

28
2 y.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**"AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE
TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS DE
BARRA NORTE DE TUXPAN, VER.,
AL ALTIPLANO"**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO PETROLERO
P R E S E N T A**

CRUZ JAIME OLVERA RICO

MEXICO D. F.

1985



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

	<i>Página.</i>
I. <i>Introducción.</i>	1
II. <i>Antecedentes.</i>	2
III. <i>Cálculo del Diámetro Económico.</i>	7
IV. <i>Estudio Hidráulico.</i>	
<i>Primera Etapa.</i>	19
V. <i>Estudio Hidráulico.</i>	
<i>Segunda Etapa.</i>	31
VI. <i>Estudio Hidráulico.</i>	
<i>Tercera Etapa.</i>	39
VII. <i>Análisis del Proyecto.</i>	47
VIII. <i>Conclusiones.</i>	53
<i>Bibliografía.</i>	

I.- INTRODUCCION

De acuerdo con el Programa de crudos para las Refinerías del Altiplano en el lapso 1972 - 1976, elaborado por la Gerencia de Refinación, resultaba necesario transportar desde Tuxpan y Poza Rica (al altiplano) 225 MBPD de crudo a partir de Octubre 1973, 250 MBPD en Diciembre de 1973, 310 MBPD en Junio de 1974 y 460 MBPD en Diciembre de 1975 en adelante.

Se observo que para transportar hasta el altiplano 460 MBPD fue necesario construir el Oleoducto de 24"Ø entre la estación 2 y la estación 7 que se le llamaría BNT 1N, 2N, 3N, y 4N; esta línea de 24" transportaría 360 MBPD de Mezclas ya que por la línea de 18"Ø X-52 se podían manejar 100 MBPD.

En este estudio se presenta el analisis de las etapas de ampliación para los gastos arriba mencionados:

II. ANTECEDENTES

Las Refinerías de Atzacapotzalco y Salamanca construidas en los años 1931- y 1949 respectivamente, en donde se obtienen los combustibles, carburantes y lubricantes destinados al consumo de la mesa central, recibían por un sistema de oleoductos, el crudo proveniente de los centros productores del Distrito -- Poza Rica, y en una pequeña parte de la Zona Sur.

Las Refinerías mencionadas tenían una capacidad de refinación de 100,000- y 40,000 BPD, respectivamente.

En ese tiempo se transportaban por el sistema de tuberías existentes, a la Refinería de Salamanca, 35,000 y 40,000 BPD, o sea un volumen prácticamente igual a su capacidad, y para Atzacapotzalco, alrededor de 80,000 BPD, o sea el 30% de su capacidad de refinación.

Debido al incremento en la demanda de combustible en la zona de influencia de las Refinerías mencionadas, se amplió la capacidad de la Refinería de Salamanca con dos plantas, una primaria y otra de desintegración catalítica, que trabajarán en conjunto.

Al ampliarse la capacidad de la refinería de Salamanca de 40,000 a 80,000 BPD, fue necesario llevar a cabo simultáneamente la ampliación de la capacidad de transporte del oleoducto Poza Rica-Salamanca.

La ampliación del Oleoducto Poza Rica-Salamanca, está necesariamente ligada al sistema de Oleoductos que transportaban el Crudo a la Refinería de Atzacapotzalco, por el hecho de que en la mayoría de las estaciones de bombeo, aunque el equipo es independiente, están interconectados a los dos sistemas y los servicios auxiliares son comunes, por lo tanto, se planeó un arreglo que en conjunto permitiría la mayor flexibilidad y seguridad de operación en el abastecimiento de ambas Refinerías.

SISTEMA DE TRANSPORTE PARA LA REFINERIA DE SALAMANCA

El sistema de Transporte de crudo para la Refinería de Salamanca, estaba constituido principalmente por un oleoducto de 12" de diámetro; 0.375" de espesor de pared y de 448,00 Km de longitud, que fue construido en los años de 1947 y 1948, entre Poza Rica y la Refinería mencionada, además se utilizaba -

-----entre las estaciones de bombeo 1 y 7 (km. 31.630 al 117.750) un tramo de 86.120 km (de longitud) del oleoducto que originalmente se construyó, para el abastecimiento a la Refinería de Atzacapotzalco. La longitud de este oleoducto que actualmente se destina, para el transporte a la Refinería de Salamanca es de 10" de diámetro y 0.365" de espesor de pared.

Asimismo, existen dos tramos de tubería de 14" de diámetro, cuya construcción se terminó en agosto de 1963, y que aún no entran en operación, uno de ellos, del km. 125,800 al km. 137.973, de 12.173 Km. de longitud, con tubería 0.312" de espesor de pared, grado X-42, ("Loop" Hueyapam-Los Romeros), y otro, del km. 150.947 al km. 161.855, de 10.908 Km de longitud, con tubería de 0.250" de espesor de pared, grado "B" ("Loop" San Rafael).

En conjunto con las tuberías anotadas, existen para el transporte de crudo a la Refinería de Salamanca, las siguientes instalaciones:

De la Estación Central de Bombas de Poza Rica, que está constituida por las siguientes unidades:

- A) 2 Bombas Centrífugas marca "Byron Jackson" de 525 GPM (18,500 BPD), -- acopladas a motores eléctricos marca "Westinghouse" de 450 HP.
- B) 3 Bombas Centrífugas marca "Byron Jackson" de 1460 GPM (50,000 BPD), -- acopladas a motores eléctricos marca "Westinghouse" de 1000 HP.
- C) 2 Bombas Centrífugas marca "Byron Jackson" de 1460 GPM (50,000 BPD), -- acopladas a tuberías de vapor marca "Elliot".
- D) 3 Bombas de Tornillo marca "W. Quinby" de 700 GPM (24,000 BPD), -- acopladas a motores eléctricos marca "Westinghouse" de 500 H.P.

Para el transporte a Salamanca se destinaba normalmente una de las bombas de 1460 GPM (50,000 BPD) "Byron Jackson", acopladas a motores eléctricos marca "Westinghouse" de 1,000 HP.

Se cuenta además, a lo largo de las líneas conductoras, con 8 estaciones de Bombeo, de las cuales, en 5 casas de Bombas, (Nos. 2, 3, 4, 5 y 6), existe también equipo de bombeo, para el sistema de transporte a la Refinería de Atzacapotzalco, ya que desde Poza Rica hasta aproximadamente el Km. 120,000, las tuberías de los dos sistemas, están alojadas en su mayor longitud, en un mismo derecho de vía. Las Estaciones 1 y 7, están localizadas también en el tra-

-----mo en donde los oleoductos se desarrollan paralelos en un derecho de vía común. La estación de Bombeo No. 8, está ubicada en el Km. 249.800 (Tepetiltlán, Hgo.), un lugar en donde las líneas de los dos sistemas están ya separadas.

De las 8 Estaciones de Bombeo antes citadas, normalmente trabajan 6, que son las Núms. 2, 3, 4, 5, 6, y 7, en donde se utilizan en cada una de ellas, para el Bombeo de 38,000 BPD a Salamanca, de 3 bombas centrífugas de 1460 GPM marca "Worthington", acopladas a Motores Eléctricos de 400 HP. Marca "General Electric", trabajando 2 unidades en serie, permaneciendo una de reserva.

Las Estaciones 1 y 8 cuentan con tres unidades similares a las mencionadas anteriormente.

La estación No. 8, interviene únicamente cuando se aumenta el bombeo de 38,000 a 40,000 BPD, para lo cual trabaja solamente una bomba de las e instaladas.

En la Estación de Bombeo No. 1 no se requiere para el envío a la Refinería de Salamanca, de un máximo de 40,000 BPD.

SISTEMA DE TRANSPORTE PARA LA REFINERIA DE ATZCAPOTZALCO

El Sistema de Transporte para la Refinería de Atzacapotzalco está constituido principalmente por un oleoducto de 18" de diámetro y 244.400 Km de longitud, construido en los años de 1954-55, entre Poza Rica y la Refinería mencionada. Además, ocasionalmente se utilizaba con el mismo fin, la parte del primer oleoducto que se construyó entre los mismos extremos inicial y final señalados, correspondiente al tramo comprendido entre la Estación de Bombeo No. 7 y la Refinería Atzacapotzalco, Esta parte del antiguo oleoducto, está formada por dos secciones de diferente diámetro, uno de 10" de diámetro y 0.365 de espesor de pared, a partir de la Estación de Bombeo No. 7, con una longitud de 84,000 Km, y otra a continuación de 12" y 0.250 de espesor de pared que se prolonga hasta terminar en Atzacapotzalco de 43,000 Km de longitud.

En conjunto con las tuberías anotadas, existen para el transporte de crudo a la Refinería de Atzacapotzalco, las siguientes instalaciones.

De la Estación central de bombas de Poza Rica se utilizan para el transporte a la Refinería de Atzacapotzalco, indistintamente una ó varias unidades de los cuatro tipos descritos, que manejan diferentes líquidos (Pozoleo crudo, Pozoleo estabilizado, crudo pesado, crudo de la zona sur, Gasolina de absorción, Residuos, etc), a excepción de una cualquiera de las de 1460 GPM (50,000 BPD) marca "Byron Jackson" acopladas a motores eléctricos marca "Wes-

-----tinghouse" de 1000 HP, que se destina para el Bombeo a Salamanca.

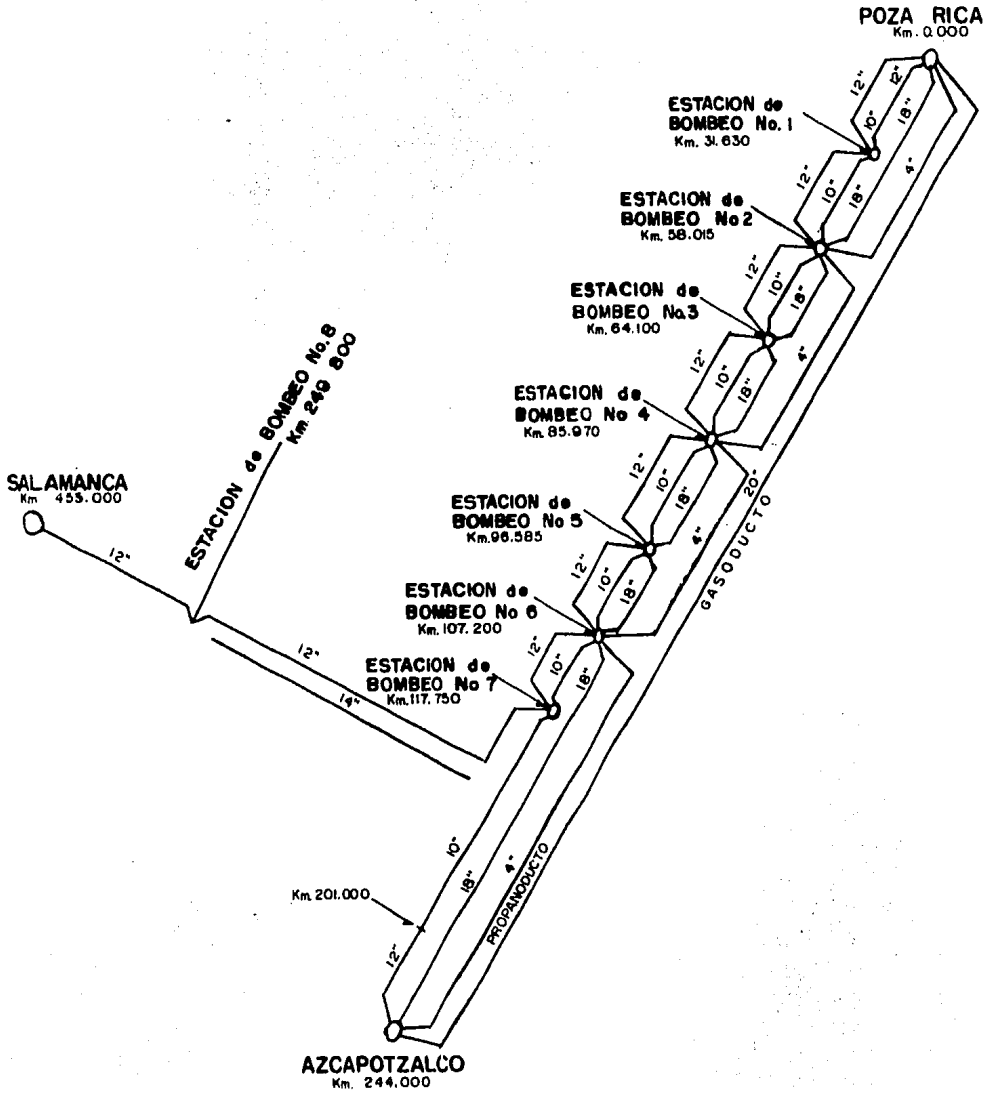
Se cuenta además, a lo largo de las líneas, en cada una de las casas de Bombas Núms. 2, 3, 4, 5 y 6, comunes a los dos sistemas de transporte, con tres Bombas centrífugas de 2700 GPM marca "Byron Jackson" acopladas a motores eléctricos marca "Elliot" de 700 HP, que normalmente Bomben 80,000 BPD trabajando dos unidades en serie y quedando una de reserva.

Para mejor explicación de los sistemas de transporte véase croquis adjunto.

-----tinghouse" de 1000 HP, que se destina para el Bombeo a Salamanca.

Se cuenta además, a lo largo de las líneas, en cada una de las casas de Bombas Núms. 2, 3, 4, 5 y 6, comunes a los dos sistemas de transporte, con -- tres Bombas centrífugas de 2700 GPM marca "Byron Jackson" acopladas a motores eléctricos marca "Elliot" de 700 HP, que normalmente Bomben 80,000 BPD trabajando dos unidades en serie y quedando una de reserva.

Para mejor explicación de los sistemas de transporte véase croquis adjunto.



III.- DETERMINACION DEL DIAMETRO ECONOMICO DEL OLEODUCTO ENTRE POZA RICA Y LAS ESTACIONES DE BOMBEO ASI COMO LA POTENCIA REQUERIDA EN CADA ESTACION DE BOMBEO PARA MANEJAR -- HASTA 200 MBPD (100 MBPD A SALAMANCA Y 100 MBPD A ATZCAPOTZALCO).

Actualmente con las instalaciones existentes es posible enviar a la Refinería de Atzacapotzalco hasta 100 MBPD, por lo tanto, el problema que se analiza a continuación, es el relativo a las instalaciones necesarias para incrementar hasta 100,000 BPD, de la capacidad del sistema de transporte a Salamanca, con objeto de alcanzar el total de 200 MBPD, que se han fijado previamente para que manejen en conjunto ambos sistemas.

Para el análisis antes mencionado se han seleccionado tres diámetros diferentes, que son 16", 18" y 20".

A continuación se determina la potencia necesaria en cada Estación de Bombeo, para cada uno de los 3 diámetros considerados.

Para el cálculo de las pérdidas por fricción se toman los resultados del análisis de los crudos, efectuado por el laboratorio de Poza Rica, Ver. y que son los siguientes:

A)	<u>CRUDOS ENVIADOS A MEXICO (MEZCLAS)</u>	
	Peso específico a 24°C	0.826
	Viscosidad SUS a 37.8°C (100°F)	42.Seg.
	Viscosidad SUS a 54.4°C (130°F)	37.Seg.

B)	<u>CRUDO ENVIADO A SALAMANCA (POZOLEO)</u>	
	Peso específico a 24°C	0.866
	Viscosidad SUS a 37.8°C (100°F)	64.Seg.
	Viscosidad SUS a 54.4°C (130°F)	53.Seg.

De acuerdo con las temperaturas de los Crudos en las estaciones, cuyos valores promedio son de 21°C, tomados directamente de las tuberías, en cada una de ellas, en los meses de Diciembre y Enero, se determinó la viscosidad correspondiente a esa temperatura, para los Crudos A y B.

Para (A) SUS a 21°C (70°F)	56 seg=10 centistokes
Para (B) SUS a 21°C (70°F)	88 seg=18 centistokes

Como la tubería de que se trata, estará destinada, para el abastecimiento de la Refinería de Salamanca, se consideran los valores (b) para los cálculos siguientes:

Para un gasto de $Q=100,000$ BPD= 662.5 M³/hora.

Las pérdidas por fracción son:

En tubería de 16" 8.0 M por Km. (columna de agua)

En tubería de 18" 4.5 M por Km. (columna de agua)

En tubería de 20" 2.6 M por Km. (columna de agua)

Por otro lado las cargas de presión en los diferentes tramos de tuberías por concepto de la localización de las estaciones de Bombeo que intervendrán en el transporte, se determinan con base en los datos que aparecen en la siguiente tabla:

ESTACION	LOCALIZACION	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES.	ALTURA	DIFERENCIA DE ALTURA.
	(KM)	(KM)	(M)	(M)
Poza Rica	0.000	-	55.75	-
		58.015		412.25
Número 2	58.015		458.00	
		6.085		430.00
Número 3	64.100		898.00	
		21,870		442.60
Número 4	85.970		1340.60	
		10.615		407.40
Número 5	96.585		1748.00	
		10.615		434.00
Número 6	107.200		2182.00	
		10.550		309.20
Número 7	117.750		2491.20	

Con los datos anteriores, a continuación se calculan las pérdidas de carga totales, las presiones Teóricas y la Potencia necesaria en cada una de las estaciones (Poza Rica, No. 2, 3, 4, 5, 6), para los tres diferentes diámetros-considerados.

Posteriormente, se calculan para la estación No. 7, los mismos factores -arriba anotados, pero tomando en cuenta, que desde la Estación 7 a Salamanca - los diámetros de las tuberías que intervendrán en el transporte, están ya defi-nidos (12" Oleoducto actual y 14" Oleoducto proyectado).

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN PARA LAS ESTACIONES POZA RICA, 2, 3, 4, 5 y 6.

T R A M O	LONGITUD - ENTRE ESTACIONES	PARA TUBERIA DE 16", 8.00 M. POR KM.	PARA TUBERIA DE 18", 4.50 M. POR KM.	PARA TUBERIA DE 20", 2.60 M POR KM.
Poza R. No. 2	58.15	464.12	261.07	160.84
Número 2-No.3	6.085	48.68	27.38	15.82
Número 3-No.4	21.870	174.96	98.42	56.66
Número 4-No.5	10.615	84.92	47.76	27.60
Número 5-No.6	10.615	84.92	47.76	27.60
Número 6-No.7	10.550	84.40	47.48	27.43

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA TOTALES (PERDIDAS POR FRICCIÓN MAS DESNIVEL) PARA LAS ESTACIONES POZA -- RICA, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

T R A M O	TUBERIA DE 16"	TUBERIA DE 18"	TUBERIA DE 20"
Poza Rica-No. 2	464.12 + 412.25 876.37 M	261.07 + 412.25 673.32 M	160.84 + 412.25 573.09 M
Número 2- No. 3	48.68 + 430.00 478.68 M	27.38 + 430.00 457.38 M	15.82 + 430.00 445.82 M
Número 3- No. 4	174.96 + 442.60 617.56 M	98.42 + 442.60 541.02 M	56.86 + 442.60 499.46 M
Número 4- No. 5	84.92 + 407.40 492.32 M	47.76 + 407.40 455.16 M	27.60 + 407.40 435.00 M
Número 5- No. 6	84.92 + 434.00 518.92 M	47.76 + 434.00 481.76 M	27.60 + 434.00 461.60 M
Número 6- No. 7	84.40 + 309.20 393.60 M	47.48 + 309.20 356.68 M	27.43 + 309.20 336.63 M

CALCULO DE PRESIONES EN LAS ESTACIONES POZA RICA,
No. 2, 3, 4, 5 y 6 EN (KG/CM²)

E S T A C I O N	TUBERIA DE 16"	TUBERIA DE 18"	TUBERIA DE 20"
POZA RICA	87.637X0.866 75.89	67.332X0.866 58.31	57.309X0.866 48.76
Número 2	47.868X0.866 40.45	45.738X0.866 39.60	44.582X0.866 38.60
Número 3	60.756X0.866 53.48	54.102X0.866 46.85	49.946X0.866 43.25
Número 4	49.232X0.866 42.63	45.516X0.866 39.41	43.500X0.866 37.67
Número 5	51.892X0.866 44.93	48.176X0.866 41.72	46.160X0.866 39.97
Número 6	39.360X0.866 34.09	35.668X0.866 30.88	33.663X0.866 29.15

CALCULO DE LA POTENCIA NECESARIA EN CADA
 ESTACION DE BOMBEO POZA RICA, No. 2, 3,-
 4, 5 y 6. (HPH) HIDRAULICO.

$$\text{FORMULA: HPH} = \frac{2.422 \times \text{BPD} \times \text{KG KM}^2}{10,000} - \frac{2.422 \times 100,000 \times \text{KG KM}^2}{10,000} = 24.22 \times \text{KG KM}^2$$

E S T A C I O N	TUBERIA DE 16"	TUBERIA DE 18"	TUBERIA DE 20"
POZA RICA.	75.89 X 24.22 1838.05	58.31 X 24.22 1412.26	48.76 X 24.22 1180.96
Número 2	41.45 X 24.22 1003.91	39.60 X 24.22 959.11	38.60 X 24.22 934.89
Número 3	53.48 X 24.22 1295.28	46.85 X 24.22 1134.70	43.25 X 24.22 1047.51
Número 4	42.63 X 24.22 1032.49	39.41 X 24.22 954.51	37.67 X 24.22 912.36
Número 5	44.93 X 24.22 1088.20	41.72 X 24.22 1010.45	39.97 X 24.22 968.07
Número 6	34.09 X 24.22 825.65	30.88 X 24.22 749.91	29.15 X 24.22 706.01

LA FORMULA ARRIBA ANOTADA SE DERIVA DE LA QUE RECOMIENDA EL LIBRO "PUMP" ENGI
 NEERING HAND BOOK".

$$\text{H.P.} = \frac{\text{GPM} \times \text{FEET HEAD}}{3960 \times \text{PUMP EFF}}$$

CALCULO DE LA POTENCIA NECESARIA EN CADA ESTACION DE BOMBEO. POZA RICA, No. 2, 3, 4, 5, 6. (HPM) MOTOR.

$$\text{FORMULA: } H_{pm} = \frac{H_{ph}}{H}$$

$$H = \text{EFICIENCIA} = 65\%$$

ESTACION	TUBERIA DE 16"	TUBERIA DE 18"	TUBERIA DE 20"
POZA RICA	1838.05/0.65 2827	1412.25/0.65 2171	1180.96/0.65 1816
Número 2	1003.91/0.65 1544	959.11/0.65 1475	934.89/0.65 1438
Número 3	1295.28/0.65 1992	1134.70/0.65 1745	1047.51/0.65 1611
Número 4	1032.49/0.65 1588	954.51/0.65 1468	912.36/0.65 1403
Número 5	1088.20/0.65 1674	1010.45/0.65 1554	968.07/0.65 1489
Número 6	825.65/0.65 12.70	747.91/0.65 1150	706.01/0.65 1086

A continuación se calcula la potencia necesaria en la Estación 7, para poder transportar 100,000 BPD hasta la Refinería de Salamanca, tomando en cuenta que se transportarán, a través de la línea actual de 12", y con el equipo de Bombeo existente en las Estaciones 7 y 8, los mismos 40,000 BPD, que normalmente se envían en la actualidad a esa Refinería.

Por lo anterior, solo se necesita determinar que potencia se requiere, para bombear los restantes 60,000 BPD a través de la proyectada línea de 14".

$$Q = 60,000 \text{ BPD} = 397.5 \text{ M}^3/\text{Hora.}$$

$$\text{Pérdida de carga por fricción} = 5.2 \text{ M por Km. (Columna de Agua)}$$

$$\text{Distancia entre la estación No. 7 y Salamanca} = 337 \text{ Km.}$$

$$\text{Diferencia de altura} = 745.0 \text{ M (A favor del flujo).}$$

$$\text{Pérdida de carga total} = 337 \times 5.2 = 1752.4 \text{ M.}$$

$$= 1752.4 \times 0.866 = 1517.58 \text{ M.}$$

$$\text{HPH} = 2.422 \times 60,000 \times 1517.58 = 220,000,000 \text{ W.}$$

$$\text{HPM} = \frac{220,000,000}{0.65} = 338,461,538 \text{ W.}$$

RESUMEN DE POTENCIAS:

ESTACIONES	PARA TUBERIA DE 16" (HP)	PARA TUBERIA DE 18" (HP)	PARA TUBERIA DE 20" (HP)
POZA RICA	<u>2827</u>	<u>2172</u>	<u>1816</u>
SUMA:	2827	2172	1816
EST. No. 2	1544	1475	1438
EST. No. 3	1992	1745	1611
EST. No. 4	1588	1468	1403
EST. No. 5	1674	1554	1489
EST. No. 6	<u>1270</u>	<u>1150</u>	<u>1086</u>
SUMA:	8068	7392	7027
EST. No. 7	<u>1950</u>	<u>1950</u>	<u>1950</u>
SUMA:	1950	1950	1950

A continuación se calculan los espesores de pared de la tubería, para los 3 diámetros considerados con base en las presiones obtenidas anteriormente, y que son:

ESTACION	16"		18"		20"	
	KG/CM2	LBS/PULG2	KG/CM2	LBS/PULG2	KG/CM2	LBS/PULG2
POZA RICA	75.89	<u>1079</u>	58.31	<u>829</u>	48.76	<u>693</u>
Número 2	41.45	589	39.60	563	38.60	548
Número 3	53.48	<u>760</u>	46.85	<u>666</u>	43.25	<u>615</u>
Número 4	42.63	606	39.41	560	37.67	535
Número 5	44.93	638	41.72	593	39.97	568
Número 6	34.09	484	30.88	439	29.15	414

Se considera tubería API STD, SLX, grado X-42, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = \frac{2ST}{D} \times F \times E \times T$$

P= Presión de Diseño.

S= Límite Elástico (esfuerzo de cedencia)= 42,000 LBS/PLG2

T= Espesor de la Tubería.

F= Factor de Diseño = 0.60 (localización clase "B" cuando la tubería está localizada paralelamente a caminos pavimentados y muy cerca al eje del camino)

E= Factor de junta longitudinal = 1.00

T= Factor de temperatura = 1.00

LAS PRESIONES DE DISEÑO CONSIDERADAS SON:

TRAMO POZA RICA-ESTACION No. 2 (58.0 KM).

PARA TUBERIA DE 16" P=1180

PARA TUBERIA DE 18" P= 930

PARA TUBERIA DE 20" P= 790

TRAMO ESTACION No. 2-ESTACION No. 6 (59.0 KM)

PARA TUBERIA DE 16" P= 860

PARA TUBERIA DE 18" P= 760

PARA TUBERIA DE 20" P= 715

Las presiones de diseño arriba anotadas provienen de los valores subrayados de la tabla de presiones a los cuales se les adicionó 100LBS/Pulg², como margen, para el diseño de la presión de succión de las bombas.

ESPEORES DE PARED (TRAMO POZA RICA-ESTACION No. 2)

T16"=	$\frac{1180 \times 16}{50,400} = 0.335"$	0.344"
T18"=	$\frac{930 \times 18}{50,400} = 0.332"$	0.344"
T20"=	$\frac{790 \times 20}{50,400} = 0.314"$	0.344"

ESPEORES DE PARED (TRAMO ESTACION No. 2-ESTACION No. 6)

T16"=	$\frac{860 \times 16}{50,400} = 0.273"$	0.281"
T18"=	$\frac{760 \times 18}{50,400} = 0.272"$	0.281"
T20"=	$\frac{715 \times 20}{50,400} = 0.284"$	0.312"

Las cargas de presión en los diferentes tramos de tuberías, por concepto de la localización de las estaciones de bombeo que intervendrán en el transporte, se determinan con base en los datos que aparecen en la sig. tabla.

ESTACION	LOCALIZACION (KM)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES (KM)	ALTURA S.N.M. (M)	DIFERENCIA DE ALTURA (M).
P. R.	0.00	-----	55.0	-----
1 N	50.50	50.50	300.0	245
2 N	67.70	17.20	1190.0	890
3 N	85.80	18.10	1670.0	480
4 N	110.00	24.20	2470.0	800

Con los datos anteriores se calculan las pérdidas de carga por fricción, pero antes calcularemos la presión en PSI/MILLA,

Por medio de la fórmula simplificada tenemos que :

$$P = \frac{(250,000)^{1.748}}{23.188 \cdot 4.748} (0.01178) = 10.58 \text{ PSI/MILLA.}$$

Tenemos que $10.58 \times 0.50586 = 5.35 \text{ M/KM.}$ (Columna de Agua)

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN.

TRAMO	LONGITUD ENTRE ESTACIONES	TUBERIA DE 24" (5.35 M/KM)
P.R. -1N	50.50	270.175
1N-2N	17.20	92.02
2N-3N	18.10	96.835
3N-4N	24.20	129.47

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA TOTALES (PERDIDAS POR FRICCIÓN MAS DESNIVEL)

TRAMO	TUBERIA DE 24"
P.R. -1N - - - - -	270.175+245 515.125 M
1N-2N - - - - -	92.02+890 982.02
2N-3N - - - - -	96.835+480 576.835
3N-4N - - - - -	29.47+800 929.47

CALCULO DE PRESIONES EN LAS ESTACIONES (Kg/cm2)

ESTACION	TUBERIA 24"
P. R.	51.5125X0.866 = 44.61
1 N	98.202X0.866 = 85.043
2 N	57.6835X0.866 = 49.95
3 N	92.947X0.866 = 80.50

CALCULO DE LA POTENCIA NECESARIA EN CADA ESTACION DE BOMBEO (HP) HIDRAULICO

$$\text{FORMULA HPH} = \frac{2.422 \times \text{BPD} \times \text{Kg/cm}^2}{10\ 000} = \frac{2.422 \times 250\ 000 \times \text{Kg/cm}^2}{10\ 000} = 60.55 \text{ Kg/cm}^2$$

ESTACION	TUBERIA DE 24"
P.R.	44.61 x 60.55 = 2701.13
1 N	85.043 x 60.55 = 5149.35
2 N	49.95 x 60.55 = 3024.47
3 N	80.50 x 60.55 = 4874.27

CALCULO DE LA POTENCIA NECESARIA EN CADA ESTACION DE BOMBEO (HPM) MOTOR

FORMULA $\text{HPM} = \frac{\text{HPH}}{H}$ $H = \text{Eficiencia} = 65\%$

ESTACION	TUBERIA DE 24"
P. R.	2701.13 / 0.65 = 4155
1 N	5149.35 / 0.65 = 7922
2 N	3024.47 / 0.65 = 4653
3 N	4874.27 / 0.65 = 7499

Por la tubería de 14" se manejaron 60 MBPD y por la tubería de 20" se --- manejaron 140 MBPD, por lo cual se manejo un total con la de 14", 20" y 24" -- 450 MBPD.

$$Q = 60,000 \text{ BPD} = 398 \text{ M}^3/\text{HORA} \qquad Q = 140,000 \text{ BPD} = 928 \text{ M}^3/\text{HORA}.$$

La distancia entre la estación 4 N y Salamanca es de 337 Km.

La diferencia de altura a favor del flujo = - 745.0

Perdida de carga total = 337 x 5.35 - 745 = 1058 m.

$$= 1058 \times 0.866 = 91.62 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{HPH} = \frac{2.422 \times 60\ 000 \times 91.62}{10\ 000} = 1331.42$$

10 000

$$\text{HPM} = 1331.42 / 0.65 = 2048$$

$$HPH = \frac{2.422 \times 140\,000 \times 91.62}{10\,000} = 3106.65$$

$$HPM = 3106.65 / 0.65 = 4779$$

RESUMEN DE POTENCIAS :

P. R.	- - - - -	4155
1 N	- - - - -	7922
2 N	- - - - -	4653
3 N	- - - - -	7499
4 N	- - - - -	6827

El espesor de pared se calcula en base a las presiones obtenidas.

ESTACION	Kg/cm ²	LBS/PULG ² .
P. R.	44.61	634
1 N	85.043	1209
2 N	49.95	710
3 N	80.50	1144

ESPORES DE PARED (TRAMO P.N. - 1N - 2N - 3N)

$$T\ 24'' = \frac{734 \times 24}{50400} = 0.349 \qquad T\ 24'' = \frac{810 \times 24}{50400} = 0.385$$

$$T\ 24'' = \frac{1309 \times 24}{50400} = 0.519 \qquad T\ 24'' = \frac{1244 \times 24}{50400} = 0.592$$

IV.- PRIMERA ETAPA

Condiciones de comportamiento hidráulico en la primera etapa de ampliación (250 MBPD, Marzo 1973) considerando la variante de manejar 110 MBPD hacia la Refinería de Atzacapotzalco, México. En el sistema Barra Norte Tuxpan-Estación 7-México-Salamanca.

Sistema de Tuberías	(150 MBPD MEZCLAS)
Barra Norte Tuxpan-Poza Rica,	Línea 24" Ø
Poza Rica - Estación 7,	Línea 18" Ø
Estación 7 - Refinería Atzacapotzalco	Línea 18" Ø (110 MBPD)
Estación 7 - Refinería Salamanca	Línea 12" y 14" Ø (40 MBPD)

CONDICIONES DE OPERACIÓN

En Barra Norte de Tuxpan,	Bomba con 77 Kg/cm ² Descarga.
En Poza Rica,	NO HAY BOMBEO.
En la Estación 1-A,	Bomba con 26 Kg/cm ² Descarga.
En estaciones 2, 4, 5 y 6	2 Bombas con 46 Kg/cm ² Descarga.
En estación 3	Bomba con 50 Kg/cm ² descarga.
En estación 7	Bomba con 26 Kg/cm ² descarga.

CARACTERISTICAS DEL FLUIDO

Gravedad Específica $G=0.865$

Viscosidad Cinemática $V= 20$

Calculo de la h_f .

$DN=24''$ $e=0.406$ $Di=23.188''$ $G=0.865$ $V=20$ $Q=150$ MBPD.

Aplicando la fórmula simplificada:

$$P = \frac{(0.748)}{04.748} (0.01178) = \text{PSI/MILLA.}$$

TENDREMOS QUE:

$$P = \frac{150\ 000 \cdot 1.748}{23.188 \cdot 4.748} \quad [0.01178] = 4.3319 \quad \text{PST/MILLA}$$

$$4.3319 \times 0.043706 = 0. \quad \text{Kg/cm}^2/\text{km}$$

$$4.3319 \times 0.50586 = 2.1913 \text{ M/KM (CRUDO)}$$

COLUMNA DE CRUDO PARA 100 Km = 219.13

Su L=100 Km, $h_f=219$ m.

SISTEMA BNT-EST 7 - SALAMANCA Y MEXICO.

Q= 150 MBPD HASTA LA ESTACION 7.

DISTRIBUCION:

Estación 7 a México 110 MBPD.

Estación 7 a Salamanca 40 MBPD.

Condiciones Iniciales - Barra Norte de Tuxpan.

Presión de descarga = 77 Kg/cm² = 890.17 m.

Línea de 24" $e = 0.406$ $Q = 150\ 000$ BPD. $h_f = 2.1913$

Elevación en BNT.

Columna de descarga en Bomba (77 Kg/cm²) $\frac{2.00 \text{ m}}{890.17 \text{ m}} \quad 11.56$

carga disponible $\frac{892.17 \text{ m}}{892.17 \text{ m}} = 77.17$

TRAMO BNT A POZA RICA L=71 Km.

Condiciones de llegada a Poza Rica.

Carga disponible en BNT.

+ 892.17 m

Perdida por fricción 71×2.1913

- 155.58 m

Altura del punto de llegada P.R.

736.59 m

Elevación Natural en P. R.

- 55.00 m

Condiciones de paso en P. R.

671.59 m = 58.09

Sin bombeo en Poza Rica.

TRAMO POZA RICA ESTACION 1-A CONSIDERANDO LINEA DE 18" y $e=0.312$ "

DM=18" $e=0.312$ $D_i=17.376$ $G=0.865$

$V=20$ y $Q=150\ 000$ BPD.

APLICANDO LA FORMULA SIMPLIFICADA

$$P = \frac{(150\ 000)^{1.748}}{17.376^{4.748}} (0.01178) = 17.0479 \text{ PSI/MILLA.}$$

$$17.0479 \times 0.043706 = 0.7451 \text{ Kg/cm}^2/\text{Km.}$$

$$17.0479 \times 0.50586 = 8.6238 \text{ m/Km}$$

PARA $L=100$ KM $h_f=862.38$ m.

LONGITUD DEL TRAMO 28 Km (DEL KM 00.0 AL KM. 28.0)

CONDICIONES DE LLEGADA A LA EST. 1-A

COLUMNA DE DESCARGA EN P.R.	+ 736.59
PERDIDA POR FRICCIÓN 28X8.6238	- 241.46
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA A E-1A	495.13 m
ELEVACION NATURAL E-1A	- 320.00 m
COLUMNA DE SUCCION 1-A	175.13 m = (15.14 Kg /cm ²)

TRAMO DE ESTACION 1-A A ESTACION 2

LINEA 18" $e=0.312$

LONGITUD DEL TRAMO = 27 Km (DEL KM 28.0 AL KM. 55.0)

$h_f=8.6238$ PARA $Q_j=150$ MBPD $D=18$ "

CONDICIONES DE SALIDA EN ESTACION 1-A

ELEVACION NATURAL E-1A	320.00 m
COLUMNA DE SUCCION = (PASO)	175.13 m = 15.14
COLUMNA DE BOMBA (26 /cm ²)	300.63 m = 26.00
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-1A	795.76 m = (41.14 K /cm ²)

CONDICIONES DE LLEGADA A E-2

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-1A	+ 795.76 m
HF EN 27 Km = 27X8.6238	- 232.84 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	562.92 m
ELEVACION NATURAL EN E-2	- 460.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E-2	102.92 m = (8.90 Kg/cm ²)

TRAMO ESTACION 2 A ESTACION 3

LINEA 18" e=0.312" LONGITUD = 6.700 Km (DEL Km 55+000 AL 61+700)
HF= 8.6238 m/Km.

CONDICIONES DE SALIDA DE LA ESTACION 2

ELEVACION NATURAL EN E-2	460.00 m
COLUMNA DE SUCCION	102.92 m = 8.90
COLUMNA DESCARGA BOMBA (46 Km/cm ²)	531.89 m =46.00
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-2	1094.81 m =54.90 Kg/cm ²

CONDICIONES DE LLEGADA A E-3

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-2	1094.81 m
HF EN 6.7 Km=6.7X8.6238	- 57.78 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	1037.03 m
ELEVACION NATURAL EN E-3	- 870.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E-3	167.03 m = (14.44 Kg/cm ²)

TRAMO DE ESTACION 3 A ESTACION 4

LINEA 18" e=0.312"
LONGITUD DEL TRAMO = 22.3 Km (61+700 AL 84+000)
HF=8.6238 PARA Q=150 MBPD Y D=18"

CONDICIONES DE SALIDA EN LA ESTACION 3

ELEVACION NATURAL EN E-3	870.00 m
--------------------------	----------

COLUMNA DE SUCCION	167.03 m = 14.44
COLUMNA DE BOMBA (50 Kg/cm ²)	<u>578.14 m = 50.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-3	1615.17 m = (64.44 Kg/cm ²)

CONDICIONES DE LLEGADA A E-4

CARGA DISPONIBLE EN E-3	1615.17 m
PERDIDA POR FRICCION 22.3X8.6238	<u>- 192.31 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	1422.86 m
ELEVACION NATURAL EN E-4	<u>- 1320.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION DE E-4	102.86 m = (8.89 Kg/cm ²)

TRAMO DE ESTACION 4 A ESTACION 5

LINEA 18" e= 0.312"
 LONGITUD = 9,400 Km (DEL Km 84+000 AL Km 93+400)
 HF= 8.6238 PARA Q= 150 MBPD Y D= 18"

CONDICIONES DE SALIDA EN E-4

ELEVACION NATURAL EN E-4	1320.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E-4	102.86 m = 8,89
COLUMNA TOTAL DISPONIBLE EN E-4	<u>531.89 m = 46.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-4	1954.75 m = 54.89 Kg/cm ²

CONDICIONES DE LLEGADA A LA E-5

CARGA DISPONIBLE EN E-4	1954.75 m
PERDIDA POR FRICCION 9.4X8.6238	<u>- 81.06 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	1873.69 m
ELEVACION NATURAL DE SUCCION EN E-5	<u>-1720.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION EN E-5	153.69 m = (13.29 Kg/cm ²)

TRAMO DE ESTACION 5 A ESTACION 6

LINEA 18" e= 0.312"
 LONGITUD = 10.9 Km (DEL Km 93+400 AL Km 104+300). HF=8.6238 PARA Q=150 MBPD Y
 D= 18"

CONDICIONES DE SALIDA EN E-5

ELEVACION NATURAL EN E-5	1720.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E-5	153.69 m = 13.29
COLUMNA DE BOMBA (46 Kg/cm ²)	<u>531.89 m = 46.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-5	2405.58 m = (59.29 Kg/cm ²)

CONDICIONES DE LLEGADA A E-6

CARGA DISPONIBLE EN E-5	2,405.58 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 10.9 X 8.6238	- 93.99 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA EN E-6	2 311.59 m
ELEVACION NATURAL EN E-6	-2,150.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E-6	161.59 m = (13.97 Kg/cm ²)

TRAMO DE ESTACION 6 A ESTACION 7.

LINEA 18" e = 0.312"
LONGITUD = 10.9 Km (DEL Km 104+300 AL Km 115+ 800)
HF = 8.6238 PARA Q= 150 MBPD Y D = 18"

CONDICIONES DE SALIDA EN E-6

ELEVACION NATURAL EN E-6	2 150.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E-6	161.59 m = 13.97
COLUMNA DE BOMBA (46 Kg/cm ²)	531.89 m = 46.00
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-6	2,843.48 m = 59.97

CONDICIONES DE LLEGADA A E-7

CARGA DISPONIBLE EN E-6	2,843.48 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 11.5 X 8.6238	- 99.17 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA EN E-7	2,744.31 m
ELEVACION NATURAL EN E-7	-2,470.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E-7	274.31 m = (23.72 Kg/cm ²)

DERIVACION A MEXICO CON LINEA 18" Y 170 MBPD

DE E-7 A REFINERIA ATZCAPOTZALCO.

CALCULO DE HF.

DN-18" e=0.312" D_i= 17.376" G=0.865 V=20 Q= 110 000 BPD.

APLICANDO LA FORMULA SIMPLIFICADA

$$P = \frac{(110\ 000)^{1.748}}{17.376 \cdot 4.748} (0.01178) = 9.9132 \text{ PSI / MILLA.}$$

$$9.9132 \times 0.043706 = 0.4332 \text{ Kg/cm}^2/\text{Km}$$

$$9.9132 \times 0.50586 = 5.0146 \text{ m/Km.}$$

TRAMO ESTACION 7 A Km 135+00 CON COTA = 2660 m.

CONDICIONES DE SALIDA EN LA ESTACION 7

ELEVACION NATURAL EN E-7	2470.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E-7	274.31 m = 23.72
COLUMNA DE BOMBA (26 Kg/cm ²)	<u>300.56 m = 26.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7	3044.87 m = (49.72 Kg/cm ²)

CONDICIONES DE PASO EN Km 135+00

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7	3044.87 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 19.2 X 5.0146	- 96.28 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	2948.59 m
ELEVACION EN Km 135	- 2660.00 m
COLUMNA DE PASO EN Km 135	288.59 m = (24.96 Kg/cm ²)

CONDICIONES DE PASO PARA UN PUNTO EN EL Km 176+00

COTA 2550 m A PARTIR DE LA ESTACION 7.

LONGITUD 60.200 Km (DEL Km 115+800 AL Km 176+000)

HF=5.0146 PARA Q=110 MBPD.

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7	3044.87 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 60.2 X 5.0146	- 301.87 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	2743.00 m
ELEVACION EN EL Km 176 +000	- 2550.00 m
COLUMNA DE PASO SOBRE EL LUGAR	193.00 m = (16.69 Kg/cm ²)

TRAMO DE ESTACION 7 A REF. ATZCAPOTZALCO

LINEA 18" e= 0.312"

LONGITUD 125.200 Km (DEL Km 115+800 AL Km 241+000)

HF = 5.0146 PARA Q= 110 MBPD Y D=18"

CONDICIONES DE LLEGADA A LA REF. ATZCAPOTZALCO.

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7	3044.87 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 125.2 X 5.0146	- 627.82 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA A LA REF.	2417.05 m
ELEVACION NATURAL EN LA REFINERIA	-2245.00 m
COLUMNA DE LLEGADA SOBRE EL NIVEL DE LA REF.	172.05 m = (14.88 Kg/cm ²)

DERIVACION A SALAMANCA A PARTIR DE LA E-7 CON LINEAS 12" Y 14"

CALCULO DE LA HF PARA 50 MBPD.

$$DN = 14'' \quad e = 0.250 \quad y \quad Di = 13.500$$

$$DN = 12'' \quad e = 0.312 \quad y \quad Di = 12.126$$

$$G = 0.865 \quad V = 20$$

RELACION DE GASTOS.

$$R = \frac{(13.500)^2 \cdot 2.716}{12.126^2} = 1.3384$$

$$Q_1 = \frac{50\,000 \times 1.3384}{1.3384 + 1} = 28\,618$$

$$Q_2 = \frac{50\,000}{1.3384 + 1} = 21\,382$$
$$50\,000 = Q_1 + Q_2 = Q_t$$

$$P_{14} = \frac{(28\,618 \cdot 1.748)}{13.500 \cdot 4.748} (0.01178) = 3.1226 \quad \text{PSI/MILLA}$$

$$P_{12} = \frac{(21\,382 \cdot 1.748)}{12.126 \cdot 4.748} (0.01178) = 3.12 \quad \text{PSI/MILLA}$$

$$P_{12} = P_{14} = 3.12 \quad \text{PSI/MILLA.}$$

$$3.12 \times 0.043706 = 0.13636 \quad \text{Kg/cm}^2/\text{Km}$$

$$3.12 \times 0.50586 = 1.5783 \quad \text{m/Km.}$$

CALCULO DE LA HF PARA 40 MBPD, CON LAS MISMAS CONDICIONES.

RELACION DE GASTOS.

$$R = 1.3384$$

$$Q_1 = \frac{40\,000 \times 1.3384}{1.3384 + 1} = 22\,894$$

$$Q_2 = \frac{40\,000}{1.3384 + 1} = 17\,106$$
$$40\,000 = Q_1 + Q_2 = Q_t$$

$$P_{14} = \frac{(22\ 894)^{1.784}}{13.500^{4.784}} (0.01178) = 2.114 \text{ PSI/MILLA}$$

$$P_{12} = \frac{(17\ 106)^{1.784}}{12.126^{4.784}} (0.01178) = 2.114 \text{ PSI/MILLA}$$

$$2.114 \times 0.043706 = 0.0923 \text{ Kg/cm}^2/\text{Km}$$

$$2.114 \times 0.50586 = 1.069 \text{ m/Km.}$$

PARA 50 MBPD, HF=1.5783 Y PARA 40 MBPD, HF=1.069

CONDICIONES DE SALIDA EN E-7

LONGITUD = 36.200 Km (DEL Km 115+800 AL Km 152+000)

ELEVACION NATURAL EN E-7 2470.00 m

COLUMNA DE SUCCION (PASO) E-7 274.31 m = 23.720 Kg/cm²

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7 2744.31 m

CONDICIONES DE PASO RANCHO SAN RAFAEL

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7 2744.31 m

PERDIDA POR FRICCIÓN 36.2×1.5783 - 57.13 m

ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA 2687.18 m

ELEVACION NATURAL EN EL Km/152+000 - 2600.00 m

COLUMNA DE PASA SOBRE RANCHO SAN RAFAEL 87.18 m = (7.54 Kg/cm²)

TRAMO ESTACION 7 A ESTACION 8.

LINEA 12" y 14"

LONGITUD 131.00 Km (DEL Km 115+800 AL 246+800)

HF = 1.5783 Y Q=50 MBPD SIN BOMBEO EN E-7

CONDICIONES DE LLEGADA A LA E-8

CARGA DISPONIBLE EN E-7 2744.31 m

PERDIDA POR FRICCIÓN 131×1.5783 - 206.76 m

ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA 2537.55 m

ELEVACION NATURAL EN E-8 2091.00 m

COLUMNA DE PASO EN E-8 446.55 m = (38.6 Kg/cm²)

TRAMO E-7 AL Km 268 + 000

LINEA 12" Y 14"

LONGITUD = 152.200 Km (DEL Km 115+800 AL Km 268 + 000)

HF=1.5783 Y Q= 50 MBPD SIN BOMBEO EN E-7.

CONDICIONES DE PASO EN Km 268+000 COTA 2410 m.

CARGA DISPONIBLE EN E-7	2 744.31 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 152.2 X 1.5783	- 240.22 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA EN -	
EL Km 268 + 000	2 504.09 m
ELEVACION NATURAL DEL LUGAR	- 2 410.00 m
COLUMNA DE PASO EN EL Km 268+000	94.09 m = (8.14 KG/cm2)

TRAMO E-8 A REFINERIA SALAMANCA

LINEA 12" Y 14"

LONGITUD = 204.20 Km (DEL Km 246+800 AL Km 451+000)

HF = 1.5783 Y Q= 50 MBPD SIN BOMBEO EN E-8

CONDICIONES DE SALIDA (PASO) EN E-8

ELEVACION NATURAL EN E-8	2 091.00 m
COLUMNA DE SUCCION (PASO) E-8	446.55 m
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-8	2 537.55 m

CONDICIONES DE LLEGADA A REFINERIA SALAMANCA

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-8	2 537.55 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 204.2 X 1.5783	- 322.29 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	2 215.26 m
ELEVACION NATURAL REFINERIA SALAMANCA	- 1 720.00 m
COLUMNA DE LLEGADA A R. SALAMANCA.	495.26 m = (42.84 Kg/cm2)

COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA

BNT-P.R. 1-A EST. 7 (150 MBPD)
24" Ø 18" Ø

A MEXICO 18" Ø MBPD
A SALAMANCA 12" Y 14" Ø 40 MBPD

TABLA DE PRESTIONES

LUGAR	UBICACION	ELEVACION	LONGITUD	SUCCION	DESCARGA	DIFERENCIAL
BNT	71+000	2.00		0.170	77.170	77.000
P.R.	00+000	55.00	71.000	58.090	S/BOMBEO	58.090
1-A	28+000	320.00	28.000	15.140	41.140	26.000
2	55+000	460.00	27.000	8.900	50.900	46.000
3	61+700	870.00	6.700	14.440	64.440	50.000
4	84+000	1320.00	22.300	8.890	54.890	46.000
5	93+400	1720.00	9.400	13.290	59.290	46.000
6	104+300	2150.00	10.900	13.970	39.970	46.000
7	115+800	2470.00	11.500	23.720	49.720	26.000

DERIVACION A MEXICO CON LINEA 18" Ø Y 110 MBPD

EST7(a)	115+800	2470.00		23.720	49.720	26.000
PUNTO- ELEV.	135+000	2660.00	19.200	24.960	PASO	24.960
PUNTO- ELEV.	176+000	2550.00	60.200	16.690	PASO	16.690
R. ATZ.	241+000	2245.00	125.200	14.880	LLEGADA	14.880

DERIVACION A SALAMANCA LINEAS 12" y 14"
EN PARALELO 50 MBPD

EST7(a)	115+800	2470.00		23.720	S/BOMBEO	23.720
R/SN. RA.	152+000	2600.00	36.200	7.540	PASO	7.540
EST8	246+800	2091.00	131.000	38.600	PASO	38.600
P. ELEV.	268+000	2410.00	152.200	8.140	PASO	8.140
R. SALAM	451+000	1720.00	204.200	42.840	LLEGADA	42.840

V.- SEGUNDA ETAPA

BARRA NORTE TUXPAN A POZA RICA (150 MBPD) LINEA 24" Ø SIN BOMBEO EN POZA RICA

POZA RICA A ESTACION 1-A (150 MBPD) LINEA 24" Ø

ESTACION 1-A A ESTACION 7 (150 MBPD) LINEA 18" Ø

DERIVACION:

ESTACION 7 A REFINERIA MEXICO (110 MBPD) LINEA 18" Ø

ESTACION 7 A REFINERIA SALAMANCA (40 MBPD) LINEAS 12" Y 14" Ø

EN PARALELO (ESTE TRAMO SIN BOMBEO EN ESTACIONES 7 Y 8)

SISTEMA DE TUBERIAS (150 MBPD MEZCLAS)

BARRA NORTE TUXPAN --- ESTACION 1A, LINEA 24" Ø

ESTACION 1-A HASTA ESTACION 7, LINEA 18" Ø

ESTACION 7 --- MEXICO, LINEA 18" Ø

ESTACION 7 --- SALAMANCA, LINEA 12" Y 14" Ø

EQUIPO DE OPERACION

BARRA NORTE DE TUXPAN	BOMBA 77 Kg/cm ² .
POZA RICA	PASO SIN BOMBEO
ESTACION 1-A	BOMBA 26 Kg/cm ²
ESTACIONES 2, 4, 5, y 6.	BOMBA 46 Kg/cm ²
ESTACION 3	BOMBA 50 Kg/cm ² .
ESTACION 7	BOMBA 26 Kg/cm ² .

ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO HIDRAULICO

CONDICIONES INICIALES:

BARRA NORTE DE TUXPAN - 150 MBPD	$P_d = 77 \text{ Kg/cm}^2.$
ELEVACION EN B.N.T.	2.00 m
COLUMNA DE BOMBA 77 Kg/cm ² .	<u>890.17 m</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN BNT.	892.17 m = (77.17 Kg/cm ²)

TRAMO BNT--- POZA RICA L=71 Km (DEL Km 71+00 al Km 00+00)

CONDICIONES INICIALES BNT COLUMNA 892.17 m ; $P_d = 77.17 \text{ Kg/cm}^2.$

CONDICIONES DE PASO POZA RICA COLUMNA 681.82 m ; $P_d = 58.98 \text{ Kg/cm}^2.$

SIN BOMBEO EN POZA RICA.

Cálculo de h_f para $DN=24''$ $e=0.406$ $Di=23.188''$
 $G=0.865$ $V=20$ $y Q=150$ MBPD.

Aplicando la fórmula simplificada tenemos que :

$$P = \frac{(Q \cdot 1.748)}{D \cdot 4.748} (0.01178) = \text{PSI/MILLA}$$

$$P = \frac{(150 \cdot 000 \cdot 1.748)}{23.188 \cdot 4.748} (0.01178) = 4.3319 \text{ PSI/MILLA}$$

$$4.3319 \times 0.043706 = 0.1893 \text{ Kg/cm}^2/\text{Km}$$

$$4.3319 \times 0.50586 = 2.191 \text{ M/Km.}$$

Columna de crudo para 100 Km = 219.1 $H_f = 219$ m

Tramo Barra Norte Tuxpan --- Estación 1-A

Línea 24" \emptyset , $Q=150$ MBPD $y h_f=2.191$ M/Km.

Longitud = 99 Km (Del Km 71 al Km 00 y al Km 28+00)

CONDICIONES DE LLEGADA A LA ESTACION 1-A

Carga disponible en BNT.	892.17 m
Pérdida por fricción 99×2.191	<u>- 216.91 m</u>
Elevación del Punto de llegada	675.26 m
Elevación de la Estación 1-A	<u>- 320.00 m</u>
Columna de Succión.	355.26 m = (30.73 Kg/cm ²)

NOTA: A partir de esta estación 1-A y hasta la estación 7, la línea es de 18" \emptyset
 el gasto $Q=150$ MBPD y la $h_f=8.623$

Cálculo de h_f para $Q=150$ MBPD $DN=18''$ $e=0.312$ $y Di=17.376$ $G=0.865$ $V=20$

Aplicando la fórmula simplificada:

$$P = \frac{(150 \cdot 000 \cdot 1.748)}{17.376 \cdot 4.748} (0.01178) = 17.0479 \text{ PSI/MILLA.}$$

$$17.0479 \times 0.043706 = 0.7450 \text{ Kg/cm}^2/\text{Km.}$$

$$17.0479 \times 0.50586 = 8.623$$

Para $L=100$ Km $h_f=862$ m.

TRAMO ESTACION 1-A A ESTACION 2 L= 27 KM

CONDICIONES DE SALIDA EN EST. 1-A

ELEVACION EST. 1-A	320.00 m
COLUMNA DE SUCCION	355.56 m = 30.73
COLUMNA DE BOMBA (26 Kg/cm ²)	<u>300.58 m = 26.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN 1-A	976.14 m = (56.73 Kg/cm ²)

CONDICIONES DE LLEGADA A E-2

PERDIDA POR FRICCIÓN 27X8.623	<u>-232.82 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	743.32 m
ELEVACION DE LA EST. 2	<u>-460.00</u>
COLUMNA DE SUCCION EN E-2	283.32 m = (24.50 Kg/cm ²)

TRAMO ESTACION 2 A ESTACION 3, L= 6.7 Km

CONDICIONES DE SALIDA EN E-2

ELEVACION EST. 2	460.00 m
COLUMNA DE SUCCION	283.32 m = 24.50
COLUMNA DE BOMBA (46 Kg/cm ²)	<u>531.79 m = 46.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-2	1275.11 m = (79.50 Kg/cm ²)

CONDICIONES DE LLEGADA A E-3

PERDIDA POR FRICCIÓN 6.7 X 8.623	<u>- 57.77 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	1217.34 m
ELEVACION DE LA E-3	<u>- 870.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION EN E-3	347.34 m = (30.04 Kg/cm ²)

TRAMO ESTACION 3 A ESTACION 4 L= 22.3 Km

CONDICIONES DE SALIDA EN E-3

ELEVACION ESTACION 3	870.00 m
COLUMNA DE SUCCION	347.37 m = 30.04
COLUMNA DE BOMBA (50 Kg/cm ²)	<u>578.80 m = 50.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-3	1796.17 m = (80.04 Kg/cm ²)

CONDICIONES DE LLEGADA A E-4

PERDIDA POR FRICCIÓN 22.3X8.623	<u>- 192.29 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	1603.88 m
ELEVACION DE LA E-4	<u>1320.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION EN E-4	283.88 m = (24.55 Kg/cm ²)

TRAMO ESTACION 4 A ESTACION 5, L=9.4 Km

CONDICIONES DE SALIDA EN E-4

ELEVACION DE LA E-4 1320.00 m

COLUMNA DE SUCCION 283.88 m = 24.55

COLUMNA DE BOMBA (46Kg/cm2) 531.79 m = 46.00

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-4 2135.67 m = 70.55

CONDICIONES DE LLEGADA A E-5

- 81.05 m

ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA 2054.62 m

ELEVACION DE LA E-5 1720.00 m

COLUMNA DE SUCCION EN E-5 334.62 m = (28.94 Kg/cm2)

TRAMO DE ESTACION 5 A ESTACION 6, L= 10.9 Km.

CONDICIONES DE SALIDA EN E-5

ELEVACION DE LA E-5 1720.00 m

COLUMNA DE SUCCION 334.62 m = 28.94

COLUMNA DE BOMBA (46 Kg/cm2) 531.79 m = 46.00

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-5 2586.41 m = (74.94 Kg/cm2)

CONDICIONES DE LLEGADA A E-6

PERDIDA POR FRICCION 10.9 X 8.623 - 93.99 m

ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA 2492.72 m

ELEVACION EN E-6 - 2150.00 m

COLUMNA DE SUCCION EN E-6 342.42 m = (29.62 Kg/cm2)

TRAMO DE ESTACION 6 A ESTACION 7, L= 11.5 Km

ELEVACION DE LA E-6 2150.00 m

COLUMNA DE SUCCION 342.42 m = 29.62

COLUMNA DE BOMBA (46 Kg/cm2) 531.79 m = 46.00

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-6 3024.21 m = (75.62 Kg/cm2)

CONDICIONES DE LLEGADA A LA E-7

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-6	3024.21 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 11.5 X 8.623	<u>99.16 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA E-7	2925.05 m
ELEVACION NATURAL DE E-7	<u>-2470.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION EN E-7	455.05 m = (39.36 Kg/cm ²)

DE LA ESTACION 7, DERIVACION A MEXICO

LINEA DE 18" Ø Q= 110 MBPD HF=5.014

CALCULO DE HF PARA Q= 110 MBPD DN=18" D = 17.376

G = 0.865 V = 20 CTKS.

APLICANDO LA FORMULA SIMPLIFICADA TENEMOS:

$$P = \frac{(110\ 000)^{1.748}}{17.376^{4.748}} (0.01178) = 9.9132 \text{ PS /MILLA.}$$

$$9.9132 \times 0.043706 = 0.4332 \text{ Kg/cm}^2/\text{Km}$$

$$9.9132 \times 0.50586 = 5.014 \text{ M / Km}$$

TRAMO DE LA EST 7 A REFINERIA ATZCAPOTZALCO L=125.4 Km

ELEVACION NATURAL DE LA E-7	2470.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E-7	455.05 m = 39.36
COLUMNA DE BOMBA (26 Kg/cm ²)	<u>300.57 m = 26.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7	3,225.62 m = 65.36

CONDICIONES DE LLEGADA A REF. ATZCAPOTZALCO

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7	3225.62 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 125.4 X 5.014	<u>- 628.75 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA A REF.	2596.87 m
ELEVACION DE REFINERIA	<u>-2245.00 m</u>
COLUMNA DE LLEGADA SOBRE REF.	351.87 m = (30.43 Kg/cm ²)

DE LA ESTACION 7 DERIVACION (SIN BOMBEO) A SALAMANCA
 CON 40 MBPD EN LINEAS 12 Y 14" Ø (SE TOMA LA PERDIDA POR FRICCIÓN PARA BOMBEO
 $h_f = 1.5783$.

CALCULA DE h_f PARA 50 MBPD

$$DN = 14" \quad e = 0.250 \quad y \quad Di = 13.500 \quad G = 0.865$$

$$DN = 12" \quad e = 0.312 \quad y \quad Di = 12.126 \quad V = 20$$

RELACION DE GASTOS.

$$R = \frac{(13.500)^{2.716}}{12.126} = 1.3384$$

$$Q1 = \frac{50\,000 \times 1.3384}{1.3384 + 1} = 28\,618$$

$$Q2 = \frac{50\,000}{0.3384 + 1} = \frac{21382}{50\,000} = Q1 + Q2 = QT$$

$$P14 = \left(\frac{28\,618^{1.748}}{13.500^{4.748}} \right) = (0.01178) = 3,1226 \text{ PSI/MILLA.}$$

$$P12 = \left(\frac{21\,382^{1.748}}{12.126^{4.748}} \right) = (0.01178) = 3,12 \text{ PS/MILLA.}$$

$$P12 = P14 = 3.12 \text{ PS/MILLA}$$

$$3.12 \times 0.043706 = 0.13636 \text{ Kg/cm}^2/\text{Km}$$

$$3.12 \times 0.50586 = 1.5783 \text{ M/Km.}$$

TRAMO DE LA ESTACION 7 A LA ESTACION 8 L=131 Km

CONDICIONES DE SALIDA (SIN BOMBEO) EN LA ESTACION 7

ELEVACION NATURAL EN LA E-7 2470.00 m

COLUMNA DE SUCCION (PASO) EN E-7 455.05 m

CARGA TOTAL DISPONIBLE (SIN BOMBEO) 2925.05 m

CONDICIONES DE LLEGADA A LA ESTACION 8

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7 2925.05 m

PERDIDA POR FRICCIÓN (131X) 1.5783 - 206.76 m

ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA 2718.29 m

ELEVACION NATURAL DE LA E-8 -2091.00 m

COLUMNA DE SUCCION (DE PASO) E-8 627.29 m = (54.26 Kg/cm²)

TRAMO DE LA ESTACION 8 A REFINERIA SALAMANCA L=204.20 Km

CONDICIONES DE SALIDA (SIN BOMBEO) EN E-8	
ELEVACION NATURAL DE E-8	2091.00 m
COLUMNA DE PASO SOBRE E-8	<u>627.29 m</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-8	2718.29 m

CONDICIONES DE LLEGADA A REFINERIA SALAMANCA

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-8	2718.29 m
PERDIDA POR FRICCION 204.20×1.5783	<u>- 322.29 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA A LA REFINERIA	2396.00 m
ELEVACION NATURAL REFINERIA SALAMANCA	<u>-1720.00 m</u>
COLUMNA DE LLEGADA SOBRE EL NIVEL DE LA REF.	676.00 m = (58.47 Kg/cm ²)

TABLA DE PRESIONES

LUGAR	UBICACION KM	ELEVACION M	LONGITUD KM	SUCCION KG/CM2	DESCARGA KG/CM2	EST. 7 REF. MEXICO
						LINEA 18"
(BNT-P.R.-EST. 1A, LINEA 24")		(EST. 1A-EST. 7, LINEA 18")		EST. 7 REF. SALA-- MANCA LINEAS 12 Y- 14".		
DIFERENCIAL KG/CM2.						
BNT	71+00	2.00		0.17	77.17	77.00
P.R.	00+00	55.00	71.00	58.98	58.98	00.00
1-A	28+00	320.00	28.00	30.73	56.73	26.00
2	55+00	460.00	27.00	24.50	70.50	46.00
3	61+70	870.00	6.70	30.04	80.04	50.00
4	84+00	1320.00	22.30	24.55	70.55	46.00
5	93+40	1720.00	9.40	28.94	74.94	46.00
6	104+30	2150.00	10.90	29.62	75.62	46.00
7	115+80	2470.00	11.50	39.36	65.36	26.00

DERIVACION A MEXICO CON LINEA DE 18" Ø (110 MBPD)

EST A: 115+80	2470.00		39.36	65.36	26.00
P.ELEV. 135+00	2660.00	19.20			
P.ELEV. 176+00	2550.00	60.20			
R. ATZC. 241+00	2245.00	125.20	30.43	P. LLEGADA	30.43

DERIVACION A SALAMANCA CON LINEAS 12 Y 14" Ø (50 MBPD)

E. 7 A: 115+80	2470.00		39.36	S/BOMBA	39.36
R.SN.R. 152+00	2600.00	36.20	23.17	DE PASO	
No. 8 246+80	2091.00	131.00	54.26	S/BOMBA	54.26
P.ELEV. 268+00	2410.00	152.20	23.79	DE PASO	23.79
No. 8 246+80	2091.00		54.26	S/BOMBA	54.26
R. SAL. 451+00	1720.00	204.20	58.47	P.D. LL.	58.42

KILOMETRAJE.
ELEVACION

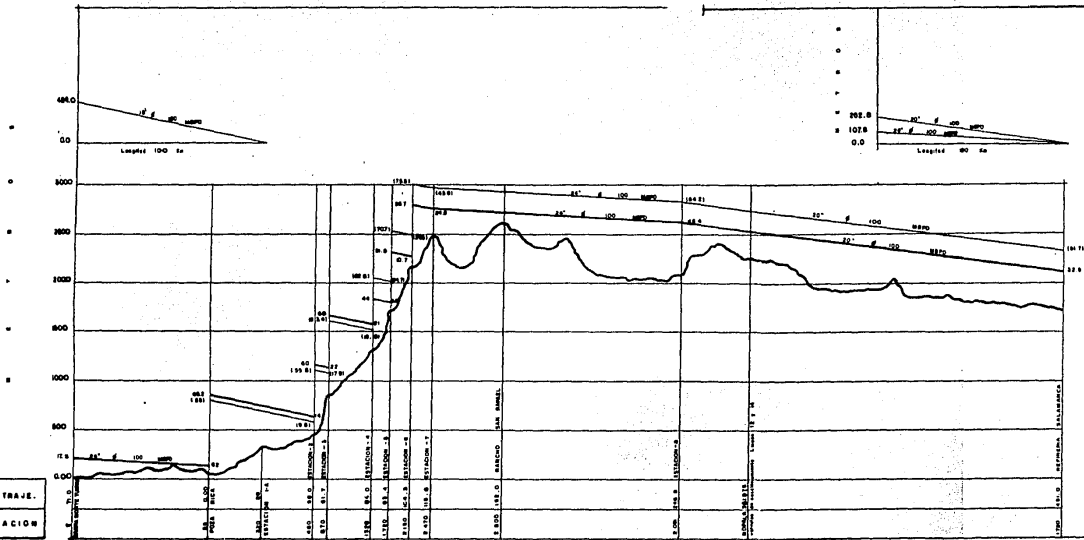
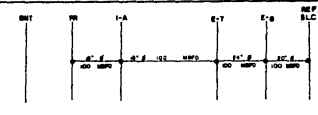


DIAGRAMA DE FLUJO



NOTACIONES :

BRANQUEO GEOMETRICAL : 6.883
 VOLUMEN CUMULATIVO : 50 000
 ESCALA GEOMETRICAL : 1" = 1000 000
 ESCALA VERTICAL : 1" = 50 000

CASO I BRANQUEOS LINEA DELGADA
 POZA SICA, ESTACION 7, BALSA MEX
 CUPO DE BOMBEO : Paises cesareo
 POZA SICA : 65 kg/cm²
 ESTACION 7 : 65 kg/cm²
 ESTACIONES 7, 8, 9, 8 : 65 kg/cm²
 ESTACIONES 7, 8, 9 : 65 kg/cm²

CASO II BRANQUEOS LINEA GRUESA
 BOMBA FUENTE DE TURKEY, POZA SICA, ESTACION 7,
 BALSA MEX
 Llave Cerrado en parte caso con en Balsa MEX de TURKEY
 a Paso Sica, Llave en 20% de emergencia en 11.50 kg/cm²
 POZA SICA : 65 kg/cm²
 ESTACION 7 : 65 kg/cm²
 ESTACION 8 : 65 kg/cm²

IV. - TERCERA ETAPA

SISTEMA DE TUBERIAS (150 MBPD MEZCLAS)

BARRA NORTE TUXPAN --- EST. 1-A, LINEA 24"Ø
 ESTACION 1-A HASTA EST. 7, LINEA 18"Ø
 ESTACION 7 DERIVACION A MEXICO, LINEA 18" Ø (110 MBPD)
 ESTACION 7 DERIVACION A SALA, LINEA 12" Y 14" (40 MBPD)

EQUIPO DE OPERACION

BARRA NORTE TUXPAN	BOMBA	77 Kg/cm2
ESTACION 1-A	"	26 Kg/cm2
ESTACION 2	"	23 Kg/cm2.
ESTACION 3	"	50 Kg/cm2.
ESTACIONES 4, 5 y 6	2 BOMBAS	(23 Kg/cm2) 46 Kg/cm2.
ESTACION 7 A MEXICO	BOMBA	26 Kg/cm2

ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO

ELEVACION EN BNT	2.00 m
COLUMNA DE BOMBA (77Kg/cm2)	<u>890.17 m</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN BNT	892.17 m (77.17 Kg/cm2)

TRAMO BNT ---- P.R. L=71 Km LINEA 24"Ø

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN BNT.	892.17 m
PERDIDA POR FRICCION 71x2.1913	<u>- 155.58 m</u>
	736.59 m

ELEVACION NATURAL EN P.R.	<u>- 55.00</u>
COLUMNA DE SUCCION (PASO) P.R.	681.59 m (58.96 Kg/cm2)

NO HAY BOMBEO EN POZA RICA.

TRAMO BNT A ESTACION 1-A

LINEA 24"Ø Q=150 MBPD hf= 2.1913 m/Km.
 LONGITUD = 99 Km (DEL KM 71+000 AL 00+000 Y AL 28+000)

CONDICIONES DE LLEGADA A LA ESTACION 1-A

CARGA DISPONIBLE EN BNT	892.17 m
PERDIDA POR FRICCION 99x2.1913	<u>- 216.93 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA A 1-A	675.24 m
ELEVACION NATURAL EN 1-A	<u>- 320.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION EN 1-A	355.24 m (30.73 Kg/cm2)

NOTA: A PARTIR DE LA ESTACION 1-A Y HASTA LA ESTACION 7, LA LINEA ES DE 18"Ø
 $Q = 150 \text{ MBPD}$ Y $k_f = 8.6238 \text{ m/Km}$.

TRAMO ESTACION 1-A A ESTACION 2 L= 27 Km.

CONDICIONES DE SALIDA EN ESTACION 1-A

ELEVACION NATURAL EN ESTACION 1-A	320.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN 1-A	355.24 m = 30.73
COLUMNA DE BOMBA (26 Kg/cm ²)	<u>300.58 m = 26.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN 1-A	975.82 m = (56.73 Kg/cm ²)

CONDICIONES DE LLEGADA A E-2

PERDIDA POR FRICCIÓN 26X8.6238	<u>-224.22 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	751.60 m
ELEVACION DE LA ESTACION 2	<u>-460.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION EN E-2	291.60 m (25.22 Kg/cm ²)

TRAMO ESTACION 2 A ESTACION 3 L=6.7 m

CONDICIONES DE SALIDA EN E- 2

ELEVACION DE LA E-2	460.00 m
COLUMNA DE SUCCION E-2	291.60 m = (25.22)
COLUMNA DE BOMBA (23 Kg/cm ²)	<u>265.90 m = 23.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-2	1017.50 m = (48.22 Kg/cm ²)

CONDICIONES DE LLEGADA A E-3

PERDIDA POR FRICCIÓN 6.7 X 8.6238	<u>-257.77 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	959.73 m
ELEVACION DE ESTACION 3	<u>-870.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION E-3	89.73 m (7.76 Kg/cm ²)

TRAMO ESTACION 3 A ESTACION 4 L=22.3

CONDICIONES DE SALIDA EN E- 3

ELEVACION DE ESTACION 3	870.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E- 3	89.73 m
COLUMNA DE BOMBA (50 Kg/cm ²)	<u>578.04 m = 50.00</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-3	1537.77 m (57.76 Kg/cm ²)

CONDICIONES DE LLEGADA A E-4

PERDIDA POR FRICCIÓN 22.3X8.6238	<u>-192.30 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	1345.46 m
ELEVACION DE E-4	<u>-1320.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION E-4	25.46 m (2.20 Kg/cm ²)

TRAMO ESTACION 4 A ESTACION 5, L= 9.4 Km.

CONDICIONES DE SALIDA EN EST. 4.

ELEVACION DE LA ESTACION	1320.00 m	
COLUMNA DE SUCCION.	25.46 m	2.20 Kg/cm ² .
COLUMNA DE BOMBA (46 Kg/cm ²)	<u>531.79 m</u>	<u>46.00 Kg/cm².</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-4	1877.25 m	48.20 Kg/cm ² ,

CONDICIONES DE LLEGADA A E-5.

PERDIDA POR FRICCIÓN 9.4X8.6238	- 81.06 m	
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	<u>1796.19 m</u>	
ELEVACION DE LA ESTACION.	<u>-1720.00 m</u>	
COLUMNA DE SUCCION EN E-5	76.19 m	= (6.59 Kg/cm ²)
TRAMO DE ESTACION 5 A EST. 6		L= 10.9 Km

CONDICIONES DE SALIDA EN E-5

ELEVACION DE LA ESTACION	1720.00 m	
COLUMNA DE SUCCION	76.19 m	
COLUMNA DE BOMBA (46 Kg/cm ²)	<u>531.79 m</u>	
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-5	2327.98 m	

CONDICIONES DE LLEGADA A E-6

PERDIDA POR FRICCIÓN 10.9X8.6238	- 93.99 m	
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA.	<u>2233.99 m</u>	
ELEVACION DE LA ESTACION	<u>-2150.00 m</u>	
COLUMNA DE SUCCION EN E-6	83.99 m	= (7.26 Kg/cm ²)
TRAMO EST. 6 A EST. 7		L= 11.5 Km

CONDICIONES DE SALIDA EN E-6.

ELEVACION DE LA ESTACION	2150.00 m	
COLUMNA DE SUCCION.	83.99 m	
COLUMNA DE BOMBA (46 Kg/cm ²)	<u>531.79 m</u>	
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-6	2765.78 m	

CONDICIONES DE LLEGADA A E-7

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-6	2765.78 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 11.5X8.6238	- 99.17 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	2666.61 m
ELEVACION DE LA ESTACION	-2470.00 m
COLUMNA DE SUCCION EN E-7	196.61 m = (17.00 Kg/cm ²)

DERIVACION A MEXICO CON 110 MBPD MEZCLAS POR LA LINEA DE 18"Ø h_f= 5.0146 m/Km

TRAMO DE ESTACION 7 A KM. 135+00 CON COTA 2660 m; L=19.1 Km.

CONDICIONES DE SALIDA EN E-7.

ELEVACION DE LA ESTACION	2470.00 m
COLUMNA DE SUCCION	196.61 m
COLUMNA DE BOMBA (26 Kg/cm ²)	300.57 m
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7	2967.18 m

CONDICIONES DE LLEGADA AL KM 135+00

PERDIDA POR FRICCIÓN 19.2 X 5.0146	- 96.28 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	2870.90 m
ELEVACION DEL LUGAR.	-2660.00 m
COLUMNA DE PASO EN EL LUGAR	210.90 m = (18.24 Kg/cm ²)
TRAMO DE ESTACION 7 AL KM 176 A MEXICO	L= 60.2 Km.

CONDICIONES DE SALIDA EN ESTACION 7.

CARGA DISPONIBLE EN E-7	2967.18 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 60.2 X 5.0146	- 301.87 m
ELEVACION DEL PUNTO DE PASO	2665.31 m
ELEVACION DE LUGAR.	- 2550.00 m
COLUMNA DE PASO SOBRE EL LUGAR.	115.31 m = (9.97 Kg/cm ²)

TRAMO TOTAL DE LA ESTACION 7 A REFINERIA ATZCAPOTZALCO. L= 125.2 Km.

CONDICIONES DE SALIDA EN LA ESTACION 7.

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN LA ESTACION	2967.18 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 125.2×5.0146	- 627.82 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	2339.36 m
ELEVACION DE LA REFINERIA ATZCAPOTZALCO.	- 2245.00 m
COLUMNA SOBRE EL NIVEL REFINERIA.	94.36 m $\hat{=}$ (8.16 Kg/cm ²)

NOTA: La Bomba de la Estación 7 a México (110 MBPD) con una columna de 1000' (pea).

$$1 \text{ PSI} = 2.31 \text{ pea} \quad \therefore \frac{1000}{2.31} = 432.90 \text{ mca}$$

$$1 \text{ Y } 432.90 \times 0.865 = 374.46 \text{ PSI}$$

$$374.46 \times 0.07031 = 26.328 \hat{=} 26.33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$1 \text{ M} = 3.28 \text{ Pies} \quad \therefore \frac{1000}{3.28} = 304.88 \text{ m}$$

$$304.88 \times 0.865 = 26.372 \hat{=} 26.37 \text{ Kg/cm}^2.$$

DERIVACION A SALAMANCA A PARTIR DE LA ESTACION 7 CON LINEAS DE 12 Y 14 Ø Y
 $Q = 50 \text{ MBPD}$ $h_f = 1.5783$.

TRAMO EST. 7 A RANCHO SAN RAFAEL $L=36.2 \text{ Km}$ COTA 2600 m
SIN BOMBEO EN LA ESTACION 7.

CONDICIONES DE SALIDA EN LA E-7 (SIN BOMBEO)

ELEVACION DE LA ESTACION	2470.00 m
COLUMNA DE SUCCION (PASO)	<u>196.61 m</u>
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7	2666.61 m

CONDICIONES DE PASO EN RANCHO SAN RAFAEL

PERDIDA POR FRICCCION 36.2×1.5783	- <u>37.13 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA (PASO)	2609.48 m
ELEVACION EN RANCHO SN RAFAEL	- <u>2600.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION (PASO)	9.48 m = (0.82 Kg/cm ²)

TRAMO ESTACION 7 A ESTACION 8 $L=131 \text{ Km}$ LINEAS 12 Y 14.

CONDICIONES DE SALIDA EN E-7	
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7	2660.61 m
PERDIDA POR FRICCCION 131×1.5783	- <u>206.75 m</u>
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA A E-8	2459.86 m
ELEVACION DE LA ESTACION	- <u>2091.00 m</u>
COLUMNA DE SUCCION (PASO) EN E-8	368.86 m = (31.90 Kg/cm ²)

TRAMO ESTACION 8 A REF. SALAMANCA $L=204.20 \text{ Km}$ LINEAS 12 Y 14.

CONDICIONES DE SALIDA EN E-8	
CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-8	2459.86 m
PERDIDA POR FRICCCION 204.20×1.5783	- <u>322.29 m</u>
ELEVACION DE LLEGADA A REF.	2137.57 m
ELEVACION DE REF. SALAMANCA	- <u>1720.00 m</u>
COLUMNA DE LLEGADA A REFINERIA	417.57 m = (36.12 Kg/cm ²)

NOTA: COMO ENTRE LA ESTACION 8 Y REFINERIA SE TIENE UN PUNTO SITUADO EN KM ---
268+00 CON ELEVACION DE 2410 M, CONVIENE ANALIZAR ESA SITUACION.

TRAMO EST. 8 A REFINERIA SALAMANCA L= 204,2 Km

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-8 (SIN BOMBA)	2526,57 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 204.2 x 1.069	- 218,29 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA A REF. SALAMANCA	2308,28 m
ELEVACION DE REFINERIA	- 1720,00 m
COLUMNA SOBRE REFINERIA .	588,28 m = (50.88 Kg/cm ²)

DERIVACION A LAMANCA, A PARTIR DE LA ESTACION 7 CON LINEAS 12" Y 14" Ø EN PARALELO
CON 40 MBPD Y $h_f = 1.069$ m/Km.

TRAMO EST. 7 A RANCHO SAN RAFAEL L=36,2 Km LINEAS 12" Y 14"

CARGA TOTAL DISPONIBLE SIN BOMBA EN E-7	2666,61 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 36.2 x 1.069	- 38,69 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA A REF. SN. RAFAEL	2627,92 m
ELEVACION EN REFINERIA SN RAFAEL	- 2600,00 m
COLUMNA DE PASO SOBRE EL LUGAR.	27,92 m = (2.41 Kg/cm ²)

TRAMO EST. 7 A EST. 8 L=131 Km LINEAS 12" y 14" SIN BOMBA EN E-7

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-7 SIN BOMBA	2666,61 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 131 x 1.069	- 140,04 m
ELEVACION DEL PUNTO DE LLEGADA	2526,57 m
ELEVACION DE LA E-8	- 2091,00 m
COLUMNA DE SUCCION (PASO) E-8	435,57 m = (37.67 Kg/cm ²)

TRAMO ESTACION 8 AL KM 268 + 00 CON ELEVACION 2410 m L= 21,2 Km

CARGA TOTAL DISPONIBLE EN E-8	2526,57 m
PERDIDA POR FRICCIÓN 21.2 x 1.069	- 22,66 m
ELEVACION DEL PUNTO DE PASO EN KM 268 + 00	2503,91 m
ELEVACION DEL LUGAR.	- 2410,00 m
COLUMNA DE PASO SOBRE EL LUGAR.	93,91 m = (8.12 Kg/cm ²)

COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA

BNT--- P.R.--- 1-A Y EST. 7 (150 MBPD) A MEXICO 110 MBPD (18"Ø)
 BNT--- 1-A, 24"Ø (1-A EST. 7,18"Ø) A SALAMANCA 45 MBPD (12" Y 14" PARALELO)

TABLA DE PRESIONES

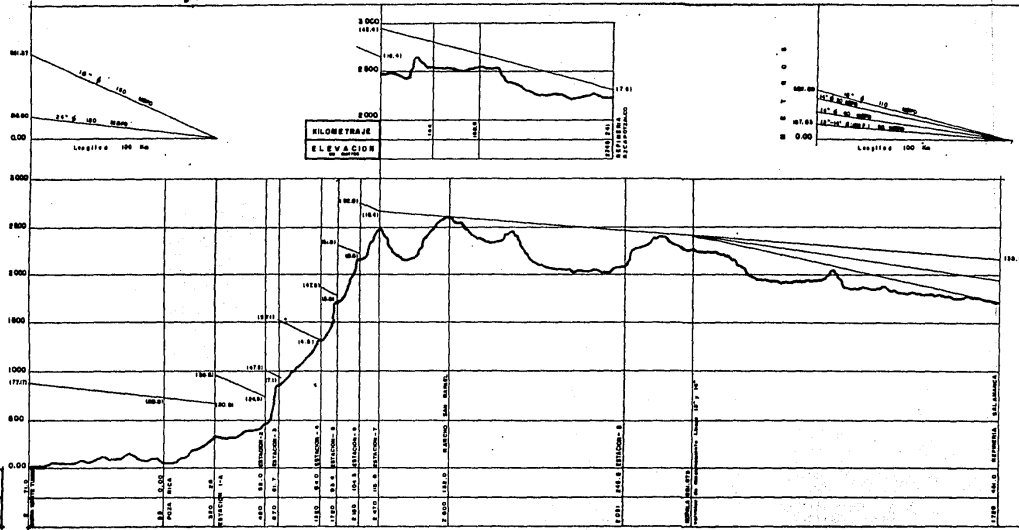
LUGAR	UBICACION KM.	ELEVACION M.	LONGITUD KM.	SUCCION KG/CM2.	DESCARGA KG/CM2.	DIFERENCIAL KG/CM2.
BNT	71+000	2.00		00.170	77.170	77.000
P. RICA	00+000	55.00	71.000	58.960	S/BOMBEO	58.960
1-A	28+000	320.00	28.000	30.730	56.730	26.000
2	55+000	460.00	27.000	25.220	48.220	23.000
3	61+700	870.00	6.700	7.760	57.760	50.000
4	84+000	1320.00	22.300	2.200	48.200	46.000
5	93+400	1720.00	9.400	6.590	52.590	46.000
6	104+300	2150.00	10.900	7.260	53.260	46.000
7	115+800	2470.00	11.500	17.000	43.000	26.000

DERIVACION A REFINERIA ATZCAPOTZALCO MEXICO (18"Ø 110 MBPD)

EST. 7-A	115+800	2470.00		17.000	43.000	26.000
P. ELEV.	135+000	2660.00	19.200	18.240	PASO	18.240
P. ELEV.	176+000	2550.00	60.200	9.970	PASO	9.970
R. ATZ.	241+000	2245.00	125.200	8.160	LLEGADA	8.160

DERIVACION A SALAMANCA (LINEAS 12" Y 14" Ø EN PARALELO 50 MBPD)
 SIN BOMBEO EN LA EST. 7.

EST. 7-A	115+800	2470.00		17.000	S/BOMBA	
R.S. RAF	152+000	2600.00	36.200	0.820	PASO	0.820
EST. 8-A	246+800	2091.00	131.000	31.900	PASO	31.900
P. ELEV.	268+000	2410.00	21.200	8.120	PASO	8.120
R. SALAM	451+000	1720.00	204.200	36.120	LLEGADA	36.120



KILOMETRAJE
en Kilometros

ELEVACION
en metros



NOTACIONES

PRESIONES EN 1 kg/cm^2

EQUIPO DE BOMBEO:

SUMINISTRO DE TIUBOS 1 mm 75 kg/cm² Selenox
 PARA BOMBAS 2 mm 50 kg/cm² Selenox
 ESTACIONES 1-4 4 x 2 5 mm 10 kg/cm² Selenox

ESTACION 5 1 mm 75 kg/cm² Selenox
 ESTACION 6 1 mm 50 kg/cm² Selenox
 ESTACION 7 1/2 mm 50 kg/cm² Selenox
 ESTACION 8 1/2 mm 50 kg/cm² Selenox
 ESTACION 9 2 mm 50 kg/cm² Selenox

ESCALAS HORIZONTALES 1:100,000
 ESCALAS VERTICALES 1:10,000

VII.- AMPLIACION AL TRANSPORTE DE CRUDO Y PRODUCTOS
DE LA BARRA NORTE DE TUXPAN Y POZA RICA A LAS
REFINERIAS DEL ALTIPLANO DE OCTUBRE DE 1973 A
DICIEMBRE DE 1975.

En los últimos 5 años de las fechas mencionadas se hicieron varios estudios --- tendientes a resolver el problema que presentaba la ampliación de transporte de crudo a las Refinerías del Altiplano.

El objetivo de este trabajo es presentar un resumen de las soluciones que se han tomado para cada una de las etapas de ampliación, a fin de cumplir con el Programa de Transporte de crudo que se fijó para satisfacer las necesidades de proceso en las Refinerías de Atzacapotzalco, Salamanca y Tula.

A continuación se presenta el programa antes mencionado:

REFINERIA	1973	1974	1975
ATZCAPOTZALCO	105 MBPD	110 MBPD	110 MBPD
SALAMANCA	150 MBPD	200 MBPD	200 MBPD
TULA	-	-	150 MBPD

En el anexo 1 se indica el diagrama de flujo necesario para cumplir con -- el programa de transporte para cada una de las etapas.

En el anexo 2 se indica el equipo de bombeo correspondiente a cada etapa.

El anexo 3 contiene el perfil y el gradiente hidrúlico para cada una de -- estas etapas.

Octubre-73. Bombeo de 225 000 barriles por día.

BARRA NORTE DE TUXPAN

En esta terminal se instalaron 13 equipos de bombeo de diferentes caracte- rísticas capaces de manejar 125 000 barriles por día a una presión máxima de -- 35Kg/cm², utilizando el nuevo oleoducto de 24"Ø Barra Norte de Tuxpan-Poza Rica

Mientras no esté el equipo nuevo de bombeo proyectado para esta terminal, -- no se puede sugerir un gasto fijo mayor que el de 125 000 barriles por día.

POZA RICA

En la nueva estación de bombas del Distrito Poza Rica, se han tenido que hacer arreglos en el área de tanques para manejar en la misma corriente el -- crudo faja de oro marina, utilizando los tanques 7 y 8 de 55 000 barriles cada uno. Los tanques 1, 2, 3, y 4 de 100 000 barriles cada uno se destinaron - al almacenamiento de mezclas.

El equipo de bombeo disponible para transportar el crudo en Poza Rica, - son cuatro unidades de 50 000 barriles cada uno y dos de 25 000 cada uno, a - una presión de descarga de 63 Kg/cm². Se encontraba en proceso de instalación con fecha probable de terminación Octubre de 1973, una quinta unidad de ---- 50 000 barriles por día, que serviría de relevo.

También fue solicitada una motobomba de 25 000 barriles por día, la cual estaría interconectada en los cabezales de la Estación de bombas del Distrito de Poza Rica, para manejar crudo o productos.

Para dar 225 000 barriles por día, se dispondría de 125 MBPD de crudo -- pozóleo y crudo faja marina, y de 100 MBPD de mezclas, procesándose en la --- Refinería de Poza Rica crudo tipo mezclas.

El manejo del crudo anterior se hará por dos tuberías de 18"Ø existentes por la tubería de 18" Ø-X52 se manejarían 125 MBPD de crudo pozóleo hasta la Estación 7 del Distrito Catalina y por la de 18" Ø-B de 100 MBPD de mezclas - hasta la Refinería de Atzacapotzalco.

SISTEMA DISTRITO CATALINA

Se terminó la construcción de la Estación de Bombas 1-A, la cual estará - en condiciones de manejar 150 000 barriles por día con 3 equipos de bombeo de 75 000 barriles por día cada uno.

De las Estaciones 2 a 6 desde el momento de separar las corrientes de crudo y productos, se dejaron instalados los equipos de 700 HP y 400 HP de tal -- forma que puedan manejar 150 000 barriles por día a una presión diferencial -- total de 46 Kg/cm².

En la Estación de Bombas No. 7 se tienen 3 equipos de 400 HP fuera de --- operación. Se encuentran en proceso de construcción las interconexiones necesarias para utilizar este equipo de bombeo a fin de manejar indistintamente pozóleo para la Refinería de Salamanca o mezclas para la Refinería de Atzacapotzalco. Una vez que haya necesidad de cumplir el programa de 110 000 barriles por día en enero de 1974.

A partir de esta Estación, por la tubería 18"Ø-B, se continuará manejando sin rebombeo en la Estación 7, 100 000 barriles por día de mezclas a la Refinería de Atzacapotzalco, y por las tres líneas en paralelo de 24" Ø, 14" Ø y 12" Ø, 125 000 barriles por día a la Estación 8.

La Estación de bombas No. 8 cuenta con 4 equipos de 400 HP que será necesario operar posteriormente en virtud que el pozóleo requerido por la Refinería de Salamanca, se manejará solamente por la tubería de 14" Ø Estación 7-Salamanca. Para esta etapa en que se operen en paralelo las 3 tuberías existentes entre la Estación 7 y Salamanca no será necesario utilizar equipo de bombeo en la Estación No. 8

Diciembre/73: Bombeo de 250 000 barriles por día, sin considerársele como -- gasto firme.

Con las instalaciones indicadas en la etapa anterior previa terminación del equipo de relevo en Poza Rica (una motobomba de 50 000 barriles por día) y de las interconexiones en la Estación de bombas No. 7, se podrá en algunas ocasiones aumentar el régimen de bombeo de 225 000 barriles por día a 250 000 barriles por día, operando de las estaciones Tuxpan a la Estación 6 exactamente igual que la etapa de 225 000 barriles por día, pero invirtiendo en las -- líneas de 18" Ø existentes el tipo de crudo a manejar, es decir por la tubería de 18"Ø-B se manejarán 100 000 barriles de pozóleo y por la tubería de -- 18"Ø-X52, 150 000 barriles por día de mezclas.

En la Estación de bombas No. 7 se desviará el flujo adicional por la línea de 24" Ø y se podrá a partir de esta fecha, dejar en disponibilidad la línea 12"Ø Estación 8-Salamanca, para iniciar su reacondicionamiento como línea de productos.

Con la presión disponible en la Estación 7 sin rebombeo en esta Estación se manejarán 55 000 barriles por día de pozóleo por la Tubería de 14" Ø Estación 7-Estación 8, 85 000 barriles por día de mezclas por la tubería de 24"Ø-Estación 7- Estación 8 y 110 000 barriles por día de mezclas por el oleoducto de 18"Ø-B a la Refinería de Atzacapotzalco con ayuda de dos de los equipos de 400 HP existentes.

Enero/74: Bombeo de 250 000 barriles por día firme.

Para satisfacer esta etapa de transporte, es indispensable contar con el nuevo equipo de bombeo en la Barra Norte de Tuxpan, el cual la Gerencia de -- Proyectos y Construcción ha programado terminar en Diciembre de 1973.

Con la operación de tres unidades de bombeo de 1500 HP y una de relevo -- con un gasto de 50 000 barriles por día cada uno y una presión de descarga de 75 Kg/cm², se podrán transportar hasta la Estación de bombas 1-A 150 000 barriles por día de mezclas. En estas condiciones, el Distrito de Poza Rica, sólo bombeará fijo el pozóleo por la línea de 18" Ø-B.

El Sistema del Distrito Catalina, con las mismas instalaciones citadas en las etapas anteriores, podrá manejar hasta la Estación 7 por la tubería de --- 18" Ø - X52, 150 000 barriles por día de mezclas y por la tubería de 18" Ø-B, - 100 000 barriles por día de pozóleo.

En la Estación de bombas No. 7 se efectuará la desviación de corrientes - sin rebombeo, tal como se indica en la etapa anterior. A partir de esta fecha, quedará disponibles en el Distrito de Poza Rica 3 motobombas de 50 000 barriles por día cada una para trasladarse a la Estación de bombas No. 8 y que se utilizarán en el bombeo de crudo a la Refinería de Salamanca cuando ésta aumente a 200 000 barriles por día. A este respecto la Gerencia de Explotación, ha hecho los trámites ante la Subdirección de Producción Industrial, para que a su vez solicite a la Comisión Federal de Electricidad, suministro de energía eléctrica a una frecuencia de 60 ciclos para poder operar los motores eléctricos provenientes del Distrito Poza Rica.

Junio/74: Bombeo 310 000 barriles por día.

Para poder cumplir con esta etapa, será suficiente para el transporte de crudo requerido, adicionando la quinta unidad solicitada para la Barra Norte de Tuxpan, la cual será el relevo.

Por lo anterior, desde la Barra Norte de Tuxpan hasta la Estación de --- de bombas 1-N se manejarán por un oleoducto de 24" Ø hasta 210 000 barriles por día de crudo tipo mezclas y continuará por un oleoducto de 24" Ø utilizando -- las Estaciones de bombas 1-N, 2-N y 3-N hasta la Estación de bombas No. 7. En esta estación con interconexiones existentes hasta esta etapa, se derivará el flujo en la siguiente forma: 110 000 barriles por día de mezclas a la Refinería de Atzacapotzalco y 100 000 barriles por día por la línea de 24"-20" Ø Estación 7- Salamanca sin rebombeo en la Estación 7.

El crudo pozóleo se manejará en Poza Rica y en el Distrito Catalina por el oleoducto de 18" Ø-B y se derivará en la Estación 7 por la línea de 14" Ø - 55 000 barriles por día sin rebombeo en la Estación 7 y los 45 000 barriles -- por día restantes, se derivarán a la tubería de 24" Ø para llegar hasta la --- Estación de Bombas No. 8.

En la Estación de bombas No. 8 ya se tendrán instalados los tres equipos de 50 000 barriles por día disponibles del Distrito Poza Rica, más la adquisición de una cuarta unidad de similares características para transportar a una diferencial de presión muy baja, 145 000 barriles por día de crudo tipo mezclas por el oleoducto de 20" Ø Estación 8-Salamanca, y 55 000 barriles por día de crudo tipo pozóleo por la tubería de 14" Ø.

Diciembre/75: Transporte de 460 000 barriles por día.

Para esta etapa de transporte será necesario construir dos estaciones adicionales de bombeo y ampliar a esta capacidad las estaciones nuevas, a continuación se dan las características y localizaciones correspondientes a esta etapa.

<u>ESTACION</u>	<u>ALTITUD</u>	<u>KILOMETRAJE</u>	<u>PRESION SUC.</u>	<u>PRESION DESC.</u>
Poza Rica	55 m.	0+000	6 Kg/cm ² .	86 Kg/cm ² .
1 N	300 m.	58+500	22 Kg/cm ² .	96 Kg/cm ² .
2 N	1040 m.	66+500	8 Kg/cm ² .	82 Kg/cm ² .
3 N	1670 m.	93+660	22 Kg/cm ² .	100 Kg/cm ² .
4 N	2470 m.	117+800	5 Kg/cm ² .	60 Kg/cm ² .

En las dos últimas columnas se indican las presiones que se registrarán en dichas estaciones para la etapa de transporte de 360 000 barriles de mezclas.

El equipo antes mencionado se adquirirá en módulos de 120 000 barriles por día con una presión máxima de descarga de 82 Kg/cm².

Todas las estaciones nuevas deberán contar con tanques de almacenamiento (dos de 15000 barriles), para almacenamiento de crudo que deriven las válvulas de alivio en caso de alguna suspensión en el bombeo. Para el almacenamiento de combustible diesel se deberán tener dos tanques de 5 000 barriles y dos adicionales de 5 000 barriles para almacenamiento cuando opere el nuevo poliducto Poza Rica-Estación 7.

Con objeto de centralizar la operación del sistema de oleoductos y gasoductos del Distrito Catalina, se propone que en las nuevas estaciones de bombeo de crudo, se concentren los bombeos de crudo pozóleo y productos terminados y considerando que una tubería de 18" Ø entre Poza Rica y la Estación 7 quedará libre al operar el nuevo oleoducto de 18" Ø-X52, para que opere con un nuevo equipo de bombeo a base de turbo bombas instaladas en las Estaciones ---

----- 1N, 2N y 3N. El reacondicionamiento practicamente consistirá en substituir la tubería existente, por otra de mayor espesor en las longitudes correspondientes a las descargas de las nuevas estaciones con un total aproximado -- de 9 kilómetros.

El nuevo poliducto de 14" Ø Poza Rica-Estación 7 que manejará gas licuado también, deberá contar con estaciones de bombeo coincidentes en las Estaciones 1N, 2N, 3N y 4N. Con lo anterior se podrán eliminar las estaciones eléctricas de bombeo existentes, para operar finalmente todo el sistema de transporte de crudo y productos utilizando exclusivamente las nuevas estaciones.

VIII. CONCLUSIONES.

Para lograr Bombear inicialmente hasta 70 MBPD a Salamanca, --- fue necesario efectuar el estudio que se denominó "COMPORTAMIENTO -- HIDRAULICO 2A. ETAPA".

Las obras que fueron necesarias en la 2A. ETAPA son:

- a) Línea de 14" entre la Estación No. 7 y Salamanca.
- b) Ampliación de la Estación No. 7 con 1200 HP.
- c) Construcción de tres tanques con capacidad de 20 000 BLS en las Estaciones Nos. 2, 4 y 7.
- d) Desmantelamiento del Equipo Recíprocante de las Estaciones Núms. - 2, 3, 4, 5, 6 y 7.
- e) Reparación General de la Tubería de 12" entre la Estación No. 7 y Salamanca.

Para Lograr Bombear normalmente hasta 80 MBPD a Salamanca fue - necesario efectuar el estudio que se denominó "COMPORTAMIENTO HIDRAU LICO 3A. ETAPA".

Las obras que fueron necesarias en la 3A. ETAPA son:

- a) Desmantelamiento de la Tubería de 20" (Gasoducto) entre Poza Rica y la Estación No. 7.
- b) Oleoducto de 18", 0.344", 0.281" de espesor de pared entre Poza - Rica y la Estación No. 7.
- c) Ampliación de las Estaciones Núms. 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

El Transporte de Gas se podrá realizar en los dos sentidos (Poza Rica-México ó México-Poza Rica), utilizando entre Poza Rica y la Estación No. 7 la Tubería de 12", y entre la Estación No. 7 y Atzacapotzalco la Tubería de 20".

Con objeto de centralizar la operación del Sistema de Oleoductos --- de la BNT al Altiplano, en las nuevas Estaciones de Bombeo de Crudo, ---- se concentren los Bombes de Crudo Pozoleo y Productos Terminados, considerando que la Tubería de 18" Ø entre Poza Rica y la Estación No. 7 quedará libre al operar el nuevo Oleoducto de 24"Ø que manejaría 360 MBPD, se podría reacondicionar el Oleoducto de 18" Ø 52 con 100 MBPD, para operar con un nuevo Equipo de Bombeo a base de Turbo-Bombas instaladas en las -- Estaciones 1N, 2N, 3N. El reacondicionamiento prácticamente consistirá en substituir la Tubería existente, por otra de mayor espesor en las longitudes correspondientes a la descarga de las nuevas Estaciones con un total- aproximado de 9 Km.

El Nuevo Poliducto de 14" Ø Poza Rica-Estación No. 7 que manejará -- Gas Licuado también deberá contar con Estaciones de Bombeo coincidentes- en las Estaciones 1N, 2N, 3N y 4N.

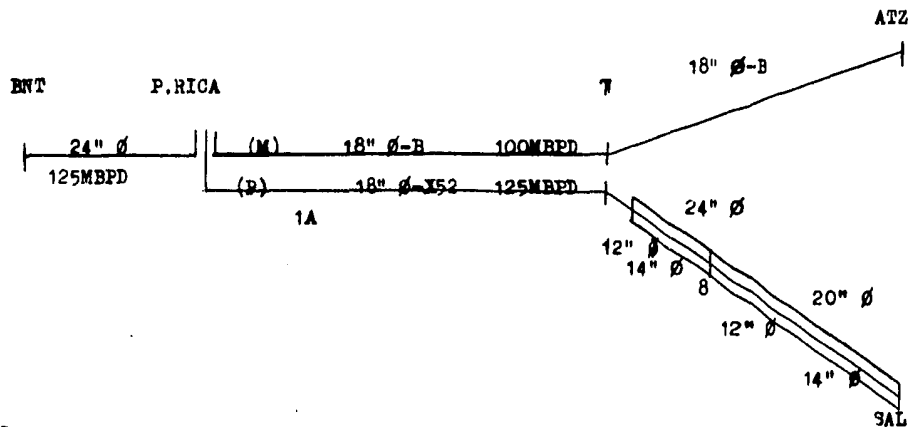
Con lo anterior se podrán eliminar las Estaciones Eléctricas de Bombeo existentes, para operar finalmente todo el Sistema de Transporte de -- Crudo y Productos utilizando exclusivamente las nuevas estaciones.

ANEXO I

DIAGRAMA DE FLUJO

Transporte de Crudo a las Refinerías del Altiplano

Octubre de 1973-225 MBPD

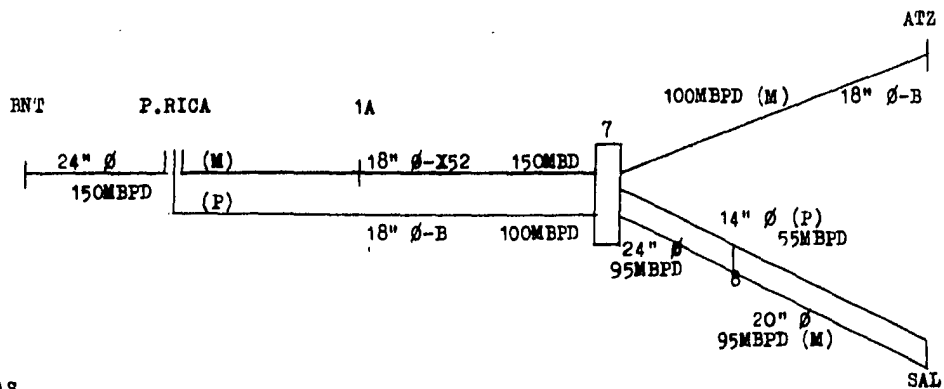


(M) MEZCLAS
(P) POZOLEO

DIAGRAMA DE FLUJO

Transporte de Crudo a las Refinerías del Altiplano

Diciembre 1973-Enero 1974 250MBPD



(M) MEZCLAS
(P) POZOLEO

DIAGRAMA DE FLUJO
Transporte de Crudo a las Refinerías del Altiplano
Junio de 1974-310MBPD

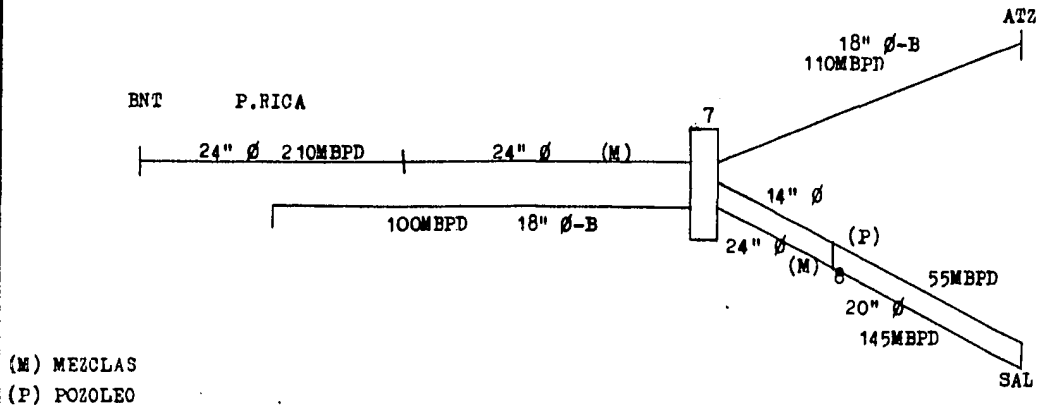
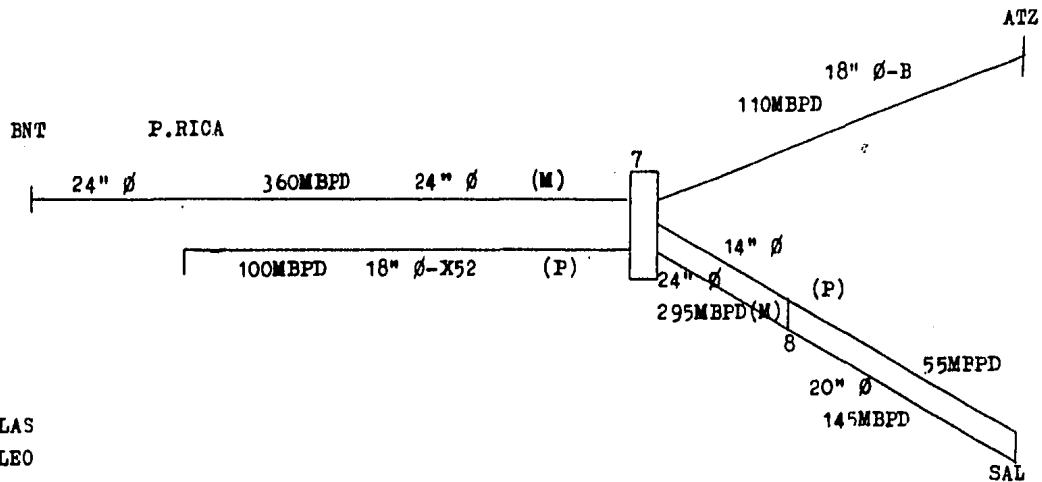


DIAGRAMA DE FLUJO

Transporte de Crudo a las Refinerias del Altiplano

Diciembre 1975-460MBPD

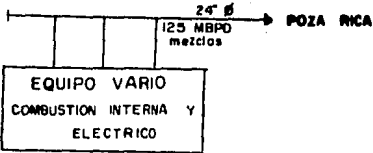


ANEXO 2

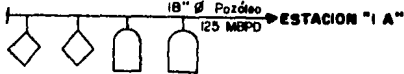
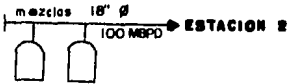
TRANSPORTE 225 MBPD

OCT. DE 1973

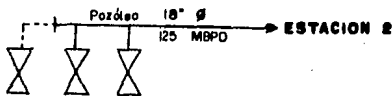
BARRA NORTE TUXPAN



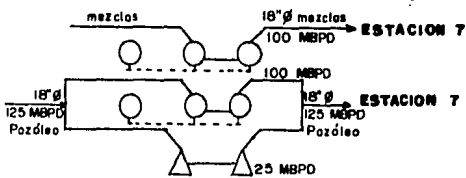
POZA RICA



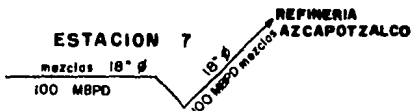
ESTACION "1A"



ESTACIONES 2,3,4,5,6

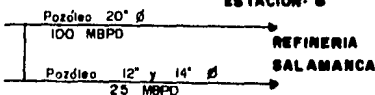


ESTACION 7



Pozoleo 18" ϕ
125 MBPD

ESTACION 8



SIMBOLOGIA

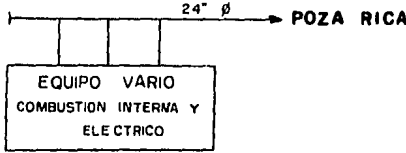
	GASTO MBPD	POTENCIA (H.P.)	PRESION Kg/cm	MOTOR
	25	240	3.4	Combustion interna
	50	1000	7.7	Electrico 60 ciclos
	100 75 67	900 900 900	24 26 38	Electrico 60 ciclos
	25	500	6.3	Electrico 60 ciclos
	100	700	23	Electrico 60 ciclos
	50	400	26	Electrico 60 ciclos
	40	250	6.3	Electrico 60 ciclos
	50	1000	6.3	Electrico 60 ciclos

* En la estacion 3 al equipo a Salamanca es de 800hp.

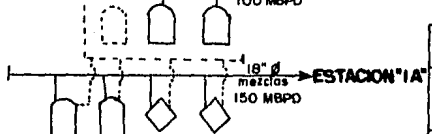
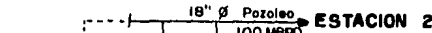
TRANSPORTE 250 MBPD

DIC DE 1973

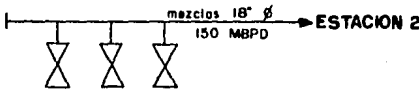
BARRA NORTE TUXPAN



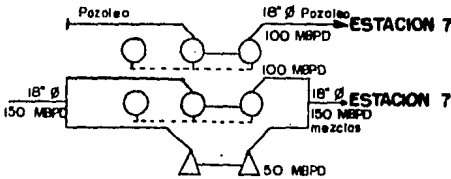
POZA RICA



ESTACION "IA"

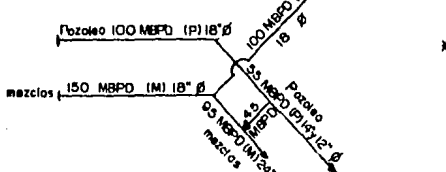


ESTACION 2, 3, 4, 5 y 6



ESTACION 7

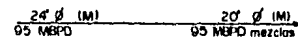
REFINERIA
AZCAPOTZALCO



ESTACION 8

ESTACION 8

REFINERIA
SALAMANCA



REFINERIA
SALAMANCA

SIMBOLOGIA

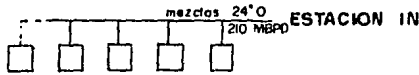
	GASTO MBPD	POTENCIA (H.P.)	PRESION Kg/cm	MOTOR
	25	240	34	Combustion Interna
	50	1000	77	Electrico 60 ciclos
	100 75 67	900 900 900	24 26 38	Electrico 60 ciclos
	25	500	63	Electrico 60 ciclos
	100	700	23	Electrico 50 ciclos
	50	400	26	Electrico 50 ciclos
	10	250	63	Electrico 60 ciclos
	50	1000	63	Electrico 60 ciclos

*En la estacion 3 el equipo a Salamanca es de 800 h.p.

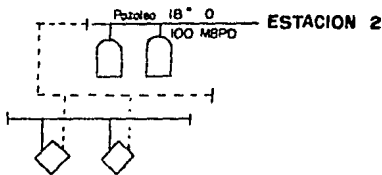
TRANSPORTE 310 MBPD

JUNIO DE 1974

BARRA NORTE TUXPAN

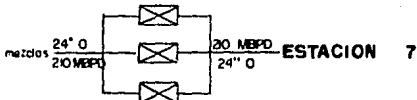


POZA RICA

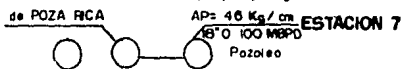


ESTACION 1A: EQUIPO DISPONIBLE

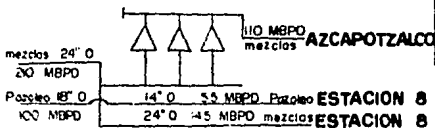
ESTACIONES 1N, 2N, 3N



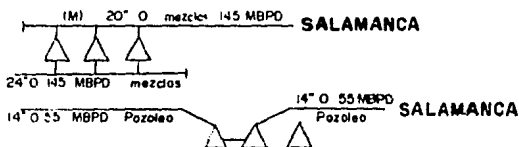
ESTACIONES 2, 3, 4, 5 y 6



ESTACION 7



ESTACION 8



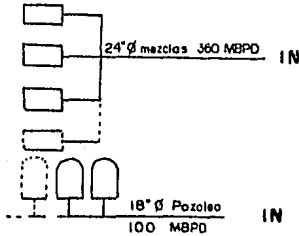
SIMBOLOGIA

	GASTO MBPD	POTENCIA (H.P.)	PRESION Kg/cm	MOTOR
	25	240	34	Combustion interna
	50	1000	77	Electrico 60 ciclos
	100 75 67	900 900 900	24 26 38	Electrico 60 ciclos
	25	500	63	Electrico 60 ciclos
	100	700	23	Electrico 50 ciclos
	50	400	26	Electrico 60 ciclos
	10	250	63	Electrico 60 ciclos
	50	1000	63	Electrico 60 ciclos
	100	3000	96	TURBINA

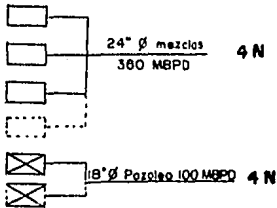
TRANSPORTE 460 MBPD

DIC. DE 1975

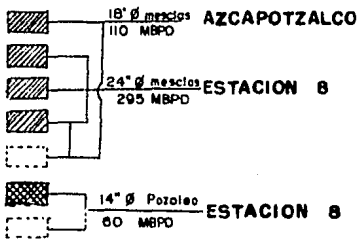
POZA RICA



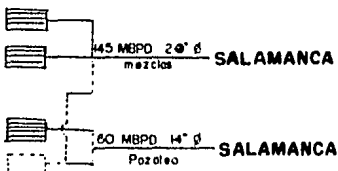
IN, 2N, y 3N



4N



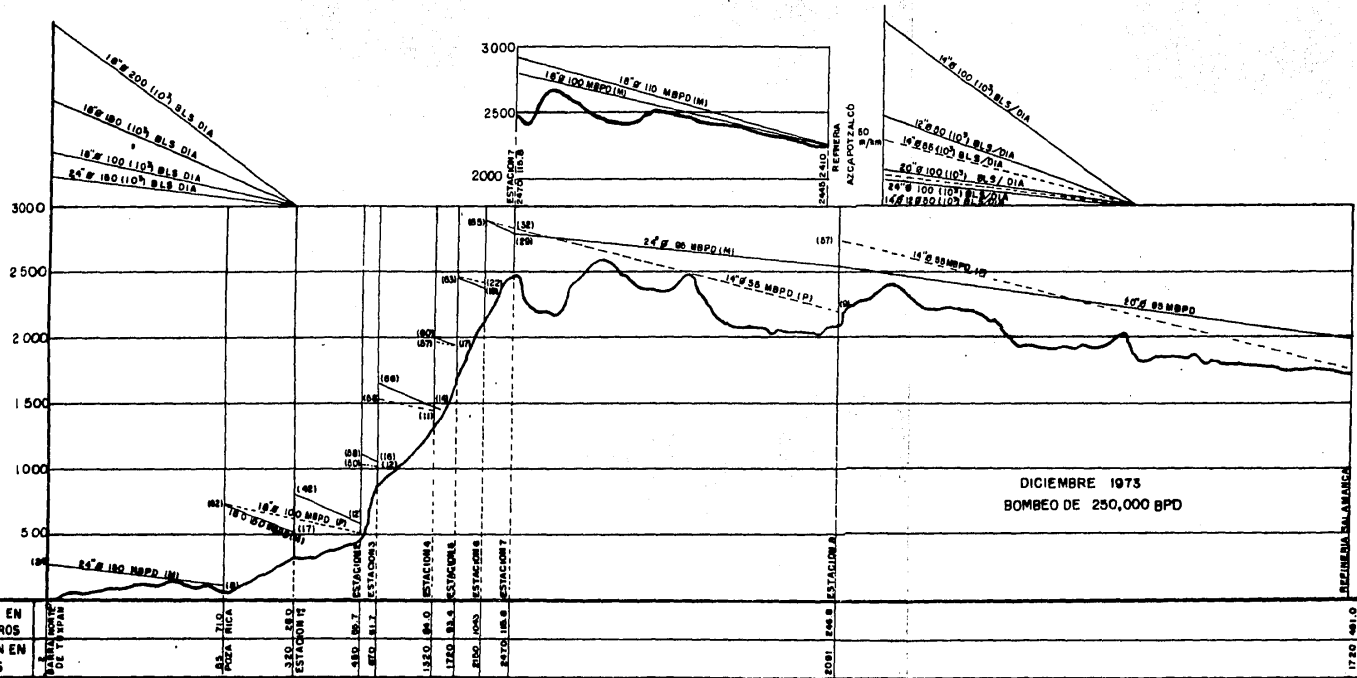
ESTACION 8



SIMBOLOGIA

	GASTO MBPD	POTENCIA (H.P.)	PRESION Kg/cm	MOTOR
	25	240	34	Combustion Interna
	50	1000	77	Electricos 60 ciclos
	100 75 67	900 900 900	24 26 38	Electrico 60 ciclos
	25	500	63	Electrico 60 ciclos
	100	700	23	Electrico 50 ciclos
	50	400	26	Electrico 50 ciclos
	10	250	63	Electrico 60 ciclos
	50	1000	63	Electrico 60 ciclos
	120	3500	90	TURBINA
	120	2500	67	TURBINA
	60	1000	40	TURBINA
	100	3000	96	TURBINA
	60 75	1400 1400	60 45	TURBINA

ANEXO 3



DISTANCIA EN KILOMETROS	ESTACION	ELEVACION EN METROS	ESTACION	ELEVACION EN METROS	ESTACION	ELEVACION EN METROS
0.0	0+00	100	167+00	2500	200+00	2000
1.0	10+00	100	168+00	2500	201+00	2000
2.0	20+00	100	169+00	2500	202+00	2000
3.0	30+00	100	170+00	2500	203+00	2000
4.0	40+00	100	171+00	2500	204+00	2000
5.0	50+00	100	172+00	2500		

B I B L I O G R A F I A

- 1.- LOZANO VSTUER EDUARDO "MEDICION Y TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS" ---
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM.
- 2.- FALCON FELIX MANUEL "BOMBEO Y COMPRESION" FACULTAD DE INGENIERIA,
UNAM.
- 3.- REDA PUMPS COMPANY "OIL WEL PRICE AND DATA BOOK" BATERSVILLE, ----
OKLAHOMA. (AUGUST OF 1980).
- 4.- "PIPE LINE ENGINEER" JULY OF 1950.
- 5.- "ESTUDIO DE AMPLIACION AL TRANSPORTE DE CRUDO DE LA BARRA NORTE --
DE TUXPAN - POZA RICA - ALTIPLANO" PEMEX, SEPTIEMBRE DE 1972.
- 6.- "AMPLIACION DEL SISTEMA DE OLEODUCTOS POZA RICA-ATZCAPOTZALCO-SALA
MANCA. PEMEX, FEBRERO DE 1964.
- 7.- "AMPLIACION AL SISTEMA DE TRANPORTE DE BNT-POZA RICA- ALTIPLANO" -
PEMEX, JULIO, 1972.