

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“PROYECCION DE REQUERIMIENTOS EN EL SISTEMA
DE GAS PARA LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL, ENTRE
LOS AÑOS 1977 – 1982”**

INFORME TECNICO

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO EN PETRÓLEO

Presentado por:

Hugo Alejandro Chávez Morán

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año

1989

AGRADECIMIENTO

A la ESPOL en general y a la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra en particular, por la formación profesional que me otorgó.

DEDICATORIA

A mis Padres Luis Alejandro y Antonieta
Jacinta, por su eterno amor y protección.

A mis Hermanas Ana Aminta y Mélida
Fabiola por sus imperecedero apoyo.

A mi Esposa María Eugenia por su amor.

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Jorge Rengel Espinoza
DECANO FICT

Ing. Carlos Arnao Ramírez
VOCAL

Ing. Kléber Malavé Tomalá
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe Técnico, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Hugo Alejandro Chávez Morán

RESUMEN

El trabajo fue dividido en tres partes, siendo la primera la determinación del número de pozos económicamente óptimo a ser conectados a un múltiple de gas para levantamiento artificial, en la que estudiamos dos sectores escogidos arbitrariamente y que están poblados de pozos que no producen por gas de levantamiento. La segunda parte cubre el trabajo central del proyecto que es ver los posibles requerimientos de tendidos de líneas e instalación de múltiples de gas para levantamiento artificial, durante los años 1977 — 1982, para lo cual fue imprescindible hacer algunas asunciones debido a la falta de datos. La tercera parte se refiere a los efectos e implicaciones de la instalación de los nuevos múltiples en el actual sistema de gas para levantamiento artificial.

Para la realización del proyecto fue necesario contar con un programa “ploteador” en computadora, con el objeto de graficar los pozos que producen por flujo natural, por bombeo mecánico y de aquellos pozos que produciendo por flujo natural tienen instalados mandriles en la tubería.

En el desarrollo de la primera y segunda parte del trabajo, se usó el programa de computadora denominado PEN—120 a fin de obtener el sitio más económico para la instalación de múltiples de gas para levantamiento artificial.

En la tercera parte se utilizó el programa 3505 llamado “Steady State Network Analisis for Pipelines” (SNAP), diseñado por la Esso Mathematics and Systems Incorporated, que nos sirvió para simular el actual sistema de gas, observar los posibles problemas de despresurización del sistema y presentar alternativas de solución a los mismos.

En cada una de las partes se exponen las conclusiones y recomendaciones obtenidas.

INDICE GENERAL

	Pag.
Resumen	(i)
Indice General	(iii)
Introducción	1
Objetivo	2
I PARTE: Determinación del Número Optimo de Pozos a ser conectados a un Múltiple de Gas para Levantamiento Artificial.	3
Conclusiones	9
Recomendaciones	9
II PARTE: Requerimientos de Múltiples de Gas para Levantamiento Artificial y de Tendidos de Líneas, para los años 1977 a 1982.	11
Conclusiones	20
Recomendaciones	21
III PARTE: Efecto de la instalación de los nuevos Múltiples En el actual sistema de gas para Levantamiento Artificial	22
Conclusiones	34
Recomendaciones	35

INTRODUCCION

Siempre es necesario para la realización de obras que requieran una considerable inversión económica, tener una evaluación o un previo estudio que permita clarificar la factibilidad de los mismos. Esa ha sido nuestra tarea para el futuro requerimiento de múltiples de gas para levantamiento artificial del periodo comprendido entre 1977 y 1982.

Indudablemente, fue indispensable tener una comprensión global de los diferentes factores que rigen el complejo sistema de levantamiento artificial por gas en las actuales instalaciones de los campos de producción de LAGOVEN en Tiajuana - Venezuela

OBJETIVO

La idea fundamental que prevaleció para la ejecución del presente proyecto fue:

1. Detectar las zonas o sectores que potencialmente presentan pozos candidatos a producir por levantamiento artificial con gas, y así determinar las áreas más críticas en el supuesto de que sean integradas al sistema de gas para levantamiento artificial.
2. Visualizar las necesidades que aquello conlleva en lo que a instalación de líneas y múltiples se refiere.
3. Los requerimientos tanto técnicos como económicos que podrían presentarse.

Obviamente, por la variedad de datos asumidos, hacen que el trabajo tenga muchas limitaciones, pero no por ello deja de tener significación en los objetivos que persigue.

I PARTE
DETERMINACION DEL NÚMERO ÓPTIMO DE POZOS
A SER CONECTADOS A UN MULTIPLE DE GAS PARA
LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL

Para determinar la ubicación y el costo que tendría la instalación de un múltiple de gas para levantamiento artificial existe un programa de computadora, al que se le suministra los datos de:

- Localización de los pozos a ser conectados
- Localización de los posibles múltiples a conectarse.
- Costo unitario por pie de tendido de línea para los diferentes diámetros de tubería.
- Costo de la fundación y el paquete para el nuevo múltiple.
- Costo de los verticales para los diferentes diámetros de tuberías.

Mediante una serie de iteraciones (1000) en una retícula de coordenadas arbitrarias que asume el programa, nos entrega los resultados siguientes:

- Longitud, diámetro y costo de los tendidos de líneas para cada pozo.
- Localización económicamente óptima del múltiple.
- Costo total de la instalación del múltiple de gas para levantamiento artificial.

Este programa se lo denomina y así se hará en adelante, PEN—120. En la realización de este trabajo, los valores utilizados en todos los cálculos de costos para la instalación de líneas y múltiples, fueron obtenidos en base a los de la tabla 1.

TABLA 1

- Bs. 9.00/Pié de tendido de tubería de 2”
- Bs. 13.60/Pié de tendido de tubería de 3’
- Bs. 31.40/Pié de tendido de tubería de 6”
- Bs. 11600/Vertical para tubería de 2”
- Bs. 11600/Vertical para tubería de 3”
- Bs. 16600/Vertical para tubería de 6”
- Bs. 10300/Válvula Merla en caso de enganche en la conexión.
- Bs. 426800/Por el Paquete y la Fundación del Múltiple

Indudablemente estos costos variarán con el tiempo, pero asumimos que serán variaciones proporcionales entre sí, y por consiguiente no habrá mayor cambio en la determinación del punto óptimo para la localización de un múltiple, ni afectarán a las comparaciones ni conclusiones que de éstos costos totales se deriven. De no ser así, (que la variación de los costos no sean proporcionales), será necesario hacer nuevos corridos de PEN-120.

Para efectos de esta parte del trabajo, se escogieron arbitrariamente dos sectores con diferentes densidades de pozos que no producen por levantamiento artificial con gas, un sector del área LL-Pesado y el otro comprendido entre las áreas L-370 y LL-453.

Sector del Área LL—Pesado

Este sector se encuentra en la parte Este del área LL-Pesado, y cubre parcialmente las aguas 230 - 240 - 241- 242 - 243 – 244 - 245 - 246 - 282 y 283, tiene aproximadamente 200 pozos, que fueron agrupados en zonas de 20, 30 y 40 pozos. En esta forma se obtuvieron:

- 1) Diez grupos de 20 pozos, que se los denominó zonas No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.
- 2) Seis grupos de 30 pozos, que se los llamó zonas U, V, W, X, Y y Z.
- 3) Cinco grupos de 40 pozos, que corresponden a las zonas A, 8, C, D y E

Para cada una de las zonas de los diferentes grupos de pozos, se hizo un corrido del PEN-120.

A continuación se muestran los resultados de los costos totales de instalación de múltiples para cada zona:

1. Costo Total de Múltiples para Grupos de 20 Pozos:

ZONA	LOCALIZACION DEL MULTIPLE	MULTIPLE DE CONEXIÓN	COSTO TOTAL (BS.)
Nº 1	LL-ZEF-321-A	M-LL-120	1.211.034
Nº 2	LL-C-23	M-LL-ZEF-321 A	1.311.347
Nº 3	LL-ZG-24 A	M-LL-120	1.224.653

ZONA	LOCALIZACION DEL MULTIPLE	MULTIPLE DE CONEXIÓN	COSTO TOTAL (BS.)
Nº 4	LL-J-127	LL-525	1.220.129
Nº 5	LL-G-126 A	M-LL-120	1.319.360
Nº 6	LL-ZE-326 A	M-LL-G-126-A	1.393.638
Nº 7	LL-DE-329 A	M-LL-ZE-326 A	1.222.889
Nº 8	LL-ZHI-330 A	M-LH-1-13	1.135.499
Nº 9	LL-E-131 A	M-LL-G-34 A	1.216.014
Nº 10	LL-G-34 A	M-LH-1-13	1.288.143
COSTO GLOBAL BS.			12.542.706

2. Costo Total de Múltiples para Grupos de 30 Pozos

U	LL-F-22 A	M-LL-120	1.975.171
V	LL-ZCD-323	M-LL-120	1.936.021
W	LL-IJ-327	LL-525	1.802.346
X	LL-ZG-28	M-LL-IJ-327	2.263.133
Y	LL-ZE-330	M-LL-ZFG-333	2.655.250
Z	LL-ZFG-33	M-LH-1-13	1.815.397

COSTO GLOBAL BS. 12.447.318

3. Costo Total de Múltiples para Grupos de 40 Pozos

A	LL-ZFG-322 A	M-LL-120	2.348.686
B	LL-ZCD-324 A	M-LL-120	2.615.395
C	LL-ZH-27 A	LL-525	2.547.462
D	LL-ZFG-329 A	M-LH-1-13	3.628.642
E	LL-ZF-332	M-LH-1-13	2.395.941

COSTO GLOBAL BS. 13.536.126

Vale anotar que en ciertos casos se asumió como múltiple de conexión, algunos que forman parte de la misma división de grupos de pozos, tal es el caso de las zonas No. 2, 6, 7, X y Y.

De los costos globales mostrados se puede ver que la agrupación de 40 pozos presenta la de costo más elevado, superando en cerca de un millón de bolívares a los costos de las agrupaciones de 20 y 30 pozos. El costo global para los múltiples de los grupos de 20 pozos supera en una cantidad insignificante al de la agrupación de 30 pozos, pero el primero tiene la ventaja de que su instalación (por tener sólo 20 pozos conectados) posee mayor capacidad de aceptar más enganches de pozos que el del grupo de 30 pozos.

Por lo anterior se puede concluir que 20 es el número óptimo de pozos a ser conectados a un múltiple de gas para levantamiento artificial.

Sector Compreendido entre las Areas L-370 y LL-453

Este sector se encuentra en la parte Oeste entre las áreas L-370 y LL— 453, cubre aproximadamente 56 pozos que no producen por levantamiento artificial. En este caso fueron agrupados en dos zonas, cuya denominación y cantidad de pozos es la siguiente

1ra. ZONA

<u>DENOMINACION DEL AREA</u>	<u>CANTIDAD DE POZOS</u>
L-370	31
LL-453	25

2da. ZONA

<u>DENOMINACION DEL AREA</u>	<u>CANTIDAD DE POZOS</u>
LL-370 Superior	19
LL-370 Intermedia	22
LL-453 Inferior	15

Igualmente como en el caso anterior, hicimos corridos del programa PEN-120 para cada una de las áreas.

A continuación se presenta los resultados de los costos totales de instalación de múltiples para cada área.

1ra. ZONA

AREA	LOCALIZACION DEL MULTIPLE	MULTIPLE DE CONEXIÓN	COSTO TOTAL (BS.)
L-370	LL-AE- 8 A	LL-715	3.099.130
LL-453	LL-AK-14 A	LL-957	2.851.937
COSTO GLOBAL BS.			5.951.067

2da. ZONA

LL-370 Superior	LL-ADAE-305	M-LL-676	1.787.570
LL-370 Inferior	LL-AGAH-311	M-LL-948	2.142.541
LL-453 Inferior	LL-ZAN-317	LL-957	1.643.161
COSTO GLOBAL BS.			5.573.272

Comparando los costos globales de cada zona de grupos de pozos, observamos claramente que la zona que menos costo global presenta es la segunda, que tiene un promedio de ± 20 pozos por área, por lo que obviamente la conclusión es la misma que en el caso anterior.

Conclusiones

1. El hecho de haber escogido para la elaboración de este estudio, 2 sectores de diferentes densidades de pozos permite tener gran confiabilidad en los resultados obtenidos, pudiéndose observar muy claramente, que 20 es el número óptimo de pozos que deben de conectarse a un múltiple de gas para levantamiento artificial.
2. De la misma manera se deduce que es preferible por ser más económico, instalar dos múltiples para 40 pozos, antes que uno para el mismo número de pozos.
3. Lo que prevalece en el costo de la instalación de un múltiple es la distancia a la que se encuentran los pozos conectados, es decir que más influencia tiene el costo de tendidos de líneas, fundamentalmente de la línea troncal de conexión, que el costo de la fundación y el paquete del nuevo múltiple.

Recomendaciones

1. Por los criterios arriba expuestos es de desear que en el futuro no se utilicen más de 20 localizaciones de pozos para la ubicación de una nueva instalación de múltiple de gas para levantamiento artificial, pues incluir ms pozos equivaldría a elevar el costo unitario por pozo. En todo caso, vale la pena evaluar diferentes alternativas cuando se tenga necesidad de diseñar la conexión para ms de 20 pozos situados en un mismo sector.

2. Por las conclusiones obtenidas en esta parte del trabajo, debería hacerse un estudio similar para el tendido de líneas de los pozos a los múltiples recolectores de flujo y ver a que resultados se llegan.

II PARTE

REQUERIMIENTOS DE INSTALACION DE MULTIPLES Y LINEAS PARA GAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL ENTRE LOS AÑOS 1977 A 1982

En esta parte se trata de establecer la longitud, diámetros, costos y número de líneas para el suministro de gas a los pozos que producirán por levantamiento artificial con gas a partir del año 1977 a 1982. Así mismo, determinar 1 localización y costo de instalación de los múltiples que se diseñarán en los mismos años.

Para hacer esta evaluación es necesario obtener o establecer los datos siguientes:

- A. Las localizaciones a perforarse en cada uno de los años hasta 1982.
- B. Los pozos que cambiarían su actual método de producción a levantamiento artificial con gas en cada uno de los años hasta 1982.
- C. La actual capacidad disponible para la conexión de nuevos tendidos de líneas en los múltiples existentes.

Pero evidentemente no se cuenta con datos tan precisos, a excepción de la parte C y para el año 1977 de la parte A, ya que se tiene el Programa de Perforación de Desarrollo para ese año.

Por consiguiente fue necesario hacer deducciones y asunciones para poder realizar dicho estudio. En consecuencia, los métodos empleados en la obtención de estos datos constituyen materia fundamental en el desarrollo de esta parte del trabajo.

A. Localizaciones a Perforarse por Año en el Periodo 1978 a 1982

A fin de obtener el listado de las localizaciones de los pozos a perforarse por año, se tomó como base diferentes variables de las que asumimos dependerá el futuro desarrollo de perforación de pozos, las mismas que son:

- a) Ganancia de disponibilidad de crudo anual para cada segregación por el aumento de esfuerzo por perforación.
- b) Localizaciones remanentes en los yacimientos.
- c) Potencial de flujo esperado (AFP) de las localizaciones remanentes.
- d) Clase de segregación que producirán las mismas localizaciones remanentes.

La más importante de las variables es la a) porque de ella se asumen que dependen los datos b), c) y d). Por lo tanto es necesario predecir la ganancia de disponibilidad de crudo por el aumento de esfuerzo por perforación para cada año hasta 1982, para lo cual se tomó como referencia las ganancias predichas por PRM para el año 1978.

En la obtención de la ganancia de la disponibilidad de crudo por esfuerzo de perforación para los años 1978 a 1982, se encontraron las limitaciones siguientes:

- a) No se pudo contar con todas las clases de segregaciones, debido a la falta de yacimientos con localizaciones remanentes.
- b) No fue posible considerar constante - como originalmente fue la idea - los valores de la ganancia de disponibilidad de crudo por esfuerzo de

perforación para cada uno de los años de nuestro interés, debido también a la falta de localizaciones remanentes en algunos yacimientos.

Por las limitaciones expuestas, los valores asumidos de ganancia de la disponibilidad de crudo para los años 1978 a 1982 son especulativos debido a la carencia de datos que hacen imposible tener una mejor asunción.

El cuadro No. 2 muestra los valores de la ganancia de la disponibilidad de crudo por el aumento de esfuerzo por perforación predichos por PRM para el año 1978 y los asumidos para los años 1979 a 1982, con sus respectivos yacimientos.

Las localizaciones que serian perforadas por cada año, entre el período 1978 a 1982 fueron escogidos en función del potencial de flujo esperado (AFP) en cada una de las segregaciones.

Vale anotar, que se definió como longitud estimada el promedio de las longitudes de las líneas por múltiple, para lo cual fue necesario correr un programa de Mark IV. Estas longitudes promedias nos sirvió para determinar los costos totales de tendidos de líneas por área y por año que es lo que realmente nos interesa.

CUADRO No. 2

**GANANCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE CRUDO ANUAL POR SEGREGACIÓN
POR EL AUMENTO DE ESFUERZO POR PERFORACIÓN**

SEGRE- GACIÓN	Año - 1978*		Año 1979		Año 1980		Año 1981		Año 1982	
	YACIMIENTOS	MBPD	YACIMIENTOS	MBPD	YACIMIENTOS	MBPD	YACIMIENTOS	MBPD	YACIMIENTOS	MBPD
TM	B-4-X.15 LL-3 B-7-X.11 B-5-X.6 B-5-X.9	8.1	B-4-X.15 B-3-X.36 LL-3 B-5-X.6 B-5-X.1 B-7-X.7 B-7-X.4	8.1	LL-3 B-4-X.9 B-3-X.36 B-4-X.10	8.1	LL-3 B-4-X.15 B-3-X.36 B-4-X.10	8.0	LL-3 B-5-X.6 B-5-X.9 B-5-X.1 B-7-X.4 B-4-X.15	5.0
SM	B-4-X.28 B-2 B-2-X.71 B-2-X.10 B-4-X.28 BASUP-57	14.15	B-2	2.9	B-2	2.9	B-2	9.75	-	-
RM	B-1-X.17 B-6-X.22 B-6-X.2 B-6-X.29 B-5-X.3 B-1-X.3	10.3	B-1-X.3 B-6-X.29 B-6-X.22 B.6-X.2 B-7-X.38 B-1-X.17 B-5-X.3 B-6-X.1	8.45						
BH	B-2	4.8	B-2	2.85	B-2	2.9	B-2	9.95	-	-
LL	C-4-X.1 C-4-X.3 B-9-X.1	3.25	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) Estimado por PRM para el año 1978

En el caso de líneas conectadas a múltiples nuevos, la longitud que se consideró fue la longitud promedio (cuadro No. 5) de las líneas de terminadas en el corrido del PEN—120. La denominación de los múltiples nuevos es hecha de acuerdo a su retícula de localización y en los Listados No. 1 y No.2 están señalados con (1), (2), (3), (4), (5) y (6), para los años 1977, 1978, 1979, 1980, 1981 y 1982 respectivamente.

B. Pozos que Cambiarán su método de Producción a Levantamiento Artificial con Gas en el Período 1977 a 1982.

Debemos establecer cualitativa y cuantitativamente los pozos a los que se les tenderá línea de gas debido a su cambio de método de producción a levantamiento artificial con gas. Para la deducción cuantitativa se tomó como referencia los tendidos de líneas hechos por área de gas lift, desde 1974 a la fecha. El cuadro No. 3 muestra lo expresado y lo asumido para el año 1977 cuyos valores los consideramos constantes hasta 1982. Con el fin de tener una mayor facilidad para la determinación de estos pozos, agrupamos las áreas PB-MIO con TJ-319 y TJ—102 con LL—370, que se encuentran en la última columna del citado cuadro.

CUADRO No. 3

NUMERO DE POZOS QUE CAMBIARON DE MÉTODO DE PRODUCCIÓN A LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL CON GAS

ÁREA	AÑO 1974	AÑO 1975	AÑO 1976	AÑO 1977	AGRUPACIÓN DE ÁREAS AÑOS 1977 A 1982
PB-MIO	29	16	29	29	39
TJ-319	11	9	-	10	
TJ-102	4	1	2	3	9
LL-370	12	4	6	6	

CUADRO No. 3 (Continuación)

ÁREA	AÑO 1974	AÑO 1975	AÑO 1976	AÑO 1977	AGRUPACIÓN DE ÁREAS AÑOS 1977 A 1982
LL-453	8	6	2	7	7
SWB	8	6	7	8	8
CENTRAL	20	-	4	10	10
INTERFIELD	13	2	4	8	8
LL-SUR	5	6	42	40	40

Para la deducción cualitativa de los pozos a los que se les tendería líneas de gas por año, se tomó en cuenta el siguiente orden de prioridad:

- 1) Pozos vecinos a las localizaciones a perforarse, obtenidas por año anteriormente.
- 2) Pozos que estando produciendo por flujo natural tienen instalación de mandriles para levantamiento artificial con gas.
- 3) Pozos que están produciendo por flujo natural.
- 4) Pozos que están produciendo por bombeo mecánico.

Igualmente como en el caso anterior, las longitudes estimadas son los promedios de las longitudes de las líneas por múltiple. Similarmente, estas longitudes estimadas sirvieron para determinar los costos totales de tendidos de líneas por área y por año. Y en el caso de líneas conectadas a múltiple nuevos, la longitud que se consideró fue la longitud promedio (Cuadro No. 5), de las líneas determinadas en el corrido del PEN—120. La denominación de los

múltiples nuevos es hecha de acuerdo a su retícula de localización y están señalados con (1), (2), (3), (4), (5) y (6), para los años 1977, 1978, 1979, 1980, 1981 y 1982 respectivamente.

REQUERIMIENTOS DE MULTIPLES PARA GAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL EN EL PERIODO 1977 a 1982

Habiéndose determinado los pozos a los que se les tendería línea, no fue difícil determinar nuevos múltiples cuando el caso lo requería. El cuadro No. 4 muestra la longitud total y costos de los tendidos de líneas por año y por área de levantamiento.

El cuadro No. 5 contiene el listado de los nuevos múltiples a instalarse, año de instalación, localización, concesión, múltiple a conectarse, longitud y diámetro de la línea de conexión y el costo de la instalación incluyendo el valor de la línea de conexión, los verticales, paquete y fundación del nuevo múltiple.

CUADRO No. 4
REQUERIMIENTOS DE TENDIDO DE LINEAS
(LONGITUD Y COSTOS) PARA LOS AÑOS 1977 - 1982
AREAS DE GAS DE LEVANTAMIENTO

AÑO	SITUACION	TJ-319 Y PB-MIO			LL-370 Y TJ-102			LL-453			LL-PESADO			BA-INTERCAMPO			BA-CENTRAL			SW3			LONG		COSTO
		LONG (PIES)	DIA. (PLG)	COSTO (BS)	LONG (PIES)	DIA. (PLG)	COSTO (BS)	LONG (PIES)	DIA. (PLG)	COSTO (BS)	LONG (PIES)	DIA. (PLG)	COSTO (BS)	LONG (PIES)	DIA. (PLG)	COSTO (BS)	LONG (PIES)	DIA. (PLG)	COSTO (BS)	LONG (PIES)	DIA. (PLG)	COSTO (BS)	TOTAL (PIES)	DIA. (PLG)	TOTAL (BS)
1977	(1)*																						417334	2	3.756.006
																							43900	3	642.240
	(2)	150806	2	1.357.254	42607	2	383463	31027	2	279.243	97305	2	875.745	20901	2	188.109	16207	2	145.863	24563	2	221.067	383416	2	3.450.744
																							800750	2	7.848.990
1978	(1)	124829	2	1.123.461	9016	2	81144	90745	2	816.705	159052	2	1.431.468	11070	2	99.630	78662	2	707.958	-	2		473374	2	4.260.366
	(2)	156243	2	1.406.187	40649	2	365841	29121	2	262.089	95389	2	858.501	16819	2	151.371	18129	2	163.161	20374	2	183.366	376724		3.390.516
																							850098		7.650.882
1979	(1)	190384	2	1.713.456	28311	2	254799	50848	2	457.632	-	2		-	2		59022	2	531.198	5108	2	45.972	333673		3.003.057
	(2)	147674	2	1.329.066	46456	2	418104	27123	2	244.107	86496	2	778.464	12768	2	114.912	21285	2	191.565	23523	2	211.707	365325		3.287.925
																							698998		6.290.982
1980	(1)	124054	2	1.116.486	-	2		4743	2	42.687	12086	2	108.774	-	2		56128	2	505.152	-	2		197011		1.773.099
	(2)	93028	2	837.252	29496	2	265464	33665	2	302.985	97558	2	878.022	6340	2	57.060	16294	2	146.646	15465	2	139.185	291846		2.626.614
																							488857		4.399.713
1981	(1)	105394	2	948.546	25395	2	228555	23715	2	213.435	-	2		17764	2	159.876	159073	2	1.431.657	-	2		331341		2.982.069
	(2)	94493	2	850.437	26588	2	239292	37263	2	335.367	109359	2	984.231	-	2		17540	2	157.860	-	2		285243		2.567.187
																							616584		5.549.256
1982	(1)	27380	2	246.420	5079	2	45711	74910	2	674.190	-	2		-	2		-	2		-	2		107369		966.321
	(2)	41284	2	371.556	24376	2	219384	32962	2	296.658	96973	2	872.757	-	2		16896	2	152.064	-	2		212491		1.912.419
																							319860		2.878.740

(1) PERFORACION DE LOCALIZACIONES

(2) CAMBIOS DE METODOS DE PRODUCCION

* SEGÚN PROGRAMA DE PERFORACION DE DESARROLLO DEL 24-11-76

CUADRO No. 5

**INSTALACIÓN DE MÚLTIPLES PARA GAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL
EN EL PERIODO 1977 – 1982**

<u>AÑO</u>	<u>LOCALIZACIÓN</u>	<u>CONCESIÓN</u>	<u>CONECTADO AL</u>	<u>LONGITUD CONEXIÓN</u>	<u>COSTO</u>	<u>LONGITUD PROMEDIA</u>	<u>PEN -120</u>	<u>PAGINAS DEL APENDICE B</u>
1977	LR-0-4A *	89	M-TJ-3-7	6882 ¹	642.894.8	3112 ¹	LR-Aguas 88-89-91	B-44
1977	TJ-E-23 A	192	M-TJ-259	8261 ¹	686.195.4	2935 ¹	TJ- Agua 192 y 194	B-47
1977	TJ-ZZ-322A	102	M-TJ-476	4289 ¹	431.120.4	3647 ¹	TJ-102	B-50
1977	LL-AGAH-311	229	M-LL-948	6845 ¹	641.733	5120 ¹	LL-370 (Intermedia)	B-52
1977	LL-G-126 A *	245	M-LL-120	5075 ¹	586.155	2399 ¹	LL- Heavy Zona 5	B-54
1977	BA-L-69 A *	370	M-B-157	4039 ¹	553.624.6	2743 ¹	BA- Agua – 370	B-56
1978	LL-ADAE- 305	224	M-LL-676	8952 ¹	707.892.8	4508 ¹	LL-370 (Superior)	B-58
1978	LL-ZAN-317	273	LL-957	14495 ¹	881.943	3975 ¹	LL-453 (Inferior)	B-60
1978	LL-ZXY-316	251	M-LL-991	7876 ¹	674.106.4	3530 ¹	LL-Agua- 251	B-62
1978	LL-J-127	245	LL-525	2945 ¹	519.273	2513 ¹	LL-Heavy Zona 4	B-64
1978	BA-M-166	366	M-B-157	2727 ¹	512.427.8	2128 ¹	BA- Agua- 366	B-66
1979	PB-U-14 A	95	M-TJ-3-5	2927 ¹	518.707.8	3234 ¹	PB- Agua -95	B-68
1979	TJ-Q-25 A	215	M-TJ-3-10	3285 ¹	529.949	1974 ¹	TJ-Agua – 215	B-70
1979	TJ-ZV-25 A	212	M-TJ-420	2119 ¹	493.336.6	2146 ¹	TJ-Agua – 212	B-72
1979	LL-ZD-29	243	M-LH-1-13	8369 ¹	689.586.6	2043 ¹	LL-Heavy Zona 7	B-74
1979	BA-ZKL-372	373	M-B-647	3042 ¹	522.318.8	3279 ¹	BA-Agua 373	B-76
1980	PN-ZNO- 310	96	M-PB-46	2723 ¹	512.302.2	2278 ¹	PB-Agua 96	B-79
1980	LR-R-7 A	82	M-TJ-3-7	6280 ¹	623.992	2787 ¹	LR-Agua 82-91-88	B-81
1980	BA-ZIJ-373 A	372	M-B-647	1267 ¹	466.583.8	2122 ¹	BA- Agua 372	B-83
1981	BA-GH-370	371	M-B-647	5489 ¹	599.154.6	2816 ¹	BA-Aguas 370-371	B-85
1981	BA-ZJK-364 A	366	M-B-1-10	3272 ¹	529.541.8	1904 ¹	BA- Aguas 363-343	B-87
1982	LL-G-34 A	282	M-LH-1-13	5735 ¹	606.879	2404 ¹	LL-Heavy Zona 10	B-89

(*) Constan en el Presupuesto de 1977

Nota: - En el caso se incluye el valor de la línea de conexión, paquete y fundación, con los valores de la tabla 1.

- Se consideró 6" de diámetro en las líneas de conexión.

Conclusiones:

1. En la determinación de nuevas instalaciones de líneas para gas de levantamiento artificial fue necesario establecer:
 - a. Las localizaciones a perforarse, y
 - b. Los pozos que cambiarán su método de producción a levantamiento artificial con gas.

Para lo cual fue indispensable hacer asunciones y deducciones.

2. La mayor limitación es la falta de yacimientos con localizaciones remanentes, que imposibilitan tener una asunción más acertada de los pozos a perforarse por año.
3. La determinación de los nuevos múltiples a instalarse dependió de la cantidad de pozos que se les tenderían líneas para gas de levantamiento artificial.
4. Los campos que presentan áreas potencialmente con pozos candidatos a producir por levantamiento artificial con gas son:
 - a) La Rosa, principalmente con pozos en bombeo mecánico, en la que se determinó la instalación de 2 múltiples.
 - b) Tía Juana y Punta Benítez, con pozos en flujo natural, y en el sector Sureste de Tía Juana con pozos en bombeo mecánico. En estos campos se determinó la instalación de 6 múltiples, 5 de los cuales fue debido al tendido de líneas a localizaciones a perforarse.

c) Lagunillas, con pozos en flujo natural y en su sector Sureste con pozos en bombeo mecánico. En este campo se determinó la instalación de 8 múltiples.

d) Bachaquero, con muy pocos pozos en flujo natural y en el sector Este de Bachaquero con pozos en bombeo mecánico. En este sector se determinó la instalación de 6 múltiples.

5. Vale destacar que los 4 múltiples que están en el presupuesto de 1977 fueron determinados en base al presente trabajo.

Recomendaciones:

1. Reestudiar esta parte, cuando existan más yacimientos con localizaciones remanentes determinadas, ya que se obtendrían mejores resultados.

2. Debido al gran número de pozos que se les tendería línea para gas de levantamiento artificial es necesario considerar si existe capacidad en las líneas de recolección de flujo para el incremento de la producción de gas de inyección.

III PARTE

EFFECTO DE LA INSTALACIÓN DE LOS NUEVOS MÚLTIPLES EN EL ACTUAL SISTEMA DE GAS PARA LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL

Los principales efectos en el actual sistema de gas para levantamiento artificial por la instalación de los múltiples determinados anteriormente, podrían ser:

1. Las caídas de presiones en los actuales múltiples, debido a las nuevas instalaciones.
2. La disponibilidad de suministro de gas para los consumos de los nuevos múltiples.

Con el objeto de determinar lo expresado, se usó el Programa, 3505 denominado "Steady State Network Análisis for Pipelines" (SNAP) diseñado por la ESSO Mathematics and Systems Incorporated, al que se le suministra los datos de:

- ❖ Ecuación de flujo de fluidos.
- ❖ Suministros (Plantas, Miniplantas y líneas de transferencias) y consumos (múltiples) de gas en cada nodo o punto del sistema.
- ❖ Presión fijada en un solo nodo del sistema..
- ❖ Longitud, diámetro interno, máxima presión de operación y eficiencia de las líneas de flujo del sistema.
- ❖ Temperatura y gravedad específica del gas.

Haciendo iteraciones a partir de la única presión fijada, con la ecuación fin flujo de fluidos, determina las presiones en cada nodo (múltiple) y los caudales con sus respectivas direcciones en cada una de las líneas.

Para la utilización del SNAP se usaron los datos siguientes:

- La ecuación de Panhandle para flujo de fluidos.
- El promedio diario del mes de Octubre/76 fue asumido como consumo de gas para cada uno de los múltiples.
- En el caso de los nuevos múltiples, el promedio de consumo por múltiple por área de gas de levantamiento fue asumido como consumo.
- Para todas las líneas de flujo, se asumió 85°F de temperatura, 0.85 de eficiencia y 0.8 de gravedad específica del gas.

Para el desarrollo de esta parte del trabajo, se1 dividió el sistema de gas para el levantamiento artificial en cuatro sistemas independientes que son:

- 1) Sistema del área L-3
- 2) Sistema del área L-5 y LL-370
- 3) Sistema del área LL-Pesado
- 4) Sistema del área Bachaquero

Sistema del Área L-3

El sistema del área L-3 comprende 34 múltiples de gas para levantamiento en los campos La Rosa, Punta Benítez y Tía Juana, tiene como suministro la Planta de Conservación TJ-3 y el pozo TJ-320 que por una línea de transferencia recibe gas de la Planta de Conservación TJ-1.

En la II Parte se determinó la instalación en ésta área de 8 múltiples entre los años 1977-1980, corresponde ahora determinar los efectos de caídas de presión en el actual Sistema L-3 por la instalación de estos 8 múltiples, para lo cual hicimos las consideraciones siguientes:

1. Utilizando el Programa 3505 SNAP y con los datos enunciados anteriormente se simuló el sistema de gas para levantamiento artificial en los siguientes casos:
 - A). Con la actual instalación de múltiples (1976). Las presiones obtenidas por la simulación de este caso, serán las presiones -bases, de las que se deducirán las caídas de presiones para los demás casos.
 - B). Con la instalación de múltiples hasta el año 1977, en la que se agregan los múltiples M-TJ-E-23, M-LR-0-4 y M-TJ-ZZ-322.
 - C). Con la instalación de múltiples hasta el año 1979, en lo que se incluyen los múltiples M-PB-U-14 y M-TJ-ZU-25.
 - D). Con la instalación de múltiples hasta el año 1980, incluyendo los múltiples M-PB-ZNO-310 y M-PB-LR-R-7.

Los múltiples y nodos del sistema que se utilizaron en el corrido del SNAP se encuentran en las figuras C-1 y C-2 del Apéndice C.

2. No se incluyó en la simulación el múltiple TJ-Q-25 porque esta conectado directamente con la Planta de Conservación TJ-3 y por lo tanto su instalación no origina caídas de presiones adicionales en el sistema.
3. Las presiones obtenidas en el caso A difieren hasta un 9% con las presiones medidas en los múltiples en el mes de Octubre, mes que tomamos como referencia para los consumos de gas en cada uno de los múltiples, tal como fue expresado anteriormente. Esta diferencia se debe quizás a las eficiencias de las líneas de flujo que nosotros asumimos como constantes. Por esta razón, nos interesa primordialmente las caídas de presiones en los casos donde se incluyen nuevos múltiples al sistema.
4. Asumimos que el suministro de gas en el TJ-320 era de 45 MM PCD para todos los casos y la Planta de Conservación TJ-3 suplía la diferencia del consumo total.

5. La presión fijada para todos los casos fue de 1350 Lpca. en la Planta de Conservación TJ-3.

A continuación se exponen las caídas de presiones resultantes para cada (Cuadro No. 6). Del cuadro citado observamos que:

1. Las caídas de presiones en los casos B y C no sobrepasan de 43 Lppc, por lo que creemos que la instalación de nuevos múltiples hasta el año 1979 no afectaría mayormente en las presiones de los múltiples actuales del sistema, así como también las presiones disponibles en los nuevos múltiples serían las adecuadas.
2. Para el caso de la instalación de múltiples en el año 1980 (Caso D), se producen caídas de presiones que superan las 50 Lppc en algunos múltiples del sistema, las mismas se producen tanto en las partes Noreste y Noroeste del sistema, para solucionar esta crítica situación se plantean 4 alternativas:
 - a) Poner en funcionamiento la línea de 4" que va de la PCTJ-3 al múltiple PB-280, actualmente inactiva. En el caso de estar muy deteriorada reemplazarla por una de 6" de diámetro.
 - b) Conectar el múltiple M-TJ-3-5 con el PB-280 con una línea de 6", para aliviar las caídas de presiones en la parte Norte del sistema.
 - c) Conectar el múltiple M-TJ-476 con el M-TJ-343 con una línea de 6", para aliviar las caídas de presiones en la parte Noroeste del sistema.

CUADRO No. 6
SIMULACION DEL SISTEMA L-3

MULTIPLES	A	B	C	D
M-TJ-3-10	1349.73	0	0	0
M-TJ-225	1341.84	3.66	3.66	3.66
M-TJ-259	1346.67	4.87	4.87	4.87
M-TJ-300	1343.77	0	0	0
M-TJ-3-14	1343.76	0	0	0
M-TJ-80	1331.38	4.64	8.4	14.17
M-TJ-3-3	1303.29	14.08	25.73	40.39
M-PB-280	1307.54	14.34	25.95	36.35
M-TJ-3-11	1303.09	14.09	25.74	40.41
M-TJ-3-2	1296.44	17.73	33.58	54.57
M-TJ-3-8	1302.78	14.09	25.74	40.41
M-TJ-3-12	1296.37	17.73	35.58	54.57
M-TJ-3-5	1287.16	21.33	41.23	74.69
M-PB-46	1286.96	21.34	41.24	75.83
M-TJ-3-7	1285.51	23.69	43.3	79.22
M-TJ-3-6	1284.44	23.52	42.93	78.41
M-LR-185	1284.45	23.51	42.86	78.11
M-PB-143	1286.27	22.28	39.72	67.59
M-PB-137	1292.46	20.26	34.87	53.15
M-TJ-3-1	1296.06	19.47	33.01	47.92
M-TJ-476	1306.21	18.3	30.39	41.16
M-TJ-380	1310.10	14.9	26.51	3.04
M-TJ-343	1350.03	7.4	16.16	21.38
M-TJ-3-15	1350.01	7.4	16.15	21.37
M-TJ-389	1349.22	6.62	15.07	19.49
M-LL-1027	1348.93	6.62	15.08	19.49
M-TJ-3-4	1349.04	6.61	15.07	19.48
M-TJ-397	1347.65	5.62	13.74	17.28
M-TJ-451	1346.79	5.63	13.75	17.29
M-TJ-432	1340.12	4.99	13.27	15.98
M-TJ-420	1330.95	6.57	18.69	23.11
M-TJ-278	1295.30	14.48	26.2	36.71
M-TJ-3-9	1295.86	17.74	35.59	54.59
M-TJ-E-23 A		1341.15	0	0
M-TJ-0-4 A		1261.24	19.61	35.95
M-TJ-ZZ-322		1287.56	12.1	22.87
M-PB-U-14 A			1312.09	33.48
M-TJ-ZU-25				-4.42
M-PB-ZNO-310-				1210.9
M-PB-LR-R-7				1205.74

d) Combinación de las alternativas a), b) y c).

Pueden considerarse otras alternativas, como instalar una línea de transferencia en el múltiple M-TJ-3-9 que suministre gas al sistema. En cualquier caso lógicamente, debe escogerse la solución más económica y que represente la de mejores perspectivas para la futura instalación de múltiples.

El consumo de gas para todos los casos, puede considerarse como disponible, ya que con la instalación de todos los múltiples no supera los 130 MMPCD de consumo de gas, de los cuales 45 MMPCD son transferidos por la línea de TJ-320 y el resto puede ser suministrados por la Planta de Conservación TJ-3.

El corrido del SNAP para cada caso, con los datos suministrados al programa y los resultados obtenidos, se encuentra en las páginas C-10 a C-41 del Apéndice C.

Sistema del Área L-5-LL-370

Este sistema contiene 27 múltiples de gas para levantamiento artificial en el campo de Lagunillas Norte, tiene como suministros de gas la Planta de Conservación TJ-1, las Miniplantas MPTJ-1 y la MPTJ-2, además tiene una línea de transferencia de gas en el múltiple MAN-LL-12, que esta comunicada con la Planta de Conservación TJ-2.

En la II parte se determinó la instalación en esta área de 4 múltiples en

1977 y 1978, los mismos que son:

MÚLTIPLE	CONEXIÓN	AÑO DE INSTALACIÓN
LL-AGAH-311	M-LL-948	1977
LL-ADAE-305	M-LL-676	1978
LL-ZAN-317	LL-957	1978
LL-ZXY-316	M-LL-991	1978

Observando la fig. C-3 del Apéndice C, vemos que las conexiones de transferencia de gas para éstos múltiples, no tendrían mayores problemas de caídas de presiones, ya que sus conexiones están cerca de la Planta de Conservación TJ-1 (M-LL-ADAE-305), del pozo inyector de gas LL-957 (M-LL-AGAH-311 y M-LL-ZAN-317) y de una línea de transferencia (M-LL-ZXY-316), los que fácilmente poseen disponibilidades de gas y presión cuando el caso lo requiera. Por estas razones no es necesario realizar estudios adicionales ya que el efecto de la instalación de estos 4 múltiples no ocasionaría mayores problemas de pérdidas de presiones en el, más aún cuando este sistema dispone de 4 fuentes de suministro, ya mencionadas anteriormente.

Sistema del Área - LL- Pesado

Se encuentra en el campo de Lagunillas Sur, comprende la distribución de gas para 15 múltiples de gas de levantamiento artificial, tiene como suministros ya que las Miniplantas MP-LL-1 y MP-LL-2, el pozo LL-692 y eventualmente puede recibir o entregar gas del área LL-370 por el múltiple de distribución MG – LL – 14 y del área Bachaquero por el múltiple de gas M-B-1-1.

Anteriormente se había determinado la instalación de 4 múltiples durante años 1977-1982, los cuales se mencionan a continuación:

<u>MÚLTIPLES</u>	<u>CONEXION</u>	<u>AÑO DE INSTALACION</u>
M-LL-G-126	LL-525	1977
M-LL-J-127	LL-525	1978
M-LL-ZD-29	M-LH-1-13	1979
M-LL-G-34	M-LH-1-13	1979

Nota: En la II parte se determinó que el múltiple M-LL-G-126 estaría conectado al múltiple M-LL-120 con una línea de 6" de diámetro y 5075' de longitud. Pero para una mayor disponibilidad de presión, debería estar conectado al pozo LL-525 con una línea de 5200' de longitud y del mismo diámetro que la anterior. Esta mejor instalación justifica el incremento de la inversión, el cual es de $\pm 125'$.

En la evaluación de las caídas de presiones en los diferentes múltiples (el área LL-Pesado consideramos 3 tipos de asunciones en la simulación de ese sistema.

1. Asumiendo que sólo trabaja la miniplanta MP-LL-1 a una presión de descarga de 1300 Lpca y 50 MMPCD de gas. El pozo LL-692 suple el resto del consumo de gas. No hay flujo para el sistema del área Bachaquero ni para el sistema del área LL-370.
2. Asumiendo que sólo trabaja la miniplanta MP-LL-2 a una presión de descarga de 1300 Lpca y 50 MMPCD de gas. El pozo LL-692 suple el resto del consumo de gas. No hay flujo" para el sistema del área Bachaquero ni para el sistema del área LL-370.
3. Asumiendo que trabajan las mini plantas MP-LL-1 y MP-LL-2 con 50 MMPCD cada una y fijando la presión en la miniplanta MP-LL-1 en 1300 Lpca. Fluyen 50 MMPCD para el sistema del área LL-370, no hay flujo para el sistema de área Bachaquero. El pozo LL-692 suple el resto del consumo de gas. :

Para cada una de estas asunciones, se utilizó el Programa 3505 SNAP, con los datos mencionados en la pág. 21, simulando el sistema de gas para levantamiento artificial en los casos siguientes:

- A). Con la actual instalación de múltiples (1976). Las presiones obtenidas por la simulación de este caso, serán las presiones bases, de las que se deducirán las caídas de presiones para los demás casos.

- B). Con la instalación de múltiples hasta el año 1977, en lo que se agrega el múltiple M-LL-G-126.

- C). Con la instalación de múltiples hasta el año 1978. En la que se incluye el múltiple M-LL-J-127.

- D). Con la instalación de múltiples hasta el año 1979, adicionando el múltiple M-LL-ZD-29.

- E). Con la instalación de múltiples hasta el año 1982, agregando el múltiple M-LL-G-34.

A continuación se exponen las caídas de presiones resultantes para cada caso (Cuadro No. 7). Del cuadro citado observamos que en ningún caso la caída de presión sobrepasa de 16 Lppc por lo que creemos que la instalación de nuevos múltiples hasta el año 1982 no afectaría mayormente en las presiones de los múltiples actuales del sistema, así como también las presiones disponibles en los nuevos múltiples serían las adecuadas.

El consumo de gas para todos los casos puede considerarse como factibles de disponer, ya que con la instalación de todos los múltiples, no supera los 64 MMPCD de consumo de gas, que pueden ser suministrados por las mini plantas MP-LL-1, MP-LL2, y/o el pozo LI-692.

El corrido del SNAP para cada caso, con los datos suministrados al programa y los resultados obtenidos, se encuentra en las páginas C-425 a C-128 del Apéndice C.

Sistema del Área Bachaquero;

El sistema del área Bachaquero comprende 4.5 múltiples para gas de levantamiento artificial en el campo Bachaquero, tiene como, suministros de gas la Planta de Conservación BA-1 y los múltiples de distribución de gas BHPM-1, M-BA-1 y el BA-493.

En la II Parte se determinó la instalación en ésta área de 6 múltiples entre los años 1977 - 1981, los cuales son:

<u>MULTIPLE</u>	<u>CONEXION</u>	<u>AÑO DE INSTALACION</u>
BA-L-69 A	M-B-157	1978
BA-M-166	MB-157	1978
BA-ZKL-372	M-B-647	1979
BA-ZIJ-373 A	M-B-647	1980
BA-GH-370	M-B-647	1981
BA-ZJK-364 A	M-B-1-10	1981

Observando vemos que las conexiones de transferencia de gas para éstos múltiples están ubicadas al Este del campo Bachaquero y los efectos de las caídas de presión por la instalación de los nuevos múltiples ubicados al Este de Bachaquero. Por lo tanto, sólo se estimuló esta parte del sistema del área Bachaquero y se le denominó Sub-Bachaquero.

Utilizando el Programa 3505 SNAP y con los datos enunciados en la pág. 21 se estimuló el sistema de gas para levantamiento artificial en los casos siguientes:

Caso Real	Con la actual instalación de múltiples (1976), ubicados en el sector Este de Bachaquero. Las presiones obtenidas por ,1a simulación de este caso, serán las presiones-bases, de las que se deducirán las caídas de presiones para los demás casos.
Caso 77	Con la instalación de múltiples hasta el año 1977, en la que se agrega el múltiple BA-L-69 A.
Caso 77-78	Con la instalación de múltiples en los años 1977 y 1978, en la que se incluyen al caso anterior el múltiple BA-M-166.

Caso 77-78-79	Con la instalación de múltiples en los años 1977, 1978 y 1979, agregando al caso anterior el múltiple BA-ZKL-372.
Caso 77-78-79-80	Con la instalación de múltiples en los años 1977, 1978, 1979 y 1980, incluyendo al caso anterior el múltiple BA-ZIJ-373 A.
Caso 77-78-79-80-81	Con la instalación de múltiples en los años 1977, 1978, 1979, 1980 y 1981, en la que se agrega al caso anterior los múltiples BA-GH-370 y BA-ZJK-364 A.

Para todos los casos, la única fuente de suministro de gas es la Planta de conservación BA-1, con una presión de descarga de 1350 Lppc.

En el Cuadro No. 8 se exponen las caídas de presiones resultantes para cada caso, en lo que observamos:

1. Las caídas de presiones en los casos 77, 77-78, 77-78-79, no sobrepasan de 50 Lpc, por lo que deducimos que la instalación de nuevos múltiples hasta el año 1979 no afectarían mayormente las presiones de los múltiples actuales del sistema, así como también las presiones disponibles en los nuevos múltiples serían las adecuadas.
2. Para los casos de instalación de múltiples en los años 1980 y 1981 (Casos 77-78-79-80 y 77-78-79-80-81), se producen caídas de presiones que superan los 50 Lpc en algunos múltiples del sistema, para tratar, de solucionar esta crítica situación se plantearon las alternativas siguientes:

- a) El tendido de una línea de $\pm 7500'$ de longitud, entre los múltiples BA-L-69 A y BA-ZKL-372, que se denominó Loop1 de 6" o 4" de diámetro, que se instalaría en 19779.
- b) El tendido de una línea de $\pm 5300V$ de longitud entre los múltiples BA-M-166 y BA-ZJK-364, que se denominó Loop2 6" o 4" de diámetro, que se utilizaría en 1981.

Con las alternativas a) y b) y la combinación de ambas se evaluaron las caídas de presiones, cuyos resultados se muestran en el Cuadro No. 8, del cual reducimos que ningún caso satisface las presiones requeridas, ya que existen caídas de presiones de más de 50 Lpc: Por lo tanto, se sugiere que la solución más adecuada sería el cambio de válvulas para gas de levantamiento con calibración de abertura cónsona con la presión disponible en superficie.

El corrido del SNAP para cada caso, con los datos suministrado al programa los resultados obtenidos, se encuentran en las páginas C-129 a C-192 del Apéndice.

Conclusiones:

1. La simulación de los sistemas de gas de levantamiento artificial, esta basada en los resultados del Programa "Steady State Network Análisis for Pipelines" (SNAP).
2. Las presiones en los múltiples para gas de levantamiento artificial determinadas por el SNAP, para todos los sistemas, difieren entre 9% -12% de las presiones reales medidas en el campo, debido quizás a las diferentes eficiencias reales de las líneas y que nosotros asumimos como constantes.

3. Por esto fue necesario regirse por las caídas de presiones obtenidas a partir de las presiones - bases en cada sistema.
4. Las áreas más críticas para la disponibilidad de presión en los múltiples para gas de levantamiento artificial serán las del sector Noreste y Noroeste del Sistema L-3 y la del Sector Este del Sistema Bachaquero.
5. La actual instalación de Plantas de Conservación, Miniplantas y múltiples de distribución, que suministran gas a los diferentes sistemas, satisfacen las futuras demandas para el consumo en los múltiples de gas para levantamiento artificial. Por lo tanto no serán necesarias nuevas instalaciones para este fin.

Recomendaciones

1. Debido a lo crítico de los sistemas de gas de las áreas L-3 y Bachaquero, se recomienda simular estos sistemas cada vez que se decida la instalación de un nuevo múltiple en estas áreas.
2. Evaluar las diferentes alternativas de solución a problemas de disponibilidad de presiones que se presentan en este trabajo.

CUADRO No. 7

SIMULACION DE LAS CAIDAS DE PRESIONES EN LOS DIFERENTES MULTIPLES DEL AREA LL-PESADO

MULTIPLES PARA GAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL DEL AREA LL-PESADO

CASOS	LH-1-8	LH-1-6	LH-1-4	LL-151	LL-120	LH-1-13	LH-1-12	LH-1-10	LH-1-11	LH-1-3	LH-1-7	LH-1-2	LH-1-1	LH-1-5	LH-1-14	LH-1-9	LL-G-126	LL-J-127	LL-ZD-29	LL-G-34	LL-991
A	1298,57	1297,71	1293,22	1292,93	1292,95	1286,26	1280,26	1255,19	1257,19	1257,83	1276,66	1270	1297,98	1297,72	1275,65	1275,82	-	-	-	-	-
B	0,08	0,8	1,5	1,67	1,69	0,42	0,42	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0	0	-16,8	-16,8	1296,27	-	-	-	-
C	0,21	0,63	3,22	3,58	3,63	0,85	0,85	0,57	0,57	0,57	0,56	0,56	0	0	-21,55	-21,55	0,84	1295,62	-	-	-
D	0,11	0,66	4,09	4,57	4,65	6,34	6,34	4,53	4,53	4,53	4,46	4,45	0	0	-34,11	-34,1	5,12	4,28	1276,7	-	-
E	0,03	0,71	5,09	5,65	5,78	11,4	11,4	8,67	8,66	8,66	8,53	8,52	0	0	-58,41	-58,4	8,02	7,18	6,59	1270,32	-

ASUMIENDO QUE SOLO TRABAJA LA MP-LL-2 (1300 LPCA - 50 MMPCD) - NO HAY FLUJO PARA LOS SISTEMAS BACHAQUERO Y LL-370

A	1282,57	1283,06	1287,84	1289,96	1294,28	1281,73	1272,21	1243,49	1244,5	1245,14	1265,16	1265,51	1281,64	1281,37	1259,02	1259,19	-	-	-	-	-
B	-2,41	-2,26	-1,11	-0,75	-0,24	-0,64	-1,22	-1,81	-1,81	-1,81	-1,77	-1,77	-2,43	-2,43	-19,46	-19,46	1297,92	-	-	-	-
C	-4,63	-4,37	-2,18	-1,48	-0,47	-1,23	-2,34	-3,46	-3,46	-3,46	-3,4	-3,4	-4,67	-4,68	-26,51	-26,5	0,15	1297,95	-	-	-
D	-6,03	-5,69	-2,88	-1,97	-0,64	-3,51	-0,54	-2,27	-2,27	-2,27	-2,23	-2,23	-6,08	-6,08	-40,57	-40,56	0,13	-0,02	1277,53	-	-
E	-7,36	-6,87	-3,53	-2,42	-0,79	-8,51	-3,78	-0,53	-0,53	-0,53	-0,51	-0,51	-7,33	-7,32	-66,26	-66,25	0,14	-0,12	5	1272,75	-

ASUMIENDO QUE TRABAJAN LA MP-LL-1 (1300 LPCA - 50 MMPCD) Y MP-LL-2 (50 MMPCD)-FLUYE 50 MMPCD PARA SISTEMAS LL-370-NO HAY FLUJO PARA EL SISTEMA BACHAQUERO

A	1271,78	1273,91	1291,44	1297,01	1305,9	1295,6	1286,97	1259,36	1260,36	1261	1280,76	1281,1	1297,98	1297,72	1275,65	1275,82	-	-	-	-	1249,54
B	-6,24	-0,06	1,33	1,68	2,13	1,66	1,14	0,67	0,67	0,68	0,66	0,66	0	0	-16,8	-16,8	1308,31	-	-	-	-0,25
C	-0,52	-0,16	2,52	3,2	4,08	2,64	2,2	1,3	1,3	1,31	1,28	1,28	0	0	-21,55	-21,55	2,17	1306	-	-	-0,53
D	-0,83	-0,35	3,19	4,1	5,27	9,12	6,39	3,96	3,95	3,96	3,89	3,89	0	0	-34,11	-34,1	3,47	1,3	1285,8	-	-0,84
E	-1,18	-0,6	3,74	4,86	6,3	15,18	10,79	7,02	7,01	7,01	6,9	6,89	0	0	-58,41	-58,4	4,56	2,39	6	1279,95	-1,2

NOTA: EL SIGNO NEGATIVO SIGNIFICA AUMENTO DE PRESION

CUADRO No. 8

**SIMULACION DEL SUBSISTEMA BACHAQUERO
ASUMIENDO QUE LA PCBA - 1 TIENE UNA PRESION DE DESCARGA DE 1350 LPCA**

CASOS	MULTIPLES DEL SUBSISTEMA BACHAQUERO															
	B-490	B-1-20	B-177	B-549	B-157	B-1-10	B-323	B-647	B-1-19	B-456	B-L-69	B-M-166	B-ZKL-372	B-ZJ-373	B-ZJK-364	B-CH-370
REAL	1337,86	1336,96	1305,71	1304,3	1300,89	1300,04	1297,6	1295,21	1296,83	1308,48						
77	1,56	1,56	9,89	10,71	14,47	14,48	7,95	7,97	7,96	7,88	1285,64					
77-78	3,22	3,22	20,93	22,76	31,6	31,62	16,56	16,59	16,57	16,42	17,14	1268,75				
77-78-79	4,4	4,41	29,07	31,71	40,64	40,67	32,71	38,86	32,73	26,41	26,18	9,03	1255,75			
77-78-79-80	5,65	5,66	37,89	41,44	50,46	50,49	50,96	66,75	51	37,14	36,01	18,86	27,9	1228,21		
77-78-79-80-81	8,83	8,84	61,23	67,35	83,09	86,66	83,31	112,69	83,37	60,26	68,66	51,5	73,87	45,95	1212,71	1181,57
77-79 Y LOOP1 6"	4,49	4,5	29,7	32,4	42,13	42,16	31,95	37,05	31,98	26,44	27,9	10,53	-1,95			
77-79 Y LOOP1 4"	4,49	4,5	29,69	32,39	42,09	42,12	32,12	37,25	32,15	26,45	27,85	10,49	-1,75			
77-80 Y LOOP1 6"	6,01	6,02	40,44	44,25	57,44	57,48	45,57	54,52	45,6	36,64	44,3	25,85	15,14	-12,23		
77-80 Y LOOP1 4"	5,96	5,97	40,1	43,88	56,34	56,39	46,62	56,61	46,66	36,87	42,94	24,75	17,28	-10,14		
77-81 Y LOOP1 6"	9,34	9,35	65,1	71,66	94,25	97,86	75,09	92,5	75,09	59,5	81,7	62,67	53,05	25,76	11,21	-20,2
77-81 Y LOOP1 4"	9,27	9,28	64,57	71,07	92,4	96,01	76,73	96,07	76,79	59,87	79,46	60,82	56,66	29,33	9,35	-16,63
77-81 Y LOOP1 6" - LOOP2 6"	9,34	9,35	65,1	71,66	98,31	97,83	75,04	92,5	75,09	59,5	81,7	64,72	53,05	25,76	10,43	-20,2
77-81 Y LOOP1 6" - LOOP2 4"	8,82	8,83	61,13	67,24	88,66	90,45	67,28	86,19	67,33	55,48	75,76	57,59	46,78	19,46	3,36	-26,5
77-81 Y LOOP1 4" - LOOP2 6"	9,09	9,1	63,22	69,57	91,47	93,27	78,3	96,76	78,36	57,71	78,72	60,41	57,33	30,02	6,19	-15,94
77-81 Y LOOP1 4" - LOOP2 4"	9,09	9,1	63,22	69,57	91,47	92,47	78,3	96,75	78,36	57,71	78,71	60,77	57,32	30,02	5,23	-15,95