientes cálculos.

Determinación del Gasto de Gas.

Se utilizó la ecuación de Forchheimer para flujo radial de gas en un medio poroso, la cual es dada por:

$$p_y^2 - p_{wf}^2 = \frac{1.422 m_g z_y T_y}{kh} \left[\ln \left(0.472 \frac{r_e}{r_w} \right) \right] q_g + \frac{3.16 \times 10^{-18} b g_g z_y T_y}{h^2} \left(\frac{1}{r_w} - \frac{1}{r_e} \right) q_g^2 \quad (1)$$

El parámetro de turbulencia para permeabilidades menores a 5,000 milidarcies, está dado por:

$$b = \frac{3.55 \times 10^{10}}{k^{1.35}} \quad (2)$$

Debido a que la ecuación 1 presenta dos incógnitas, que son la presión de fondo fluyendo (p_{wf}) y el flujo de gas (q_g), fue necesario utilizar la ecuación de Cullender & Smith para resolverlas simultáneamente y obtener el gasto de gas en el sistema.

$$\frac{1,000 g_g L}{53.356} = \int_{p_2}^{p_1} \frac{\frac{p_n}{T_n z_n}}{\frac{0.667 f q_g^2}{d^5} + \frac{1}{1,000} \frac{H}{L} \left(\frac{p_n}{T_n z_n} \right)^2} dp \quad (3)$$

La figura 6 muestra el IPR del yacimiento obtenido al resolver la ecuación 1 a diferentes gastos, así como la capacidad de flujo de gas en el pozo, calculado con la ecuación 3. Como se puede apreciar, el gasto de gas en el sistema está dado por la intersección de las dos curvas, el cual es de aproximadamente 230 MMPCD.

Una vez determinado el flujo de gas, se calculó el perfil de presión con el gasto obtenido previamente y con la ecuación 3 (fig. 7).

Después de calculados el flujo de gas y el perfil de presiones se consideraron dos métodos para la solución del problema:

- Control por Momentum.
- Control Dinámico.

CÁLCULO DEL CONTROL POR MOMENTUM.

La técnica de control por momentum considera que la fuerza (momentum) generada por el fluido de control inyectado en superficie, debe ser mayor que el momentum de los fluidos de la formación a la profundidad de colisión para detener el flujo de éstos hacia la superficie.

Debido a las condiciones presentadas en el pozo Cantarell 69-I durante su descontrol, esta técnica pudo haber sido una opción para darle solución al problema. El éxito consistía en generar un momentum de mayor magnitud que el momentum del gas a la profundidad del tie-back (680 m).

El objetivo del procedimiento se enfocó principalmente en calcular el momentum del gas a la profundidad del tie-back (profundidad de colisión) y en encontrar la velocidad (gasto) adecuada del fluido de control para generar una fuerza de mayor magnitud que la del gas.

Para calcular el momentum del gas en el pozo se utilizó la siguiente ecuación:

$$M_g = 0.0115 \frac{r_g^2 q_g^2 z_n T_n}{g_g p_n A_g} \quad (4)$$

Por otro lado, el momentum del fluido de control puede ser calculado con la siguiente expresión:

$$M_L = \frac{r_L q_L^2}{A_L g_c} \quad (5)$$

El momentum del gas y del fluido de control para el pozo en análisis son presentados gráficamente en la figura 8.

Como se puede observar, el gasto de agua de mar que se requiere para controlar el flujo de gas utilizando el concepto de momentum es de aproximadamente 68 bl/min. Este alto gasto se debe a que el área de flujo entre la tubería de 13 3/8 pulg. y el aparejo de inyección de 9 5/8 pulg. es demasiado grande (48.3 pulgadas cuadradas) para alcanzar la velocidad necesaria a gastos menores e igualar el momentum del fluido de control con el del gas, por lo tanto, en la técnica de control por momentum, la velocidad del fluido de control es primordial para alcanzar el momentum necesario para el control del pozo.

CÁLCULO POR EL MÉTODO DE CONTROL DINÁMICO.

Para el análisis del control dinámico del pozo Cantarell 69-I, se consideraron dos casos completamente extremos durante su control:

Caso 1:

En el caso 1, se consideró que todo el fluido de control inyectado desde la superficie por el espacio anular se dirigía hacia la parte inferior del pozo (fig. 9). Para este escenario, el pozo estaría prácticamente controlado, puesto que tan solo la presión hidrostática del fluido de control (agua de mar), generada por una longitud equivalente a la del aparejo de inyección sería suficiente para detener el flujo de gas, ya que esta presión sería mayor a la del yacimiento.

$$p = 0.052 \cdot 8.6(lb / gal) \cdot 2231(pies) = 998 psi$$

Como podemos ver, la presión hidrostática que genera una columna de agua de mar de 680 m. (sin considerar la que se acumularía debajo del aparejo de inyección) es mayor a la presión de formación. Por lo tanto, bajo estas circunstancias, el pozo estaría completamente controlado después de llenar el espacio anular y continuar el bombeo de fluido de control a cualquier gasto.

Caso 2:

En el otro caso extremo, se consideró que absolutamente todo el fluido de control inyectado sería expulsado a la superficie por el flujo de gas (fig 10). Para este escenario, el pozo tenía que ser controlado, utilizando las pérdidas de presión por fricción y la carga hidrostática de la columna de la mezcla (gas y agua de mar) generadas en el aparejo de inyección, en otras palabras, la técnica de control dinámico tendría que ser aplicada para alcanzar una presión a la profundidad del tie-back (680 m), similar a la del yacimiento y detener el flujo de gas.

Es importante resaltar que cualquier situación entre los dos casos previamente mencionados, sería mejor ó de mayor beneficio a la del caso 2, ya que si una mínima parte del fluido de control se estuviera acumulando por debajo del aparejo, esto favorecería el incremento de la fracción de líquido entre el punto de inyección y el fondo del pozo y por tanto a la generación paulatina de columna hidrostática, lo cual ayudaría al control del pozo.

Considerando que todo el fluido de control fuera arrojado a la superficie por el flujo de gas (caso crítico 2), se procedió a calcular el mínimo gasto de inyección para el control del pozo. El procedimiento consistió en encontrar una presión generada por el flujo de gas y de fluido de control (debido a fricción y carga hidrostática) a diferentes gastos, hasta alcanzar un valor igual o mayor a la presión del yacimiento en la profundidad de interés (680 m). El diagrama de flujo de la figura 11 muestra la secuencia de cálculo utilizada.

Los resultados se presentan en la Tabla I y en la figura 12. Puede observarse que el mínimo gasto teórico requerido para el control del pozo Cantarell 69-I se encuentra entre 16 y 20 bl/min.

DESARROLLO.

Basándose en los resultados obtenidos, se decidió controlar el pozo utilizando un gasto del orden de 18 bl/min, manteniendo una presión máxima de 2000 psi. Una vez definido el gasto de control, el personal técnico subió al piso de producción de la plataforma y procedió a inspeccionar el carrete cabezal de 20 x 13 5/8 pulg., encontrándolo en condiciones adecuadas para la operación. Posteriormente, se instalaron líneas de 2 pulg. desde la plataforma al barco Cape Hawke y se probaron con una presión de 3000 psi.

El control del pozo se inició bombeando agua de mar con un gasto de 10 bl/min y una presión de 1000 psi incrementando a 12 bl/min y posteriormente a 15 bl/min con el propósito de revisar las conexiones superficiales y verificar que no presentaran fugas, ya que la acción del fuego podría haber dañado los elementos sello de válvulas, arietes, etc.

Posteriormente se incrementó a 18 bl/min, que correspondía al gasto definido para controlar el pozo. Al bombear el volumen correspondiente al espacio anular, es decir, cuando el frente de agua alcanzó el tie-back, se observó una disminución en la intensidad de la flama.

Al completar el doble de la capacidad del espacio anular, el flujo de gas a la superficie dejó de ser continuo, provocando que la llama se prendiera y apagara de manera intermitente y al alcanzar 1,360 barriles acumulados, el pozo dejó de fluir totalmente, extinguiéndose el fuego.

Durante el proceso de control, la presión de bombeo promedio fue del orden de 1600 psi, además cabe mencionar que el volumen acumulado con el que se controló el pozo fue aproximadamente 10 veces la capacidad del espacio anular y 2.85 el volumen total del pozo.

Concluidas las operaciones de control, se procedió a colocar un tapón de sal para aislar el casquete de gas expuesto y se llenó el pozo con agua de mar. Posteriormente, se cambió el paquete de perforación del equipo que resultó dañado por el fuego y se llevaron a cabo exitosamente operaciones para la recuperación del pozo. Es de resaltar el hecho que desde el momento en que se inició el proceso de inyección en el pozo Cantarell 69-I, se han manejado gastos de hasta 300 MMPCD con 105 kg/cm^2 , convirtiéndose en el primer pozo inyector de N_2 en el Campo Cantarell.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El gasto teórico mínimo requerido para el control del pozo Cantarell 69-I resultó entre 16 y 20 bl/min optándose por manejar un gasto de 18 bl/min. Después de alcanzar el gasto programado, el pozo quedó controlado a los 20 minutos. Esto confirma que prácticamente todo el fluido de control fue expulsado a la superficie por el flujo de gas para gastos menores a 16 bl/min. Por lo tanto, no existió acumulación de líquido debajo del punto de inyección sino hasta que se alcanzó el gasto de control, mismo que fue generando una presión hidrostática que se incrementó con el tiempo hasta alcanzar un valor mayor que la presión del yacimiento, controlando el pozo. De acuerdo con lo anterior, el análisis para el control del pozo considerando el caso 2 anteriormente explicado, fue correcto.

Cabe aclarar que el modelo de flujo homogéneo (no deslizamiento entre la fase de gas y la fase de líquido) conduce a una sobrepredicción del más probable mínimo gasto de inyección, por esta razón se pensaba que el pozo quedaría controlado con un gasto ligeramente menor al calculado (19.5 bl/min).

CONCLUSIONES.

1. El método de control dinámico fue una exitosa y eficiente forma de controlar el pozo Cantarell 69-I, pues éste arrojó un resultado muy preciso del gasto de control.
2. La consideración de que todo el fluido de control (caso 2) sería expulsado a la superficie por el gas para gastos menores a 16 bl/min fue acertada.
3. La suposición de un flujo homogéneo (no deslizamiento entre fases) arrojó una buena predicción del mínimo gasto de inyección.
4. Esta técnica puede ser aplicable en casos similares y constituye un método no convencional para control de pozos.
5. La técnica de control por momentum no fue aplicable a este caso debido a la gran área de flujo del fluido de control (48.3 pulgadas cuadradas) y por lo tanto, se requiere un alto gasto para alcanzar la velocidad que genere un momentum en el fluido de control similar al momentum del gas.

Control Dinámico Cantarell Inyector 69							
Profundidad Desarrollada (m)	Temperatura (Fahrenheit)	Perfil de Presión (psia)					
		4 (bl/min)	8 (bl/min)	12 (bl/min)	16 (bl/min)	20 (bl/min)	24 (bl/min)
0	82	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
50	83	253	277	300	323	347	370
100	84	306	331	355	380	405	429
150	85	350	377	403	430	456	482
200	86	390	419	447	475	503	530
250	86	426	457	486	516	546	574
300	87	460	492	524	555	587	617
350	88	492	526	559	592	625	657
400	89	522	558	593	627	662	695
450	90	551	588	625	661	698	733
500	90	579	618	656	694	732	769
550	91	605	646	686	726	766	804
600	92	631	674	715	757	799	838
650	93	657	701	744	787	831	872
680	93	671	717	761	805	850	892

Tabla I. Resultados del Cálculo de Presiones a Diferentes Gastos.

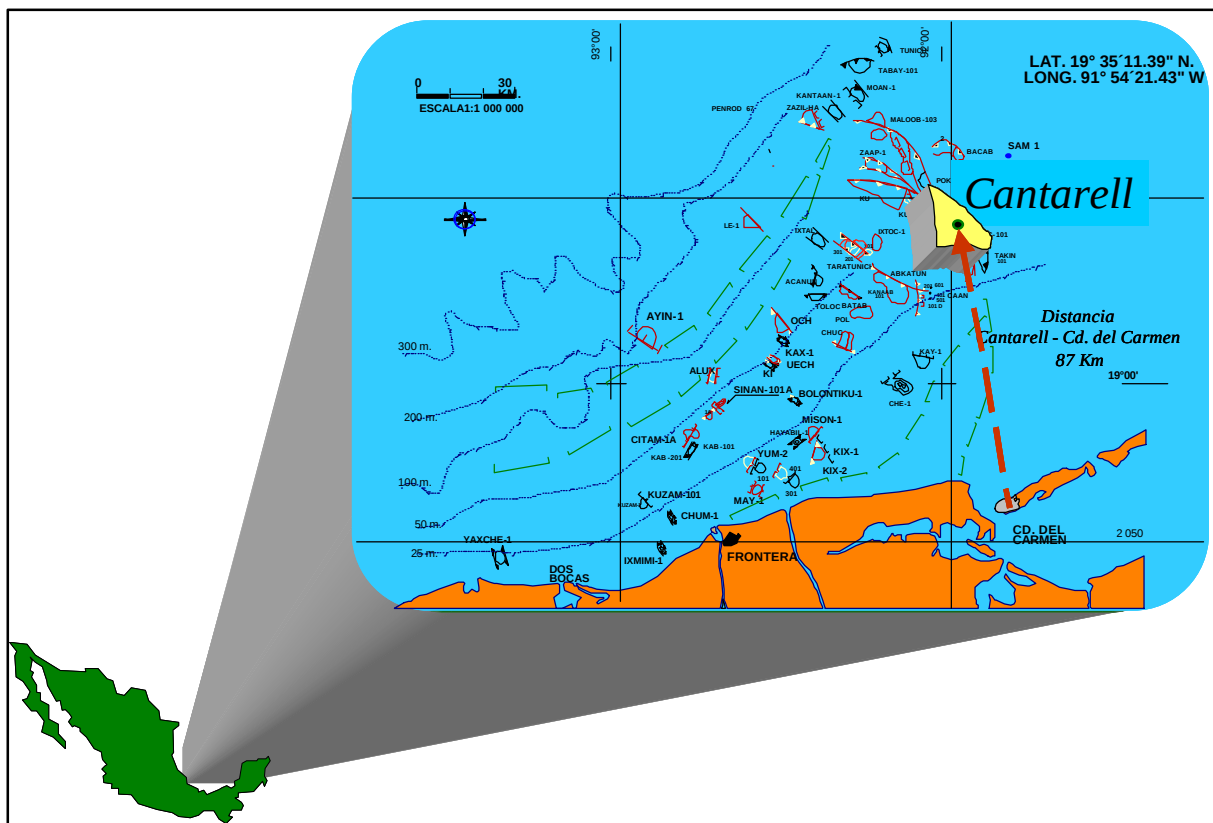


Fig. 1. Ubicación del Campo Cantarell.

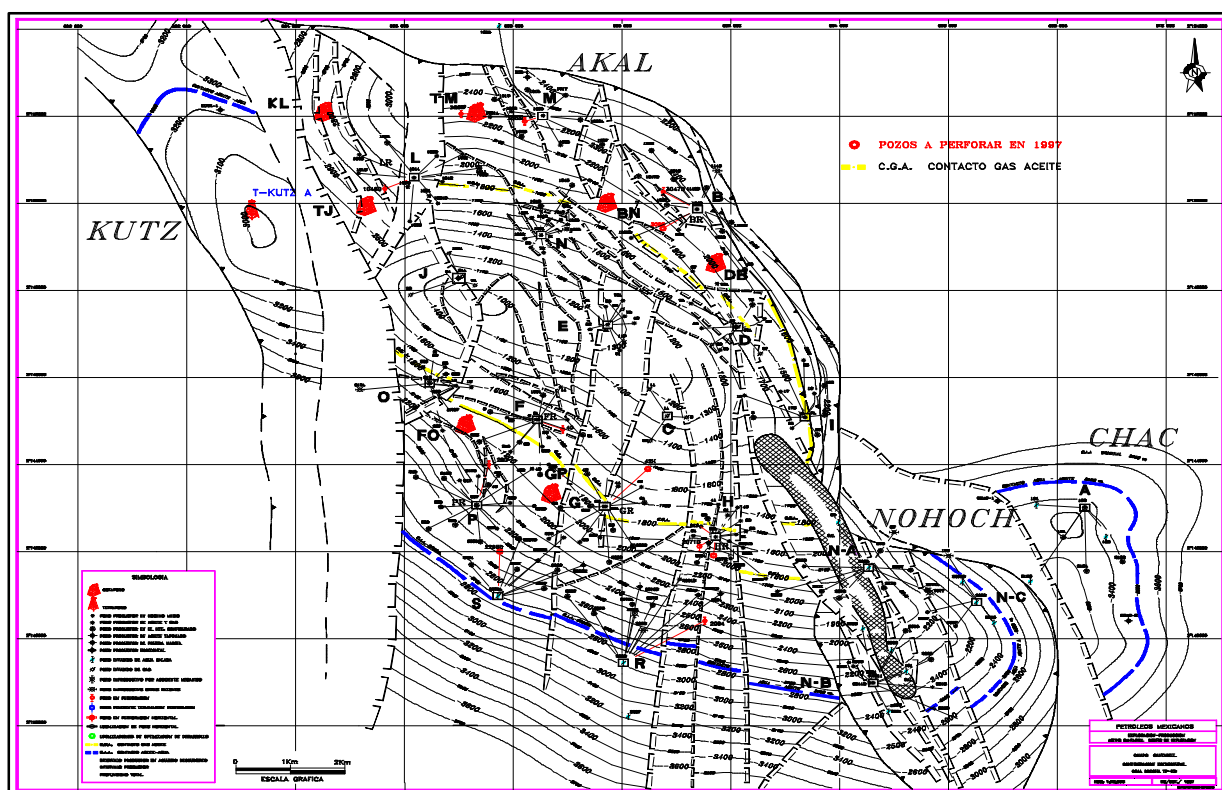


Fig. 2. Campo Cantarell.

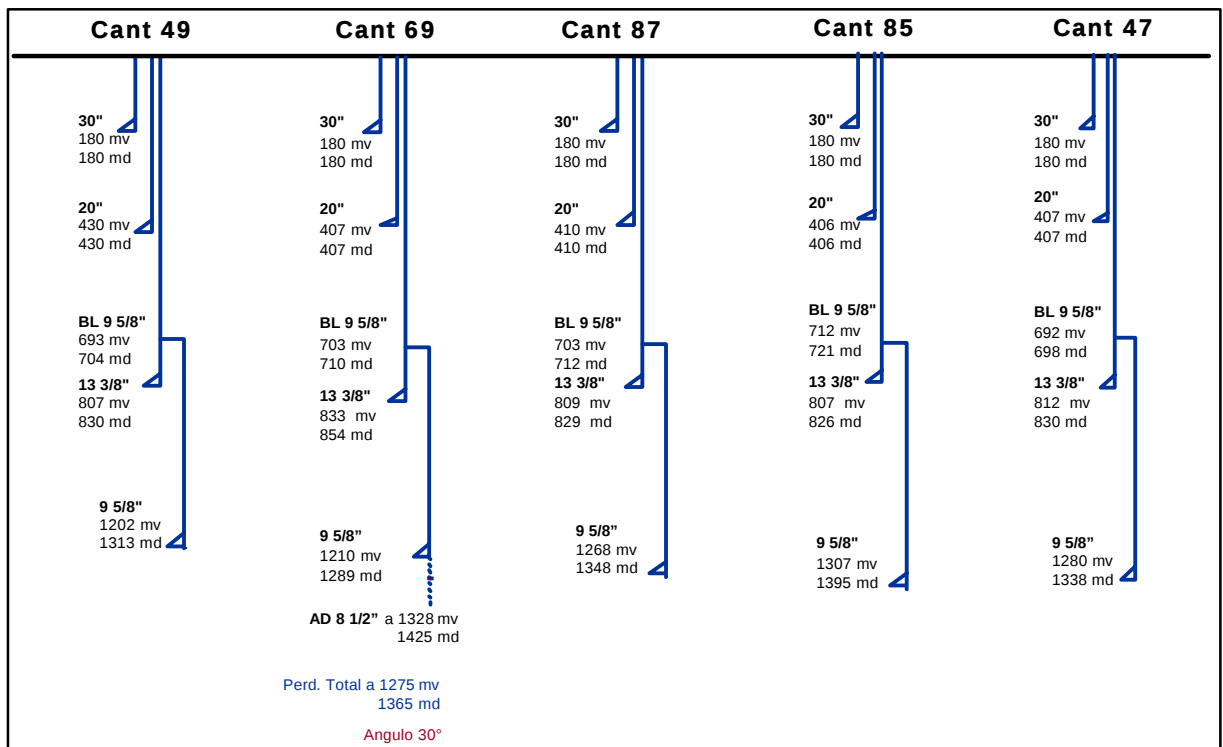


Fig.3. Estados Mecánicos de los Pozos Inyectores de Nitrógeno.

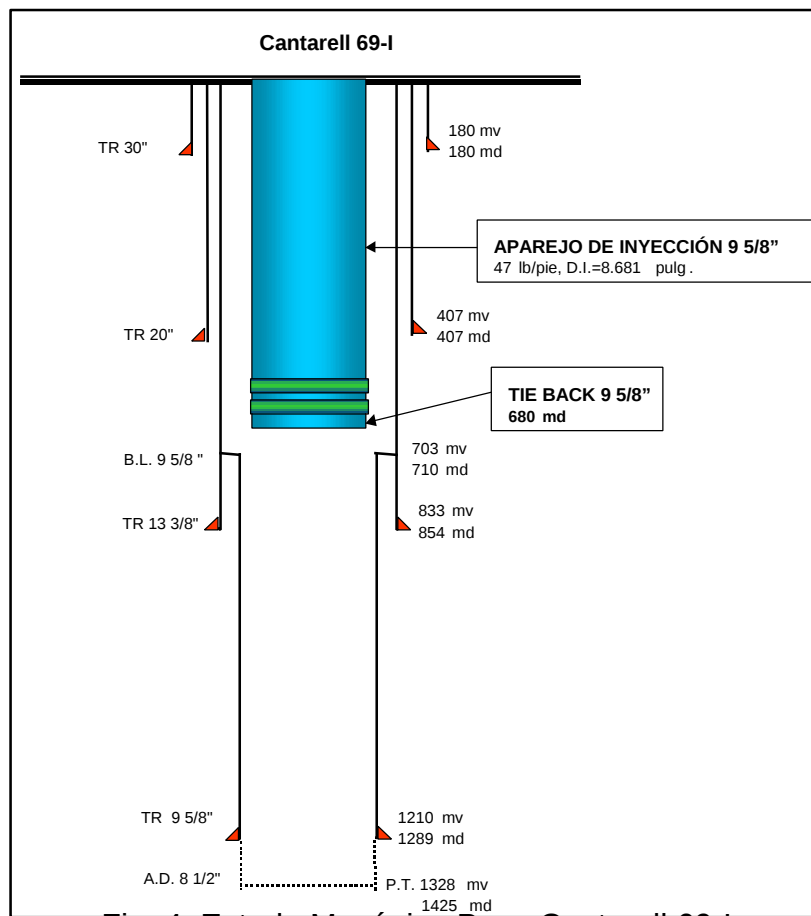


Fig. 4. Estado Mecánico Pozo Cantarell 69-I.

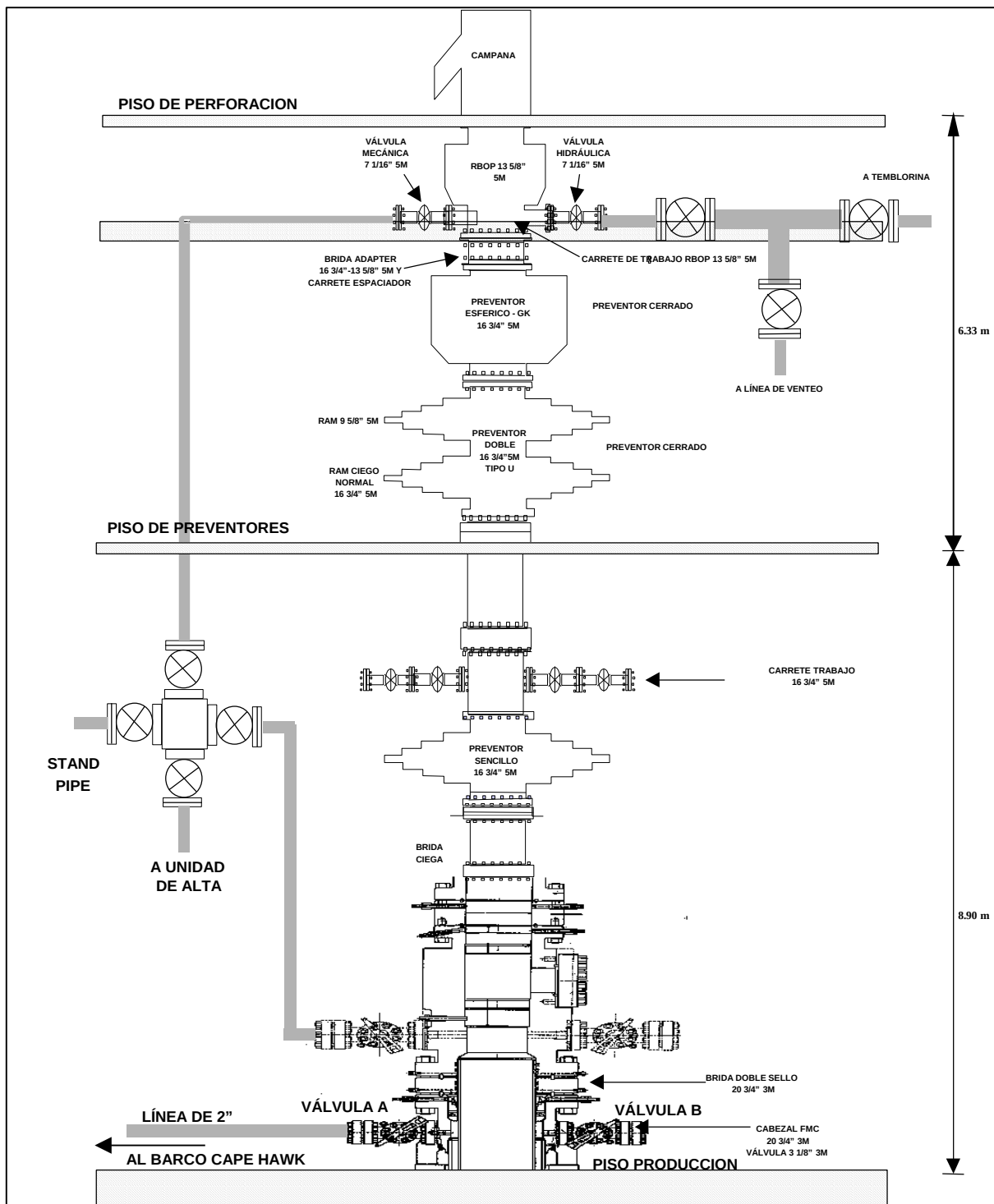


Fig. 5. Conexiones Superficiales del Pozo Cantarell 69-I.

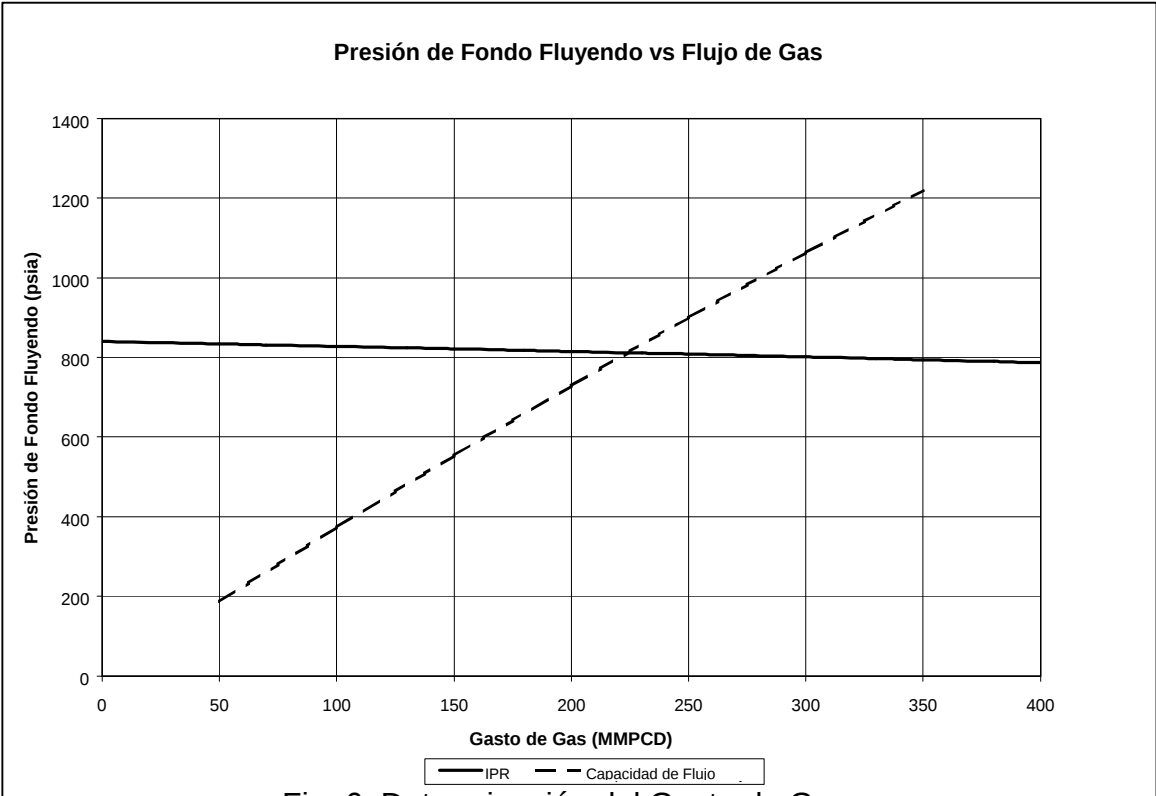


Fig. 6. Determinación del Gasto de Gas.

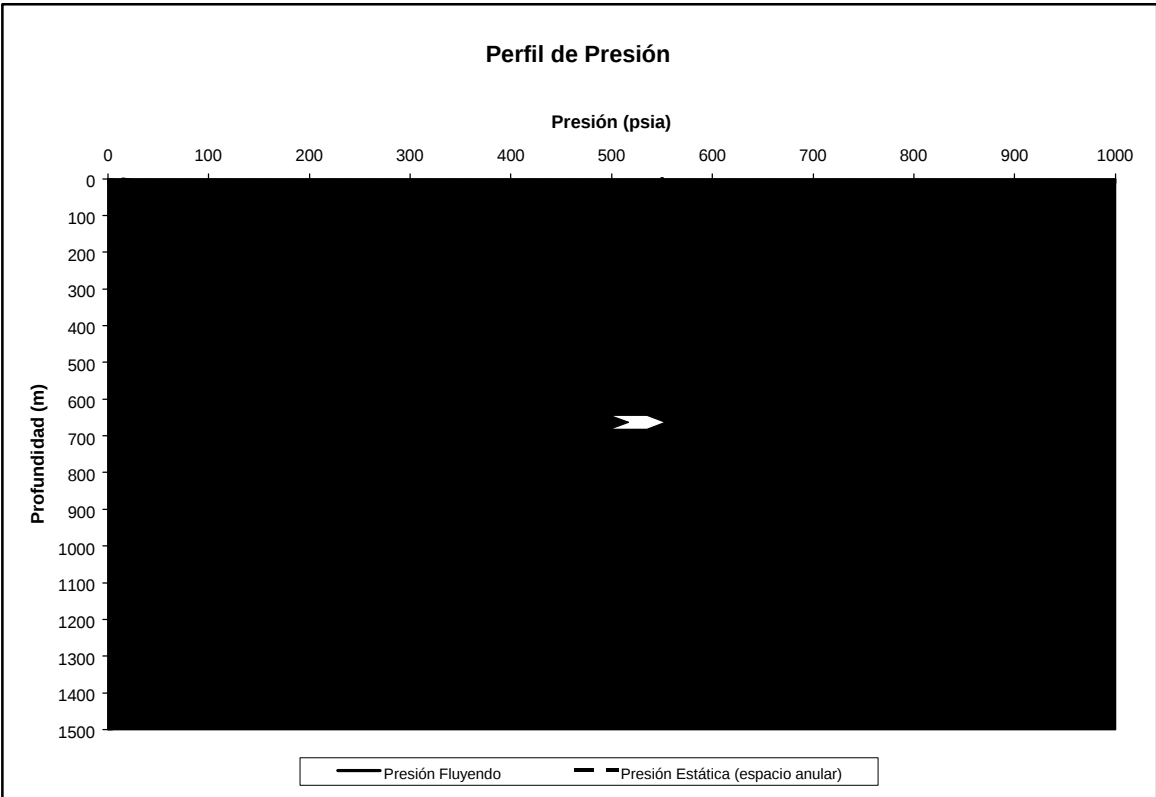


Fig. 7. Perfil de Presión en el Pozo.

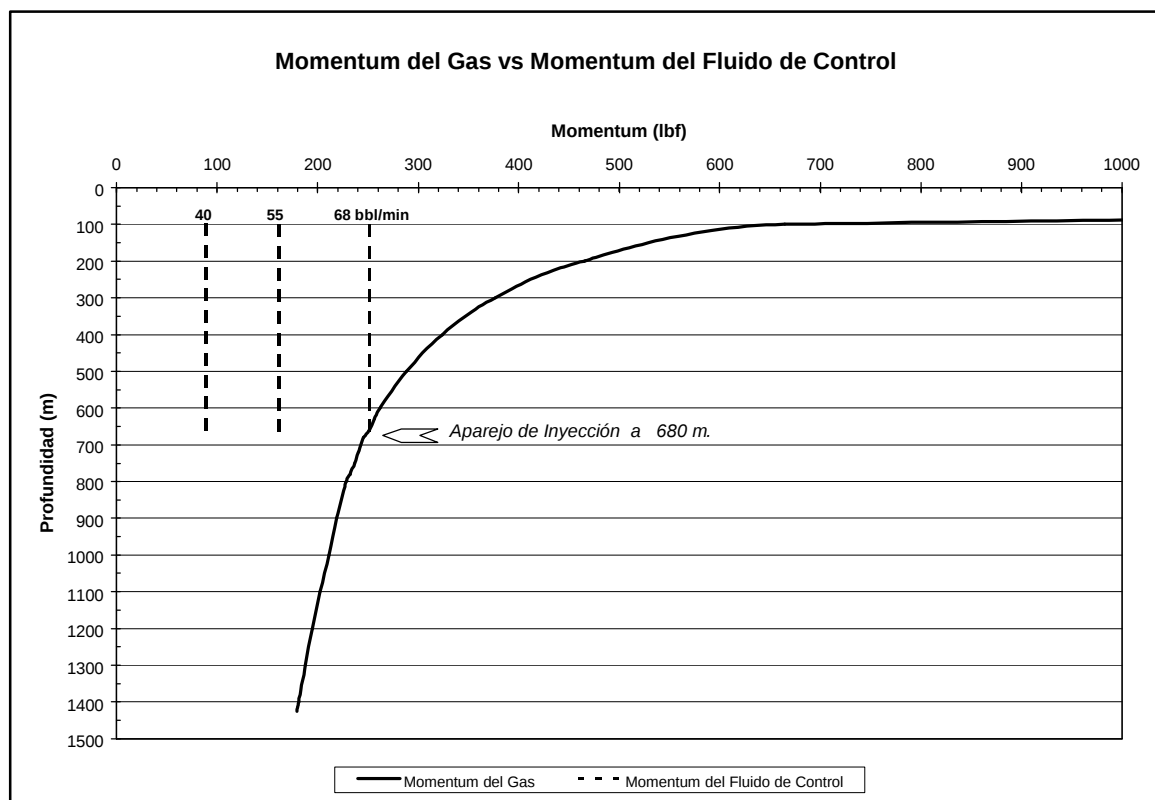


Fig. 8. Momentum del Gas y del Fluido de Control.

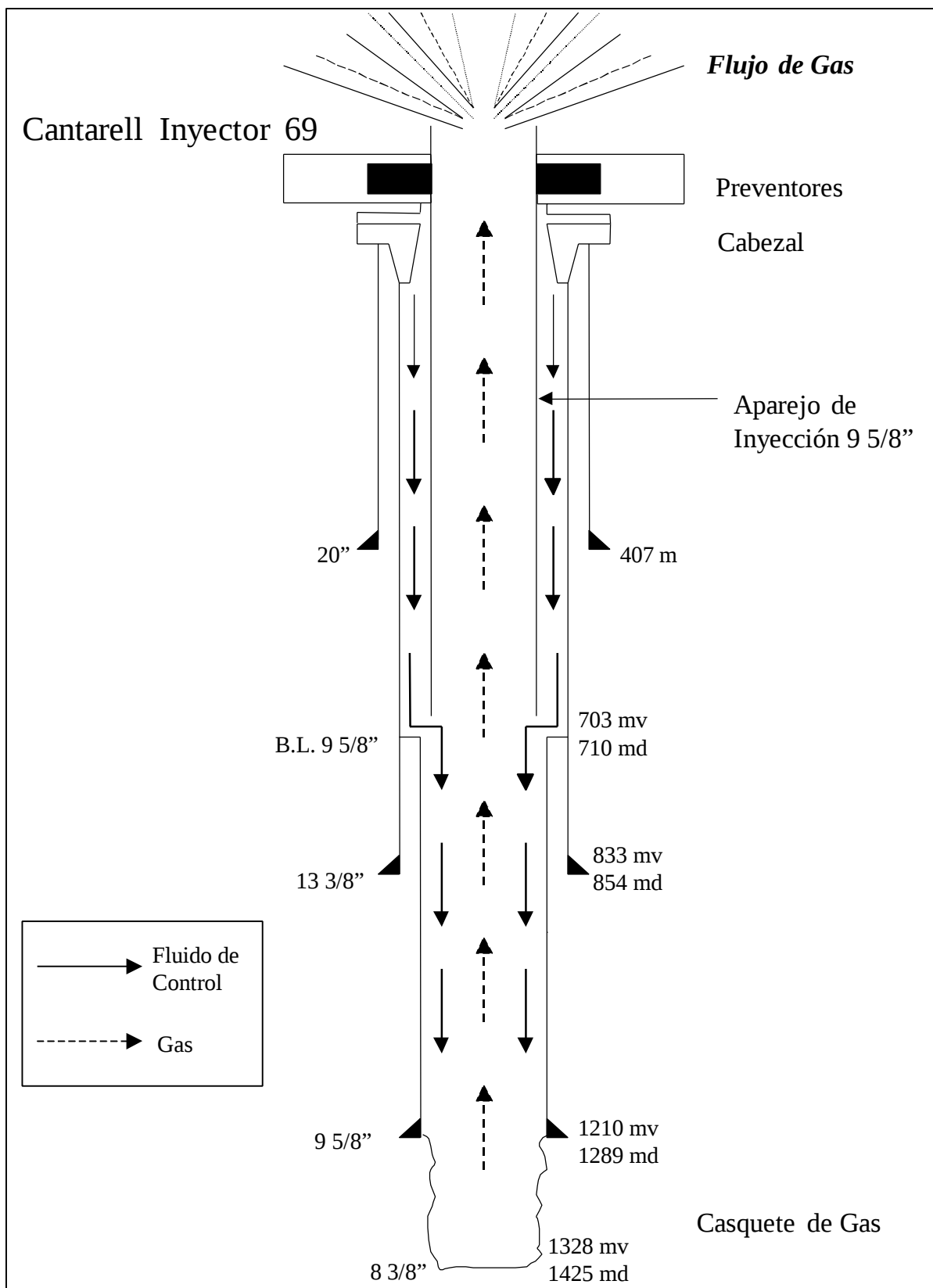


Fig. 9. Caso 1.

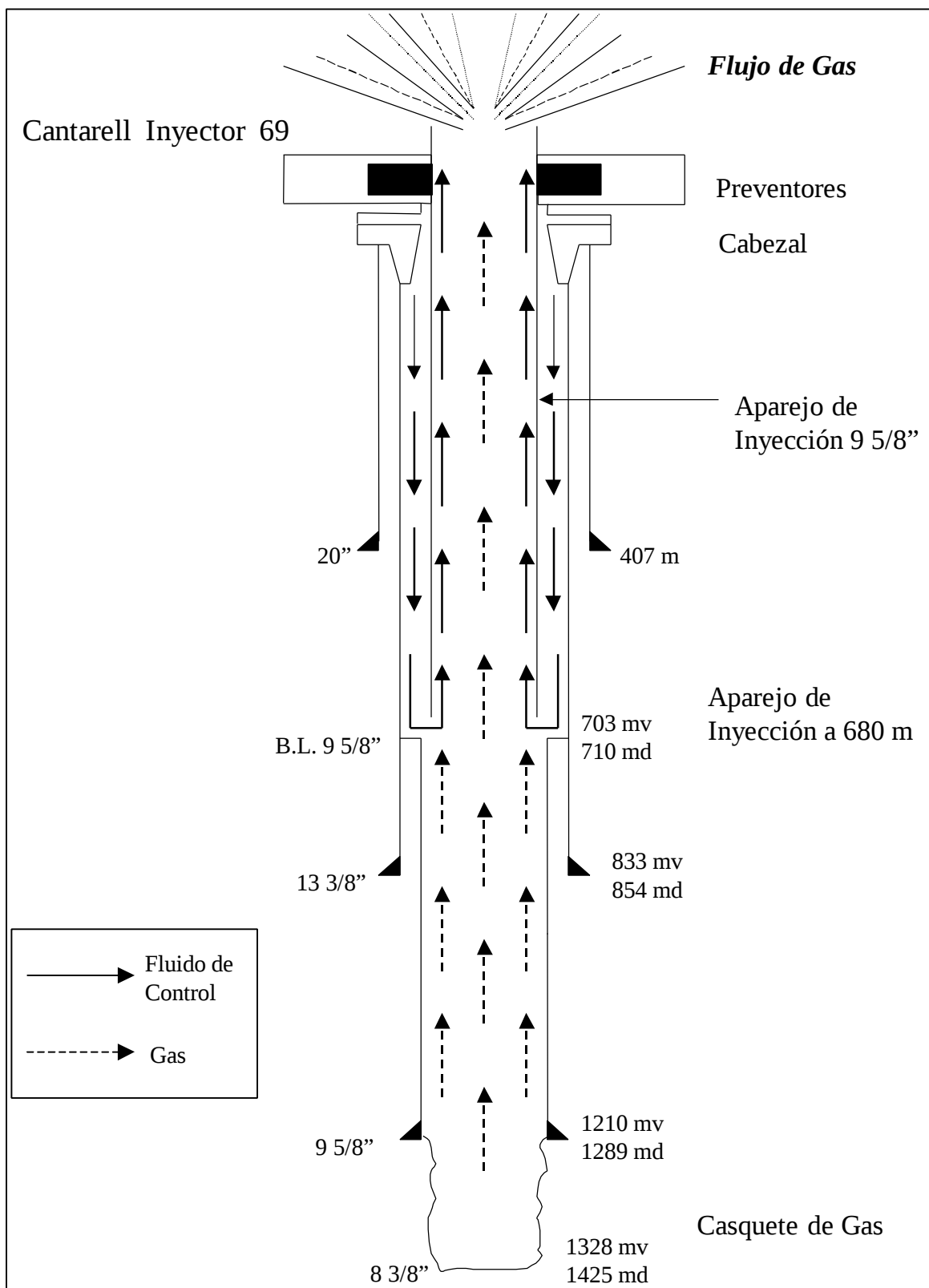


Fig. 10. Caso 2.

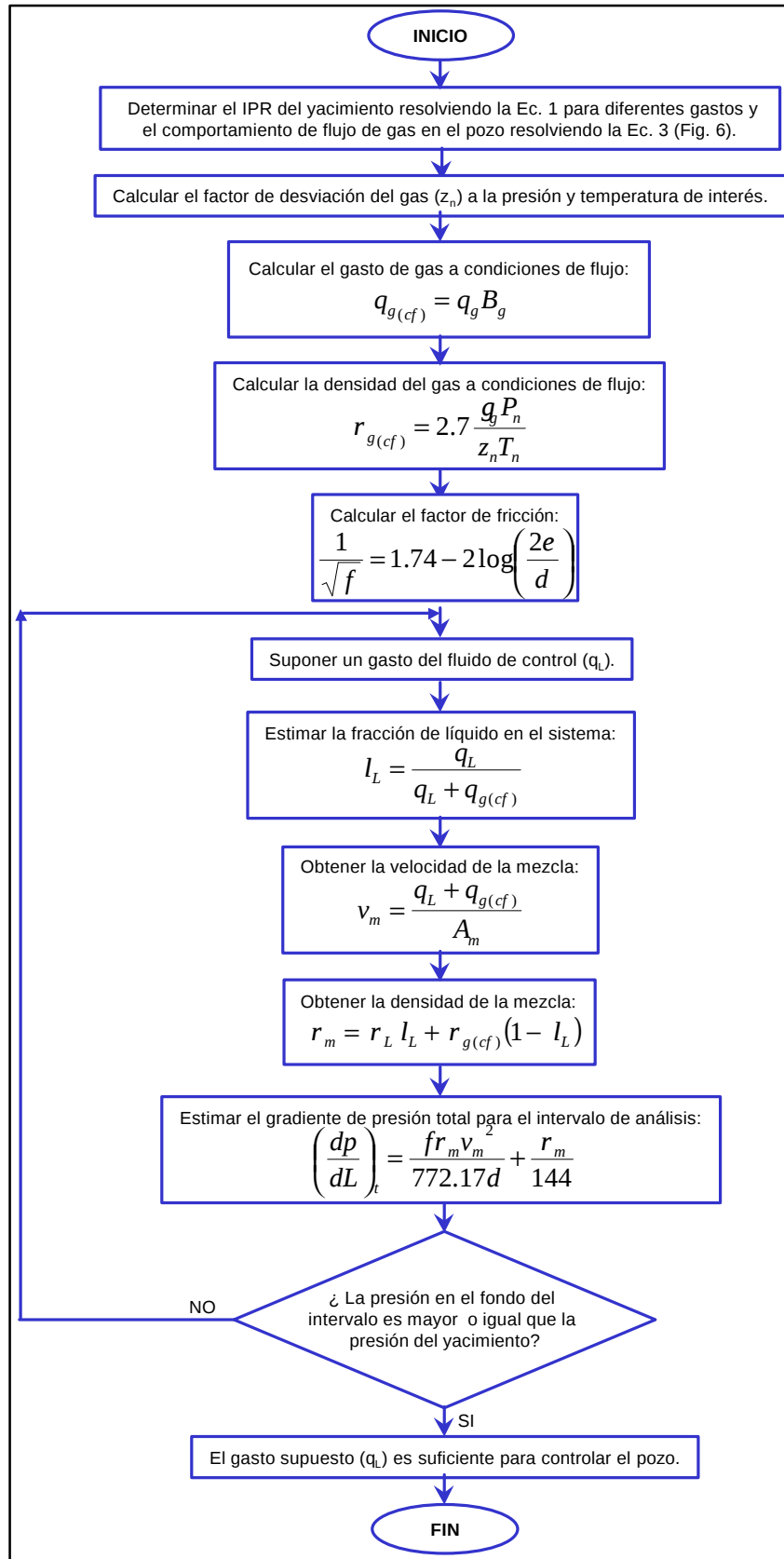


Fig. 11. Diagrama de Flujo para el Cálculo del Gasto de Control.

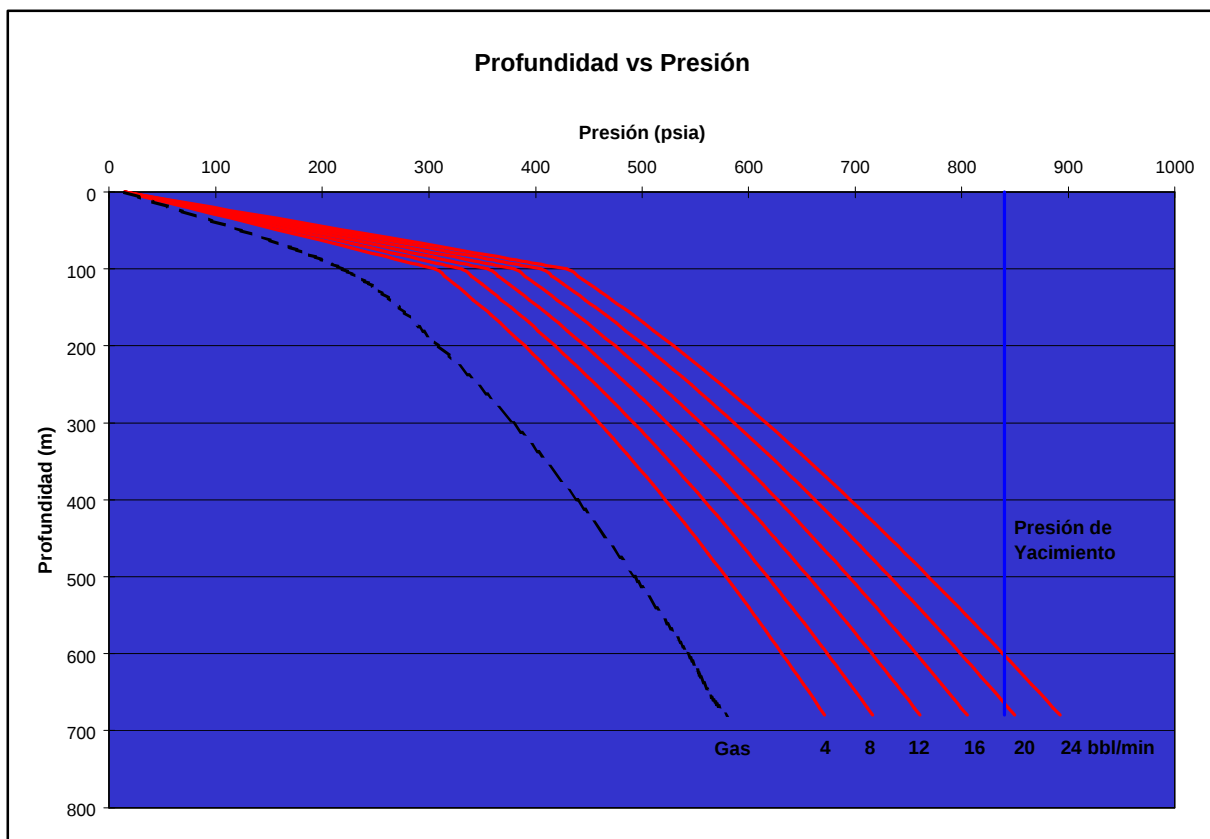


Fig. 12. Gasto de control.

NOMENCLATURA.

- A_g = Area de flujo del gas (pies²).
- A_L = Area de flujo del fluido de control (pies²).
- A_m = Area de flujo de la mezcla (pies²).
- B_g = Factor de volumen del gas (pies³/pies³ @ c.s.).
- d = Diámetro de la tubería (pulgadas).
- f = Factor de fricción (adimensional).
- g_c = Factor de conversión gravitacional ($32.2 \frac{lb_m \cdot pie}{lb_f \cdot seg^2}$).
- H = Longitud vertical en análisis (pies).
- h = Espesor de flujo del yacimiento (pies).
- k = Permeabilidad del yacimiento (mD).
- L = Longitud desarrollada en análisis (pies).
- M_g = Momentum del gas a la profundidad de interés (lb_f).
- M_L = Momentum del fluido de control (lb_f).
- p_1 = Presión superior del intervalo en análisis (psia).
- p_2 = Presión inferior del intervalo en análisis (psia).
- p_n = Presión a la profundidad de interés (psia).
- p_y = Presión de yacimiento (psia).
- p_{wf} = Presión de fondo fluyendo (psia).
- q_g = Flujo de gas (pies³/dia @ c.s.).
- $q_{g(cf)}$ = Gasto de gas a condiciones de flujo (pies³/seg @ P y T).
- q_L = Gasto de fluido de control (pies³/seg).
- r_e = Radio del yacimiento (pies).
- r_w = Radio del pozo (pies).
- T_y = Temperatura del yacimiento (°R).

- T_n = Temperatura a la profundidad de interés ($^{\circ}\text{R}$).
- v_m = Velocidad de la mezcla (pies/seg).
- m_g = Viscosidad del gas (cp).
- z_y = Factor de desviación del gas a condiciones de yacimiento (adimensional).
- z_n = Factor de desviación del gas a la profundidad de interés (adimensional).
- b = Parámetro de turbulencia.
- e = Rugosidad absoluta de la tubería (pulgadas).
- g_g = Gravedad específica del gas (adimensional).
- l_L = Fracción de líquido (adimensional).
- r_m = Densidad de la mezcla ($\text{lb}_m/\text{pies}^3$).
- r_L = Densidad del fluido de control ($\text{lb}_m/\text{pies}^3$).
- r_g = Densidad del gas ($\text{lb}_m/\text{pies}^3 @ \text{c. s.}$).
- $r_{g(cf)}$ = Densidad del gas a condiciones de flujo ($\text{lb}_m/\text{pies}^3 @ P \text{ y } T$).

AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen a todo el personal que colaboró en el exitoso control del pozo Cantarell 69-I, ya que sin su profesional intervención no se hubiera podido alcanzar el éxito en esta operación.

REFERENCIAS.

1. Aquino López, José Alberto, "El Gigante Cantarell: Un Ejemplo de Producción Mejorada", Boletín Informativo de la AIPM, Delegación Cd. del Carmen, Vol. 17, No. 32, Enero 2000.
2. Humberto Castro Martínez, José Luis González González, José Manuel Pavón Preve, "Perforación de pozos en casquete de gas para el desarrollo del Campo Cantarell, México", XI Congreso Latinoamericano de Perforación, Tomo III, Pags. 1087-1100, Buenos Aires, 25 al 29 de octubre de 1998.
3. Grace, Robert D., "Advanced Blowout & Well Control", Gulf Publishing Co., Houston (1994).
4. Adams, N. J. and Larry K., "Kicks and Blowout Control", Pennwell Publishing Co., Tulsa (1994).
5. Kouba, G. E. et al, "Advancements in Dynamic Kill Calculations for Blowout Wells", Paper SPE 22559, Drilling And Completion, September 1993.
6. Ikoku, Chi U., "Natural Gas Engineering", Pennwell Publishing Co., Tulsa (1980).
7. Fox, R. W. and McDonald A. T., "Introduction to Fluid Mechanics", John Wiley & Sons, Inc. 1992.
8. Brill J. P. and Mukherjee H., "Multiphase Flow in Wells", Monograph Volume 17, SPE, Richardson, Texas (1999).
9. Bourgoyne A. T. Jr., et al, "Applied Drilling Engineering", SPE, Richardson Texas, 1991.
10. Craft B. C. and Hawkins M. F., "Applied Petroleum Reservoir Engineering", Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ (1959).

CURRICULUM VITAE

M.I. CARLOS OSORNIO VÁZQUEZ. Egresado del Instituto Politécnico Nacional, donde obtuvo el título de Ingeniero Petrolero en 1972. Ingresó a Petróleos Mexicanos el 6 de junio de 1973 al Departamento de Perforación, Distrito Agua Dulce, desempeñándose como Químico auxiliar en la Sección de Tecnología de Perforación y posteriormente como auxiliar y Jefe de la Sección de Tecnología de Perforación en Villahermosa, Tabasco.

En el periodo de 1977 – 1978 realizó sus estudios de posgrado en la Universidad Nacional Autónoma de México, con especialidad en perforación. En 1979 fue movilizado a la Ciudad de México, donde se desempeñó como Coordinador de Tecnología de Perforación Marina, Jefe de la Unidad de Estudios Especiales de Perforación, Superintendente General de Desarrollo Tecnológico, Subgerente de Programación, Evaluación y Desarrollo Tecnológico, Subgerente de Desarrollo Tecnológico y Subgerente de Evaluación. En abril de 1993 ocupó el cargo de Gerente del Proyecto Pemex Perforación Marina (PPM), en Cd. del Carmen, el cual se enfocó a organizar e implantar a la Unidad de Perforación como una empresa filial. Posteriormente, ocupó el cargo de Subgerente de Tecnología de Perforación en Villahermosa, Tab., regresando a la Región Marina en octubre de 1995 nuevamente con el cargo de Gerente de la Unidad PPM. Desde 1996 a la fecha ocupa el cargo de Gerente de Perforación y Mantto. de Pozos de la División Marina.

Ha presentado conferencias de carácter técnico en foros nacionales e internacionales como congresos de la AIPM, COLAPER, entre otros. Es miembro y perito petrolero del CIPM, además de formar parte de la AIPM y la SPE.

CURRICULUM VITAE.

ING. HUMBERTO CASTRO MARTÍNEZ. Egresado del Instituto Politécnico Nacional, donde obtuvo el título de Ingeniero Petrolero en 1980. Ingresó a Petróleos Mexicanos en 1978 al Distrito Villahermosa, Departamento de Perforación, Sección Tecnología, donde se desempeñó como Ingeniero de Diseño, Ingeniero de Operación y Supervisor del Sistema "Teledrill".

En 1983 fue movilizadado al Distrito Cd. del Carmen donde se desempeñó como Inspector Técnico de Fluidos de Perforación, Ingeniero de Campo y como Representante de Pemex a bordo de plataformas autoelevables y semisumergibles. En el período 1990 – 1991, realizó estudios de posgrado en la Universidad Autónoma de México, en el área de perforación.

De 1992 a mayo de 1993 se desempeñó como Jefe de Ingeniería de Proyecto de Pozos del Departamento de Perforación en el Distrito Dos Bocas, Tabasco. En mayo de 1993 se incorporó al Proyecto denominado "Pemex Perforación Marina", como Coordinador de Ingenieros de Proyecto, ascendiendo a Superintendente de Ingeniería y Diseño en 1996.

A partir de octubre de 1997, se desempeña como Subgerente de Ingeniería en la Gerencia de Perforación y Mantenimiento de Pozos, División Marina. Ha presentado artículos técnicos en congresos de la AIPM, COLAPER y SPE. Es miembro del Colegio de Ingenieros Petroleros de México y de la Asociación de Ingenieros Petroleros de México.