

Universidad Nacional de Ingeniería

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA
DE PETRÓLEO Y PETROQUÍMICA**



TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

**“ Estudio de Transferencia de Crudo LCT
El Alto - Talara ”**

Trabajo Profesional para optar el Título de:

INGENIERO DE PETRÓLEO

EDILBERTO MOGOLLON SANDOVAL

PROMOCIÓN 1975 - 2

LIMA • PERU • 1983

" ESTUDIO DE TRANSFERENCIA DE CRUDO , L C T - EL ALTO - TALARA "

<u>I N D I C E</u>		<u>Pág. N °</u>
<u>Capítulo I</u>	<u>- Objetivo .</u>	<u>3</u>
<u>Capítulo II</u>	<u>- Conclusiones y Recomendaciones .</u>	<u>4</u>
<u>Capítulo III</u>	<u>- Antecedentes .</u>	<u>8</u>
<u>Capítulo IV</u>	<u>- Alternativas Consideradas .</u>	<u>9</u>
<u>Capítulo V</u>	<u>- Análisis de Alternativas .</u>	<u>12</u>
<u>Capítulo VI</u>	<u>- Diseño de Operación del Sistema de Transferencia de Crudo del Oleoducto .</u>	<u>15</u>
	<u>1.- Datos .</u>	<u>15</u>
	<u>2.- Determinación del Diámetro Óptimo del Oleoducto .</u>	<u>16</u>
	<u>3.- Cálculo de las Condiciones de Operación de la Bomba de Transferencia .</u>	<u>21</u>
<u>Capítulo VII</u>	<u>- Análisis Económico .</u>	<u>26</u>
	<u>1.- Lineamientos Económicos .</u>	<u>26</u>
	<u>2.- Economía Incremental Entre Alternativas .</u>	<u>31</u>
<u>Capítulo VIII</u>	<u>- A p e n d i c e .</u>	<u>1-2</u>

* * * * *

A mi Madre

A mi Esposa.

" ESTUDIO DE TRANSFERENCIA DE CRUDO L C T - EL ALTO - TALARA "

Capítulo I O b j e t i v o

El objetivo del presente trabajo es encontrar el mejor Sistema para transferir los 1,500 barriles por día de Crudo LCT producidos en la Zona Norte de Talara. De los cuales 1300 B.P.D. son de la Cía. Contratista Occidental Peruana Inc., y 200 B. P. D de Petróleos del Perú.

(Nota : Este trabajo se presentó -
para aprobación en Marzo de 1981)

Capítulo II Conclusiones

Recomendaciones.

1.- De acuerdo -
al análisis efectuado consideramos-
que la alternativa más conveniente,
es la N° 3: "Construcción de Nuevo-
Oleoducto desde El Alto a la Esta-
ción 172 Pariñas y luego aprovechar
el Oleoducto existente entre la Es-
tación 172 - Patio de Tanques Tabla-
zo - Refinería Talara. Esta al-
ternativa supera económicamente a
las alternativas Nos. 1, 2 y 4,
pues tiene mayor Valor Actual al
60 % D.C.F.

2.- Según lo mostrado en el punto VI, el oleoducto - óptimo para transferir un máximo de 5,500 B.P.D., es de 4" de diámetro.- Las condiciones de operación de la bomba de transferencia también se muestran en el punto VI.

3.- El sistema de transferencia que se recomienda es el siguiente :

- a) - Recolección de crudo LCT en Pa
tio de Tanques. El Alto.
- b) - Bombeo por Oleoducto de 4" de
diámetro desde El Alto a Est
ación 172 Pariñas donde será al

macenado el crudo LCT.

- c) - Rebombear de Estación 172 Paríñas a Patio de Tanques Tablazo.
- d) - Transferencia por gravedad de Patio de Tanques Tablazo a Refinerla Talara.

4.- La ejecución de la alternativa N° 3 propuesta - (que incluye adquisición del equipo e instalación), demandará un mínimo de 8 meses. Con el fin de reducir este período y debido a que actualmente sólo se dispone de la capacidad en Patio de Tanques El Alto para 60 días más, se ha contac

tado con la Cla. Occidental, quienes han manifestado que podrían prestarla tubería de 4" de diámetro, pues actualmente tienen Stock suficiente.

Momentáneamente - la bomba de transferencia necesaria, puede ser recuperada de una de nuestras baterías, o de lo contrario se utilizarán las actuales bombas Worthington que transfieren crudo HCT, trabajando alternativamente para bombear HCT y LCT. Esto mientras se efectúa la adquisición del equipo nuevo.

Capítulo III Antecedentes

Como consecuencia de la marejada ocurrida el 25 de Enero de 1981, se produjo la destrucción parcial del muelle de Cabo Blanco, - quedando fuera de Servicio la línea-Submarina de 10" de diámetro, que servía para el despacho de crudo LCT a Refinería Talara mediante buques tanques, en un promedio de 6 cabotajes por año.

A fin de determinar la solución más apropiada para superar esta situación, se ha elaborado el presente estudio que contempla el análisis de 5 alternativas.

Capítulo IV - Alternativas Con-
sideradas

Alternativa N° 1

Continuar con el sistema de cabotajes, para lo cual será necesario tender una nueva línea submarina de 12" de diámetro, desde la playa de Cabo Blanco, con protección cementada en la zona de rompiente.

Alternativa N° 2

Construir un Nuevo Oleoducto desde El Alto a Refinería Talara.

Alternativa N° 3

Construir un Nuevo Oleoducto desde El Alto a Estación 172 Pariñas y aprovechar el Oleoducto de LCT existente entre Estación 172 - Patio Tanques Tablazo - Refinería Talara.

Alternativa N° 4

Construir un Nuevo Oleoducto desde Estación 975 Central a Estación 172 Pariñas y aprovechar el Oleoducto de LCT existente - entre Estación 172 - Patio Tanques - Tablazo - Refinería Talara.

Alternativa N° 5

Utilizar el Oleo-
ducto de crudo HCT existente de El
Alto - Patio Tanques Lobitos - Pa--
tio Tanques Tablazo.

Capítulo V Análisis de Alternativas

Del análisis de las alternativas mostrado en el Adjunto N° 1, puede observarse que la alternativa más adecuada es la N°3, por las siguientes razones :

- 1.- Se soluciona definitivamente el inconveniente de transporte por buque tanque, que origina un costo operativo anual de + 336 MMS/. para una producción de crudo LCT de 1,500 BPD. Este costo será considerablemente mayor cuando se incremente la producción de crudo LCT.

- 2.- *Bajo Costo operativo y de mantenimiento.*
- 3.- *Operación sencilla.*
- 4.- *Se utiliza el Oleoducto de LCT - actualmente existente entre Estación 172 Pariñas - Patio Tanques Tablazo - Refinería Talara. Esto permite que el nuevo Oleoducto - propuesto de El Alto - Estación-172 tenga 27,000 pies menos que si se tendiera desde El Alto a Refinería Talara, directamente.*
- 5.- *Se utiliza el sistema de recolección de crudo LCT actualmente existente en el área de El Alto.*

Esto no sería posible con la alternativa N° 4, en la cual es necesario una bomba y motor adicionales para transferir el Crudo LCT del distrito de Peña Negra, desde el Patio de Tanques - El Alto a Estación 975 Central, para de allí bombearlo directamente a la Estación 172 Pariñas.

6.- La economía del proyecto recomendado (Alternativa N° 3) será considerablemente favorecida, con respecto a la Alternativa N°1, cuando se produzca el incremento de producción de crudo LCT, como resultado de las operaciones de recuperación Secundaria.

Capítulo VI - Diseño de Operación del Sistema de -
Transferencia de Crudo por Oleoducto

1.- Datos

- 1.1 - Régimen de bombeo : 5,500 BPD (0.3574 $\frac{\text{pie}^3}{\text{seg}}$ ó 160.42 $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$)
- 1.2 - Gravedad API del crudo LCT : 35.1 ° API
- 1.3 - Viscosidad del crudo LCT : 43 SSU
- 1.4 - Viscosidad cinemática : 5.58×10^{-5} pie^2/seg .
- 1.5 - Gravedad específica del crudo LCT : 0.8493
- 1.6 - Gradiente del crudo LCT : 0.3674 psi/pie
- 1.7 - Elevación del P.T. El Alto : 869 pies
- 1.8 - Elevación de Estación 172 Pariñas: 115 pies
- 1.9 - Longitud del oleoducto : 131,400 pies
- 1.10 - Rugosidad de la Tubería : 0.000151 pies

2.- Determinación del Diámetro Optimo del Oleoducto

2.1 - Máxima presión de trabajo de la bomba con línea de 4 pulgadas = 1040 psi

2.2 - "Head" disponible por la bomba =

$$= \frac{1040 \text{ psi}}{0.3674 \frac{\text{psi}}{\text{pie}}} = 2831 \text{ pies}$$

2.3 - Ventaja estática = Elev. El Alto - Elev. Est. 172 =

$$= 869 - 115 = 754 \text{ pies.}$$

2.4 - Cabeza total disponible = "Head" disponible por la bomba + Ventaja estática.

$$= 2831 \text{ pies} + 754 \text{ pies} = 3585 \text{ pies.}$$

2.5 - Cabeza disponible = Pérdida por fricción (h_f) =
= 3585 pies.

2.6 - Pérdida por Fricción según Fanning es :

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} = \frac{L \times Q^2 \times 8 \times f}{\pi^2 \times D^5 \times g}$$

Despejando :

$$D^5 = \frac{L \times Q^2 \times 8}{\pi^2 \times h_f \times g} \times f$$

2.7 - Reemplazando Valores :

$$D^5 = \frac{131,400 \text{ pies} \times (0.3574)^2 (\text{pies}^6/\text{seg}^2) \times 8}{(3.14)^2 \times 3585 \text{ pies} \times 32.17 \text{ pie}/\text{seg}^2} \times f =$$
$$= 0.118 f (\text{pie}^5)$$

2.8 - Primera ecuación :

$$D^5 = 0.118 \times f \text{ (pie}^5\text{)}$$

2.9 - Teniendo en cuenta que el Número de Reynolds es :

$$R_e = \frac{D \times V}{\mu / \rho}$$

y que : $V = \frac{Q}{A}$, Resulta :

$$R_e = \frac{4 Q}{(\mu / \rho) \pi} \times \frac{1}{D}$$

Reemplazando Valores :

$$R_e = \frac{4 \times 0.3574 \text{ pie}^3/\text{seg}}{5.58 \times 10^{-5} \frac{\text{pie}^2}{\text{seg}} \times 3.14} \times \frac{1}{D} = 8,155.12 \times \frac{1}{D}$$

2.10 - Segunda ecuación :

$$Re = 8,155.12 \times \frac{1}{D}$$

2.11 - Asumimos $f = 0.025$ en la primera ecuación (punto 2.8), luego :

$$D = 0.3119 \text{ pies}$$

2.12 - Reemplazando este Valor encontrado de "D" en la segunda ecuación (punto 2.10), se tiene :

$$Re = 2.615 \times 10^4$$

2.13 - Cálculo de la rugosidad relativa, con el Valor de "D" hallado en el punto 2.11

$$\frac{E}{D} = \frac{0.000151 \text{ pies}}{0.3119 \text{ pies}} = 4.84 \times 10^{-4}$$

2.14 - Con el número de Reynolds y la rugosidad relativa encontrados en los puntos 2.12 y 2.13, respectivamente, verificamos en el Diagrama de Moody si le corresponde el factor de fricción asumido en el punto 2.11.

El valor encontrado es : $f = 0.026$

2.15 - Como el factor de fricción encontrado difiere del asumido ($f = 0.025$), recalculamos a partir del punto 2.11 con el valor de $f = 0.026$, en forma iterativa, hasta encontrar el mismo valor del factor de fricción :

$$D = (0.118 \times 0.026)^{\frac{1}{5}} = 0.3143 \text{ pies}$$

$$Re = \frac{8,155.12}{0.3143} = 2.5945 \times 10^4$$

$$\frac{E}{D} = \frac{0.000151 \text{ pies}}{0.3143 \text{ pies}} = 4.8 \times 10^4$$

Del gráfico de Moody se encuentra :

$$f = 0.026 \text{ (igual el Valor encontrado en la primera iteración).}$$

2.16 - Por lo tanto, el diámetro de la tubería requerida - es :

$$D = 0.3143 \text{ pies} = 3.8 \text{ pulgadas}$$

o sea :

$$D = 4 \text{ pulgadas (diámetro Nominal)}$$

3.- Cálculo de las Condiciones de Operación de La Bomba de Transferencia

3.1 - Velocidad en la línea :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.3574 \text{ pie}^3/\text{seg}}{\frac{\pi}{4} \times \left(\frac{4.026 \text{ pie}}{12}\right)^2} = 4.043 \text{ Pie/seg.}$$

3.2 - Número de Reynolds :

$$R_e = \frac{D \times V}{\frac{\mu}{\rho}} = \frac{0.3355 \text{ pie} \times 4.043 \text{ pie/seg.}}{5.58 \times 10^{-5} \text{ pie}^2 / \text{seg}} = 24,309$$

3.3 - Rugosidad relativa :

$$\frac{E}{D} = \frac{0.000151}{0.3355} = 4.5 \times 10^{-4}$$

3.4 - Del gráfico de Moody :

$$f = 0.0262$$

3.5 - Pérdida por fricción :

$$h_f = \frac{f \times L \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.0262 \times 131,400 \text{ pies} \times 16.35 \text{ pie}^2 / \text{seg}^2}{0.3355 \text{ pies} \times 2 \times 32.17 \text{ pie/seg}^2} = 2,608 \text{ pies}$$

3.6 - Aplicando Bernoulli :

$$h_{\text{bomba}} = h_f + Z_B - Z_A$$

$$h_{\text{bomba}} = 2608 + 115 - 869 = 1854 \text{ pies } \sigma \text{ 681 psi.}$$

3.7 - Potencia teórica requerida por la bomba :

$$\text{Potencia} = \frac{\text{G.E.} \times Q \text{ (gal/min)} \times h_{\text{bomba}} \text{ (pies)}}{3,960 \times 0.8}$$

$$\text{Potencia} = \frac{0.8493 \times 160.42 \times 1854}{3960 \times 0.8} = 80 \text{ HP}$$

3.8 - Volúmen desplazado por revolución :

$$\text{Volúmen} = 0.04815 \text{ Bl/rev.}$$

3.9 - Régimen de bombeo = 160.42 gal/min = 3.819 Bl/min.

3.10 - Velocidad de la bomba :

$$\text{SPM} = \frac{3.819 \text{ Bl/min}}{0.04815 \text{ Bl/rev}} = 80 \text{ S.P.M.}$$

3.11 - Velocidad del motor :

$$\text{RPM} = \frac{P_b \times G.R. \times \text{SPM}}{P_m} = \frac{44 \times 5.846 \times 80}{20} = 1029 \text{ RPM}$$

3.12 - Velocidad del pistón del motor en pies/min :

$$\text{Veloc.pistón} = \frac{2 \text{ carrera (pies)}}{\text{revolución}} \times \text{RPM}$$

$$\text{Veloc.pistón} = 2 \times \frac{6.5 \text{ pies}}{12 \text{ revol}} \times 1029 \frac{\text{Revol}}{\text{min}} = 1115 \text{ pies/min}$$

Nota: Lo recomendable es trabajar a velocidades medias del pistón del motor menores que 1200 pies/min. con el fin de alargar su vida útil.

3.13 - A la velocidad de 1029 RPM el motor entrega 167 HP máximo, que representa una potencia continua de 109 HP (trabajando a un 65 %) la cual es mayor - que la requerida. Ver Gráfico N° 1).

3.14 - Condiciones de operación para la bomba de transferencia Duplex de 4" x 10".

Régimen de bombeo	:	160.42 gal/min.
Velocidad de la bomba	:	80 S. P. M.
Potencia requerida	:	80 HP.contínuos
Polea de la bomba	:	44" - 6C
Potencia del motor	:	109 HP.contínuos
Velocidad del motor	:	1029 R. P. M.
Polea del motor	:	20" - 6C
F a j a s	:	6C - 210.

$$\left(1,500 \frac{\text{B}\ell}{\text{d}\acute{\text{a}}\text{a}} \times 1.54 \frac{\text{US}\$}{\text{B}\ell} \times \frac{398 \text{ S/}}{\text{US}\$} \times \frac{365 \text{ d}\acute{\text{a}}\text{a}}{\text{a}\acute{\text{n}}\text{o}} \right)$$

$$\left(1.54 \frac{\text{US}\$}{\text{B}\ell} = \text{Flete por transporte de crudo en } \right)$$

buque tanque.

- 5.- Tipo de cambio : 1 U S \$ = 398 S/.
- 6.- Depreciación : Lineal en 10 años.
- 7.- Impuestos : 50 %

b) - Alternativa N° 2

- 1.- Inversión : 493,500 MS/.

Incluye :

-Bomba Gaso 1742 Duplex 4" x 10" con motor Wankesha F 1197 GU.

$$(59,000 \text{ US}\$ \times 398 \frac{\text{S/}}{\text{US}\$} \times 1.8)$$

US\$

-158,400 pies de tubería de 4" de diámetro.

$$(158,400 \text{ x } 3.8 \frac{\text{US } \$}{\text{pie}} \text{ x } 398 \frac{\text{S/.}}{\text{US } \$} \text{ x } 1.8)$$

-Labor e instalación .

2.-Costo de operación anual : 10,000 MS/.

Incluye Gas Combustible y Mantenimiento.

c) - Alternativa N° 3

1.- Inversión : 420,000 MS/.

Incluye :

-Bomba Gaso 1742 Duplex 4" x 10" con motor
Wankesha F 1197 GU.

$$(59,000 \text{ US } \$ \text{ x } 398 \frac{\text{S/.}}{\text{US } \$} \text{ x } 1.8)$$

US \$

-131,400 pies de tubería de 4" de diámetro

$$(131,400 \text{ x } 3.8 \frac{\text{US \$}}{\text{pie}} \text{ x } 398 \frac{\text{S/.}}{\text{US \$}} \text{ x } 1.8)$$

-Bomba Gardner Denver FF X - FE Duplex
4" x 5" con Motor a Gas.

$$(20,000 \text{ US \$} \text{ x } 398 \frac{\text{S/.}}{\text{US \$}} \text{ x } 1.8)$$

-Costo de Operación Anual : 13,000 MS/.

Incluye Gas Combustible y Mantenimiento.

B.- ECONOMIA INCREMENTAL PARA EL TRANSPORTE DE CRUDO L C T , ENTRE ALTERNATIVAS N° 3 y N° 1

ALTERNATIVA N° 3 - TRANSPORTE POR OLEODUCTO

ALTERNATIVA N° 1 - TRANSPORTE POR BUQUE TANQUE

MS/.

Alternativa	A ñ o s	Inversión	Ingresos	Costo de Operación	Depreciación	Ingresos Antes de Impuestos	Ingresos Después de Impuestos	Flujo de Efectivo
N° 3	0	420,000	-	-	-	-	-	(420,000)
	1-10	-	x	10,000	42,000	x - 52,000	0.5 x - 26,000	0.5x + 16,000
N° 1	0	140,000	-	-	-	-	-	(140,000)
	1-10	-	x	336,000	14,000	x - 350,000	0.5 x - 175,000	0.5x - 161,000
(N° 3 - N° 1)	0	280,000	-	-	-	-	-	(280,000)
	1-10	-	0	(326,000)	28,000	298,000	149,000	177,000

Para un D.C.F. de 60 % : Valor Actual de Alt. N° 3 - Valor Actual de Alt. N° 1 = 12,315 MS/.

ADJUNTO N° 1

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

N° Alternativa	Costo MMS/.	V e n t a j a s	D e s v e n t a j a s
1	140	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inversión inicial razonable 2.- Poco tiempo de implementación - (20 días) 3.- Se aprovecha infraestructura actual tales como : Oleoducto El Alto - Cabo Blanco, Sistema de carga a Buque tanques, etc. 4.- Economía Mayor que alternativa - N°2, É igual a alternativa N°4. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Alto Costo Operativo (Por transporte de 1500 BPD el flete es de + 336 MMS/. al año. 2.- Debido a que no se incluye la reparación del muelle, el personal de Petro Perú deberá usar otro muelle para abordaje. 3.- Economía Menor que Alternativa - N°3.
2	493.5	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Se evita pagar flete por transporte en buque tanque (+ 336 MMS/.por año). 2.- Bajo Costo de Operación y Mantenimiento. 3.- Operación Sencilla. 4.- Se transfiere crudo directamente a Refinería Talara. 5.- Economía del proyecto se favorecerá cuando aumente la producción de crudo LCT, como consecuencia - de la inyección de agua. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inversión muy alta. 2.- Mayor tiempo de implementación - que alternativas 1, 3 y 4. 3.- Requiere adquirir bomba de transferencia con motor y aproximadamente 27,000 pies más de tubería de 4" de diámetro que las alternativas 3 y 4. 4.- Economía Menor que alternativas - N° 1, 3 y 4.

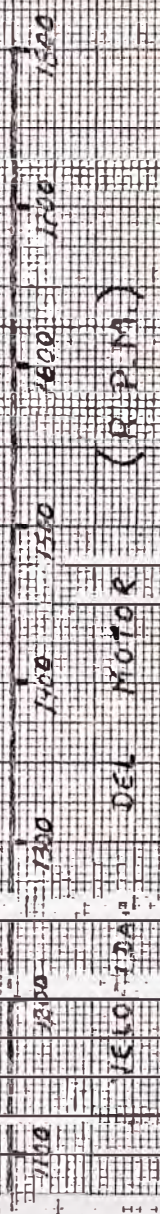
Nº Alternativa	Costo MMS/.	V e n t a j a s	D e s v e n t a j a s
3	420	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Se evita pagar flete por transporte en buque tanque (+ 336 MMS/. por año) 2.- Bajo Costo de Operación y Mantenimiento. 3.- Operación Sencilla. 4.- Se utiliza Oleoducto de Crudo-LCT existente de Estación 172-Tanque Tablazo - Refinería Talara. 5.- Se requiere aproximadamente - 27,000 pies menos de tubería - de 4" de diámetro que la alternativa N°2. 6.- La economía del proyecto se favorecerá cuando aumente la producción de LCT, como consecuencia de la inyección de agua. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inversión alta. 2.- Mayor tiempo de implementación que la Alternativa N°1. 3.- Se requiere bomba y motor para transferir el crudo hasta la Estación 172 Pariñas y 131,400 pies de tubería de 4" de diámetro.
4	435	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Se evita pagar flete por transporte en buque tanque de crudo LCT (+ 336 MMS/. por año). 2.- Bajo Costo de Operación y Mantenimiento. 3.- Operación sencilla. 4.- Se utiliza Oleoducto existente de Estación 172- Tanques Tablazo-Refinería Talara. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inversión alta. 2.- Mayor tiempo de implementación que alternativa N°1. 3.- Se requiere bomba y motor para transferir el crudo hasta la Estación 172 Pariñas y 131,400 pies de tubería de 4" de diámetro.

N° Alternativa	Costo MMS/.	Ventajas	Desventajas
5	No estimado	<p>5.- Se requiere aproximadamente - 27,000 pies menos de tubería - de 4" de diámetro que alternativa N°2.</p> <p>6.- La economía del proyecto se favorecerá cuando aumente la producción de crudo LCT, como con secuencia de la inyección de agua.</p> <p>1.- No requiere de inversión inicial.</p> <p>2.- Se utiliza toda la infraestructura existente, tales como bomba, motor y oleoducto que se utilizan para transferir crudo-HCT.</p>	<p>4.- Requiere disponer de facilidades adicionales (bomba de transferencia y motor a gas) para enviar la producción de crudo LCT de Petroperú, del área Peña Negra, desde El Alto - Estación 975 Central (+ 200 BPD) - para de allí, junto con la producción de OXY, bombearla a la Estación 172 Pariñas.</p> <p>1.- Alto riesgo de contaminación del crudo LCT con HCT.</p> <p>2.- Operación muy complicada y riesgosa.</p> <p>3.- Requerirá reemplazar algunos tramos para uniformizar el oleoducto, a fin de bombear los "chanchos" - que se usan para evitar la contaminación.</p> <p>4.- Requiere efectuar la transferencia por partes : primero a Patio Tanques Lobitos, luego a Estación 172 Pariñas y de ésta al Patio Tanques Tablazo.</p>

GRAFICO Nº 1

TIA V/S R.P.M.
 GAS WAUKESHA F1197 G.U.

MÁXIMA



POTENCIA
 MOTOR A

CURVA DE POTENCIA

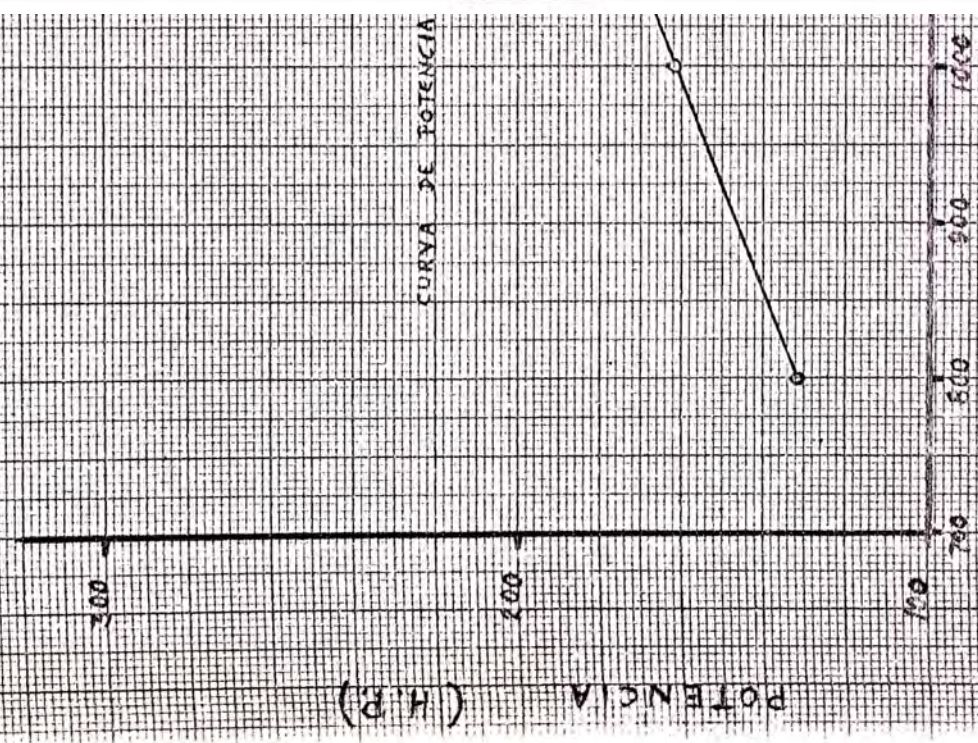
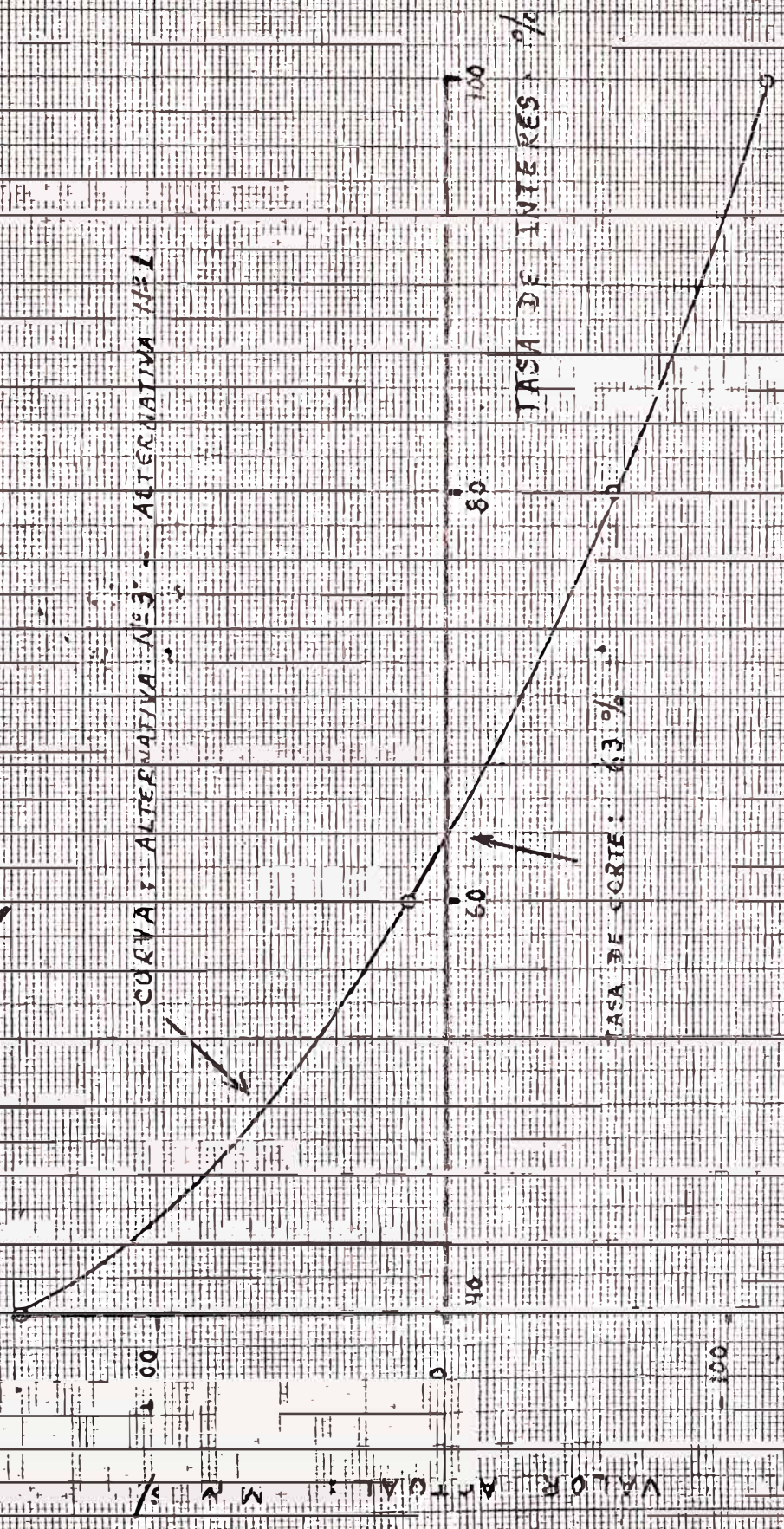


GRAFICO N° 2

ECONOMIA INCREMENTAL ENTRE ALTERNATIVAS N° 3 Y N° 1



CURVA: ALTERNATIVA N° 3 - ALTERNATIVA N° 1

A p e n d i c e

Términos Usados

B. P. D.	=	Barriles por día
S. S. U.	=	Segundos Saybolt Universal
μ	=	Viscosidad absoluta
ρ	=	Densidad -
μ/ρ	=	Viscosidad sinemática
Q	=	Régimen de bombeo
Z_A, Z_B	=	Altura estática en el punto: A y B (El Alto y Estación - 172 Pariñas, respectivamente)
L	=	Longitud del Oleoducto
E	=	Rugosidad de la Tubería
f	=	Factor de Fricción
h_f	=	Pérdida por Fricción
D	=	Diámetro de la Tubería
V	=	Velocidad -

g	=	Aceleración de la Gravedad
A	=	A r e a
E/D	=	Rugosidad Relativa
R_e	=	Número de Reynolds
G. E.	=	Gravedad Específica
H. P.	=	P o t e n c i a
Bl./min.	=	Barriles por Minuto
Bl./rec.	=	Barriles por Revoluciones
S. P. M.	=	Strokes por minuto de la Bomba
R. P. M.	=	Revoluciones por minuto del Motor
P_b	=	Polea de la Bomba
P_m	=	Polea del Motor
G. R.	=	Relación de engranajes de la Bomba
π	=	C o n s t a n t e 3.1416

* * * * *

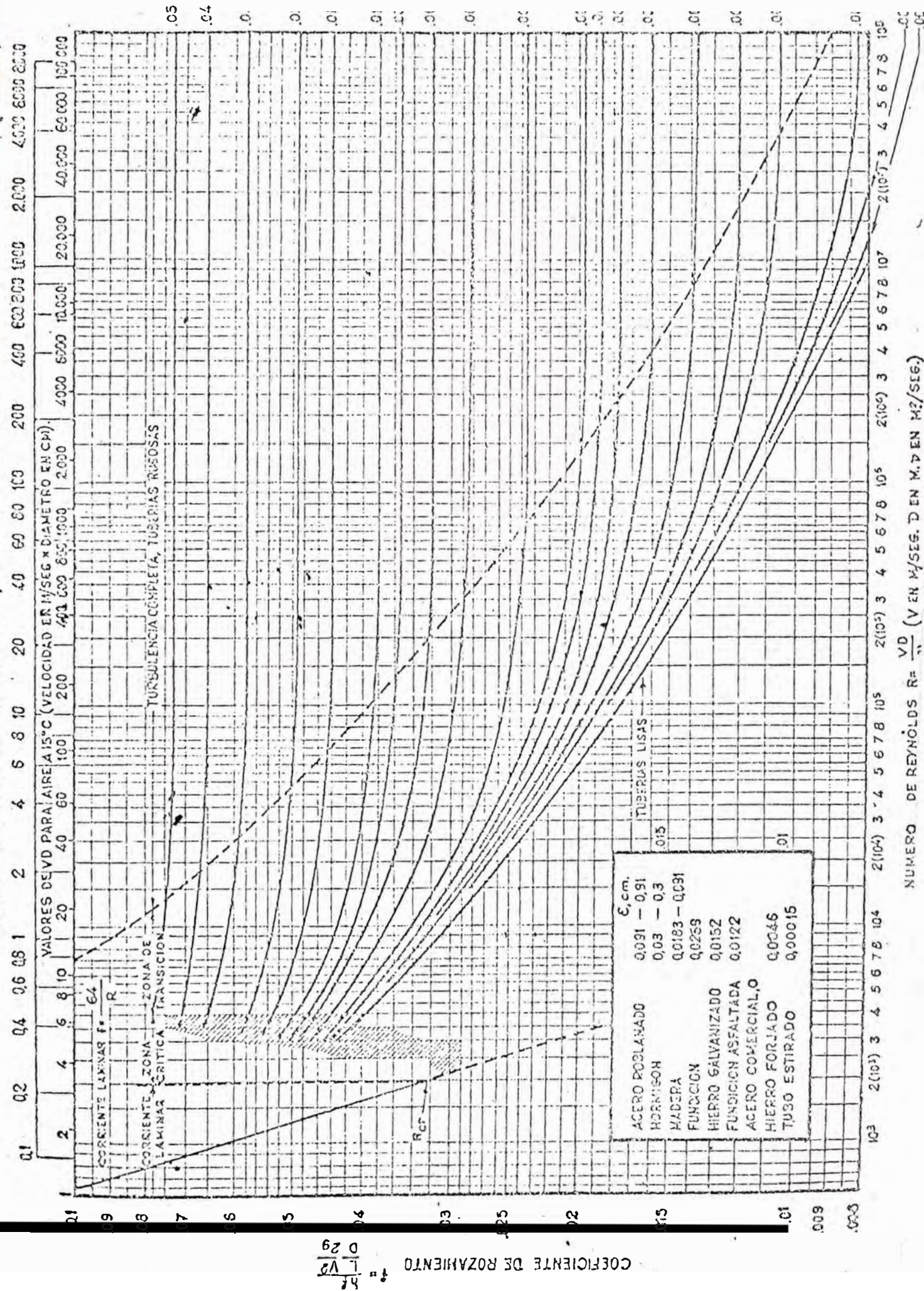
PETROLEOS DEL PERU CENTRO DE CAPACITACION			TECNOLOGIA SOBRE OPERACIONES DE PRODUCCION				Pág. No.	X.B.2
Cap.	X.	Sección B.	B. CONVERSION DE UNIDADES				Edición:	Nov. 1976
							Revisión:	

VISCOSITY CONVERSION TABLE
SSUTO CENTISTOKES

TABLA X-B-2

SSU	C.S.	SSU	C.S.	SSU	C.S.	SSU	C.S.	SSU	C.S.	SSU	C.S.
31	.71	66	11.96	105	21.81	280	61.11	1100	241.88	4600	1012.00
32	1.13	67	12.23	110	22.97	285	62.22	1200	263.89	4700	1034.00
33	1.54	68	12.50	115	24.12	290	63.33	1300	285.90	4800	1056.00
34	1.94	69	12.76	120	25.27	295	64.44	1400	307.90	4900	1078.00
35	2.33	70	13.03	125	26.42	300	65.55	1500	329.91	5000	1100.00
36	2.71	71	13.30	130	27.56	310	67.76	1600	351.92	5500	1210.00
37	3.09	72	13.56	135	28.70	320	69.97	1700	373.92	6000	1320.00
38	3.45	73	13.82	140	29.83	330	72.19	1800	395.92	6500	1430.00
39	3.81	74	14.08	145	30.96	340	74.40	1900	417.93	7000	1540.00
40	4.16	75	14.35	150	32.10	350	76.61	2000	439.93	7500	1650.00
41	4.50	76	14.61	155	33.22	360	78.82	2100	461.94	8000	1760.00
42	4.84	77	14.87	160	34.35	370	81.03	2200	483.94	8500	1870.00
43	5.18	78	15.12	165	35.48	380	83.24	2300	505.94	9000	1980.00
44	5.51	79	15.38	170	36.60	390	85.45	2400	527.94	9500	2090.00
45	5.83	80	15.64	175	37.72	400	87.66	2500	549.95	10000	2200.00
46	6.15	81	15.89	180	38.85	410	89.87	2600	571.95	10500	2310.00
47	6.47	82	16.15	185	39.97	420	92.07	2700	593.95	11000	2420.00
48	6.78	83	16.40	190	41.08	430	94.28	2800	615.95	11500	2530.00
49	7.09	84	16.66	195	42.20	440	96.49	2900	637.95	12000	2640.00
50	7.40	85	16.91	200	43.32	450	98.70	3000	659.96	12500	2750.00
51	7.70	86	17.16	205	44.44	460	100.91	3100	681.96	13000	2860.00
52	8.00	87	17.42	210	45.55	470	103.11	3200	703.96	13500	2970.00
53	8.29	88	17.67	215	46.67	480	105.32	3300	725.96	14000	3080.00
54	8.59	89	17.92	220	47.78	490	107.52	3400	747.96	14500	3190.00
55	8.88	90	18.17	225	48.90	500	109.73	3500	769.96	15000	3300.00
56	9.17	91	18.42	230	50.01	550	120.75	3600	791.96	15500	3410.00
57	9.46	92	18.67	235	51.12	600	131.77	3700	813.96	16000	3520.00
58	9.74	93	18.92	240	52.23	650	142.79	3800	835.97	16500	3630.00
59	10.02	94	19.17	245	53.34	700	153.81	3900	857.97	17000	3740.00
60	10.31	95	19.41	250	54.46	750	164.82	4000	879.97	17500	3850.00
61	10.58	96	19.66	255	55.57	800	175.83	4100	901.97	18000	3960.00
62	10.86	97	19.91	260	56.68	850	186.84	4200	923.97	18500	4070.00
63	11.14	98	20.15	265	57.79	900	197.85	4300	945.97	19000	4180.00
64	11.41	99	20.40	270	58.90	950	208.86	4400	967.97	19500	4290.00
65	11.69	100	20.65	275	60.00	1000	219.86	4500	989.97	20000	4400.00

VALORES DE VD PARA AGUA A 15°C (VELOCIDAD EN M/SEG X DIAMETRO EN CM).





Petro Power Equipment SRL.

Prolongación Avda. Grau N° 1426—Teléfono 321640—Piura-Perú.

Junio, 30 de 1980
Presupuesto # 036/80

Señores
Petróleos del Perú-ONP
TALARA.

At.: Sr. Ing. Mario Contreras.

Muy señores nuestros:

De acuerdo a su amable solicitud, tenemos el agrado de cotizarle lo siguiente:

ITEM (1) Una bomba GASO fig. 1742 de Duplex 5 1/2" de diámetro por 10" de carrera de piston para bombas de crudo con un rendimiento de 10,000 BPD a una presión de 300 PSI de descarga a 82 RPM con polea de 44" de diámetro de 6 canales, en "V" corte tipo "C" y un caballaje requerido de 63 BHP.

ITEM (2) Motor Waukesha Mod. F 817 GU. con equipo standard instalado, incluye radiador, indicadores de seguridad, arranque eléctrico de 12 voltios y embrague con polea 14" de 6 canales a 1507 RPM y Sub-base para ser montado en patin.

ITEM (3) Un patin metálico en el cual serán montadas ambas unidades, seis (6) fajas en "V" C-210.

Peso neto del equipo 15,175 Lbs.

Area requerida del equipo 635 pies cúbicos.

Nota: Cualquier información adicional, estaremos muy gratos en proporcionarles, así mismo les adjuntamos catálogos del Equipo arriba mencionado.

Precio FOB HOUSTON	Us \$ 49,137=
Embalaje y manipuleo	Us \$ 1,100=
	Us \$ 50,237=

944.916Z
 HQ 6/12/80
 H-DH-1605-80
 PETROPERU - TALARA

REF: VG-953-10
 ATTR: F. PLEIGE C., JEFE
 DEPTO. LOGISTICA

(WAUKESHA GAS ENGINES)
 SUPPLIER A: (EXPORT OILFIELD)
 1. MODEL F817GU 12,950.00 EA.
 2. MODEL 1197GU 23,325.00 EA.
 3. MODEL 1905GU 34,130.00 EA.
 4. MODEL F2895G 64,850.00 EA.
 5. MODEL L3711G 67,650.00 EA.
 6. MODEL L7042G 128,225.00 EA.
 ABOVE ARE LESS STARTERS.

SUPPLIER B: (REX INT'L)
 1. MODEL F817GU - 16,816.48 EA.
 2. MODEL 1197GU 28,735.93 EA.
 3. MODEL 1905GU 41,748.24 EA.
 4. MODEL F2895GU 79,945.05 EA.
 5. MODEL L3711GU 82,026.37 EA.
 6. MODEL L7042GU 160,840.65 EA.
 ABOVE WITH AIR GAS STARTERS

SUPPLIER C: (CAPELLA)
 1. MODEL F817GU 10,600.00 EA.
 2. MODEL 1197GU 19,873.96 EA.
 3. MODEL 1905GU 29,420.83 EA.
 4. MODEL F2895GU 57,633.33 EA.
 5. MODEL L3711GU 59,752.00 EA.
 6. MODEL L7042GU 120,356.25 EA.

SUPPLIER D: (WAUKESHA PEARCE)
 1. MODEL F817GU 10,695.00 EA.
 2. MODEL F1197GU 19,385.00 EA.
 3. MODEL F1905GU 29,595.00 EA.
 4. MODEL F2895GU 57,850.00 EA.
 5. MODEL L3711GU 59,995.00 EA.
 6. MODEL L7042GU 120,400.00 EA.

SUPPLIER E: (OILWORLD) - WITH AIR GAS STARTERS
 1. MODEL F817GU 19,734.66 EA.
 2. MODEL 1197GU 26,932.04 EA.
 3. MODEL 1905GU 39,052.70 EA.
 4. MODEL F2895G 74,778.95 EA.
 5. MODEL L3711GU 76,724.00 EA.
 6. MODEL L7042GU 150,437.01 EA.

ESTADO		RECIBIDO
ESTADO	USO	
		DIVISION LOGISTICA
		DIVISION COMPRAS
		Div. Cont. Inv.
		Almox. y Muebles
		SECRETARIA
CIRCULAR		
CLASIFICADO		
ARCHIVO		

DEPARTAMENTO LOGISTICA
 RECIBIDO
 17 JUN 1980
 DIVISION COMPRAS

PETROPERU HQ

...
 ...
 ABOVE SENT VIA ITT JUN 12 1980 1541 FROM PETROPERUHQ

SERIES 1700 — 10" STROKE DUPLEX PISTON POWER PUMPS

SPECIFICATIONS

- No. of Pistons - 2
- Stroke Length - 10"
- Piston Rod Load - 13,080 lbs.
- Gear Ratio - 5.8:1 to 1
- Oil Capacity - 15 U. S. gallons
- Connections - Fig. 1742
 - 4" - 150# ANSI suction
 - 3" - 600# ANSI discharge
- Connections - Fig. 1755
 - 4" - 300# ANSI suction
 - 3" - 600# ANSI discharge
- Pump Weight
 - Fig. 1742 - 6125 lbs.
 - Fig. 1755 - 6085 lbs.

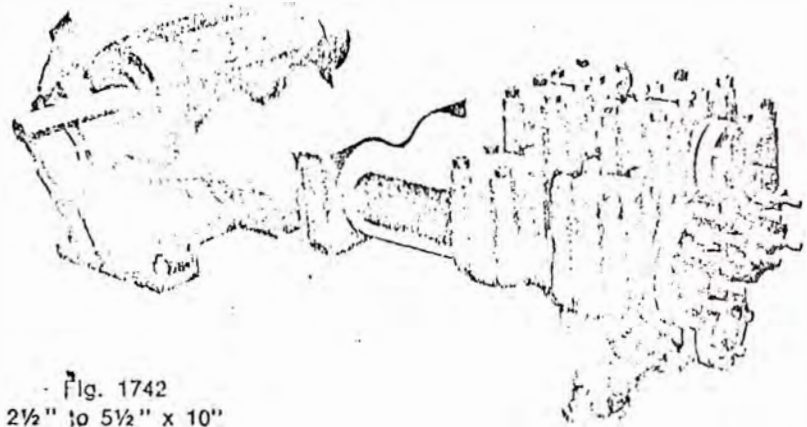


Fig. 1742
2 1/2" to 5 1/2" x 10"

Fig. 1742

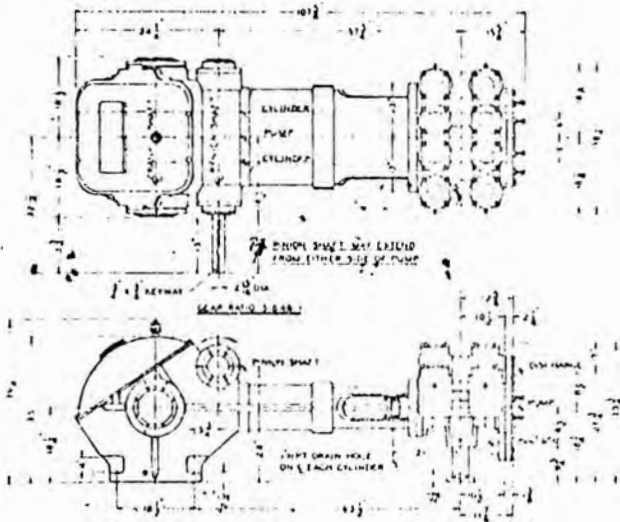
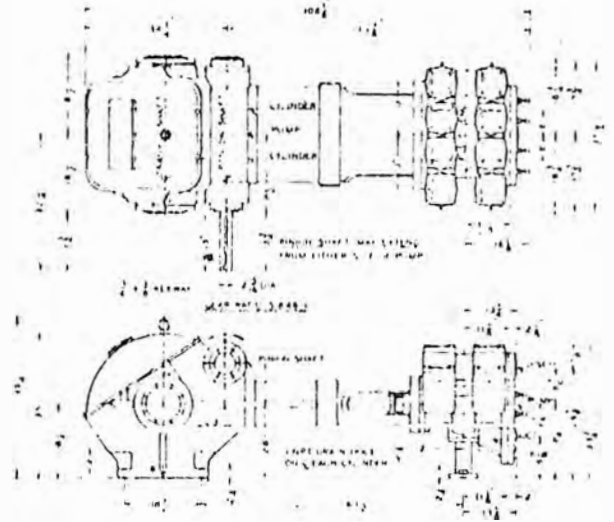


Fig. 1755



Ratings published below are intended to be used only for preliminary planning purposes, and as such, carry no warranty whatsoever. All applications for Gaso pumps must be approved by Gaso in writing.

PUMP FIG. NO.	PISTON DIA. IN.	MAX. PRESS. PSI	DISP. GAL. PER REV.	DISPLACEMENT			
				154 RPM		185 RPM	
				GPM	BPD	GPM	BPD
1742 (Mechanic-iron Fluid End)	2 1/2	1440	.6979	37.7	1290	59.3	2035
	3	1440	1.0703	57.8	1980	91.0	3120
and 1755 (Steel Fluid End)	3 1/2	1360	1.5141	81.8	2805	128.7	4415
	4	1040	2.0223	109.2	3745	171.9	5895
	4 1/2	820	2.6019	140.5	4815	221.2	7585
	5	665	3.2459	175.3	6010	275.9	9460
	5 1/2	550	3.9620	213.9	7335	336.8	11545
*Brake Horsepower Required				75.6		119.1	

Displacements indicated are based on 100% Volumetric Efficiency
 Horsepower required based on 90% Mechanical Efficiency
 † RPM shown is crank RPM *Horsepower required is the input at the pump union shaft

41516PE PETRONO
21064PE PTROPERU

UNIDAD DE ADUANA Y
AGENCIA MAGP
41516PE PETRONO
21064PE PTROPERU

UNIDAD DE ADUANA Y
AGENCIA MARITIMA ONO

AYT-PROG-487-80
JULIO 4, 1980

REF : SU TELEX 5341

A CONTINUACION INFORMAMOS QUE EL FLETE PARA LOS TRAFICOS: CABO BLANCO
TALARA Y NEGRITOS-TALARA DE 60 A 120 MB. EN UN B/T DE LAS CARACTE-
RISTICAS DEL B/T MARIANA SERIA APROXIMADAMENTE DE \$1.54 POR BARRIL.

INDICAMOS QUE ESTE FLETE FLUCTUARIA DE ACUERDO AL TIEMPO EN QUE
CONTRATADO ESTE BUQUE, PUDIENDO INCLUSIVE DUPLICAR SU VALOR.

TIPO DE CAMBIO UTILIZADO PARA CALCULO 285 S/. POR DOLAR.

SALUDOS,

ADOLFO URBINA
JEFE DIV. PROGRAMACION
LPTO. AYT

41516PE PETRONO
21064PE PTROPERU

QUE TAL MENSAJE RECIBIDO
CON+BTEN. ACUDUOK GRACIAS